



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Red Universitaria de Jalisco

Los usuarios podrán en cualquier momento, obtener una reproducción para uso personal, ya sea cargando a su computadora o de manera impresa, este material bibliográfico proporcionado por UDG Virtual, siempre y cuando sea para fines educativos y de Investigación. No se permite la reproducción y distribución para la comercialización directa e indirecta del mismo.

Este material se considera un producto intelectual a favor de su autor; por tanto, la titularidad de sus derechos se encuentra protegida por la Ley Federal de Derechos de Autor. La violación a dichos derechos constituye un delito que será responsabilidad del usuario.

Referencia bibliográfica

Aedo, I. et. al. *Sistemas multimedia; Análisis, diseño y evaluación*. Madrid: UNED. 216-258.



www.udgvirtual.udg.mx

Av. De la Paz 2453, Col. Arcos Sur. Guadalajara, Jal. México C.P. 44140
Larga distancia nacional (01-33), internacional (+52-33)
3134-2208 / 3134-2222 / 3134-2200 / Ext. 8801

Av. Enrique Díaz de León 782, Col. Moderna, Guadalajara, Jal. México C.P. 44190
Larga distancia nacional (01-33), internacional (+52-33)
3134-2208 / 3134-2222 / 3134-2200 / Ext. 8802

Unidad Didáctica

Ingeniería
en Informática
(2º ciclo)

SISTEMAS MULTIMEDIA: ANÁLISIS, DISEÑO Y EVALUACIÓN

Ignacio Aedo Cuevas
Paloma Díaz Pérez
Miguel Ángel Sicilia Urbán
Alfonso Vara de Llano
Antonio Colmenar Santos
Pablo Losada de Dios
Francisco Mur Pérez
Manuel Alonso Castro Gil
Juan Peire Arroba



Ignacio Aedo Cuevas
Paloma Díaz Pérez
Miguel Ángel Sicilia Urbán
Alfonso Vara de Llano
Antonio Colmenar Santos

Pablo Losada de Dios
Francisco Mur Pérez
Manuel Alonso Castro Gil
Juan Peire Arroba

SISTEMAS MULTIMEDIA: ANÁLISIS, DISEÑO Y EVALUACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

UNIDADES DIDÁCTICAS (55521UD01A01)
SISTEMAS MULTIMEDIA: ANÁLISIS, DISEÑO Y EVALUACIÓN

*Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita
de los titulares del «Copyright», bajo las sanciones establecidas en las leyes,
la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento,
comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución
de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.*

© UNIVERSIDAD NACIONAL
DE EDUCACIÓN A DISTANCIA - Madrid, 2004

Librería UNED: Bravo Murillo, 38; 28015 Madrid
Tels.: 91 298 75 60/73 73, e-mail: libreria@adm.uned.es

© Ignacio Aedo, Paloma Díaz, Miguel Ángel Sicilia, Alfonso Vara, Antonio Colmenar,
Pablo Losada de Dios, Francisco Mur, Manuel Alonso Castro y Juan Peire

ISBN: 84-362-4996-8

Depósito legal: M. 5383-2004

Primera edición: febrero de 2004

Impreso en España - Printed in Spain

Imprime: LERKO PRINT, S.A.

Paseo de la Castellana, 121. 28046 Madrid

ÍNDICE

| | |
|-------------------|----|
| Presentación..... | 13 |
|-------------------|----|

CAPÍTULO 1

MULTIMEDIA Y COMUNICACIÓN. SISTEMAS MULTIMEDIA

| | |
|--|----|
| 1.1. La comunicación a distancia | 21 |
| 1.2. La revolución de las comunicaciones. Internet | 26 |
| 1.3. Sistemas y procesado de la información: Informática..... | 27 |
| 1.4. El concepto de multimedia | 28 |
| 1.5. Sistemas multimedia tradicionales..... | 30 |
| 1.6. Sistemas multimedia actuales..... | 34 |
| 1.7. Ventajas e inconvenientes de los multimedia | 36 |
| 1.8. Recomendaciones a tener en cuenta en el diseño de un proyecto multimedia | 37 |
| 1.9. Resumen | 40 |
| 1.10. Ejercicios de autoevaluación..... | 41 |
| 1.11. Referencias bibliográficas | 42 |

CAPÍTULO 2

MEDIOS: TEXTO, IMAGEN Y SONIDO

| | |
|---|----|
| 2.1. Hipertexto..... | 45 |
| 2.2. Hipermedia..... | 49 |
| 2.3. OCR. Reconocimiento Óptico de Carácteres | 49 |
| 2.4. Captura de imágenes digitales | 51 |
| 2.5. Formatos de archivos | 54 |
| 2.6. El sonido digital. Conceptos previos | 55 |
| 2.7. CD-AUDIO | 56 |

| | |
|--|----|
| 2.8. Formatos de sonido | 57 |
| 2.9 Extracción-Compresión-Reproducción | 60 |
| 2.10. Resumen | 62 |
| 2.11. Ejercicios de autoevaluación..... | 63 |
| 2.12. Referencias bibliográficas | 64 |

CAPÍTULO 3 MEDIOS: ANIMACIÓN Y VÍDEO

| | |
|--|-----|
| 3.1. Las animaciones. Principios, herramientas y técnicas de animación . | 70 |
| 3.2. Imágenes en 3 dimensiones. Creación y animación..... | 78 |
| 3.3. Elementos básicos para comenzar a digitalizar vídeo | 88 |
| 3.4. Edición y efectos del vídeo digital | 95 |
| 3.5. Resumen | 102 |
| 3.6. Ejercicios de autoevaluación..... | 103 |
| 3.7. Referencias bibliográficas | 104 |

CAPÍTULO 4 FASES DEL DESARROLLO DE SISTEMAS MULTIMEDIA

| | |
|--|-----|
| 4.1. Ingeniería del software y multimedia..... | 110 |
| 4.2. Características del desarrollo multimedia..... | 111 |
| 4.3. Las fases del ciclo de vida del desarrollo multimedia | 118 |
| 4.4. Modelos de proceso para el desarrollo multimedia..... | 125 |
| 4.5. Resumen | 129 |
| 4.6. Ejercicios de autevaluación | 129 |
| 4.7. Referencias bibliográficas | 131 |

CAPÍTULO 5 ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS MULTIMEDIA

| | |
|--|-----|
| 5.1. La etapa de análisis de requisitos en el desarrollo multimedia..... | 136 |
| 5.2. La especificación de requisitos en el desarrollo multimedia | 137 |
| 5.3. La etapa de diseño en el desarrollo multimedia | 145 |
| 5.4. Resumen | 157 |
| 5.5. Ejercicios de autoevaluación..... | 158 |
| 5.6. Referencias bibliográficas | 159 |

CAPÍTULO 6 DISEÑO DE UNA INTERFAZ DE USUARIO

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 6.1. La interfaz de usuario..... | 163 |
| 6.2. Paradigmas de interacción | 165 |

| | |
|---|-----|
| 6.3. Estilos de la interacción | 171 |
| 6.4. Principios de diseño | 174 |
| 6.5. Ejemplo de recomendaciones de interacción para un sitio Web de comercio electrónico..... | 176 |
| 6.6. Uso de la metáfora | 183 |
| 6.7. Resumen | 186 |
| 6.8. Ejercicios de autoevaluación..... | 186 |
| 6.9. Referencias bibliográficas | 187 |

CAPÍTULO 7 EVALUACIÓN DE SISTEMAS INTERACTIVOS

| | |
|---|-----|
| 7.1. El concepto de usabilidad | 192 |
| 7.2. Métodos de evaluación | 199 |
| 7.3. El proceso de evaluación..... | 203 |
| 7.4. Parámetros para la evaluación de sistemas multimedia | 208 |
| 7.5. Resumen | 208 |
| 7.6. Ejercicios de autoevaluación..... | 210 |
| 7.7. Referencias bibliográficas | 211 |

CAPÍTULO 8 DIRECCIÓN Y METODOLOGÍA DE PROYECTOS MULTIMEDIA

| | |
|--|-----|
| 8.1. Proyectos | 216 |
| 8.2. Dirección de proyectos | 218 |
| 8.3. Ciclo de vida | 226 |
| 8.4. Establecimiento del ámbito | 231 |
| 8.5. Desarrollo del plan de proyecto | 235 |
| 8.6. Ejecución del plan de proyecto..... | 245 |
| 8.7. Monitorización y control del proyecto | 250 |
| 8.8. Cierre del proyecto..... | 253 |
| 8.9. Resumen | 256 |
| 8.10. Ejercicios de autoevaluación..... | 257 |
| 8.11. Referencias bibliográficas | 258 |

CAPÍTULO 9 EJEMPLOS DE DESARROLLO

| | |
|---|-----|
| 9.1. Now-Graduado: ejemplo de análisis y diseño | 261 |
| 9.2. Ejemplo de evaluación de la usabilidad | 272 |
| 9.3. Resumen | 279 |
| 9.4. Ejercicios de autoevaluación | 279 |
| 9.5. Referencias bibliográficas | 280 |

**CAPÍTULO 10
ARQUITECTURA Y CONFIGURACIÓN DE LOS SISTEMAS
MULTIMEDIA**

| | |
|--|-----|
| 10.1. Arquitectura general de los sistemas multimedia..... | 286 |
| 10.2. Dispositivos y elementos <i>hardware</i> para aplicaciones multimedia .. | 288 |
| 10.3. Soporte multimedia en los sistemas operativos..... | 293 |
| 10.4. Bases de datos multimedia..... | 296 |
| 10.5. Redes con soporte específico para aplicaciones multimedia..... | 299 |
| 10.6. Diseño arquitectónico para sistemas multimedia..... | 300 |
| 10.7. Resumen | 302 |
| 10.8. Ejercicios de autoevaluación..... | 303 |
| 10.9. Referencias bibliográficas | 304 |

**CAPÍTULO 11
INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS MULTIMEDIA EN WEB**

| | |
|--|-----|
| 11.1. La arquitectura Web y los sistemas multimedia..... | 310 |
| 11.2. Lenguajes Web para los sistemas multimedia | 318 |
| 11.3. Algunos tipos de aplicaciones multimedia en la Web | 322 |
| 11.4. Resumen | 327 |
| 11.5. Ejercicios de autoevaluación..... | 328 |
| 11.6. Referencias bibliográficas | 329 |

**CAPÍTULO 12
LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA SISTEMAS MULTIMEDIA**

| | |
|--|-----|
| 12.1. Herramientas para la programación multimedia | 333 |
| 12.2. Uso de lenguajes de propósito específico | 335 |
| 12.3. Uso de lenguajes de propósito general | 340 |
| 12.4. Criterios de selección | 353 |
| 12.5. Resumen | 354 |
| 12.6. Ejercicios de autoevaluación..... | 354 |
| 12.7. Referencias bibliográficas | 355 |

**CAPÍTULO 13
HERRAMIENTAS DE AUTOR**

| | |
|---|-----|
| 13.1. ¿Qué es una herramienta de autor? | 360 |
| 13.2. ToolBook II | 362 |
| 13.3. Dreamweaver..... | 367 |
| 13.4. Authorware | 371 |

| | |
|--|-----|
| 13.5. La tecnología Flash | 373 |
| 13.6. Director | 377 |
| 13.7. Resumen | 378 |
| 13.8. Ejercicios de autoevaluación | 379 |
| 13.9. Referencias bibliográficas | 380 |

CAPÍTULO 14 LENGUAJES DE MARCADO Y DE PRESENTACIÓN

| | |
|--|-----|
| 14.1. Lenguajes de marcado genéricos | 384 |
| 14.2. Lenguajes de presentación | 397 |
| 14.3. Modelado de mundos virtuales utilizando VRML | 399 |
| 14.4. Resumen | 402 |
| 14.5. Ejercicios de autoevaluación | 402 |
| 14.6. Referencias bibliográficas | 404 |

CAPÍTULO 15 EJEMPLOS DE DESARROLLO DE SISTEMAS MULTIMEDIA

| | |
|--|-----|
| 15.1. Tipos de aplicaciones multimedia | 407 |
| 15.2. Presentaciones multimedia y patrimonio cultural: Voces de la Meseta del Colorado | 411 |
| 15.3. Telediagnóstico y otros servicios multimedia en medicina: proyecto EMERALD | 412 |
| 15.4. VIDEO SERVER: Experiencia en la Universidad de Košice | 415 |
| 15.5. Sistemas de telepresentación y emisión remota de vídeo | 417 |
| 15.6. Resumen | 419 |
| 15.7. Ejercicios de autoevaluación | 420 |
| 15.8. Referencias bibliográficas | 421 |

| | |
|---|------------|
| ANEXO SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS DE AUTOCOMPROBACIÓN | 425 |
|---|------------|

Los conceptos que se presentan en este capítulo son conceptos generales de Dirección y Administración de Proyectos de uso totalmente adecuado en el desarrollo de un Sistema Multimedia. Este tipo de desarrollo goza de todas las características que definen un proyecto en su sentido más amplio y son, por tanto, susceptibles de aplicarse todas las ideas que aquí se exponen.

Sin perjuicio de ello, existen en este curso capítulos específicos de Análisis, Diseño e Implementación de Sistemas Multimedia donde se profundiza en las técnicas, modos y métodos que son específicos a este tipo de proyectos.

Los conceptos de dirección de proyectos que se introducirán a continuación forman parte de las técnicas o «cuerpo de doctrina» de lo que en la literatura anglosajona (de donde proceden) se denomina *Project Management* y que en castellano se ha denominado Dirección Integrada de Proyectos, o simplemente, Dirección de Proyectos.

Estas técnicas tienen su origen en los años 40 del pasado siglo XX, principalmente en proyectos de defensa y aeroespaciales. Después se han convertido en técnicas de uso general en la Ingeniería y actualmente se pueden considerar de uso general para cualquier actividad que pueda considerarse un proyecto, especialmente si este tiene cierta complejidad.

Es fácil encontrar el uso de estas técnicas en proyectos relacionados con las tecnologías de la información, además de en todos los tipos de proyectos mencionados anteriormente.

El PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) (PMBOK, 2000) publicado por el PMI (*Project Management Institute*), constituye un «manual-resumen» de las técnicas de dirección de proyectos, desde la visión del *Project Management Institute*. Establecido en 1969 y con sede en Filadelfia, Pensilvania (EE.UU.), el *Project Management Institute* (PMI) es la asociación profesional sin ánimo de lucro de directores de proyecto principal del mundo, con más de 100.000 miembros distribuidos por todo el planeta.

El *Project Management Institute* fue fundado en 1969 por cinco voluntarios. Durante este mismo año, se impartieron los primeros seminarios de PMI en Atlanta, Georgia (EE.UU.). Actualmente, el PMI apoya a más de

100.000 miembros en 125 países por todo el mundo. Los miembros del PMI son personas que trabajan en dirección de proyectos en diferentes áreas: ingeniería aeroespacial, industria de automóviles, ingeniería civil, servicios financieros, tecnología de información, productos farmacéuticos y telecomunicaciones, etc.

El texto que se ha desarrollado en este capítulo está formado por notas de los autores para uso exclusivo de los lectores de este libro, debido a las diversas fuentes (que se incluyen dentro de la bibliografía de este capítulo) de donde se han tomado los principios en que se basa el mismo. En primer lugar, se presenta un resumen de los conceptos de dirección de proyectos según la concepción del PMI (*Project Management Institute*) que se expresa en su manual PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) (PMBOK, 2000). Este resumen se presenta con la idea de facilitar al lector, en castellano, una información que se considera muy valiosa para entender el enfoque de gestión de proyectos global que propugna el *Project Management Institute* de EE. UU., que está siendo de uso creciente en el mundo de la Dirección de Proyectos.

A continuación se muestra un ejemplo de «Ciclo de Vida» para la Dirección de Proyectos. Se ha elegido el ciclo de vida formulado por R.K. Wysocky (Wysocky, 2000) por su exposición clara y pedagógica y por estar absolutamente en línea con la metodología anteriormente citada del PMI.

8.1. PROYECTOS

8.1.1. Concepto

DEFINICIÓN: Se puede definir un proyecto (PMBOK, 2000), como:

- Una secuencia de actividades únicas, complejas y conectadas entre sí, con un objetivo o propósito y que deben ser completadas en un tiempo específico, dentro de un presupuesto y de acuerdo a unas especificaciones.

Dentro de la definición del Proyecto se pueden desarrollar igualmente:

- **Actividades únicas.** El proyecto nunca ha sucedido previamente y nunca sucederá en el futuro bajo las mismas circunstancias.
- **Actividades complejas.** Las actividades de un proyecto no son tareas simples y repetitivas. Suelen requerir especiales niveles de capacidad, acciones creativas y capacidad de juicio para ser realizadas de forma efectiva.
- **Actividades conectadas.** Existe un determinado orden en la secuencia en que las actividades deben ser realizadas para que el proyecto pueda ser completado

- **Un objetivo.** Un proyecto debe tener un objetivo final.
- **En un tiempo específico.** Los proyectos tienen una fecha de terminación especificada. Puede estar auto impuesta por el equipo de dirección del proyecto o externamente por el cliente o peticionario del proyecto.
- **Dentro de un presupuesto.** De forma análoga al límite temporal los proyectos presentan un límite de presupuesto habitualmente impuesto por las condiciones externas del proyecto: el cliente tiene un límite presupuestario para llevar a cabo el proyecto.
- **De acuerdo a unas especificaciones.** El cliente o peticionario del proyecto espera determinado nivel de funcionalidad y calidad del proyecto.

Las especificaciones nunca son fijas durante la vida de un proyecto, en especial si éste es de larga duración. Esperar unas especificaciones fijas es algo fuera de la realidad, de lo que debe ser consciente un buen director de proyecto, para gestionar adecuadamente estos cambios.

Atendiendo a esta definición, el desarrollo de un Sistema Multimedia constituye un proyecto en el sentido del *Project Management Institute*.

8.1.2. Parámetros de un proyecto

Un proyecto viene definido por cuatro parámetros o restricciones: el alcance, el coste, el tiempo y los recursos. Este conjunto de restricciones son interdependientes puesto que un cambio en una de ellas puede provocar un cambio en alguna de las otras para poder volver el proyecto a un equilibrio.

Estas restricciones son de vital importancia en el éxito de un proyecto.

- **Alcance.** El alcance define «**qué**» hay que hacer. Es vital tener definido y acordado con el peticionario del proyecto el alcance del mismo. De lo contrario será imposible dimensionar los demás parámetros del proyecto. Asociado al alcance del proyecto se debe fijar también un nivel de calidad. Estos dos parámetros serán los que definirán los demás.
- **Coste.** Es el dinero que hay que desembolsar para cubrir los gastos del uso de los recursos que emplea el proyecto. Generalmente es una restricción externa impuesta al proyecto, al menos como cota superior. El Director de proyecto tratará de no superar esa cota para poder entregar el trabajo en el alcance y calidad pedidos
- **Tiempo.** Es la ventana de tiempo disponible que se tiene para la realización de las tareas del proyecto. Con el alcance, calidad y coste fijados, el tiempo y los recursos son las dos únicas variables de que dispone el director de proyecto para mantener el proyecto en equilibrio.

- **Recursos.** Son las personas que realizaran el trabajo, y el material necesario que gasta el proyecto. Es la «energía aportada» al proyecto. Pueden ser horas de trabajo de los componentes del equipo de proyecto, equipos para el trabajo, instalaciones, materiales, etc.

Un «Plan de Proyecto» debe identificar previamente el tiempo, los costes y los recursos para poder realizar el proyecto con el alcance y la calidad requeridos. Es usual y útil representar todos estos parámetros con el denominado «triángulo del proyecto» (figura 8.1): se sitúa el coste, los recursos y el tiempo como lados de un triángulo, del que su área se identifica como el ámbito/alcance y la calidad. De esta forma se ve que cualquier variación del ámbito/alcance o nivel de calidad solicitados por el peticionario del proyecto se traducirán en variaciones de los parámetros coste, tiempo o recursos.

En resumen se puede pensar que un proyecto debe ser un sistema en equilibrio dinámico frente a las perturbaciones externas que suponen el ámbito y la calidad, actuando sobre el coste, tiempo y recursos como variables de control.



FIGURA 8.1. Definición del triángulo del proyecto.

8.2. DIRECCIÓN DE PROYECTOS

8.2.1. Concepto y objetivos

Se puede considerar la dirección de proyectos como un área dentro de las tareas directivas en general. Comparte determinadas áreas de conocimiento

con el resto de tareas directivas pero también tiene determinadas áreas que le son específicas.

Lo habitual, cuando se piensa en principios de Dirección, es pensar en Dirección de personas. Se verá como esos principios también son válidos para la dirección de proyectos.

Un director debe: definir, planificar, ejecutar, controlar y cerrar las actividades de las personas que dirige.

- **Definición.** Establecer el trabajo a realizar. En la dirección de proyectos esta es una de las tareas prioritarias.
- **Planificación.** En la planificación se deben cubrir los siguientes puntos:
 - Que ha de hacerse.
 - Por qué ha de hacerse.
 - Quien lo hará.
 - Cuando se hará.
 - Que recursos serán necesarios para hacerlo.
 - Que criterios se debe cumplir para que el proyecto sea declarado completo.

La planificación reduce la incertidumbre:

- El haber planificado el trabajo permite considerar la salida probable y establecer los planes correctores necesarios.

La planificación aumenta la eficacia: una vez definido el trabajo a realizar y los recursos necesarios para realizar el trabajo se está en disposición de programar el trabajo en paralelo en el tiempo en lugar de en serie.

El hecho de planificar permite un entendimiento mejor de las metas y objetivos del proyecto.

La planificación en ocasiones es objeto de críticas argumentando que tan pronto como un plan se ha finalizado comienzan los cambios al mismo. En cualquier caso la planificación es necesaria puesto que no solamente proporciona una guía de lo que hacer, sino que también es una herramienta para la toma de decisiones.

- **Ejecución.** Ejecutar el plan de proyecto incluye varios pasos. Además de organizar al personal, hay que identificar recursos específicos para llevar a cabo el trabajo definido en el plan. También implica la asignación de los trabajadores a sus actividades, y la programación de actividades en sus fechas de comienzo y final. La especificación final de la

programación del proyecto aporta juntas todas las variables asociadas con el proyecto

- **Control.** Como parte de los procesos iniciales de planificación se consigue una programación inicial.

Esta programación especifica qué debe hacerse, cuando, por quién, y qué elementos entregables al cliente se esperan.

Independientemente de lo fino que se haya sido con la planificación, el trabajo del proyecto discurrirá siempre de forma distinta al plan. Las programaciones siempre sufren modificaciones, esta es la realidad de la dirección de proyectos.

En cualquier caso el director del proyecto debe tener un sistema que constantemente monitorice el progreso del proyecto. Esta monitorización se comparará con los planes establecidos y en función de las diferencias que se obtengan se podrán tomar las acciones correctoras pertinentes.

- **Cierre.** El cierre del proyecto es una fase tremadamente importante en el ciclo de vida de un proyecto, a la que con frecuencia no se le presta la debida atención, normalmente por las prisas que hay para terminar el mismo y comenzar con otro.

Para abordar una fase de cierre de la forma más provechosa posible se debería tener en cuenta:

- Si el proyecto ha satisfecho lo que el peticionario del mismo quería hacer.
- Si el proyecto ha satisfecho lo que el director del proyecto quería hacer.
- Si el equipo de proyecto ha completado el proyecto de acuerdo con el plan.
- Qué información se ha recogido para ayudar a proyectos posteriores.
- Si ha funcionado correctamente la metodología de dirección de proyectos y de que manera la ha seguido el equipo de proyecto.

El cierre debe ser una evaluación de lo que se ha hecho y debe proporcionar información histórica para futuros proyectos.

8.2.2. Procesos

DEFINICIÓN: Se puede definir un proceso, en el ámbito de la dirección en general y de la dirección de proyectos en particular, como:

- Una serie de acciones que producen un resultado.

El PMI ha identificado una serie de procesos que conforman la gestión de proyectos en su aspecto más amplio y de forma transversal a las fases de realización del proyecto. Los procesos en la dirección de proyectos pueden encuadrarse dentro de cada una de las áreas de conocimiento que pueden verse implicadas, y que el PMI identifica como sigue:

- Gestión de la integración.
- Gestión del alcance del proyecto.
- Gestión de tiempos del proyecto.
- Gestión de costes del proyecto.
- Gestión de la calidad del proyecto.
- Gestión de los recursos humanos del proyecto.
- Gestión de la comunicación.
- Gestión de riesgos del proyecto.
- Gestión de suministros.

A su vez existirán procesos específicos para cada una de las fases del proyecto, que siguiendo al PMI son:

- Inicio.
- Planificación.
- Ejecución.
- Control.
- Cierre.

Atendiendo a estas dos clasificaciones, según la fase y según el área de conocimiento, se puede establecer una tabla completa de todos los distintos procesos que puede implicar la dirección de proyectos de la forma más general posible.

Se reproduce aquí la lista general de procesos que el PMI en el PMBOK describe en su edición del 2000 (tabla 8.1). A continuación se desglosan las distintas áreas y actividades.

TABLA 8.1. Tabla de procesos en la dirección de proyectos

| Áreas | Inicio | Planificación | Ejecución | Control | Cierre |
|--|---------------|---|--|--|------------------------------------|
| Gestión de la integración | | Desarrollo del Plan de Proyecto | Ejecución del Plan de Proyecto | Control de cambios integrado | |
| Gestión del alcance del proyecto | Inicio | Planificación del alcance Definición del alcance | | Verificación del alcance Control de cambios del alcance | |
| Gestión de tiempos del proyecto | | Definición de actividades Secuenciamiento de actividades Estimación de la duración de actividades Desarrollo de la programación de actividades | | Control de la programación de actividades | |
| Gestión de costes del proyecto | | Planificación de los recursos Estimación de costes Establecimiento del presupuesto | | Control de costes | |
| Gestión de la calidad del proyecto | | Planificación de la calidad | Garantía de calidad | Control de calidad | |
| Gestión de los recursos humanos del proyecto | | Planificación de la organización Creación del equipo de trabajo | Desarrollo del equipo de trabajo | | |
| Gestión de la comunicación | | Planificación de las comunicaciones | Distribución de la información | Informes de seguimiento | Cierre administrativo del proyecto |
| Gestión de riesgos del proyecto | | Planificación de la gestión de riesgos Identificación de los riesgos Análisis cualitativo de riesgos Análisis cuantitativo de riesgos Planificación de la respuesta a los riesgos | | Monitorización y control de riesgos | |
| Gestión de suministros | | Planificación de la adquisición Planificación de los pedidos | Pedidos Selección de suministradores Administración de contratos | | Cierre del contrato |

— Gestión de la integración

En este área se incluyen los procesos relativos a asegurar que varios elementos del proyecto están coordinados de forma adecuada.

- Desarrollo del Plan de Proyecto. Integración y coordinación de todos los planes de proyecto para crear un documento consistente y coherente.
- Ejecución del Plan de Proyecto. Lleva a cabo el plan de proyecto ejecutando las actividades incluidas en él.
- Control de los cambios integrado. Coordinación de cambios a lo largo de todo el proyecto.

• Gestión del alcance del proyecto

En este área se incluyen los procesos relativos a asegurar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido y sólo el trabajo requerido para completar el proyecto con éxito.

- Iniciación. Autorización del proyecto o la fase.
- Planificación del alcance. Desarrollo de una exposición escrita del alcance del proyecto como base para las decisiones futuras del proyecto.
- Definición del alcance. Subdivisión de los grandes elementos entregables del proyecto en elementos más pequeños y manejables.
- Verificación del alcance. Formalización de la aceptación del alcance del proyecto.
- Control de cambios del alcance. Control de cambios en el alcance del proyecto.

— Gestión de tiempos del proyecto

En este área se incluyen los procesos relativos a asegurar que el proyecto se finaliza dentro del tiempo requerido. Incluye:

- Definición de actividades. Identificación de las actividades específicas que deben llevarse a cabo para producir los diferentes elementos entregables del proyecto, etc.
- Secuenciamiento de actividades. Identificación y documentación de las dependencias entre actividades.
- Estimación de la duración de actividades. Estimación del número de períodos laborables que van a ser necesarios para completar actividades individuales.
- Desarrollo de la programación de actividades. Análisis de las secuencias de las actividades, duraciones de las actividades y requerimientos de recursos para crear la planificación de proyecto.

- Control de la programación de actividades. Control de cambios en la programación del proyecto.

— Gestión de costes del proyecto

En este área se incluyen los procesos relativos a asegurar que el proyecto se finaliza dentro del presupuesto asignado y aprobado. Incluye:

- Planificación de recursos. Determinación de qué recursos (personas, equipos, materiales) y que cantidades de cada uno deben usarse para llevar a cabo las actividades del proyecto.
- Estimación de costes. Desarrollo de una aproximación de los costes de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.
- Establecimiento del presupuesto. Reparto del montante total de la estimación de costes entre las actividades de trabajo unitarias.
- Control de costes. Control de los cambios sobre el presupuesto del proyecto.

— Gestión de la calidad del proyecto

En este área se incluyen los procesos relativos a asegurar que el proyecto satisface las necesidades para las que ha sido acometido. Incluye:

- Planificación de la calidad. Identificación de los criterios de calidad que son relevantes al proyecto y determinación de cómo alcanzarlos.
- Garantía de la calidad. Evaluación del rendimiento del conjunto del proyecto de una forma regular para proporcionar confianza de que el proyecto satisfará los criterios de calidad pertinentes.
- Control de la calidad. Monitorización de resultados específicos del proyecto para determinar si se acatan los criterios de calidad pertinentes e identificación de las vías de eliminación de las causas de comportamiento insatisfactorio.

— Gestión de los recursos humanos del proyecto

En este área se incluyen los procesos relativos a asegurar que se realiza el uso más eficaz de las personas involucradas en el proyecto.

- Planificación de la organización. Identificación, documentación y asignación de roles en el proyecto, responsabilidades e interrelaciones de dependencia funcional.
- Creación del equipo de trabajo. Obtención de los recursos humanos necesarios asignados al proyecto.
- Estimación de la duración de actividades. Estimación del número de períodos laborables que van a ser necesarios para completar actividades individuales.

- Desarrollo del equipo de trabajo. Desarrollo de las habilidades individuales y de equipo para mejorar el rendimiento o desempeño del proyecto.

— Gestión de la comunicación

En este área se incluyen los procesos relativos a asegurar una generación, colección, diseminación, almacenamiento y desecho final de la información del proyecto apropiados y en el tiempo correcto. Incluye:

- Planificación de la comunicación. Determinación de las necesidades de información y comunicaciones de los involucrados en el proyecto: quién necesita la información, cuando la necesitan y como debe suministrárseles.
- Distribución de la información. Hacer que la información necesaria esté disponible para los involucrados en el proyecto en tiempo y forma adecuados.
- Informes de progreso o desempeño. Recolección y diseminación de la información de progreso o desempeño del proyecto. Incluye informes del estado, medida de progreso y previsiones.
- Cierre administrativo. Generación, colección y diseminación de la información para formalizar la finalización de fases o del proyecto.

— Gestión de riesgos del proyecto

La gestión de riesgos es el proceso sistemático de identificación, análisis y respuesta a los riesgos del proyecto. Incluye maximizar la probabilidad y consecuencias de los eventos positivos y minimizar la probabilidad y consecuencias de los eventos adversos a los objetivos del proyecto. Incluye:

- Planificación de la gestión de riesgos. Decisión de cómo enfocar y planificar las actividades de la gestión de riesgos para un proyecto.
- Identificación de los riesgos. Determinación de los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentación de sus características.
- Análisis cualitativo de los riesgos. Realización del análisis cualitativo de riesgos y de las condiciones para priorizar sus efectos en los objetivos del proyecto.
- Análisis cuantitativo de los riesgos. Medida de la probabilidad y consecuencias de los riesgos y estimación de sus implicaciones en los objetivos del proyecto.
- Planificación de la respuesta al riesgo. Desarrollo de procedimientos y técnicas para realzar las oportunidades y reducir las amenazas de riesgo a los objetivos del proyecto.

- Monitorización y control del riesgo. Monitorización de riesgos residuales, identificación de nuevos riesgos, ejecución de planes de reducción del riesgo, evaluación de su efectividad a través del ciclo de vida del proyecto.

— Gestión de suministros

En este área se incluyen los procesos necesarios para adquirir bienes y servicios externos a la organización que realiza el proyecto, para completar el alcance del proyecto. Incluye:

- Definición de actividades. Identificación de las actividades específicas que deben llevarse a cabo para producir los diferentes elementos entregables del proyecto.
- Secuenciamiento de actividades. Identificación y documentación de las dependencias entre actividades.
- Estimación de la duración de actividades. Estimación del número de períodos laborables que van a ser necesarios para completar actividades individuales
- Desarrollo de la programación de actividades. Análisis de las secuencias de las actividades, duraciones de las actividades y requerimientos de recursos para crear la planificación de proyecto.
- Control de la programación de actividades. Control de los cambios en la programación del proyecto.

8.3. CICLO DE VIDA

Se habla de ciclo de vida como del conjunto de fases y tareas que conforman la realización de una actividad en el tiempo.

Este concepto está tremadamente generalizado en la actualidad, encontrándonos con expresiones tales como: ciclo de vida de un servicio, ciclo de vida del proceso de venta, ciclo de vida del desarrollo de software, etc.

En este sentido y centrándose en el área de interés de proyectos, se distinguirá entre:

- Ciclo de vida de un proyecto.
- Ciclo de vida de la dirección de proyectos.

8.3.1. Ciclo de vida de un proyecto

Es normal dividir cada proyecto en fases de cara a mejorar la gestión del mismo. Estas fases a su vez contienen hitos que permiten ejecutar un control sobre las actividades del día a día de la ejecución del proyecto. El conjunto de estas fases es denominado ciclo de vida del proyecto.

Cada fase del proyecto vendrá marcada por la terminación de una serie de «entregables», es decir de una serie de realizaciones tangibles y verificables (un análisis de viabilidad, un diseño detallado, un prototipo, etc.)

La conclusión de una fase del proyecto está marcada por una revisión de los entregables claves y de la actividad realizada en el proyecto a la fecha para:

- a) Determinar si el proyecto deberá continuar hasta la siguiente fase.
- b) Detectar y corregir errores de forma eficiente en cuanto a costes.

Estas revisiones de fin de fase se suelen denominar finales de fase o simplemente reuniones de seguimiento, o reuniones de progreso.

Cada fase del proyecto habitualmente incluye un conjunto de entregables definidos, designados para establecer el nivel deseado de control por parte de la dirección. La mayor parte de esos entregables están relacionados con el entregable principal de la fase y las fases habitualmente se denominan en relación con esos entregables principales. Así se puede hablar de: Diseño, Construcción, Prueba, Arranque, Concepto, etc.

El ciclo de vida del proyecto sirve para definir el comienzo y el final de un proyecto. Por ejemplo si una organización identifica una oportunidad a la que quiere responder, autorizará un análisis de necesidades o un estudio de viabilidad para decidir si debe acometer o no el proyecto. La definición del ciclo de vida del proyecto determinará si el estudio de viabilidad se trata como la primera fase del proyecto o de forma aislada como un proyecto separado.

El ciclo de vida determinará también qué acciones de transición se incluyen al principio y al final del proyecto, de esta manera el ciclo de vida del proyecto enlaza el proyecto con las operaciones del servicio continuo de la organización encargada de la realización.

La secuencia de fases definida por la mayor parte de ciclos de vida de proyectos implica la transferencia de tecnología o conocimiento en alguna forma (requerimientos de diseño, diseño para fabricación, etc.). Los entregables de la fase precedente son aprobados habitualmente antes que el trabajo comience en la siguiente fase. Sin embargo la fase siguiente ha comenzado algunas veces previamente a la aprobación de la aprobación de los entregables de la fase previa cuando los riesgos involucrados son juzgados aceptables.

Los ciclos de vida de los proyectos generalmente definen

- Que trabajo técnico debe hacerse en cada fase.
- Quien debe estar involucrado en cada fase.

Los ciclos de vida de los proyectos pueden ser muy generales o por el contrario con un alto nivel de detalle. Estos últimos, más detallados, son conocidos como metodologías o métodos de dirección de proyectos (más correctamente, en castellano).

Para el caso concreto de Proyectos de Sistemas Multimedia que se trata en este libro, se cita en el capítulo correspondiente a las Fases de Desarrollo, los ciclos de vida específicos para estos proyectos.

8.3.2. Ciclo de vida de la dirección de proyecto

La actividad de dirigir un proyecto tiene su propio ciclo de vida que es similar en cualquier proyecto, independientemente del área de conocimiento en que se sitúe el mismo. Por eso se hablará del Ciclo de Vida de la Dirección de Proyectos de forma general e independiente al Ciclo de Vida del proyecto que será específico del área de conocimiento del proyecto en cuestión.

Siguiendo las directrices del PMI (PMBOK, 2000) y la experiencia de Wysocki (Wysocki, 2000), se podrá establecer un ciclo de vida de la gestión de proyectos con cinco etapas. Esas etapas coinciden con las etapas habituales de una actividad de dirección: definición, planificación, ejecución, control y cierre.

Como ya se vió, el PMI clasificaba los procesos inherentes a la dirección de proyectos en procesos de inicio, planificación, ejecución, control y cierre. Entre los procesos de planificación y ejecución existe un bucle de realimentación gobernado por los procesos de control. Esta situación se esquematiza en la figura 8.2.

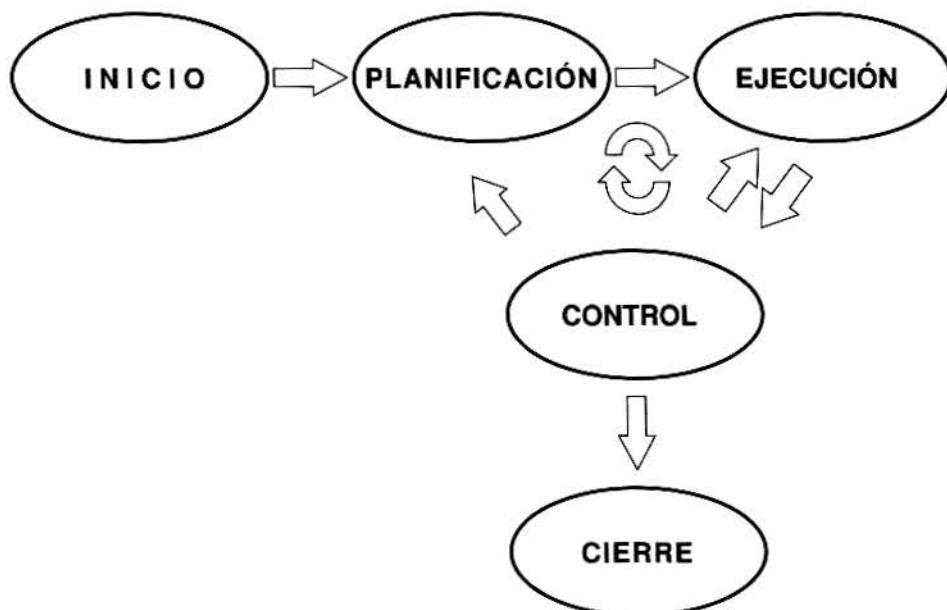


FIGURA 8.2. Bucle de realimentación de los procesos de dirección de proyectos.

Usando este concepto Wysocki (Wysocky, 2000) y sus colaboradores idearon un ciclo de vida de la dirección de proyectos con cinco fases, divididas a su vez en cinco actividades por fase

- Establecimiento del alcance
- Desarrollo del plan detallado de proyecto
- Ejecución del plan de proyecto
- Monitorización y control del avance
- Cierre del proyecto

Se usará este ciclo de vida en estas notas para nuestro propósito pedagógico, porque resulta claro y estructurado. El alumno podrá comprobar que existen otras estructuraciones similares de Ciclos de Vida de Dirección de Proyectos en otros autores relacionados con la Dirección de Proyectos.

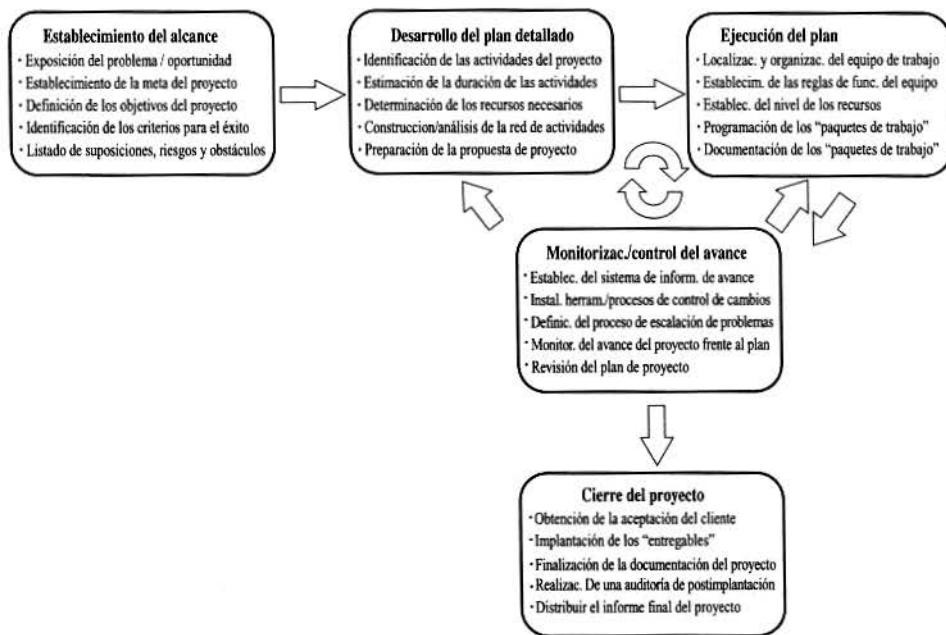


FIGURA 8.3. Bucle de realimentación de los procesos de dirección de proyectos. Ampliación de funciones.

• Establecimiento del alcance

En esta fase se establece una exposición inicial del proyecto. Se preparará un documento que describirá qué problema u oportunidad se va a resolver o abordar por el proyecto; la meta del proyecto y sus objetivos;

cómo se medirá el éxito del proyecto; y que riesgos, obstáculos y suposiciones pueden afectar al resultado del proyecto. Este documento será breve (no más de una o dos hojas) y se le podrá denominar «Declaración de la visión de conjunto del proyecto» (*Project Overview Statement – POS*). Este documento recibe varios nombres en el argot habitual de los proyectos: «Documento de entendimiento», «Exposición del alcance», «Definición inicial del proyecto» o «Exposición del trabajo». Habitualmente asociados a este primer documento deben figurar un análisis coste-beneficio, un análisis de retorno de la inversión, etc. que suelen ser necesarios para tomar la decisión de abordar o no el proyecto.

- **Desarrollo del plan detallado de proyecto**

En esta fase se desarrollaran los detalles del plan de proyecto. Para llegar a este plan, deberán tenerse reuniones formales de planificación entre todos los involucrados en el proyecto. Los productos de estas reuniones de planificación serán la descripción detallada de cada actividad a realizar, los recursos necesarios para realizar cada actividad, las fechas programadas de comienzo y fin de cada actividad, el coste y la fecha de finalización estimados para el proyecto. Con todos estos «productos» se redactará un documento que se denominará «Propuesta de proyecto» que una vez aprobado indicará el inicio de la siguiente fase.

- **Ejecución del plan de proyecto**

En esta fase se designará el equipo de proyecto, las programaciones concretas de trabajo, así como las descripciones específicas del mismo. Esta fase da paso a la de control que puede suponer un bucle de realimentación «Control → Desarrollo de plan modificado → Ejecución de plan modificado → Control», tal como se esquematiza en el diagrama del ciclo de vida.

- **Monitorización y control del avance**

- Tan pronto como comienza el trabajo del proyecto, comienza la fase de monitorización y control. Se definirán una serie de informes de estado de proyecto normalizados que se usarán para monitorizar el avance del proyecto. Una parte importante de esta fase es la gestión de cambios, para ello se establecerán procedimientos que permitan el proceso de peticiones de cambio. En esta fase también se activa el bucle de realimentación que permite el control, puesto que los cambios originarán siempre replanificaciones del proyecto. Se gestionará también la problemática asociada con las finalizaciones anteriores o posteriores a la programación del trabajo de las distintas actividades. Para tratar todo lo planteado, se dispondrá de un procedimiento de escalación de problemas.

- **Cierre del proyecto**

Esta fase comienza con la aceptación del proyecto por parte del cliente. Los criterios de finalización del proyecto deben haber sido claramente establecidos y acordados con el cliente como parte del plan de proyecto. Las actividades más habituales del cierre de un proyecto serán: La instalación y/o puesta en explotación de los elementos entregables, la creación de los informes y documentación finales o de cierre de proyecto y la realización de una auditoría de post-implantación.

8.4. ESTABLECIMIENTO DEL ÁMBITO

8.4.1. Introducción

Es absolutamente imprescindible para el desarrollo de un proyecto comenzar con un perfecto entendimiento de qué se va a realizar. Este entendimiento debe estar claro y acordado entre el peticionario (cliente) y el realizador del proyecto (proveedor).

«Si no se sabe dónde se va, cómo saber cuando se llegará y cómo saber si ya se ha llegado».

Este entendimiento claro y de común acuerdo debe detallarse por escrito en un documento escrito en un lenguaje capaz de ser entendido por todos los involucrados en el proyecto. Este documento se denominará, siguiendo a Wysocki: **Exposición de la visión de conjunto del proyecto (Project Overview Statement, POS)**.

Adicionalmente y si la complejidad del proyecto lo aconseja se escribirá un documento más extenso que profundice y desarrolle el anterior para los miembros del equipo de desarrollo del proyecto. Este documento por ser de uso más restringido y dirigido a especialistas en el desarrollo del proyecto podrá usar un lenguaje más concreto y técnico que el anterior. Este documento se denominará, siguiendo a Wysocki: **Exposición de la definición del proyecto (Project Definition Statement, PDS)**.

El documento POS se desarrollará a lo largo de sesiones conjuntas de planificación del proyecto en la que todos los involucrados moderados convenientemente por el director del proyecto proporcionaran su conocimiento para la realización de este documento.

El PDS se desarrollará de forma similar, pero basándose en el POS elaborado, y restringiendo el grupo participante en las sesiones de planificación, al equipo de especialistas en el desarrollo del proyecto.

Las partes de un POS/PDS serán:

- Declaración o establecimiento del problema a resolver o la oportunidad de negocio a abordar.
- Establecimiento de la meta del proyecto.
- Establecimiento de los objetivos del proyecto.
- Identificación de los criterios de éxito.
- Lista de suposiciones, riesgos y obstáculos.
- Anexos.
- Análisis de riesgos.
- Análisis financieros.

8.4.2. Exposición del problema o la oportunidad

Esta exposición constituye un hecho que no precisa de ser definido o defendido. Una exposición de un problema o una oportunidad que es conocida y aceptada por la organización constituye el cimiento sobre el que construir la base lógica del proyecto.

8.4.3. Establecimiento de la meta del proyecto

Es establecer lo que se intenta realizar para abordar el problema o la oportunidad identificada en la sección anterior.

Un proyecto tiene una meta. La meta proporciona el propósito y la dirección del proyecto. Define el producto final a entregar de forma que todo el mundo entienda que hay que llevar a cabo en términos claros. La exposición o manifestación de la meta será guiada como punto continuo de referencia para las cuestiones que aparezcan acerca del alcance o el propósito del proyecto.

La exposición de la meta no debe tener ninguna terminología que pueda resultar incomprendible para alguien que pueda leerla. Debe estar escrita en el lenguaje del negocio de la organización, de forma que cualquier persona involucrada en el proyecto (no sólo el equipo de trabajo de desarrollo del proyecto) la entienda sin mayores explicaciones.

Resulta conveniente que en la redacción de la meta se siga la regla «SMART»:

- **Specific.**- Ser específico en la determinación del objetivo.
- **Measurable.**-Establecer indicadores del progreso medibles.

- **Assignable.**- Hacer el objeto assignable a una persona para su finalización
- **Realistic.**- Expresar lo que se puede hacer de una forma realista con los recursos disponibles.
- **Time-related.**- Poner de manifiesto cuándo se alcanzará el objetivo

8.4.4. Objetivos

Constituye el desarrollo detallado de la meta descrita en el apartado anterior. Definen los límites del alcance del proyecto. De hecho los objetivos que se escriben para una meta específica no son más que una descomposición de la expresión de la meta en un conjunto necesario y suficiente de objetivos.

Se podría decir que la meta es el «resumen para la dirección» de los objetivos.

Para la exposición de objetivos se aconseja incluir cuatro partes:

- Un resultado. Exposición de lo qué ha de llevarse a cabo.
- Un marco temporal. La fecha de terminación esperada.
- Unos parámetros para medida. Las parámetros que se usaran para valorar el éxito.
- Unas acciones. Cómo se alcanzará el objetivo.

8.4.5. Factores de éxito

Es la respuesta a la pregunta: ¿Por qué se quiere hacer el proyecto?

Es el valor de negocio medible que resultará de hacer el proyecto. Es la venta del proyecto a la alta dirección.

Los criterios de éxito deben responder a la pregunta de ¿qué debe ocurrir para decir que el proyecto tenga éxito?

Los criterios deben ser cuantificables y medibles y, si es posible, ser expresados en términos de valor para el negocio o actividad de la organización peticionaria del proyecto.

La mejor opción es manifestar claramente el impacto del proyecto en la cuenta de resultados. Esto se puede expresar desde el punto de vista de incremento en los márgenes, mayores ingresos, mejoras en la productividad, reducción de costes de fabricación, etc.

Si no es posible expresarse en cuanto a beneficios para la cuenta de resultados se puede considerar como alternativa exposiciones cuantificables del

impacto del proyecto en la eficacia y eficiencia, en la calidad y en la satisfacción del cliente.

Puesto que la dirección trabaja con elementos tangibles se deben expresar nuestros criterios de éxito en términos cuantitativos, las medidas subjetivas del éxito no funcionaran bien como medidas del éxito de cara a la dirección.

8.4.6. Supuestos, riesgos y obstáculos

Aquí se identifican los factores que afectaran el resultado del proyecto y que se quieren poner de manifiesto ante la dirección. Estos factores pueden afectar a los entregables del proyecto, a la realización de los criterios de éxito, a la capacidad del equipo de proyecto de completar el proyecto según se ha planeado o a cualquier otra condición de entorno o relativa a la organización que sea relevante para el proyecto.

En el POS se colocan los riesgos generales que se quiere que conozca la dirección mientras que en el PDS se hará un listado más exhaustivo e riesgos que deben conocer todos los miembros del proyecto.

Los riesgos pueden ser:

- Tecnológicos.
- Del entorno.
- Interpersonales.
- Culturales.

8.4.7. Formulario o modelo para el POS / PDS

A continuación se incluye un ejemplo posible de formulario o modelo del POS (tabla 8.2).

TABLA 8.2. Formulario POS / PDS

| Exposición de la visión de conjunto del proyecto | Nombre del proyecto | Número de proyecto | Director del proyecto |
|--|---------------------|--------------------|-----------------------|
| Problema / Oportunidad | | | |
| Meta | | | |
| Objetivos | | | |
| Criterios de éxito | | | |
| Supuestos, riesgos, obstáculos | | | |

8.5. DESARROLLO DEL PLAN DE PROYECTO

8.5.1. Identificación de las actividades

Una vez definido el proyecto de forma detallada y sus objetivos es necesario realizar un estudio exhaustivo de las actividades a realizar en el mismo. Esta descomposición permitirá el análisis detallado de la realización de cada una de las tareas así como la posterior identificación de los recursos necesarios para la ejecución de las mismas y los costes asociados a ellas.

La «estructura de desagregación del trabajo» (EDT) es una descripción jerárquica del trabajo que deberá realizarse para completar el proyecto tal como se definió en el documento de «exposición de la visión de conjunto del proyecto» (*Project Overview Statement*, POS).

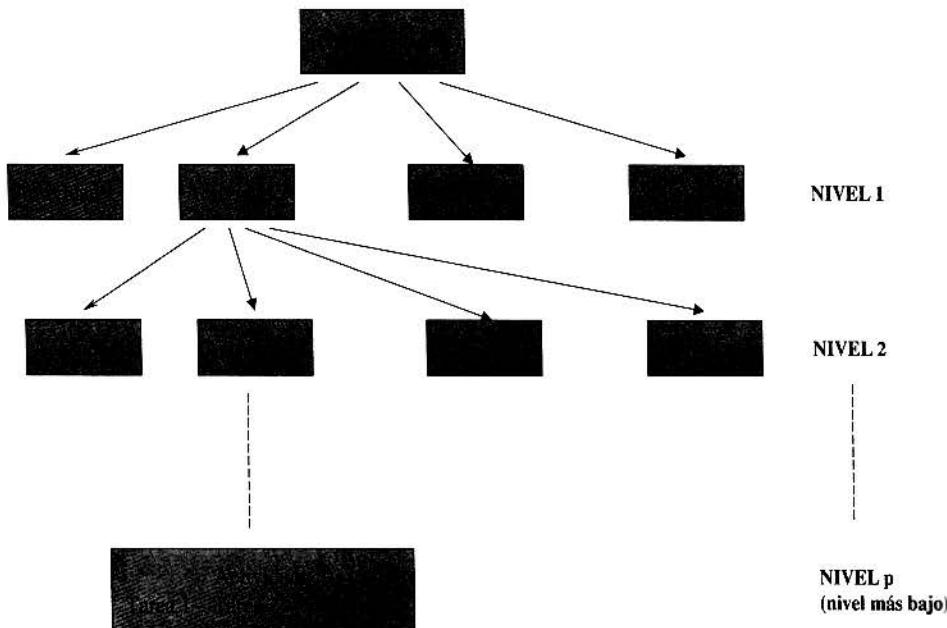


FIGURA 8.4. Estructura de desagregación del trabajo (EDT).

Existen dos términos, actividad y tarea, que se suelen usar indistintamente llevando a confusión. En este texto se usará actividad como un conjunto de tareas:

- Actividad: Cualquier subdivisión del trabajo.
- Tarea: Una subdivisión más pequeña del trabajo, que forma parte de una actividad.

Para generar una EDT, lo más conveniente es hacerlo en una sesión conjunta de planificación de proyecto en la que intervienen todos los involucrados en el mismo.

Creación del esquema EDT de arriba hacia abajo

Este es el enfoque más sistemático y útil para la mayor parte de los proyectos.

Existen otros enfoques de abajo hacia arriba que usan técnicas de «tormenta de ideas» (brainstorming), que no se consideraran en estas notas.

En este enfoque de arriba hacia abajo, se parte de los objetivos definidos en el POS, para cada objetivo se establecen las actividades de primer nivel o nivel más alto y a partir de ahí se va desagregando cada actividad en otras actividades y así sucesivamente hasta que se llega a las actividades que tiene el suficiente nivel de detalle o desagregación, según las reglas que más adelante se expondrán. Estas actividades de nivel más bajo tendrán el suficiente nivel de detalle para ser descompuestas en tareas.

Se sabrá que se ha alcanzado el nivel más bajo de desagregación si se cumplen las siguientes condiciones:

- Es medible el estatus o el grado de finalización.
- Los eventos de comienzo y fin están claramente definidos.
- La actividad tiene al menos un elemento entregable.
- El tiempo y el coste se pueden estimar con relativa facilidad.
- La duración de la actividad se encuentra entre límite aceptables.
- Las asignaciones de trabajo son independientes.

8.5.2. Estimación de la duración de las actividades

La duración de las actividades es una magnitud más complicada de obtener puesto que no se suele conocer con precisión salvo en casos de proyectos muy repetitivos o en sistemas de fabricación en serie. Por tanto se tendrá que trabajar con una estimación de la duración en la mayor parte de los casos. Para ello se dispone de las técnicas que se abordan a continuación.

8.5.3. Técnica de similitud con otras actividades

Algunas de las actividades del proyecto serán similares a otras de otros proyectos de las que se conozca la duración. Así se puede obtener una estimación directa o por extrapolación.

8.5.4. Técnica de análisis de datos históricos

Si se dispone de una buena práctica de Dirección de proyectos, se dispondrá de datos de históricos de proyectos con tiempos estimados y tiempos reales de duración de actividades. Estos datos históricos constituirán una importante base de datos de conocimiento para la estimación de la duración de las actividades. Estos datos históricos aplicaran no solo a la duración sino

también a los perfiles necesarios y a otras características de cada una de las actividades.

8.5.5. Técnica de asesoramiento por expertos

Si las actividades del proyecto corresponden a tecnologías no maduras o novedosas, no existirá experiencia en la organización en cuanto a datos históricos o semejantes y será preciso recurrir al asesoramiento de expertos en esas tecnologías que aportaran datos acerca de las duraciones y perfiles requeridos.

8.5.6. Técnica «Delphi»

Es una técnica de grupo que pretende extraer y resumir el conocimiento del grupo para llegar a una estimación.

Se plantea el problema a un grupo de expertos, en este caso la duración de la actividad. Se tabulan los datos y se pide a los que han emitido los datos mas alejados de la media que expliquen sus razones. Se realiza una segunda y tercera iteraciones, en el mismo sentido. La estimación del dato (la duración) será el promedio de los últimos datos obtenidos.

8.5.7. Técnica de los «tres puntos»

La duración de las actividades es una variable aleatoria. Para cualquier ocurrencia de la actividad no es posible conocer en qué extremo cae la duración de la actividad pero se pueden hacer afirmaciones estadísticas acerca de su verosimilitud en cada caso.

Para realizar esto existe un marco de trabajo que proporciona un método para abordar esta situación. Para ello se necesitan tener tres estimaciones de la duración: optimista, pesimista y la más realista. La estimación más optimista es la que tiene en cuenta que todo salga bien, la más pesimista la que considera todo lo que puede ir mal, y la más verosímil es la que considera la duración más probable. La estimación, considerando que la distribución de la variable aleatoria «duración de la actividad» sigue una distribución Beta se calcularía como sigue:

O = Estimación Optimista de la duración

P = Estimación Pesimista de la duración

R = Estimación más Realista de la duración

$$E = (O+4*R+P)/6$$

siendo E la estimación de la duración.

8.5.8. Técnica «Delphi mejorada» o de «banda ancha»

Es la combinación de la técnica Delphi con la de los tres puntos. El grupo de expertos en lugar de hacer una única estimación de la duración cada uno, realiza tres estimaciones (pesimista, optimista y realista) y se procede con las tres iteraciones de la técnica Delphi.

8.5.9. Estimación de los recursos necesarios

Los recursos necesarios para la realización de las actividades serán:

- **Personal.** Suelen ser los recursos más difíciles de programar debido a la disponibilidad.
- **Instalaciones.** Estas van desde salas de reunión para las sesiones de planificación, hasta instalaciones específicas de datos (CPDs, sistemas de comunicaciones, etc.) o instalaciones industriales.
- **Equipos.** Equipamiento informático, equipamiento tecnológico específico del proyecto, maquinaria, etc.
- **Dinero.** Aquí se incluirán los gastos inherentes al proyecto: viajes, comidas, repuestos de los equipos, etc.
- **Materiales.** Es todo aquello que es necesario para la fabricación de elementos o construcción: acero, cables, materiales de construcción, etc.

Para el caso de recursos humanos o personal será útil disponer de las siguientes tablas.

Tabla «actividades»/«capacidades requeridas»

Esta es una tabla de requerimientos o necesidades para cada una de las actividades. Tendrá un aspecto similar a la siguiente. Capacidad se puede identificar por «conocimientos de...»

TABLA 8.3. Tabla actividades/capacidades requeridas

| | Capacidad 1 | Capacidad 2 | | Capacidad k |
|-------------|-------------|-------------|--|-------------|
| Actividad 1 | | | | |
| Actividad 2 | | | | |
| | | | | |
| Actividad n | | | | |

Tabla «personal»/«capacidades disponibles»

Es la tabla que representa las capacidades disponibles en la organización para la realización de actividades de proyecto.

TABLA 8.4. Tabla personal/capacidades disponibles

| | Capacidad 1 | Capacidad 2 | | Capacidad k |
|-----------|-------------|-------------|--|-------------|
| Persona 1 | | | | |
| Persona 2 | | | | |
| | | | | |
| Persona m | | | | |

Tabla «actividades»/«personal»

De las tablas 8.3 y 8.4 se deduce la tabla de asignación de las personas a las actividades del proyecto según sus capacidades (tabla 8.5).

TABLA 8.5. Tabla actividades/personal

| | Actividad 1 | Actividad 2 | | Actividad n |
|-----------|-------------|-------------|--|-------------|
| Persona 1 | | | | |
| Persona 2 | | | | |
| | | | | |
| Persona m | | | | |

8.5.10. Programación temporal. Construcción y análisis de la red del proyecto

El diagrama de red del proyecto es la representación gráfica de la secuencia en que se realizaran las actividades del proyecto.

Las actividades y su duración son los elementos básicos necesarios para construir la representación secuencial gráfica del proyecto.

La representación gráfica en diagrama de red proporciona dos elementos de información adicionales acerca del proyecto:

- El instante mas temprano en el que cada trabajo puede comenzar en cada actividad.
- La fecha más temprana de terminación del proyecto.

La idea del diagrama de red es representar la secuencia de actividades mediante una red o grafo, que es un conjunto de nodos y conexiones orientadas entre ellos. Existen dos posibilidades para la construcción de estos grafos que son las que se explican a continuación.

8.5.11. Técnica de Actividades en las flechas (Activities on Arrows – AOA)

En este método se colocan las actividades en las flechas del grafo, siendo los nodos la representación de los hitos de comienzo y final de la actividad (figura 8.5).

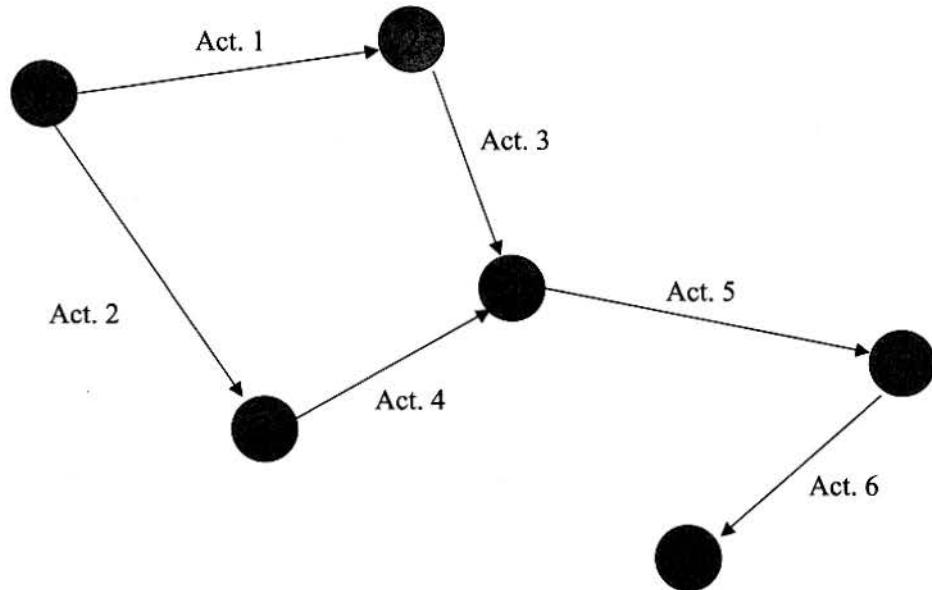


FIGURA 8.5. Técnica de actividades en las flechas (AOA).

Este método fue el usado en origen para los diagramas de red, pero actualmente se prefiere el siguiente (actividades en los nodos) debido a las ventajas que presenta para la programación temporal con uso de ordenadores.

8.5.12. Técnica de Actividades en los nodos (Activities on Nodes – AON)

Este método es justamente el dual del anterior. Ubica las actividades en los nodos del grafo, siendo los eventos de finalización de una actividad y comienzo de la siguiente las flechas orientadas que indican a su vez la secuencia o precedencia de actividades.

Este diagrama se suele denominar diagrama de precedencia (figura 8.6).

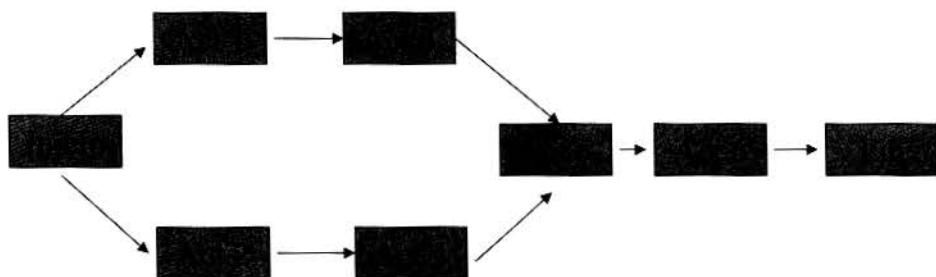


FIGURA 8.6. Técnica de actividades en los nodos (AON).

8.5.13. Diagramas de precedencia con AON

Para crear el diagrama de precedencia se procede como se recoge a continuación:

1. Se listaran las actividades y sus relaciones de precedencia.
2. Se creará un nodo de inicio.
3. Se dibujará flechas desde el nodo de comienzo al primer nodo de actividad.
4. Se colocaran en la secuencia correcta las siguientes actividades (predecesoras → sucesoras).
5. Se repetirá el proceso a la inversa (sucesoras ≠ predecesoras).
6. Se creará el nodo de fin.
7. Se revisará todo el diagrama de nuevo para ver si está correcto.

Para su análisis se seguirá el siguiente método: se realizarán dos recorridos sobre el diagrama para poder calcular los tiempos que figuran en la tabla 8.6, para cada una de las actividades del diagrama.

TABLA 8.6. Análisis del diagrama de procedencia con AON

| | | |
|---------------------------|----|---------------------|
| Comienzo más temprano | ES | <i>Early start</i> |
| Finalización más temprana | EF | <i>Early finish</i> |
| Comienzo más tardío | LS | <i>Late start</i> |
| Finalización más tardía | LF | <i>Late finish</i> |

Y se escribirán sobre la actividad como indica la figura 8.7.



FIGURA 8.7. Análisis del diagrama de procedencia con AON. Actividad.

Una actividad y su sucesora no tienen porque ser contiguas en el tiempo, es decir el instante final de la predecesora no tiene porque coincidir con el instante inicial de la sucesora. Esta situación se pone de manifiesto, a modo de ejemplo, en la figura 8.8, que representa una vista del calendario de tareas, resultado de una planificación. Pueden existir retrasos (R), la sucesora comienza R unidades de tiempo después del instante de finalización de la predecesora. En el caso de existir adelantos (A) la sucesora comenzara A unidades de tiempo antes del instante de finalización de la predecesora. Esto habrá de tenerse en cuenta en el análisis de la red.

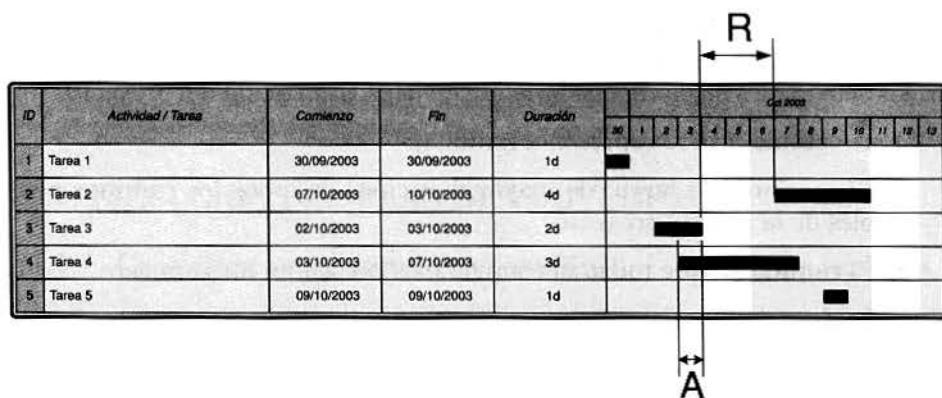


FIGURA 8.8. Actividades: adelantos y retrasos.

Primer recorrido: Relaciones fin a comienzo:

1. Se establece el comienzo más temprano para la primera actividad.
2. Se comienza a la izquierda y se trabaja de izquierda a derecha.
3. Se usan las relaciones $EF_j = ES_j + T_j$; $ES_{j+1} = EF_j + R (-A)$.
4. Cuando una actividad sucesora tiene múltiples predecesoras, se usará la finalización más temprana (EF) mayor de las predecesoras como comienzo más temprano (ES) de la sucesora.
5. Se continuará hasta el final de la red.

Segundo recorrido: Relaciones de comienzo a fin:

1. Se establece la finalización más tardía (LF) de la última tarea igual al de la finalización más temprana de la misma.
2. Se comienza a la derecha de la red y se trabaja de derecha a izquierda.
3. Se usan las relaciones $LS_j = LF_j - T_j$; $LF_{j-1} = LS_j - R (+A)$.
4. Cuando una actividad predecesora tiene múltiples sucesoras, se usará el comienzo más tarde (LS) menor de las sucesoras como finalización más tardía de la predecesora.
5. Se continúa hasta el comienzo de la red.

Las tareas pueden tener holguras. Se definen dos clases de holguras:

- Holgura total: $(LF_j - EF_j)$ o bien $(LS_j - ES_j)$
- Holgura libre: $(ES_j - EF_{j-1})$

8.5.14. Método del Camino Crítico (Critical Path Method – CPM)

Usando el diagrama de precedencia anteriormente analizado se puede definir el camino crítico como aquel camino en la red en el que cualquier retraso en las actividades afectará a la duración de la programación del proyecto.

Este camino crítico representa también:

- El camino más largo (de mayor duración) de todos los caminos posibles de la red del proyecto.
- El camino en que todas sus actividades presentan holgura cero.
- La duración total del proyecto.

El método de programación que usa el diagrama de precedencia con *duración determinista de las actividades* se denomina Método del Camino Crítico (CPM – Critical Path Method)

8.5.15. Método PERT *Program Evaluation and Review Technique*

Si se usan los diagramas de precedencia, pero para la estimación de la duración de las actividades se considera que ésta es una distribución de probabilidad, y se usa el método de los tres puntos explicado anteriormente para estimar duraciones esperadas, entonces se hablará de método PERT de programación.

En ocasiones a los diagramas de precedencia de un proyecto se les denomina Diagramas PERT, de forma incorrecta, ya que como se ha visto solo se estará ante el método PERT si se considera la duración de las actividades como una distribución de probabilidad.

8.5.16. Diagrama de Gantt

Tradicionalmente se ha usado el denominado diagrama de Gantt como herramienta de programación temporal del proyecto. Este diagrama no es más que un calendario de tareas resultado de una programación previa realizada mediante las técnicas de red expuestas anteriormente. En ningún caso se aconseja usarlo como «entrada» a la programación, pues no permite el cálculo de tiempos anteriormente expuesto, ni de las holguras temporales de las tareas. Es útil como «salida» o resultado de la programación. En la figura 8.9 se presenta el formato de este diagrama, que ya anteriormente fue mencionado como calendario de tareas.

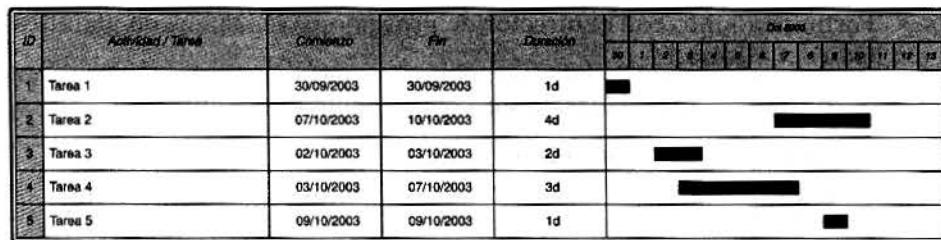


FIGURA 8.9. Diagrama de Gantt.

8.6. EJECUCIÓN DEL PLAN DE PROYECTO

8.6.1. Creación, organización y gestión del equipo de trabajo

Creación del equipo

Los planes de proyecto y su ejecución son eficaces si el director del proyecto y su equipo, que son los que lo implantaran, lo son.

Cuando se forma un equipo de trabajo no solo hay que tener en consideración las capacidades o habilidades técnicas de sus miembros, sino también los papeles que jugará cada uno y la «química» que exista entre ellos y el director de proyecto.

Un equipo de proyecto tendrá en general tres grupos de personas.

- **El director del proyecto**

Es quien lleva el liderazgo del proyecto. Es responsable de finalizar el proyecto a tiempo, dentro del presupuesto establecido y de acuerdo con las especificaciones.

- Entre sus capacidades destacan:
- Experiencia.
- Pericia en planteamientos estratégicos y liderazgo.
- Pericia técnica.
- Aptitud para las relaciones interpersonales.
- Talento directivo.

- **El equipo principal**

Tiene un papel clave en el proyecto, proporcionando capacidades de aplicación general en el mismo. Pueden ser responsables de diversas actividades claves, o conjuntos de actividades.

Participan junto con el director de proyecto en las tareas de planificación del mismo.

- Entre las capacidades de sus componentes destacan:
- Capacidad de compromiso.
- Flexibilidad.

Orientación a tareas.

- Capacidad para trabajar dentro de programaciones y restricciones.
- Disposición para proporcionar confianza y apoyo.
- Orientación al trabajo en equipo.
- Pensamiento abierto.
- Capacidad para trabajar a través de las estructuras y las autoridades en la organización.
- Capacidad para usar herramientas de administración de proyectos.

- **El equipo fluctuante o temporal**

Aportan capacidades específicas que no poseen los componentes del equipo principal. Se vinculan al proyecto por períodos determinados de tiempo, justo cuando sus capacidades son necesarias.

El uso de personal temporal en el proyecto complica la gestión del proyecto, ya que es más difícil formar equipo con personas que no tienen una vinculación definitiva al proyecto, sino que solamente prestan sus servicios cuando son requeridos.

Organización y gestión del equipo

Una vez elegido el personal que formará el equipo de trabajo es preciso comenzar a trabajar para pasar de contar con un conjunto de personas a contar con un equipo de trabajo.

Existen algunos temas a tener en cuenta que conviene mencionar

- **Autoridad y responsabilidad**

El director del proyecto tiene la responsabilidad de finalizar el proyecto a tiempo, dentro del presupuesto y cumpliendo las especificaciones. Para ello la organización le dota de la autoridad necesaria. La autoridad puede delegarla en otros profesionales (en especial en grandes proyectos) que serán los responsables de cada una de las actividades, pero la responsabilidad no se delega.

- **Reglas de funcionamiento**

Para funcionar como un equipo es preciso dotarse de unas reglas de funcionamiento interno, un modelo de relación que permita trabajar juntos con la máxima eficacia.

Estas reglas definirán de qué forma:

- Trabaja junto el equipo.
- Se toman las decisiones.
- Se resuelven los conflictos.
- Se informa del progreso.

8.6.2. Revisión de la programación temporal en función de la disponibilidad de los recursos

Una vez terminado el proceso de programación con la construcción del diagrama de red, ya se está en condiciones de saber cuándo hay que realizar

las actividades, en qué orden, con qué recursos, etc. Ahora se necesitará determinar si se puede llevar a cabo la programación diseñada con los recursos disponibles.

8.6.3. Nivelación de recursos

Lo habitual es que la programación temporal de recursos realizada traiga consigo una sobreasignación de recursos en determinados períodos, ya que el foco de la programación se realizó sólo teniendo en cuenta fechas de comienzo y final de las actividades, así como su duración, pero no se tuvo en cuenta la disponibilidad de los recursos. Las técnicas que permiten evitar o paliar en alguna medida esa sobreasignación constituye lo que se ha dado en denominar «nivelación de recursos».

Se puede hablar de tres técnicas principales para la nivelación de recursos:

- **Uso de las holguras de las actividades.** En las actividades que presentan holgura se dispone de una ventana de tiempo para su realización que viene marcada por el intervalo ES-LF. El uso adecuado de esa ventana permitirá paliar las posibles sobreasignaciones de recursos.
- **Desplazamiento de la fecha de finalización.** No en todos los proyectos la fecha de finalización es un factor crítico e inamovible. Si se puede jugar con la fecha de terminación o con ésta y las holguras se dispone de una buena herramienta para nivelar recursos.
- **Uso de «horas extras».** El uso de horas extras puede ayudar a aliviar la sobreasignación porque permite realizar más cantidad de trabajo sin variar la programación temporal. Hay que ver si económicamente es posible puesto que es habitual que el coste total del proyecto sea una restricción inamovible

Se pueden usar otras técnicas más «imaginativas» para la nivelación de recursos tales como mayor descomposición de las actividades, alargar actividades con recursos a tiempo parcial, etc.

8.6.4. Creación de los «Paquetes de trabajo»

Otra actividad a realizar una vez terminado el proceso de programación es la especificación clara del trabajo a realizar en cada actividad. Se recuerda que las actividades estaban formadas por tareas en el último nivel de desagregación del trabajo. Este conjunto de tareas a realizar en cada actividad del nivel más bajo de desagregación es lo que se denomina «Paquetes de trabajo».

8.6.5. Documentación de los «Paquetes de trabajo»

Los paquetes de trabajo describen en detalle las tareas a realizar para completar el trabajo de una actividad. Son útiles también como herramienta de seguimiento, pues permiten ver con detalle cuánto trabajo del previsto se ha realizado.

Para documentarlos se usarán dos documentos:

- La hoja de asignaciones de los paquetes de trabajo.
- El informe de descripción del paquete de trabajo.

- **Hoja de asignaciones del Paquete de Trabajo**

Es esencialmente un directorio de los distintos paquetes de trabajo del proyecto, las fechas de comienzo y finalización y los responsables asignados. Tendrá un aspecto similar a la tabla 8.7.

TABLA 8.7. Hoja de asignación del paquete de trabajo

| Hoja de asignaciones de los Paquetes de Trabajo | | | Proyecto | | Director del Proyecto | | |
|---|-----------------------|--------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------|--|
| PAQUETE DE TRABAJO | | PROGRAMACIÓN | | RESPONSABLE | | | |
| Num. | Marca de finalización | Nombre | ES – Fecha más temprana de comienzo | LS – Fecha más tardía de finalización | Nombre | Información de contacto | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

- **Informe de descripción del Paquete de Trabajo**

Describe los detalles de cómo se va a llevar a cabo el trabajo de la actividad.

Las descripciones deben ser completas, de forma que cualquier miembro del equipo de proyecto pueda leerlas y entender qué es lo que ha de hacerse para completar la actividad.

Cada tarea debe estar escrita de forma que el estado del paquete de trabajo pueda ser determinado fácilmente. Lo ideal es que la lista de tareas sea una lista de comprobación, de forma que una vez que se hayan marcado todas las tareas como completadas se puede dar por finalizada la actividad. Así el porcentaje de realización de la actividad es el porcentaje de tareas marcadas como finalizadas.

Este informe puede tener un aspecto similar al que se presenta en la tabla 8.8.

TABLA 8.8. Informe de descripción del paquete de trabajo

| Descripción del Paquete de Trabajo | | | Proyecto | | Director del Proyecto | |
|------------------------------------|-----------------------|--------|-------------|----------|-----------------------|-------------------------|
| TAREA | | | RESPONSABLE | | | |
| Num. | Marca de finalización | Nombre | Descripción | Duración | Nombre | Información de contacto |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

8.7. MONITORIZACIÓN Y CONTROL DEL PROYECTO

El plan de proyecto puede verse como un sistema sometido a perturbaciones que tiene que mantenerse en equilibrio dinámico frente a las mismas. La monitorización del proyecto servirá para descubrir, cuanto antes, situaciones de desequilibrio de forma que sea posible reaccionar con planes de acción correctores.

Monitorización

Para poder monitorizar la realización del proyecto se instauraran una serie de informes que estarán designados para presentar el grado de concordancia de la realización en curso del proyecto con el plan realizado para el mismo y para que esa misma información que presentan sea útil para corregir las variaciones respecto a ese plan. Estos informes podrán ser en forma de tablas o gráficos, siendo esta última la opción preferible para poder mostrar tendencias. Los parámetros generalmente monitorizados tienen que ver con niveles de rendimiento, costes y programaciones temporales.

Ejemplos comunes de informes de monitorización (o seguimiento) son:

- Programación temporal actual frente a la planificada.
- Tendencias en la programación temporal.
- Uso de recursos actual frente al planificado.

Control

Son las acciones tomadas en función del resultado de los informes. Estas acciones están diseñadas para que cuando se implanten devuelvan el proyecto a una situación de conformidad con el plan de proyecto.

En general se puede decir que cuanto mayor control, menos riesgo de desviación. Como en casi todo es preciso no llevar esta situación al extremo y llegar a un equilibrio entre las acciones de control y el riesgo de resultados desfavorables.

8.7.1. Información de progreso

Para poder controlar se necesita conocer si existen desviaciones. Este conocimiento lo proporciona un sistema de generación de informes que mantenga informado al director del proyecto de todas las variables que describen el comportamiento de proyecto en comparación con el plan realizado. Estos informes serán de los tipos que se mencionan a continuación.

Informes del periodo en curso

Informan del progreso de aquellas actividades que tienen programada su realización durante el periodo que cubre el informe.

Informes acumulativos

Contienen la historia del proyecto desde su comienzo hasta el final del periodo abarcado por el informe.

Informes de excepciones

Ponen de manifiesto las discrepancias frente al plan. Deben ser informes escuetos para la dirección, por lo tanto deben poder ser interpretados de forma rápida. Puede ser aconsejable introducir apéndices con información más detallada con las causas de las discrepancias.

Informes de variaciones o discrepancias.

Son similares a los anteriores pero con información amplia sobre las discrepancias. Si se presentan en forma tabular tendrán tres columnas: el valor planificado, el valor actual y la diferencia. Los valores tabulados son habitualmente la programación temporal y el coste.

8.7.2. Herramientas de generación de informes

Gantt de seguimiento

Así como en su momento se habló del error que supone usar el diagrama de Gantt como herramienta de planificación y programación para el proyecto, debido a sus carencias en la representación de secuencias e interrelaciones entre unas actividades con otras, sin embargo si resulta de extraordinaria utilidad como herramienta de informe de seguimiento del proyecto en cuanto a fechas se refiere, ya que de un vistazo proporciona toda la información precisa en cuanto a desviaciones de la programación temporal se refiere. En este diagrama se presentará el diagrama de Gantt de la planificación y superpuesto con cada una de las tareas el porcentaje de finalización de cada una de ellas, en la fecha de generación del informe.

Diagramas de tendencia de hitos

Los hitos constituyen acontecimientos significativos en la vida del proyecto. Es muy conveniente realizar un seguimiento de estos hitos para realizar un adecuado control del proyecto

Los hitos se programan en el proyecto al igual que las actividades (de hecho se les podría considerar actividades de duración nula). Por lo tanto será preciso vigilar las desviaciones que se producen en el cumplimiento de los hitos (figura 8.10).

Estos diagramas, mostrando la tendencia de los hitos, hablan de la vida del proyecto indicando su tendencia al retraso, a ir según lo planificado o, como se pone de manifiesto en la segunda figura, indican algún desajuste en la realización del proyecto, por aparecer puntos radicalmente fuera de tendencia, que será preciso estudiar con más detenimiento.

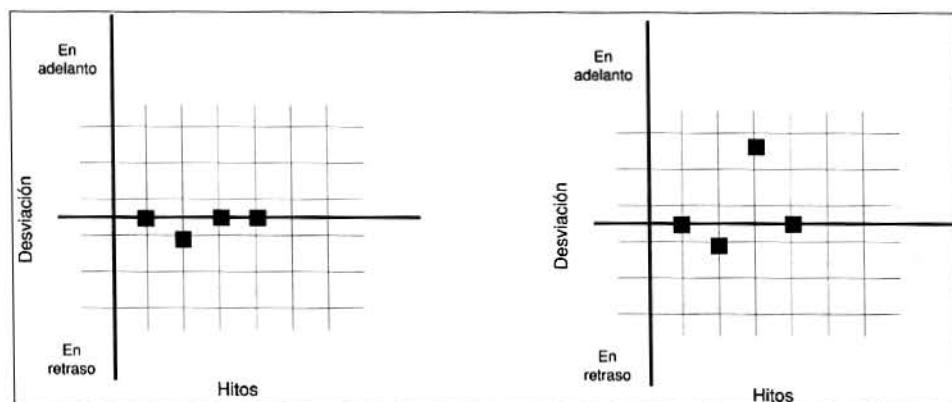


FIGURA 8.10. Diagrama de tendencia de hitos.

8.7.3. Gestión de cambios

Es radicalmente imposible definir necesidades de forma precisa para un proyecto que tendrá una vida de varios meses o incluso de algunos años. Esta situación lleva a que de forma ineludible aparecerán cambios a lo planificado a lo largo de la vida de proyecto. El cambio es una situación intrínseca a la Dirección de Proyectos, por lo que será preciso disponer de un buen sistema de gestión de los mismos.

Las dos actividades fundamentales para la gestión de cambios son:

- La implantación de un registro de peticiones de cambio.
- La evaluación de impacto de los cambios solicitados.

Para poder implantar la primera será preciso disponer de un «Documento de petición de cambios» en el que la petición de cualquier cambio debe quedar perfectamente documentada.

Para la constancia de la evaluación del impacto se configurará el documento «Exposición del impacto del cambio» en el que los expertos del proyecto manifestaran con profundidad qué influencia tiene el cambio en la planificación del proyecto.

En función del estudio de impacto se decidirá si se implanta el cambio, si se implanta con modificaciones o si no resulta posible su implantación.

8.8. CIERRE DEL PROYECTO

El cierre del proyecto se produce una vez que el cliente ha aprobado todos los elementos entregables del mismo.

En el cierre del proyecto se deben realizar las siguientes actividades:

- Obtención de la aceptación por parte del cliente de todos los elementos entregables.
- Instalación de todos los elementos a entregar.
- Documentación del proyecto.
- Realización del informe final.
- Realización de auditoría de post-implantación.
- Celebración del éxito.

8.8.1. Aceptación del cliente

Puede ser una *aceptación informal* en la que el cliente firma la aceptación sin realizar pruebas específicas de aceptación, por haberse ido realizando en su momento en las diversas entregas a lo largo de la vida del proyecto.

Se podrá, por el contrario, realizar una *aceptación formal* para la que habrá que disponer unas pruebas de aceptación solicitadas por el cliente. En este caso la firma de la aceptación no se producirá hasta la superación de dichas pruebas.

8.8.2. Instalación de todos los elementos a entregar

Esto supone crear un plan de despliegue de la instalación de los entregables, que implica la elaboración de un mini-proyecto con sus fases y tareas.

8.8.3. Documentación del proyecto

Suele ser la parte más difícil de completar en el cierre de un proyecto. La documentación suele ser una tarea poco atractiva pero de una importancia fundamental pues es:

- Una referencia para futuros cambios en los elementos entregables.
- Un registro histórico para la estimación de duraciones y costes de las actividades/tareas de futuros proyectos.
- Un recurso de formación para futuros Directores de Proyecto.
- Una información valiosa para la formación y desarrollo posterior del equipo de trabajo.

Una documentación completa del proyecto debería incluir:

- Documento de «Exposición de la Visión General» (POS).
- Documento de Propuesta de Proyecto, realizado al final de la fase de planificación con la descripción completa de la misma.
- Programaciones temporales originales y modificadas por la nivelación de recursos.
- Actas de todas las reuniones del equipo de trabajo.
- Copias de todos los informes de seguimiento.
- Documentos de diseño.
- Informes de cuestiones excepcionales.
- Documentos de aceptación del cliente.
- Informe de la auditoría de post-implantación.

Esta documentación no se improvisa en unas cuantas jornadas de trabajo al final del proyecto. La documentación debe ser un continuo a lo largo de la vida del proyecto y será preciso que un miembro de equipo sea el responsable de recopilar y mantener la documentación que se genera en una «Carta de Proyecto», preferiblemente en forma electrónica.

8.8.4. Realización del Informe Final

El informe final actuará como la historia del proyecto que podrá ser consultada por otros para estudiar los progresos e impedimentos que se han producido durante aquél.

El formato del *Informe Final del Proyecto* podrá tomar diferentes aspectos pero el contenido deberá tratar de los siguientes puntos:

- Valoración general frente a los factores de éxito establecidos.
- Organización.
- Técnicas utilizadas.
- Puntos débiles y puntos fuertes.
- Recomendaciones del equipo para el futuro.

8.8.5. Realización de auditoría de post-implantación

Esta auditoría es una evaluación de los objetivos del proyecto y de los logros en las actividades medidos frente al plan de proyecto, presupuesto, plazos, calidad de los entregables, especificaciones y satisfacción del cliente.

En esta auditoria deberá responder a las siguientes preguntas:

- ¿Se ha alcanzado el objetivo del proyecto?
- ¿Se ha realizado el trabajo a tiempo, dentro del presupuesto y de acuerdo con las especificaciones?
- ¿Esta satisfecho el cliente con los resultados?
- ¿Se han puesto de manifiesto los valores para el negocio (revisar factores de éxito en el POS)?
- ¿Qué lecciones se han aprendido acerca del método de dirección del proyecto aplicado?
- ¿Qué ha funcionado bien, que ha funcionado mal?

8.8.6. Celebración del éxito

El fin de un proyecto implica el fin de unas relaciones de equipo que se han ido formando a lo largo de la vida del proyecto, especialmente si la extensión de este ha abarcado meses o algún año. Los miembros del equipo han crecido profesionalmente durante este tiempo, se han creado relaciones de amistad, se han intercambiado consejos y guías. Pero el proyecto se acaba y hay que deshacer el equipo. Merece una celebración de cierre de proyecto.

Nunca se debe pasar por alto una oportunidad de mostrar al equipo de trabajo la valoración que se tiene de él. La lealtad, motivación y compromiso de un equipo de trabajo se ven influidas positivamente mediante estas valoraciones.

8.9. RESUMEN

En este capítulo se han presentado las técnicas generales de Dirección de Proyectos desde le enfoque que realiza el *Project Management Institute* de EE. UU.

Se han expuesto estas técnicas con la suficiente generalidad para que sean aplicables a un proyecto multimedia sin especiales alteraciones o modificaciones. Se han hecho referencia a técnicas específicas de la tecnología multimedia cuando éstas se consideran de especial necesidad, remitiendo al alumno a los capítulos específicos que profundizan en las mismas.

Se ha presentado, como ejemplo, una metodología genérica de Dirección de Proyectos elaborada por Wysocky (Wysocky, 2000) de forma que el alumno pueda asimilar los conceptos en un marco metodológico, más pedagógico y práctico.

8.10. EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

- 8.1. Entre las siguientes, existe una característica que no es propia del concepto de proyecto, según el PMI:
- Es un conjunto de actividades complejas.
 - Es un conjunto de actividades conectadas.
 - Es un conjunto de actividades periódicas.
 - Es un conjunto de actividades realizadas de acuerdo a unas especificaciones.
- 8.2. La técnica conocida como «Estructura de desagregación del trabajo» - EDT (*Work Breakdown Structure – WBS*):
- Permite estimar la duración de las actividades.
 - Permite conocer las tareas a realizar en el proyecto.
 - Define los objetivos del proyecto.
 - Divide las tareas a realizar para permitir un uso más eficaz de los recursos.
- 8.3. La técnica Delphi:
- Es una técnica para estimar el coste de las actividades que usa métodos estadísticos.
 - Es una técnica estadística que precisa de tres estimaciones previas (pesimista, realista y optimista).
 - Permite realizar simulaciones en lenguaje Delphi.
 - Es una técnica de grupo que permite extraer el conocimiento del mismo para proporcionar estimaciones en general.
- 8.4. El Camino Crítico según la técnica del Diagrama de Precedencias:
- Es el camino de menor duración para la realización del proyecto de entre todos los posibles.
 - Es el camino que permite usar la holgura de las tareas para solucionar problemas de sobreasignación de recursos.
 - Permite calcular la duración del proyecto.
 - Es en el que se sitúan las tareas fundamentales del proyecto.
- 8.5. Los informes de progreso acumulativos o históricos son propios de:
- Las sesiones de planificación para confeccionar el «Visión de conjunto del proyecto» con ayuda de datos históricos de otros proyectos.

- b) La etapa de monitorización y control.
- c) La etapa de implantación de prototipos.
- d) La etapa de cierre del proyecto para acumular datos que sirvan para el futuro.

8.11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLMENAR (2003): Antonio Colmenar, Manuel A. Castro, Julio Pérez, Alfonso Vara. Gestión de proyectos con Microsoft Project 2002. Ed. RA-MA. Madrid, 2003.
- DOMINGO (2000): Alberto Domingo Ajenjo. Dirección y Gestión de Proyectos. Un enfoque práctico. Ed RA-MA. Madrid, 2000.
- MS-PROJECT (2002): Carl Chatfield, Timothy Johnson. Microsoft Project paso a paso. Versión 2002. Ed. McGraw-Hill. Madrid, 2002.
- PMBOK (2000): Project Management Institute. Project Management Book of Knowledge, 2000.
- PRESSMAN (1995): Roger S. Pressman. Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. Ed McGraw Hill. España. Madrid, 1995.
- WYSOCKI (2000): Robert K. Wysocki, Robert Beck, David B. Crane. Effective Project Management, 2^a Ed. Ed. John Wiley & Sons, USA, 2000.