

# DIRECCIÓN INTEGRADA DE PROYECTOS

ANA FERNÁNDEZ GUILLAMÓN

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE ALBACETE (UCLM)






---

10 de septiembre de 2025  
© 2025 Ana Fernández Guillamón



Esta obra está bajo una licencia **Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia** 4.0 España de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite:  
[https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es\\_ES](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es_ES)

Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, y hacer obras derivadas bajo las condiciones siguientes:

-  **Reconocimiento.** Debe reconocer adecuadamente la autoría, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de una manera que sugiera que tiene el apoyo del licenciador o lo recibe por el uso que hace.
-  **No comercial.** No puede utilizar el material para una finalidad comercial.
-  **Compartir bajo la misma licencia.** Si remezcla, transforma o crea a partir del material, deberá difundir sus contribuciones bajo la misma licencia que el original.

Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra. Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor. Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.



---

# Índice general

---

<b>Índice general</b>	<b>I</b>
<b>1 Dirección de proyectos: la clave para lograr resultados</b>	<b>1</b>
1.1. Determinar qué hace que un proyecto sea un proyecto . . . . .	1
1.2. Dirección de proyectos . . . . .	12
1.3. Rol y competencias del director de proyecto . . . . .	14
1.4. Tipos de estructuras organizativas . . . . .	15
1.5. Líneas base . . . . .	18
1.6. Marcos y estándares . . . . .	19
<b>I Gestión de proyectos tradicional</b>	<b>29</b>
<b>2 Inicio del proyecto</b>	<b>31</b>
2.1. Alineación estratégica del proyecto con la organización . . . . .	31
2.2. Gobernanza y ética en proyectos . . . . .	34
2.3. Asegurar los fondos . . . . .	36
2.4. Acta de constitución del proyecto . . . . .	39
2.5. Identificar a las partes interesadas . . . . .	42
<b>3 Planificación del proyecto</b>	<b>47</b>
3.1. Partes interesadas, comunicaciones y alcance . . . . .	47
3.2. Cronograma . . . . .	71
3.3. Recursos y adquisiciones . . . . .	92
3.4. Costes . . . . .	108
3.5. Riesgos . . . . .	117
3.6. Calidad . . . . .	136
<b>4 Ejecución del proyecto</b>	<b>145</b>
4.1. Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto . . . . .	145
4.2. Partes interesadas y comunicaciones . . . . .	147
4.3. Adquirir recursos y gestionar adquisiciones . . . . .	150
4.4. Desarrollar y gestionar al equipo . . . . .	156
4.5. Cronograma . . . . .	172
4.6. Riesgos . . . . .	172
4.7. Calidad . . . . .	174

<b>5</b>	<b>Monitorización y control del proyecto</b>	<b>175</b>
5.1.	Proceso integrado de monitorización y control . . . . .	176
5.2.	Control integrado de cambios . . . . .	176
5.3.	Monitorizar y controlar el trabajo del proyecto . . . . .	179
5.4.	Seguimiento del proyecto . . . . .	181
5.5.	Informes de desempeño . . . . .	181
5.6.	Cronograma . . . . .	183
5.7.	Costes y adquisiciones . . . . .	184
5.8.	Riesgos . . . . .	194
5.9.	Calidad, alcance, partes interesadas y comunicaciones . . . . .	195
5.10.	Recursos . . . . .	200
<b>6</b>	<b>Cierre del proyecto</b>	<b>201</b>
6.1.	Cierre . . . . .	201
6.2.	Mantener el rumbo hasta el final . . . . .	201
6.3.	Asuntos administrativos y contractuales . . . . .	203
6.4.	Proporcionar una buena transición para el equipo . . . . .	204
6.5.	Evaluación posterior al proyecto y lecciones aprendidas . . . . .	204
6.6.	Informe final de cierre . . . . .	205
6.7.	Cierre formal y descarga . . . . .	205
<b>II</b>	<b>Gestión de proyectos ágiles</b>	<b>207</b>

---

## Tema 1

# Dirección de proyectos: la clave para lograr resultados

---

Las organizaciones de éxito crean proyectos que producen los resultados deseados en los plazos establecidos y con los recursos asignados. Por ello, las empresas se ven cada vez más impulsadas a buscar personas que puedan sobresalir en este entorno orientado a los proyectos.

Para gestionar un proyecto y llevarlo a buen puerto, se necesita un conjunto de habilidades y técnicas. Este tema ayuda a empezar un proyecto con buen pie, mostrando qué son realmente los proyectos y la dirección de proyectos, y ayudando a diferenciar los proyectos de las tareas que no son proyectos. También se explica por qué los proyectos tienen éxito o fracasan y ayuda a adoptar la mentalidad de la dirección de proyectos.

### 1.1. Determinar qué hace que un proyecto sea un proyecto

No importa cuál sea el trabajo, todos los días hay que hacer frente a un sinfín de tareas: preparar un informe, celebrar una reunión, diseñar una campaña de ventas o mudarse a unas nuevas oficinas. O quizá el día se parezca más a esto: hacer que los sistemas de información sean fáciles de usar, desarrollar un compuesto de investigación en el laboratorio o mejorar la imagen pública de la organización. No todas estas tareas son proyectos. ¿Cómo saber cuáles lo son y cuáles no?

#### 1.1.1. Comprender los tres componentes principales que definen un proyecto

**Definición 1.1** Un **proyecto** es un esfuerzo **temporal** que se lleva a cabo para crear un resultado (producto/servicio) **único**.

La naturaleza temporal de los proyectos indica que tienen un comienzo y un final definidos, aunque no significa que tenga una duración corta. El “final” se alcanza cuando se cumple al menos una de las siguientes condiciones:

- Se han alcanzado los objetivos del proyecto.
- El objetivo no se cumplirá o no podrá cumplirse.
- La financiación se ha agotado o ya no está disponible.
- La necesidad de la que surgió el proyecto ya no existe.
- Los recursos ya no están disponibles.
- El proyecto se termina por causa legal o conveniencia.

Los proyectos se emprenden para cumplir los objetivos mediante la producción de entregables, que pueden ser:

- Un **producto único** que puede ser un componente de otro artículo, una mejora o corrección de un artículo, o un nuevo artículo final en sí mismo (por ejemplo, la corrección de un defecto en un artículo final).
- Un **servicio/capacidad única** para realizar un servicio (por ejemplo, una función comercial que admite producciones o distribución).
- Un **resultado único**, como un documento (por ejemplo, un proyecto de investigación que desarrolla conocimientos que se pueden utilizar para determinar si existe una tendencia o si un nuevo proceso beneficiará a la sociedad).
- Una **combinación única** de uno o más productos, servicios o resultados (por ejemplo, una aplicación de software y su documentación asociada).

Aunque los elementos repetitivos pueden estar presentes en los proyectos, cada uno tiene unas características distintivas.

**Ejemplo 1.1** *Dos edificios de oficinas están contruidos con los mismos materiales y por el mismo equipo; sin embargo, su ubicación, diseño, entorno, situación... , son diferentes.*

Grande o pequeño, un proyecto siempre tiene los tres componentes siguientes:

- **Alcance específico:** Los resultados o productos deseados.
- **Cronograma:** Las fechas establecidas de cuándo empieza y acaba el proyecto.
- **Costes:** Directamente relacionados con la cantidad necesaria de personas, materiales y otros recursos necesarios.

Aunque hay muchas otras consideraciones que pueden afectar al rendimiento de un proyecto, estos tres componentes son la base de la definición de un proyecto por las tres razones siguientes:

- La única razón de ser de un proyecto es producir los resultados especificados en su alcance.
- La fecha de finalización del proyecto es una parte esencial de la definición de lo que constituye un rendimiento satisfactorio: el resultado deseado debe proporcionarse en un plazo determinado para satisfacer la necesidad prevista.
- El coste del proyecto se refiere a los recursos financieros necesarios para llevar a cabo las actividades del proyecto y entregar los resultados esperados, lo que incluye mano de obra, materiales, equipos, servicios y otros gastos relacionados con el proyecto. Es crucial mantener los costes dentro del presupuesto asignado para evitar excesos presupuestarios que puedan comprometer la viabilidad del proyecto.

Además, como se muestra en la Figura 1.1, cada uno de estos tres componentes afecta a los otros dos. Dentro de esta definición tripartita del proyecto, el trabajo se realiza para lograr los resultados deseados.

**Ejemplo 1.2** *Ampliar el tipo y las características de los resultados deseados (ampliar el alcance) puede requerir más tiempo (una fecha de finalización posterior) o más recursos, lo que implica un aumento de los costes; adelantar la fecha final puede requerir reducir el alcance o aumentar los costes del proyecto (pagar horas extra); si los costes aumentan, puede ser necesario reducir el alcance o reprogramar actividades para mantener el proyecto dentro del presupuesto.*

### 1.1.2. Reconocer la diversidad de proyectos

Los proyectos tienen **formas y tamaños muy diversos**, ya que pueden ser **grandes o pequeños**, **implicar a muchas personas o solo a una**, **estar definido por un contrato legal o por un acuerdo informal** y **estar relacionado con el ámbito laboral o personal**.

**Ejemplo 1.3** *Ejemplos de formas y tamaños de proyectos:*

- *Grandes/Pequeños:*



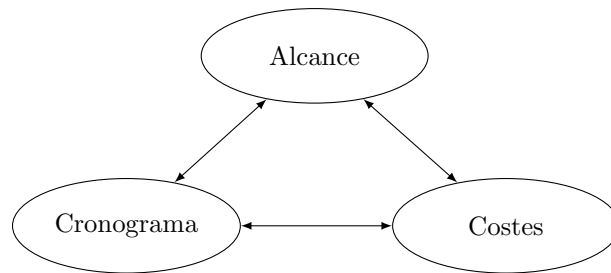


Figura 1.1: Relación entre los principales componentes de un proyecto

- *Instalar un nuevo sistema de metro, que puede costar más de 1.000.000.000 € y tardar entre 10 y 15 años en completarse.*
- *Preparar un informe de las cifras de ventas mensuales, que puede hacerse en un día.*
- *Implicar a muchas personas o solo a una:*
  - *Formar a 10.000 empleados de una organización en una nueva política.*
  - *Reorganizar el mobiliario y los equipos de la oficina.*
- *Estar definido por un contrato legal o por un acuerdo informal:*
  - *Un contrato firmado con un cliente para construir una casa.*
  - *La promesa informal de instalar un nuevo paquete de software en el ordenador de un amigo.*
- *Relacionado con el ámbito laboral o personal:*
  - *Llevar a cabo la campaña anual de donación de sangre de la organización.*
  - *Organizar una cena para 15 personas.*

Sean cuales sean las características individuales del proyecto, se definen **los mismos tres componentes**: resultados (o alcance), fechas de inicio y fin (cronograma), y recursos (costes). La información que se necesita para planificar y gestionar el proyecto es la misma para cualquier proyecto que se gestione, aunque la facilidad y el tiempo para desarrollarla diferirán. Cuanto más a fondo se planifiquen y gestionen los proyectos, más probabilidades hay de que estos sean exitosos.

### 1.1.3. Proyectos industriales

Dentro del marco de las instalaciones industriales, los proyectos industriales pueden involucrar muchas actividades diferentes que, en general, están relacionadas con los siguientes campos:

- Infraestructura.
- Arquitectura y construcción.
- Estructuras y cimentaciones.
- Mecánica.
- Electricidad.
- Tuberías.
- Instrumentación y control.

#### Infraestructura

El objetivo es acondicionar el terreno para la implantación de los distintos elementos del proyecto y la organización de los accesos a dicho terreno. Hacen referencia a todo lo existente a nivel del terreno y por debajo de la superficie, excepto las cimentaciones. Algunas actividades propias son:

- Implantación definitiva de las áreas de producción, servicios generales y auxiliares y servicios sociales.
- Establecimiento de ejes de coordenadas para el terreno y distintas áreas.
- Situación de áreas, edificios, estructuras, equipos, etc.
- Movimiento de tierras: terraplenes, terrazas y plataformas.
- Vallas y cerramientos.
- Accesos y tráfico.
- Red viaria: anchos, secciones, tipos, radios de curvatura, cruces.
- Cunetas y drenajes.
- Aparcamientos.
- Zonas ajardinadas.
- Redes de evacuación: pluviales, fecales, efluentes industriales.
- Red de abastecimiento de agua.

### **Arquitectura y construcción**

El objetivo es aislar adecuadamente algunos volúmenes del exterior, tanto para proteger el buen funcionamiento del proceso, como para albergar determinados servicios generales, auxiliares o sociales. Algunas actividades propias son:

- Distribuciones en planta.
- Alturas libres. Números de plantas. Cotas.
- Cerramientos, forjados y pavimentos.
- Cubiertas y desagües.
- Carpinterías exteriores e interiores.
- Vidrieras.
- Aparatos sanitarios.
- Pinturas y acabados.

### **Estructuras y cimentaciones**

El objetivo es estudiar las cargas fijas y móviles y las distintas hipótesis sobre su actuación para determinar la forma más adecuada de soportarlas. Algunas actividades propias son:

- Tipo, modulación y materiales de cada estructura.
- Cimentaciones de edificios.
- Cimentaciones de estructuras para equipos de proceso.
- Cimentaciones de torres y tanques.
- Cimentaciones de equipos mecánicos y eléctricos.
- Muros de contención, interiores y exteriores.
- Canaletas.
- Pórticos, puentes, ménsulas y soportes de tuberías y bandejas de cables.
- Plataformas, escaleras y barandillas.
- Acabado y pintura.

## **Mecánica**

El objetivo es seleccionar los equipos y maquinaria tanto para el proceso de fabricación utilizado como para los servicios auxiliares. Algunas actividades propias son:

- Instalaciones auxiliares: tratamiento de agua, tratamiento de efluentes, vapor, vacío, refrigeración, aire comprimido, gases, combustible, etc.
- Cimentaciones de edificios.
- Instalaciones generales mecánicas: aire acondicionado, calefacción, ventilación, fontanería.
- Máquinas rotativas: compresores, bombas, agitadores, ventiladores y soplantes.
- Recipientes y reactores: torres y columnas, reactores y tanques.
- Intercambio de calor: cambiadores, aero-refrigerantes, hornos, calderas, condensadores, evaporadores.
- Máquinas motrices: motores de combustión interna, turbinas de vapor, turbinas de gas, máquinas alternativas de vapor.
- Movimiento y manipulación de sólidos: cintas transportadoras, grúas, básculas, elevadores de transporte neumático, silos, cribas.
- Otros: máquinas herramientas, molinos, prensas, equipos especiales.

## **Electricidad**

El objetivo es desarrollar los trabajos relacionados con la componente eléctrica que se da en cualquier proyecto industrial. Algunas actividades propias son:

- Alimentación en alta tensión.
- Transformación de tensión.
- Centros de control de motores.
- Clasificación de áreas peligrosas.
- Redes de fuerza.
- Redes de alumbrado.
- Estudio y coordinación de protecciones.
- Distribución en zanjias y bandejas.
- Estudio y corrección del factor de potencia.
- Red de tierra.
- Corriente continua (si procede).
- Sistemas de emergencia.
- Instalaciones especiales: pararrayos y antenas, telefonía, comunicaciones por radio, intercomunicadores, timbres, instalaciones de seguridad (incendios y seguridad).

### Tuberías

El objetivo principal es conseguir el mejor diseño y el más económico, compatible con la operatividad, mantenimiento y seguridad de la planta: es el responsable de todo lo referente al transporte de fluidos en los proyectos de plantas químicas. Algunas actividades propias son:

- Especificaciones de los materiales de las tuberías.
- Codificación de líneas en diagramas (P&I).
- Implantación definitiva.
- Selección de válvulas y accesorios.
- Estudio de estructuras unifilares.
- Planos de plantas, alzados y secciones.
- Planos isométricos.
- Lista de materiales.
- Modelos y maquetas.
- Cálculos de flexibilidad (stress).
- Soportes de tuberías y válvulas.

### Instrumentación y control

El objetivo es la aplicación de dispositivos y técnicas para medir, presentar la información, vigilar y regular el funcionamiento de equipos y procesos industriales, así como definir los instrumentos de medida y elementos finales de control. Algunas actividades propias son:

- Cálculo de válvulas de control y seguridad.
- Instrumentación de panel.
- Lista de instrumentos.
- Esquemas de control.
- Lista de cables.
- Planos de situación de instrumentos.
- Planos de recorridos de cables.
- Conexiones a proceso.
- Materiales de montaje.

#### 1.1.4. Ciclo de vida de un proyecto

Antes de definir el ciclo de vida de un proyecto, es necesario entender qué es una fase y un punto de control.

- **Fase de un proyecto.**

**Definición 1.2** Una **fase de proyecto** es la recopilación de actividades del proyecto relacionadas lógicamente que culmina con la **finalización de uno o más entregables**.

Las fases de un ciclo de vida se pueden describir mediante una variedad de atributos, destacando:

- Nombre
- Número
- Duración
- Necesidad de recursos

**Ejemplo 1.4** *Descripciones de fases de un proyecto según diferentes atributos:*

- La fase A dura 4 semanas
- Tres fases en el proyecto necesitan personal y equipos
- La fase de propuesta solo necesita personal y dura 3 días
- “Desarrollo de conceptos”, “Estudio de viabilidad”, “Requisitos del cliente”, “Revisión de hitos”...

Las fases que componen el ciclo de vida del proyecto pueden ser secuenciales (consecutivas), iterativas (cíclicas) o superpuestas (simultáneas en puntos), dando lugar a diferentes tipos de ciclos de vida del proyecto: **predictivos** (orientados a planes, con fases secuenciales), **ágiles** (iterativos, incrementales, adaptativos, con fases iterativas) o **híbridos** (mezcla de predictivos y ágiles).

■ **Punto de control.**

**Definición 1.3** Un **punto de control** se encuentra al final de una fase.

El desempeño y el progreso del proyecto se compara con los planes y se toma una decisión como resultado de esta comparación para:

1. Continuar con la siguiente fase.
2. Continuar con la siguiente fase con las modificaciones pertinentes.
3. Finalizar el proyecto.
4. Permanecer en la fase.
5. Repetir la fase o elementos de la misma.

El ciclo de vida del proyecto es **independiente del ciclo de vida del producto** que puede ser fruto del proyecto. El ciclo de vida del producto es una serie de fases que representan la evolución de un producto, desde el concepto hasta la entrega, el crecimiento, la madurez y la retirada del mismo.

**Definición 1.4** El **ciclo de vida** de un proyecto representa la **serie de fases** que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su finalización.

En función de cómo sean las fases del ciclo de vida, éste será predictivo, ágil o híbrido.

### Ciclo de vida predictivo

En un ciclo de vida predictivo (en cascada, tradicional) el **alcance** se conoce al principio del ciclo de vida, y se sabe exactamente cuál es el tiempo necesario y los requisitos de coste para entregar. Se prioriza un **proceso definido** de control y coordinación y se realiza un esfuerzo significativo de **planificación al inicio del proyecto**, seguido de una ejecución secuencial de las fases predefinidas. Las **tareas son asignadas por el director de proyecto** según una planificación establecida, y se espera que el equipo las complete siguiendo las especificaciones funcionales y el cronograma establecido. El enfoque se basa en la idea de **planificar todo por adelantado y seguir rigurosamente el plan establecido**. Sin embargo, esta **rigidez** puede resultar problemática en entornos donde la incertidumbre y los cambios son frecuentes, ya que cualquier modificación requiere ajustes significativos en la planificación y aprobaciones adicionales (hay que gestionarlos a través de un proceso de control de cambios); por ello, se tiende a **evitar el cambio**.

Las **principales fases** de este ciclo de vida son las siguientes:

1. **Inicio del proyecto:** Esta etapa consiste en generar, evaluar y enmarcar la necesidad empresarial del proyecto y el enfoque general para llevarlo a cabo, así como de realizarlo y acordar la preparación de un plan de proyecto detallado. Los resultados de esta fase pueden incluir la aprobación para pasar a la siguiente fase, la documentación de la necesidad del proyecto y estimaciones aproximadas del tiempo y los recursos necesarios para llevarlo a cabo (a menudo, incluidos en el acta de constitución), y una lista inicial de personas que pueden estar interesadas, implicadas o afectadas por el proyecto (partes interesadas).

2. **Organización y preparación:** En esta fase se elabora un plan que especifique los resultados deseados, el trabajo a realizar, el tiempo, el coste y otros recursos necesarios, así como un plan para la ejecución del proyecto. Los resultados de esta etapa pueden incluir un plan de proyecto que documente los resultados previstos del proyecto y el tiempo, los recursos y los procesos de apoyo para conseguirlos.
3. **Ejecución del trabajo:** Esta fase consiste en crear el equipo del proyecto y los sistemas de apoyo al proyecto, realizar el trabajo previsto y supervisar y controlar el rendimiento para garantizar el cumplimiento del plan actual. Los productos de esta etapa pueden incluir los resultados del proyecto, los informes de avance del proyecto y otras comunicaciones.
4. **Cierre del proyecto:** Esta fase consiste en evaluar los resultados del proyecto, obtener la aprobación del cliente, transferir a los miembros del equipo del proyecto a nuevas tareas, cerrar las cuentas financieras y realizar una evaluación del proyecto. Los resultados de esta fase pueden incluir los resultados finales, aceptados y aprobados del proyecto, así como recomendaciones y sugerencias para aplicar las lecciones aprendidas de este proyecto a iniciativas similares en el futuro.

Para proyectos pequeños, todo este ciclo de vida puede durar unos días; para proyectos más grandes, puede llevar varios años. De hecho, para centrarse más en los aspectos clave y facilitar el seguimiento y el control del trabajo, los directores de proyectos suelen subdividir los proyectos más grandes en fases separadas, cada una de las cuales se trata como un “miniproyecto” y pasa por estas cuatro fases. Sin embargo, por sencillo o complejo que sea el proyecto, estas cuatro etapas son las mismas y están siempre presentes. Aunque, aparentemente, están muy diferenciadas, el éxito de un proyecto requiere a menudo un **enfoque flexible** que responda a las situaciones reales a las que puede enfrentarse, por lo que **no siempre** se completa una fase del proyecto antes de pasar a la siguiente.

**Ejemplo 1.5** *A veces las cosas cambian inesperadamente. Las evaluaciones iniciales de viabilidad y beneficios son sólidas y el plan es detallado y realista. Sin embargo, algunos miembros clave del equipo del proyecto abandonan la organización sin previo aviso durante el proyecto. O surge una nueva tecnología que resulta más apropiada que la que figuraba en los planes originales. Ignorar estos sucesos puede poner en grave peligro el éxito del proyecto, por lo que se debe volver a las fases anteriores y replantearlas a la luz de esta nueva realidad.*

Los **niveles de coste y personal** son bajos al principio, aumentan a medida que se lleva a cabo el trabajo y disminuyen rápidamente a medida que el proyecto llega a su fin (ver Figura 1.2). Sin embargo, como muestra la Figura 1.3, el **riesgo** es mayor al comienzo del proyecto y disminuye a lo largo del ciclo de vida, a medida que se toman decisiones y se aceptan los entregables. Por último, el **coste de los cambios** y la **corrección de errores** generalmente aumentan sustancialmente a medida que el proyecto se acerca a la finalización. Este tipo de gestión se detalla en la Parte I de la asignatura.

### Ciclo de vida ágil

El **enfoque ágil** se fundamenta en un **proceso de aprendizaje continuo**, realizando el trabajo en **iteraciones** y refinando progresivamente el producto en cada paso del camino (**elaboración progresiva**, ver Figura 1.4). Esto se debe a que no se conoce el alcance detallado del proyecto completo al inicio, por lo que es necesario realizar un **proceso iterativo** de aumento del nivel de detalle a medida que se dispone de mayores cantidades de información. Las tareas se almacenan en una **cola priorizada**, y el equipo selecciona las tareas a abordar en cada iteración. Por tanto, el equipo se organiza alrededor del trabajo y la **colaboración** es clave. La planificación se realiza de manera **incremental y adaptable**, permitiendo ajustes en función del feedback recibido y los cambios en las necesidades del cliente. Se promueve la autoorganización y la autogestión del equipo, lo que fomenta la creatividad y la **capacidad de adaptación** a medida que se avanza en el proyecto. Además, **se acepta el cambio** como parte natural del proceso, lo que facilita una respuesta rápida a las demandas del cliente y del mercado. Este tipo de gestión se detalla en la Parte ?? de la asignatura.

### Ciclo de vida híbrido

Un ciclo de vida híbrido es una combinación de los enfoques anteriores. Se puede utilizar un enfoque predictivo para los elementos del proyecto que se conocen y un enfoque ágil para los elementos que se harán evidentes con el tiempo.

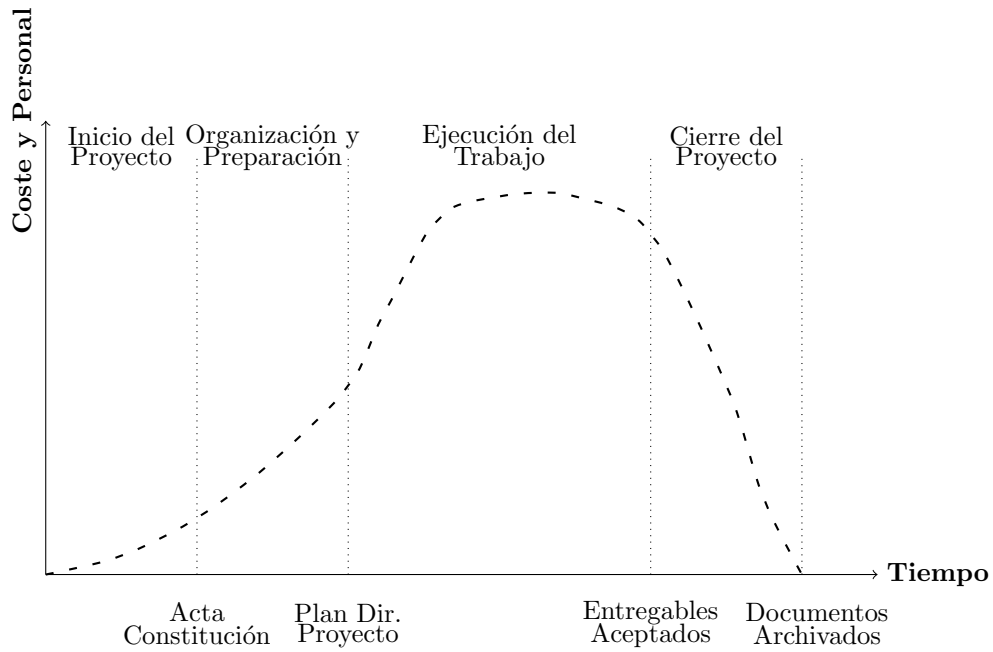


Figura 1.2: Niveles de coste y personal en el ciclo de vida predictivo

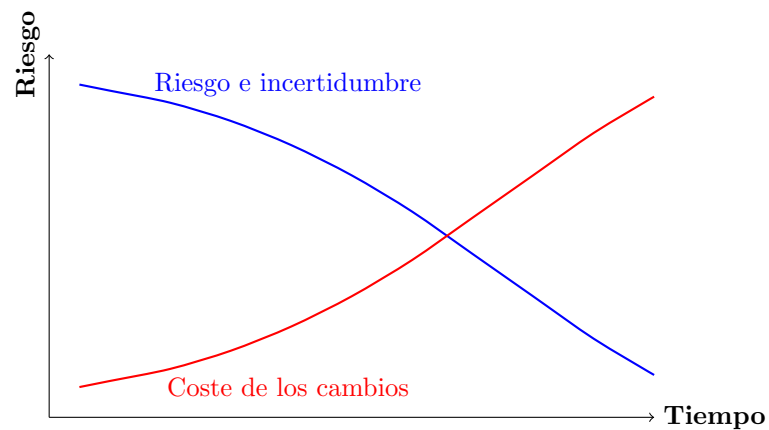


Figura 1.3: Riesgo y coste de los cambios en el ciclo de vida predictivo

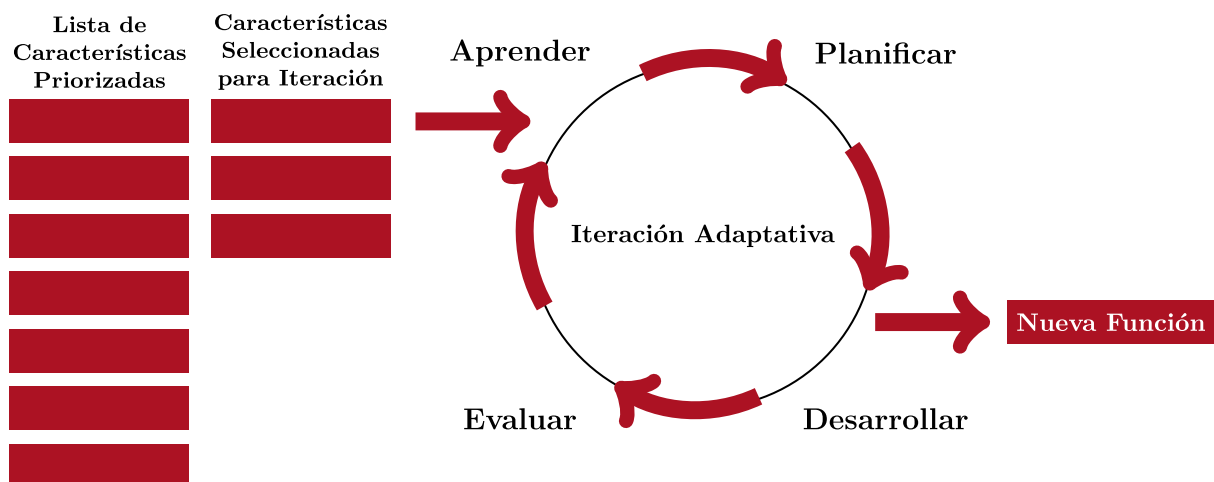


Figura 1.4: Ciclo de vida ágil

### Consideraciones para elegir el ciclo de vida

Para seleccionar al iniciar el proyecto qué ciclo de vida utilizar, se debe considerar la incertidumbre en cuanto a los **requerimientos y tecnología** del proyecto, como se muestra en la Figura 1.5.

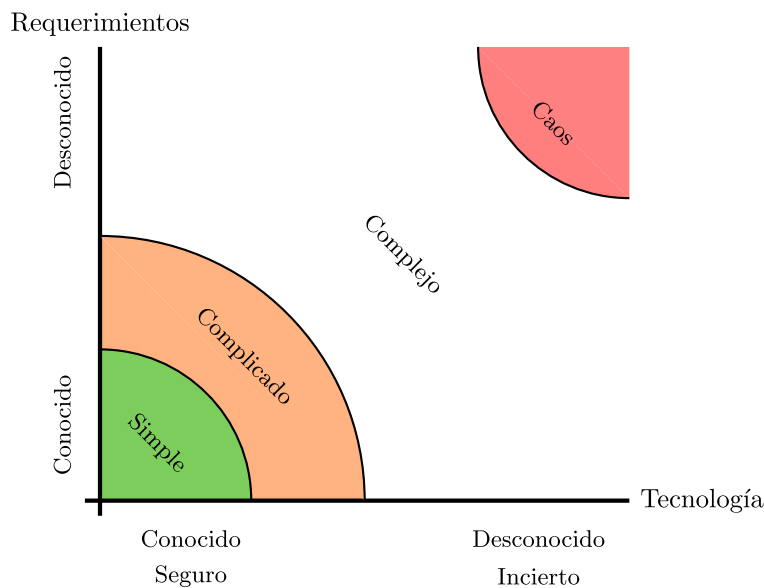


Figura 1.5: Consideraciones para elegir el ciclo de vida del proyecto

- Cuando se conocen los requerimientos y la tecnología, se dice que se tiene un **proyecto simple**. En ese caso, se recomienda hacerlo mediante un **ciclo de vida predictivo**: se pueden hacer todas las planificaciones desde el inicio y luego ir controlando que se cumplen tanto las planificaciones como la forma de ejecutar el proyecto.
- Cuando hay cierta incertidumbre en cuanto a requerimientos y tecnología, se tiene un **proyecto complicado**. Puede utilizarse un **modelo híbrido** (usando la tradicional en lo que se tiene asegurado y la ágil en las partes con más riesgo) o seguir haciéndose con el **modelo predictivo**, porque en cualquier proyecto hay riesgos asociados a las actividades, pero se pueden mitigar incluyendo contingencias para aquello que aún no está del todo claro; de esta forma, se puede ir resolviendo durante el proyecto sin que afecte a las líneas base y se pueda gestionar.
- Cuando hay mucha incertidumbre en tecnología y requerimientos, se tiene un **proyecto complejo**. Se debería usar un **ciclo de vida ágil**, porque no se puede hacer la planificación ni definir unas líneas base del proyecto para luego ir comparando. Por tanto, se va trabajando con lo conocido y según se va avanzando, se va planificando lo nuevo que se va conociendo (trabajo por iteraciones y mejora continua).
- Cuando no se conoce nada, no se debería empezar hasta conocer más información (**proyecto caos**).

#### Ejemplo 1.6 Ejemplos para determinar el ciclo de vida del proyecto:

- La construcción de una casa estándar puede seguir un ciclo de vida predictivo. Los requerimientos y la tecnología están bien definidos y son conocidos desde el inicio. Se sabe cómo construir una casa porque ya se ha hecho muchas veces antes. Los planos, los materiales y los métodos de construcción están claramente especificados.
- La implementación de un nuevo sistema ERP (Enterprise Resource Planning) en una empresa grande. Aunque se conocen los requerimientos y la tecnología, existen ciertas incertidumbres debido a la complejidad de integrar el sistema con los procesos existentes y la personalización que se pueda necesitar. Sin embargo, se pueden prever estas incertidumbres y mitigar los riesgos a través de planes de contingencia, por lo que puede seguir un ciclo de vida predictivo.



- *El desarrollo de una aplicación de software innovadora con tecnologías emergentes debería seguir un ciclo de vida ágil. La idea es clara, pero tanto los requerimientos como la tecnología están sujetos a cambios frecuentes debido a la evolución del mercado, la tecnología o las necesidades del usuario. La innovación y la rapidez de los cambios tecnológicos generan una gran incertidumbre.*
- *El desarrollo de una tecnología revolucionaria que aún está en fase de investigación como la teletransportación cuántica. No hay información suficiente sobre cómo se podría realizar el proyecto, ni sobre los requerimientos ni sobre la tecnología. El proyecto está lleno de incertidumbres insuperables en su estado actual. Por eso, se trata de un proyecto caos y no debe iniciarse hasta que se disponga de más información.*

### 1.1.5. Partes interesadas

También se les conoce como **stakeholders** e incluirían todas las partes interesadas en el proyecto.

**Definición 1.5** Partes interesadas son todos los individuos, grupos u organizaciones que están **involucrados** activamente en el proyecto o que pueden **afectar, verse afectados o sentirse afectados**, positiva o negativamente, por una decisión, actividad o resultado del proyecto.

No debe ser únicamente una lista de la gente meramente interesada en el proyecto, sino de aquellas personas o grupos que apoyan o se ven afectados por éste. Las partes interesadas pueden **participar activamente** en el proyecto, por lo que es muy importante para el project manager **identificar a todas las partes interesadas** de forma temprana, puesto que estas partes interesadas van a ser los que pongan los **requisitos** del proyecto (las necesidades que debe satisfacer el proyecto para alcanzar con éxito su propósito). Asimismo, se deben **identificar sus expectativas** para satisfacerlas, siendo muy importante que haya una **comunicación fluida** con ellos desde el principio, y crear una estrategia para **gestionar su influencia** dentro del proyecto. Todo esto es un **proceso continuo** a lo largo del ciclo de vida del proyecto: identificar a las partes interesadas, comprender sus grados relativos de influencia y equilibrar sus demandas, necesidades y expectativas son fundamentales para el éxito del proyecto, puesto que el resultado del proyecto se basa en cómo lo valoren las partes interesadas (es decir, si el proyecto cumple (o no) sus expectativas). De hecho, **no hacerlo** puede provocar retrasos, aumentos de costes, problemas inesperados y otras consecuencias negativas, incluida la cancelación del proyecto.

**Ejemplo 1.7** Una empresa de tecnología decide lanzar un nuevo software de gestión empresarial. El equipo de desarrollo trabaja en el diseño y la implementación del software, centrándose principalmente en las necesidades de los usuarios finales y en los requisitos técnicos. Sin embargo, no contaron con el departamento de cumplimiento normativo de la empresa, un stakeholder clave, al encargarse de garantizar que el software cumpla con todas las regulaciones y normativas relevantes, como las relacionadas con la privacidad de los datos o la seguridad de la información. A medida que el proyecto avanza y se acerca al lanzamiento, el departamento de cumplimiento normativo revisa el software y encuentra que no cumple con ciertas regulaciones importantes, lo que obliga a detener el lanzamiento del producto.

Para aumentar las posibilidades de **identificar a todas las partes interesadas**, se los puede agrupar por **categorías**:

- **Internos:** Personas y grupos dentro de la organización:
  - **Alta dirección:** Dirección de nivel ejecutivo responsable de la supervisión general de todas las operaciones de la organización.
  - **Solicitantes:** La persona a la que se le ocurrió la idea del proyecto y todas las personas por las que pasó la solicitud.
  - **Director del proyecto (PM):** La persona con la responsabilidad general de llevar a buen término el proyecto.
  - **Miembros del equipo**<sup>1</sup>: Personas asignadas al proyecto cuyo trabajo dirige el gestor del proyecto.

<sup>1</sup>El PM junto con aquellos miembros del equipo que tienen conocimientos de gestión de proyectos (control de costes, tiempo, etc.) forman el **equipo de gestión del proyecto**. De esta manera, el equipo de dirección del proyecto:

- Ayuda y asume ciertas funciones del PM.

- **Grupos normalmente implicados:** Grupos que suelen participar en la mayoría de proyectos de la organización, como los departamentos de recursos humanos, finanzas, contratos y departamentos jurídicos.
- **Grupos necesarios solo para este proyecto:** Grupos o personas con conocimientos específicos relacionados con este proyecto.
- **Externos:** Personas y grupos externos a la organización:
  - **Clientes o usuarios:** Personas o grupos que compran o utilizan los productos o servicios.
  - **Colaboradores:** Grupos u organizaciones con los que puede llevar a cabo empresas conjuntas relacionadas con el proyecto.
  - **Vendedores, proveedores y contratistas:** Organizaciones que proporcionan personal, materias primas, equipos u otros recursos necesarios para realizar el trabajo del proyecto.
  - **Organismos reguladores:** Organismos gubernamentales que establecen normas y directrices que rigen algún aspecto del trabajo del proyecto.
  - **Sociedades profesionales:** Grupos de profesionales que pueden influir o estar interesados en el proyecto.
  - **El público:** La comunidad local, nacional e internacional de personas que pueden verse afectadas por el proyecto o estar interesadas en él.

Además de todos ellos, hay que destacar al **patrocinador/sponsor**, la persona que paga y patrocina el proyecto, por lo que se convierte en la máxima autoridad dentro del proyecto.

### 1.2. Dirección de proyectos

La dirección de proyectos no es nueva, sino que se realiza desde la antigüedad. Tradicionalmente, la dirección de proyectos ha sido una profesión accidental, porque la evolución de la carrera venía de ser algo técnico (por ejemplo, un analista, un consultor, un ingeniero, etc.), que llega a su tope dentro de la jerarquía de la organización y saltaba a la capa de gestión para poder seguir progresando. Sin embargo, esto es un **error**: no por ser muy buen técnico o tener muchos años de experiencia como técnico, se va a ser un buen director de proyectos, sino que hay que tener unos conocimientos a nivel de gestión para poder luego gestionar bien los proyectos.

**Definición 1.6** La **dirección de proyectos** consiste en la aplicación de **conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas** a las actividades del proyecto para conseguir cumplir los requisitos del mismo.

Por tanto, implica guiar un proyecto desde su inicio, pasando por su ejecución, hasta su cierre.

La dirección de un proyecto generalmente incluye, pero no se limita, a:

- Identificación de los requisitos del proyecto.
- Abordar las diversas necesidades, preocupaciones y expectativas de las partes interesadas.
- Establecer y mantener una comunicación activa con las partes interesadas.
- Gestión de recursos.
- Equilibrar las restricciones del proyecto, que incluyen, principalmente: alcance, cronograma, coste, calidad, riesgo.

- Es el grupo de soporte al PM dentro del proyecto.
- Le ayudan en la toma de decisiones.
- Le ayudan a controlar el proyecto.
- Le ayudan a evaluar riesgos.
- ...

Al final hacen funciones de PM, para descargar un poco al propio PM; según el volumen del proyecto, se necesitará más colaboración o menos de miembros del equipo que tengan conocimientos de gestión para repartir el trabajo.

En el entorno empresarial actual, los gestores de proyectos deben ser capaces de gestionar con **presupuestos más ajustados, plazos más cortos, escasez de recursos, tecnología que cambia rápidamente...**

En cuanto al objetivo de la dirección de proyectos, es proporcionar un resultado de **calidad** contando con las principales componentes/restricciones mostradas en la Figura 1.1 (**alcance, cronograma y costes**, que serán las tres **líneas base** del proyecto). De hecho, es necesario planificar esa calidad dentro del proyecto teniendo en cuenta los **riesgos** (eventos inciertos que pueden afectar al proyecto de forma negativa o positiva):

- **Negativos:** Hay que identificarlos, hacer análisis cualitativos y cuantitativos, proponer cómo se va a responder si aparecen e intentar mitigarlos.
- **Positivos:** Hay que intentar que aparezcan, potenciar, este tipo de riesgos, puesto que supondrían nuevas oportunidades.

Esto puede representarse de forma gráfica como se muestra en la Figura 1.6.

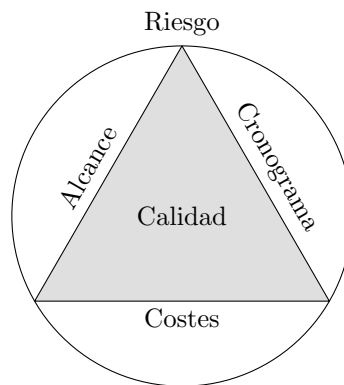


Figura 1.6: Objetivos de la dirección de proyectos

La **gestión eficaz de proyectos** ayuda a individuos, grupos y organizaciones a:

- Cumplir con los objetivos de negocio.
- Satisfacer las expectativas de las partes interesadas.
- Ser más predecible.
- Aumentar las posibilidades de éxito.
- Entregar el producto correcto en el momento adecuado.
- Resolver problemas y cuestiones.
- Responder a los riesgos de manera oportuna.
- Optimizar el uso de los recursos de la organización.
- Identificar, recuperar o finalizar proyectos fallidos.
- Administrar restricciones.
- Equilibrar la influencia de las restricciones en el proyecto (triple restricción).
- Gestionar mejor los cambios.

Los **proyectos mal gestionados** (o la ausencia de dirección de proyectos) pueden dar lugar a:

- Incumplimiento de plazos.
- Sobrecostes.
- Mala calidad.
- Re-trabajos.

- Expansión incontrolada del proyecto.
- Pérdida de reputación para la organización.
- Partes interesadas insatisfechas.
- Fracaso en la consecución de los objetivos para los que se emprendió el proyecto.

### 1.3. Rol y competencias del director de proyecto

El director de proyecto (project manager, PM) lidera al equipo del proyecto para conseguir los objetivos definidos en su concepción y satisfacer las expectativas de los interesados.

**Definición 1.7** El **project manager** es la persona asignada por la organización ejecutante del proyecto para **dirigir el equipo** responsable de lograr los **objetivos** del proyecto.

El trabajo del PM es **difícil**. Aunque la propia experiencia laboral del PM suele ser de naturaleza técnica, su éxito requiere una gran capacidad para identificar y resolver **problemas organizativos e interpersonales** delicados.

**Ejemplo 1.8** *A menudo, el PM coordina a profesionales técnicamente especializados, que pueden tener poca experiencia trabajando juntos, para lograr un objetivo común.*

El PM realiza el trabajo a través del **equipo de proyecto** y otras **partes interesadas**, por lo que debe desarrollar un conjunto de **competencias fundamentales** de naturaleza multidimensional:

- **Competencias técnicas:** Son las habilidades “duras” relacionadas con el dominio de las metodologías, procesos y herramientas de la dirección de proyectos. Incluye la gestión de las áreas de conocimiento (alcance, tiempo, costos, riesgos, calidad, etc.) y la capacidad de diseñar una estrategia a medida para el proyecto.
- **Personas:** Son las habilidades “blandas” necesarias para dirigir, motivar, coordinar y gestionar equipos y partes interesadas. Se centra en la inteligencia emocional, la comunicación, la gestión de conflictos y la capacidad de adaptar el estilo de liderazgo a la situación (liderazgo situacional).
- **Competencias estratégicas:** Es la capacidad de comprender el entorno amplio en el que se enmarca el proyecto. Implica entender la industria, la organización, su estrategia de negocio y cómo el proyecto contribuye a generar valor y lograr los objetivos estratégicos.

Las **presiones a corto plazo** del trabajo como PM pueden incitar a tomar **atajos**, aparentemente más fáciles, para proyectos más pequeños y menos formales donde parezca que no existe la necesidad de una planificación y un control organizados. Esto puede hacer que el PM, el equipo, o incluso la organización, paguen un precio en el futuro.

**Ejemplo 1.9** *Posibles atajos que pueden traer problemas a medio/largo plazo:*

- **Pasar directamente de iniciar el proyecto a realizar el trabajo por falta de tiempo:** Esta lógica es ilógica. Hay tiempo y recursos limitados para abordar las cuestiones críticas, y definitivamente no se puede permitir el cometer errores, lo que suele ocurrir al trabajar bajo presión. Por tanto, no se puede permitir el no planificar, sino que deben definirse las tareas/el trabajo a realizar.
- **La gestión estructurada de proyectos es solo para grandes proyectos:** No importa el tamaño del proyecto, la información que se necesita para realizarlo es la misma. ¿Qué hay que producir? ¿Qué trabajo hay que hacer? ¿Quién lo va a hacer? ¿Cuándo terminará? ¿Se han cumplido las expectativas? Los grandes proyectos pueden requerir muchas semanas o meses para desarrollar respuestas satisfactorias a estas preguntas, mientras que los proyectos pequeños que duran unos días o menos pueden requerir solo 15 minutos; pero, en cualquier caso, hay que responder a las preguntas.
- **Este proyecto ya se ha hecho muchas veces, así que ¿por qué hay que planificarlo de nuevo?:** Aunque los proyectos pueden ser similares a otros anteriores, algunos elementos siempre son diferentes (ver Sección 1.1.1): puede ser una ubicación distinta, haber gente nueva, una tecnología diferente, etc. Hay que asegurarse de que el plan tiene en cuenta la situación actual.

Además de todo esto, debido a la naturaleza temporal del proyecto, puede crear algunos retos de gestión:

- **Asignaciones adicionales:** Es posible que se pida a los empleados que acepten una asignación a un nuevo proyecto, **además de** (y no en lugar de) las asignaciones existentes. Y es posible que no se les pregunte cómo puede afectar el nuevo trabajo a sus proyectos actuales. Cuando surgen conflictos por el tiempo de una persona, es posible que la organización no disponga de directrices o procedimientos adecuados para resolverlos.
- **Gente nueva en equipos nuevos:** Personas que no han trabajado juntas antes y que ni siquiera se conocen pueden ser asignadas al mismo equipo del proyecto. Esta falta de familiaridad puede ralentizar el proyecto porque los miembros del equipo pueden:
  - Tener diferentes estilos de funcionamiento y comunicación.
  - Utilizar procedimientos diferentes para realizar el mismo tipo de actividad.
  - No tener tiempo para desarrollar el respeto y la confianza mutuos.

Se entra en más detalle en la Sección 4.4.4.

- **Sin autoridad directa:** Según el tipo de estructura organizativa (ver Sección 1.4), el PM puede no tener autoridad directa sobre los miembros del equipo. Por tanto, no puede aplicar las recompensas que suelen fomentar el rendimiento del equipo (como aumentos salariales, evaluaciones de rendimiento superiores, ascensos laborales...). Además, los conflictos sobre compromisos de tiempo o dirección técnica pueden requerir la aportación de varias fuentes. Por ello, no pueden resolverse con una decisión unilateral.

## 1.4. Tipos de estructuras organizativas

Hay tres tipos de organizaciones:

- **Funcionales.** Organizaciones que reúnen en **grupos funcionales** (departamentos) a personas que realizan tareas similares o que utilizan el mismo tipo de competencias y conocimientos. En esta estructura, las personas se gestionan mediante líneas claras de autoridad que se extienden a través de cada grupo hasta el subdirector y, en última instancia, hasta una única persona en la cúspide (director general). Por ejemplo, en la Figura 1.7, se ve que todas las personas que desempeñan funciones de recursos humanos de la organización (como contratación, formación y gestión de beneficios) están en el grupo de recursos humanos, que depende del director general. En la estructura funcional, el director del proyecto tiene menos autoridad sobre los miembros del equipo que en cualquier otro tipo de estructura organizativa. De hecho, actúa más como coordinador del proyecto que como director del mismo, ya que los subdirectores mantienen toda la autoridad sobre los miembros del equipo del proyecto y el presupuesto del mismo. En la Figura 1.7 se muestra un ejemplo de organización funcional, donde el personal sombreado sería aquel involucrado en las actividades del proyecto que se está realizando.
  - Ventajas:
    - Cada grupo funcional es experto en su área de especialización.
    - Relaciones jerárquicas claras.
    - Los grupos funcionales proporcionan a las personas un entorno de trabajo centrado y de apoyo.
  - Desventajas:
    - Dificulta la colaboración eficaz entre diferentes grupos funcionales.
    - El principal interés de los miembros del grupo funcional es realizar eficazmente las tareas de su área más que lograr objetivos y resultados.
    - Un grupo funcional puede tener dificultades para conseguir la adhesión y el apoyo a su proyecto de otros grupos funcionales que deberían apoyar el proyecto o se verán afectados por él.

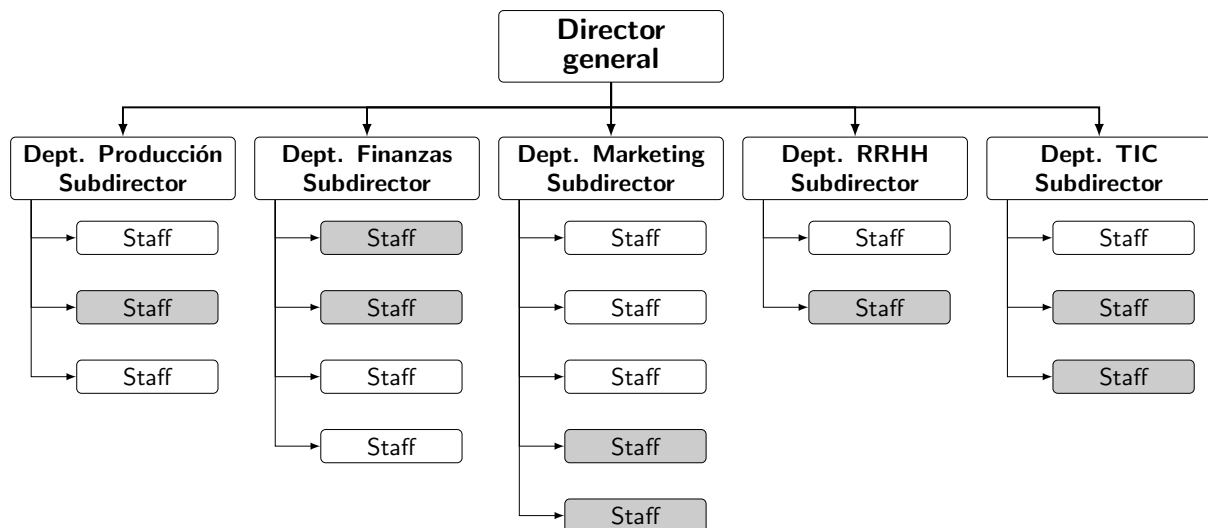


Figura 1.7: Ejemplo de organización funcional

- Proyectizadas.** Agrupa a todo el personal que trabaja en un proyecto concreto. Los miembros del equipo del proyecto suelen estar juntos y bajo la autoridad directa del director del proyecto durante la duración del mismo. El director de proyecto tiene una **autoridad casi total** sobre los miembros de su equipo en la estructura proyectizada. Realiza las asignaciones y dirige las tareas de los miembros del equipo; controla el presupuesto del proyecto; lleva a cabo las evaluaciones de rendimiento y aprueba los aumentos, bonificaciones y vacaciones de los miembros del equipo y de los miembros del equipo. En la Figura 1.8 se ve que en los proyectos 1 y 2 están trabajando 4 personas, mientras que en el proyecto 3 hay 5 empleados.

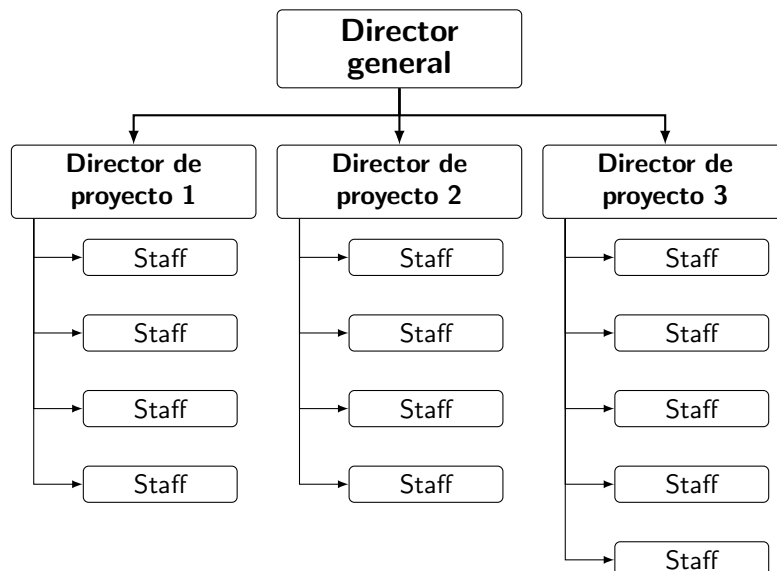


Figura 1.8: Ejemplo de organización proyectizada

- Ventajas:**
  - Todos los miembros del equipo de proyectos dependen directamente del director de proyecto.
  - Los miembros del equipo de proyectos pueden desarrollar más fácilmente un sentido compartido de identidad, lo que se traduce en un mayor compromiso mutuo y posibilidad de éxito del proyecto.
  - Todos los miembros del equipo comparten los procesos para realizar el trabajo del proyecto, la comunicación, la resolución de conflictos y la toma de decisiones.
- Desventajas:**

- Altos costes de personal.
  - Reducción del intercambio técnico entre proyectos.
  - Reducción de la continuidad de la carrera profesional, de las oportunidades y de la sensación de seguridad en el empleo.
- **Matriciales.** Cada vez con mayor frecuencia, los proyectos implican y afectan a muchas áreas funcionales de una organización. Como resultado, el personal de estas diferentes áreas debe trabajar conjuntamente para llevar a cabo con éxito el trabajo del proyecto. La estructura organizativa matricial combina elementos de las estructuras funcional y proyectizada para facilitar la participación receptiva y eficaz de personas de distintas partes de la organización en proyectos que requieren de sus conocimientos especializados. Como muestra la Figura 1.9, en una estructura organizativa matricial, se asignan personas de distintas áreas de la organización para trabajar en proyectos. Los jefes de proyecto dirigen la realización de las actividades del proyecto, mientras que los supervisores directos de las personas (de los departamentos de finanzas, producción y ventas) realizan tareas administrativas, como la evaluación formal del rendimiento de las personas y la aprobación de ascensos, aumentos salariales o solicitudes de permisos. Dado que una persona puede estar en un proyecto menos del 100 % de su tiempo, puede trabajar en más de un proyecto a la vez.

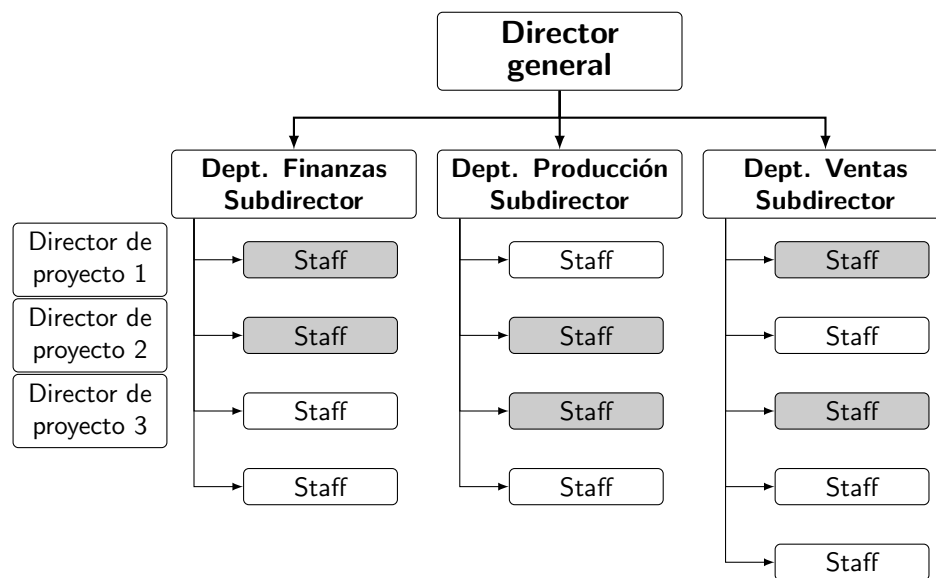


Figura 1.9: Ejemplo de organización matricial

- **Ventajas:**
  - Los equipos pueden reunirse rápidamente.
  - Conseguir el apoyo de las unidades funcionales de los miembros del equipo es más fácil con la estructura matricial que con las estructuras funcionales o por proyectos.
  - Se maximiza la utilización de los recursos humanos.
- **Desventajas:**
  - El control es compartido, al menos, entre dos jefes.
  - Los miembros del equipo pueden no estar familiarizados con los estilos y conocimientos de los demás.
  - Los miembros del equipo pueden centrarse más en sus tareas individuales y menos en el proyecto y sus objetivos.

Un entorno matricial se clasifica como débil, fuerte o equilibrado, en función del grado de autoridad de los directores de proyecto sobre sus equipos:

- **Matricial débil:** Los miembros del equipo del proyecto reciben la mayor parte de sus instrucciones de sus jefes funcionales. Los directores de proyecto tienen poca o ninguna autoridad directa sobre los miembros del equipo y en realidad funcionan más como coordinadores de proyecto que como gestores.

- **Matricial fuerte:** Las empresas con estructuras matriciales fuertes eligen a los jefes de proyecto para los nuevos proyectos de entre un grupo de personas cuyo único trabajo es gestionar proyectos, por lo que estas personas nunca actúan como miembros del equipo. A menudo, estos directores de proyectos forman una única unidad organizativa que depende de un subdirector de directores de proyectos. Además de dirigir y orientar el trabajo del proyecto, estos directores de proyectos tienen bastante autoridad administrativa sobre los miembros del equipo, como el derecho a participar en sus evaluaciones de rendimiento. Por ello, en una estructura matricial fuerte, los subdirectores tienen, en general, poca autoridad sobre los empleados.
- **Matricial equilibrada:** Las personas son asignadas para dirigir proyectos o actuar como miembros de un equipo en función de las necesidades de los proyectos y no de la descripción de su puesto. Aunque el director de proyecto puede tener cierta autoridad administrativa sobre los miembros del equipo (como aprobar las solicitudes de permisos), en su mayor parte, el director de proyecto guía, coordina y facilita el proyecto. Así, en estas estructuras la autoridad es media tanto para los subdirectores como para los gestores de proyecto.

La Figura 1.10 muestra el nivel de autoridad del gestor de proyecto y el subdirector según el tipo de estructura organizativa.

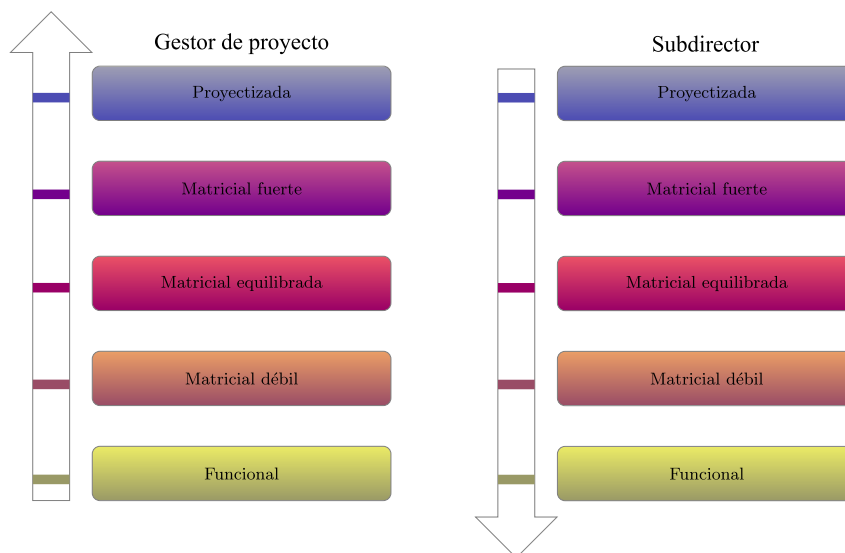


Figura 1.10: Autoridad del gestor de proyectos y subdirector según el tipo de estructura organizativa

## 1.5. Líneas base

**Definición 1.8** Las **líneas base** del plan para la dirección del proyecto son las **referencias del proyecto** en cuanto a alcance, tiempo y coste, de modo que la **ejecución** del proyecto pueda ser **medida y comparada** con esas referencias y que se pueda **gestionar el desempeño**.

Estas líneas base se corresponden con el “**triángulo de la triple restricción**”, puesto que si se cambia algo de cualquiera de ellos, afectaría a los otros lados (Figura 1.11).

### 1.5.1. Indicadores clave de desempeño (KPIs)

Una vez elaborado el mapa estratégico del proyecto a través de las líneas base, se derivan los **indicadores clave de desempeño (KPIs)**.

**Definición 1.9** Un **indicador clave de desempeño (KPI)** es una **medida de rendimiento** importante que sirve para determinar el **grado de avance** hacia un objetivo concreto.



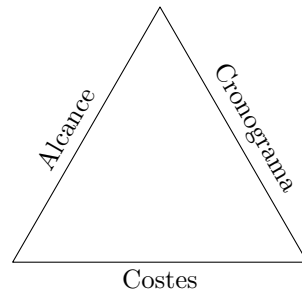


Figura 1.11: Líneas base de la dirección del proyecto

Cuantifican el desempeño del proyecto y permiten tomar decisiones correctivas.

Es importante elegir buenos KPI. El indicador de desempeño debe ser pertinente y válido, determinando para cada KPI el valor actual y los que deben alcanzarse a lo largo del tiempo; al vincularlos a umbrales de actuación, se tomarán acciones al identificar que un KPI está fuera del rango aceptable. En la Tabla 1.1 se presentan algunas recomendaciones para saber si el KPI definido es apropiado.

Criterio	Verificación
Pertinencia	¿Mide directamente un objetivo crítico?
Validez	¿Se ve afectado solo por las variables que pretende medir?
Sensibilidad	¿Detecta variaciones significativas en el desempeño?
Controlabilidad	¿Puede el equipo influir directamente en el resultado?

Tabla 1.1: Checklist para evaluación de KPIs

Se recomienda establecer KPIs de diferentes áreas. Los más habituales suelen ser:

- Gestión:
  - CPI (Cost Performance Index)
  - SPI (Schedule Performance Index)
- Calidad:
  - Tasa de defectos por entregable
  - % de requisitos validados en primera revisión
  - Coste de no calidad (retrabajos)
- Riesgo
  - % de contingencias consumidas
  - Eficacia de respuestas (riesgos mitigados/totales)

## 1.6. Marcos y estándares

En el ámbito de la dirección de proyectos, existen diversos marcos y estándares que proporcionan metodologías, buenas prácticas y guías para gestionar proyectos de manera efectiva. Entre los más reconocidos a nivel internacional se encuentran los del **Project Management Institute (PMI)** y los de la **International Project Management Association (IPMA)**. Mientras el PMI se centra en “qué hacer” (procesos como “Desarrollar el cronograma”), la IPMA enfatiza “cómo hacerlo” (liderazgo para motivar al equipo durante retrasos). En la Tabla 1.2 se muestra de manera resumida una comparativa entre ambos enfoques.

A lo largo de la asignatura, se va a usar PMI como columna vertebral para enseñar gestión operativa de proyectos, y se introducirá IPMA como marco de desarrollo personal y profesional del PM. De esta forma, se aporta un enfoque integrado y completo, dando una visión más moderna y adaptable de la profesión.

Aspecto	PMI	IPMA
Qué evalúa/define	Qué debe hacerse en el proyecto y cómo hacerlo (procesos)	Qué debe saber, ser y hacer el PM (competencias)
Estructura del marco	5 grupos de procesos, 10 áreas de conocimiento	3 áreas de competencia: técnica, personal, contexto
En qué se basa	Procesos definidos (inicio, planificación, ejecución...)	Competencias personales, técnicas y del entorno
Gestión del proyecto	Se gestiona a través de procesos estándar	Se gestiona con base en las capacidades del PM
Flexibilidad	Alta, pero requiere experiencia para adaptar	Alta, porque depende del PM
Documentación requerida	Múltiples planes (riesgos, alcance, calidad...)	Ninguna específica requerida
Objetivo del marco	Entregar proyectos siguiendo un enfoque estándar	Formar líderes capaces de adaptarse a cualquier entorno
Ejemplo concreto	“Planificar la gestión de riesgos” → implica inputs, tools&techniques, outputs definidos	“Demostrar liderazgo en la gestión de riesgos” → enfoque en actitud y toma de decisiones

Tabla 1.2: Comparativa entre enfoques PMI e IPMA

### 1.6.1. Project Management Institute (PMI)

El **Project Management Institute (PMI)** es una de las organizaciones líderes en la promoción de estándares y certificaciones en dirección de proyectos. Su marco de trabajo más conocido es el **PMBOK® Guide (Project Management Body of Knowledge)**, que se ha convertido en una referencia global.

**Definición 1.10** El **PMBOK® Guide** es un marco de buenas prácticas que describe los procesos, herramientas y técnicas utilizadas en la dirección de proyectos. Está organizado en áreas de conocimiento y grupos de procesos para facilitar la planificación, ejecución, monitorización y cierre de proyectos.

Define qué debe hacerse en el proyecto y cómo hacerlo mediante una serie de **procesos**, por lo que es estructurado y operativo, lo que facilita “cómo gestionar” un proyecto paso a paso. Además, ofrece herramientas prácticas para el desarrollo de la dirección del proyecto.

**Definición 1.11** Los **procesos** describen las **acciones necesarias** para gestionar el proyecto.

Cada proceso de dirección de proyectos produce uno o más **outputs** (salidas) de uno o varios **inputs** (entradas) mediante el uso de **tools & techniques** (herramientas y técnicas) de dirección de proyectos apropiadas (ver Figura 1.12).

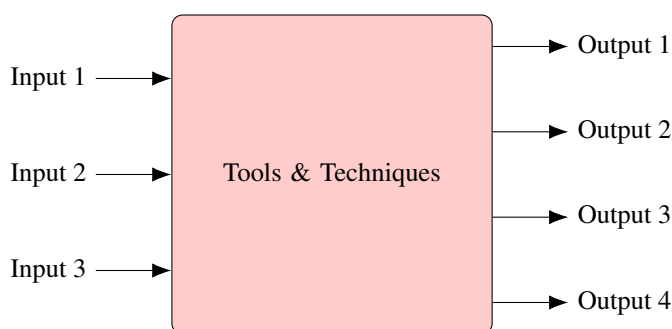


Figura 1.12: Proceso de dirección de proyectos

El resultado de un proceso generalmente resulta en:

- Un input a otro proceso.
- Un entregable del proyecto o fase del proyecto.

En general, los procesos se pueden clasificar en tres categorías:

- **Procesos utilizados una vez o en puntos predefinidos del proyecto.**

**Ejemplo 1.10** *Desarrollar el plan de ejecución del proyecto; cerrar una fase del proyecto.*

- **Procesos que se realizan periódicamente según sea necesario**

**Ejemplo 1.11** *El proceso de adquisición de recursos se realiza a medida que se necesitan recursos; el proceso de realizar adquisiciones se realiza antes de necesitar el artículo adquirido.*

- **Procesos que se realizan de forma continua a lo largo del proyecto**

**Ejemplo 1.12** *Muchos de los procesos de monitorización y control están en curso desde el inicio del proyecto hasta que se cierra.*

Los procesos de la dirección de proyectos se agrupan en **cinco grupos de procesos**.

**Definición 1.12** Un **grupo de procesos** es un **agrupamiento lógico de procesos** de la dirección de proyectos para **alcanzar objetivos** específicos del proyecto.

Estos grupos de procesos son:

- **Inicialización:** Se reconoce que el proyecto, la fase o la actividad debe comenzar (aclarar la necesidad empresarial). Este proceso incluye la definición de los objetivos, las expectativas de alto nivel y los presupuestos de recursos del proyecto/fase/subproyecto. Se empieza a identificar las partes interesadas y se realiza el **acta de constitución** del proyecto, que supone la autorización para empezar el proyecto.

Todos los proyectos empiezan con una idea. Los responsables de la toma de decisiones tienen en cuenta las dos cuestiones siguientes a la hora de decidir si seguir adelante con un proyecto:

- **¿Se debería hacer?:** ¿Merecen la pena los beneficios que se espera obtener frente a los costes que habrá que pagar?
- **¿Se puede hacer?:** ¿Es el proyecto técnicamente viable? ¿Se dispone de los recursos necesarios?

Si la respuesta a ambas preguntas es “Sí”, el proyecto puede pasar al grupo de procesos de planificación, durante la cual se elabora un plan de proyecto. Si la respuesta a cualquiera de las dos preguntas es un “No” rotundo y definitivo, el proyecto no debe avanzar bajo ninguna circunstancia. Si no se puede hacer nada para que sea deseable y viable, los responsables de la toma de decisiones deben cancelar el proyecto inmediatamente. Cualquier otra cosa garantiza el despilfarro de recursos, la pérdida de oportunidades y la frustración del personal.

**Ejemplo 1.13** *El responsable del departamento de publicaciones de una empresa acaba de recibir una solicitud para imprimir un documento de 20000 páginas en diez minutos, lo que requiere un equipo que pueda imprimir 2000 páginas por minuto. La impresora de la organización tiene una velocidad máxima de 500 páginas por minuto, y los proveedores de la organización confirman que el equipo de impresión más rápido disponible en la actualidad tiene una velocidad máxima de 1000 páginas por minuto. ¿Se debe aceptar planificar y llevar a cabo este proyecto cuando se sabe que no se puede cumplir la solicitud? Por supuesto que no. En lugar de prometer algo que se sabe que no se puede cumplir, se debe considerar la posibilidad de preguntar al cliente si puede cambiar la petición. Por ejemplo, ¿puede aceptar el documento en 20 minutos? ¿Puede reproducir ciertas partes del documento en los primeros diez minutos y el resto más tarde?*

- **Planificación:** Se detalla el alcance del proyecto, los plazos, los recursos y los riesgos, así como los enfoques previstos para las comunicaciones del proyecto, la calidad y la gestión de las compras externas de bienes y servicios. En general, se **diseña un plan** para cumplir con los objetivos, que se pondrá por escrito para aclarar detalles y reducir las posibilidades de olvidar algo. A menudo, la presión por obtener resultados rápidos anima a la gente a saltarse la planificación e ir directamente a las tareas. Aunque esta estrategia puede generar mucha actividad inmediata, también crea grandes posibilidades de despilfarro y errores, por lo que no es una práctica recomendable. De hecho, el éxito del proyecto depende en gran medida de la **claridad y precisión** del plan, así como de si la gente considera que puede cumplirlo o no. Por eso, considerar proyectos pasados e involucrar a la gente en el desarrollo del plan, lo hacen más realizable y anima al personal a cumplirlo.
- **Ejecución:** Es el momento de ejecutar el plan creado y **realizar las tareas** asegurando la calidad según el alcance y dentro de plazo y coste. Se establece y gestiona el equipo del proyecto, coordinando los recursos para llevar a cabo el plan determinado. Se miden y obtienen datos para tomar decisiones. Es importante **reportar el estado** de lo que se genera para hacer el proceso de monitorización y control.
- **Monitorización y control:** Se debe asegurar que se siguen los planes del proyecto y que se alcanzan los resultados deseados. Para ello, se comprueba el **rendimiento del proyecto**, fase o actividad (se compara con lo planificado), para tomar las decisiones y/o acciones correctoras necesarias para ayudar a garantizar que los planes del proyecto se implementan con éxito y se consigan los **resultados deseados**. Si hay que hacer cambios, se deberán modificar las planificaciones y repetir el proceso hasta llegar al final proyecto, cuando se hará el cierre. En este grupo de procesos es muy importante **mantener informados** a las partes interesadas sobre los logros del proyecto, los problemas que se están encontrando y las posibles revisiones al plan establecido.
- **Cierre:** Formalización de la **aceptación** del producto o servicio final (objetivo del proyecto) y fin de proyecto. También puede darse una **finalización anticipada** si el proyecto se sale del alcance de presupuesto, de tiempo, etc., y no interesa acabarlo. Es recomendable realizar una evaluación posterior al proyecto con el equipo del proyecto para reconocer los logros del proyecto y debatir las lecciones que puede aplicar al siguiente proyecto (**lecciones aprendidas**); como mínimo, se deberían tomar notas informales sobre estas lecciones para saber cómo utilizarlas en el futuro.

La Figura 1.13 muestra cómo interaccionan los grupos de procesos de la dirección de proyectos.

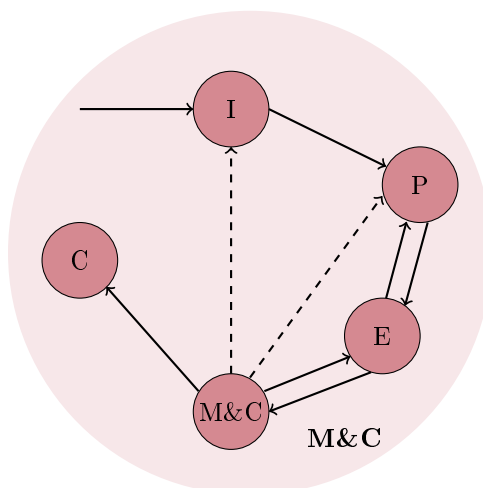


Figura 1.13: Grupos de procesos

- Las flechas que se mueven en el sentido de las agujas del reloj desde el inicio indican que el proceso se mueve generalmente en orden desde el inicio hasta la planificación, la ejecución, la monitorización y el control, y el cierre.
- Las flechas dobles entre los grupos de procesos de planificación, ejecución y control ilustran que a menudo se pasa de uno a otro en función de los acontecimientos. Si durante la ejecución se dispone de nueva información, se puede volver a la planificación.

**Ejemplo 1.14** *El proceso de control integrado de cambios forma parte del grupo de procesos de control, pero se ocupa de las solicitudes de cambio realizadas durante el grupo de procesos de ejecución. Una vez finalizado, se vuelve a la ejecución para llevar a cabo los cambios aprobados y comunicar los resultados del control integrado de cambios.*

- La flecha de puntos que vuelve de monitorización y control a la iniciación indica que, en determinadas circunstancias limitadas, se puede entrar en la iniciación.

**Ejemplo 1.15** *El proyecto tiene tantos problemas que se reevalúa la necesidad empresarial.*

- La flecha de puntos que vuelve de monitorización y control a la planificación indica que, cuando se detectan desviaciones o problemas durante el seguimiento, puede ser necesario ajustar los planes para alinear el proyecto con los objetivos establecidos.

**Ejemplo 1.16** *Si durante la monitorización se identifica un retraso significativo, puede ser necesario replanificar el cronograma para cumplir con los hitos críticos.*

- El círculo sombreado con la etiqueta M&C que encierra el resto de los grupos de procesos representa que la monitorización y control se lleva a cabo de principio a fin en el proyecto. El trabajo en todos los demás grupos de procesos tiene lugar en el contexto de la monitorización y control continuos.

Además de los grupos de procesos, los procesos también se clasifican en **diez áreas de conocimiento**.

**Definición 1.13** Un **área de conocimiento** es un área identificada de la dirección de proyectos definida por sus **requisitos de conocimientos** y que se describe en términos de los **procesos**, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que la componen.

Por lo tanto, representan los diferentes aspectos que un PM debe abordar durante el ciclo de vida de un proyecto. Las diez áreas de conocimiento son:

- **Integración:** Incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección de proyectos dentro de los grupos de procesos de dirección de proyectos.
- **Alcance:** Incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y **solo el trabajo requerido**, para completar el proyecto con éxito.
- **Cronograma:** Incluye los procesos necesarios para gestionar la finalización oportuna (en plazo) del proyecto.
- **Coste:** Incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, valoración, financiación, administración y control de costes para que el proyecto pueda completarse dentro del presupuesto aprobado.
- **Calidad:** Incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización considerando la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y del producto, con el fin de satisfacer las expectativas de las partes interesadas y cumplir las necesidades para las que fue creado.
- **Recursos:** Incluye los procesos para identificar, adquirir y administrar los recursos necesarios para la finalización exitosa del proyecto, haciendo el uso más efectivo de los recursos involucrados.
- **Comunicación:** Incluye los procesos necesarios para garantizar que se satisfagan las necesidades de información del proyecto y sus partes interesadas, mediante el desarrollo de artefactos y la implementación de actividades diseñadas para lograr un intercambio de información efectivo.
- **Riesgo:** Incluye los procesos de planificación de gestión de riesgos, identificación, análisis, planificación de respuestas, implementación de respuestas y monitorización de riesgos en un proyecto.

- **Adquisiciones:** Incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados necesarios de fuera del equipo del proyecto o la organización.
- **Stakeholders:** Incluye los procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que podrían tener un impacto o ser impactados por el proyecto, para analizar sus expectativas y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión apropiadas para involucrarlos efectivamente en las decisiones y la ejecución del proyecto.

La Figura 1.14 muestra de manera esquemática la relación entre los procesos, los grupos de procesos y las áreas de conocimiento.

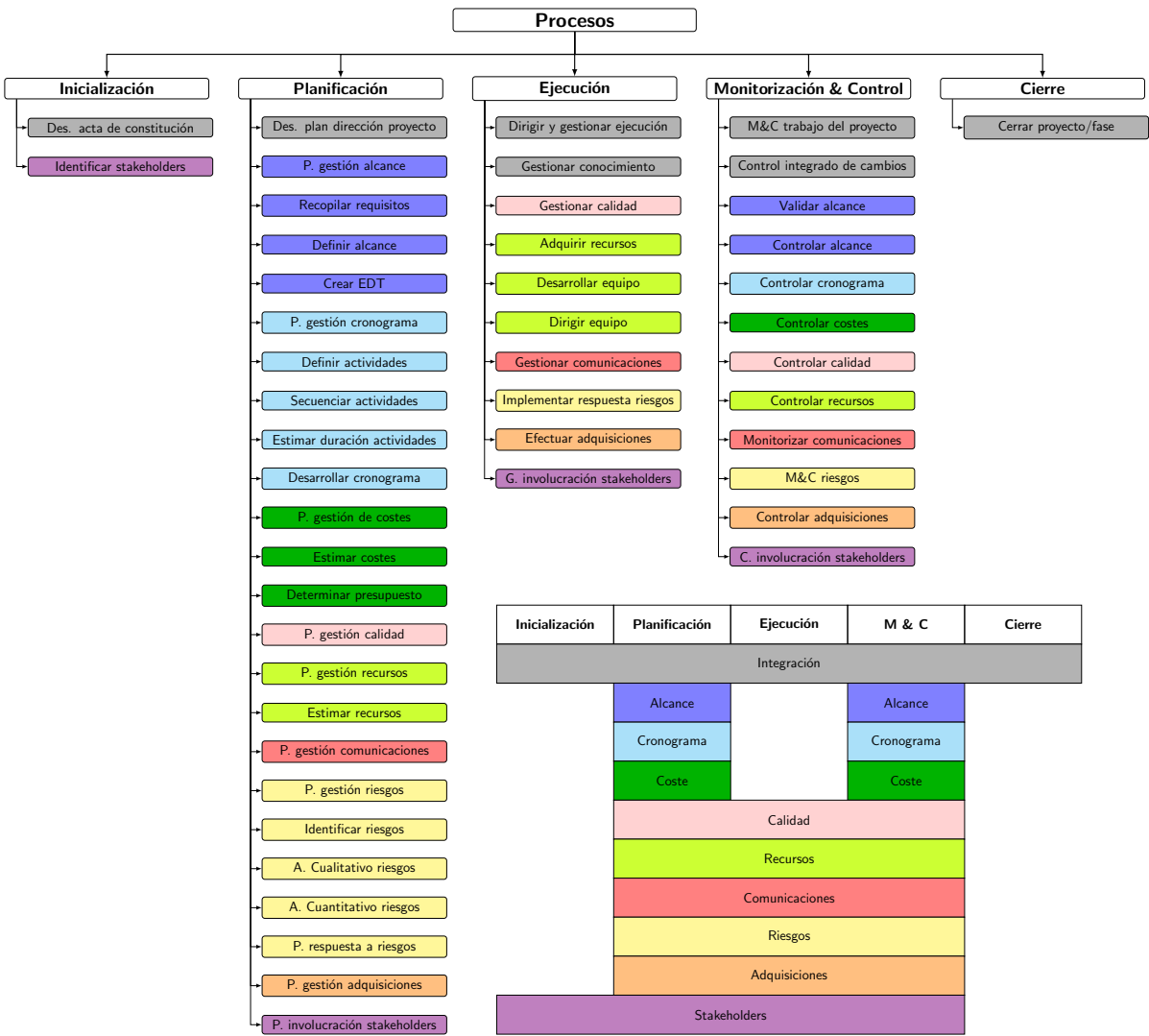


Figura 1.14: Grupos de procesos y áreas de conocimiento

**Ejercicio 1.1** Hacer un diagrama análogo al de la Figura 1.14, pero agrupando por áreas de conocimiento y sombreando según el grupo de proceso.

Según el PMI, las **competencias** fundamentales del PM forman el **triángulo del talento** (ver Figura 1.15):

- **Gestión técnica de proyectos:** Habilidades técnicas relacionadas con la dirección de proyectos, es decir, con las áreas de conocimiento (costes, riesgos, cronograma, etc.). Según los estudios, algunos de los aspectos destacables de los PM eficientes son:
  - Dedicar tiempo a la planificación del proyecto.
  - Manejar todos los elementos del proyecto de una manera integradora.



Figura 1.15: Triángulo del talento

- Ser capaz de adaptarse a cada proyecto (diseñar una estrategia a medida para el proyecto, seleccionando el mejor enfoque —tradicional/ágil—).
- **Liderazgo:** Habilidades para dirigir, motivar, coordinar y gestionar al equipo. El PM debe liderar al equipo, por lo que deben poseer ciertas capacidades:
  - Ser optimista y positivo.
  - Ser colaborativo.
  - Gestionar relaciones y conflictos creando un ambiente de confianza.
  - Dar crédito a quien se lo merezca.
  - No dejar de aprender.
  - Ser respetuoso e íntegro.
- **Gestión estratégica y de negocio:** Conocimiento de la industria y del negocio/organización para obtener el mayor resultado de beneficios posible en el proyecto (entender el core de la organización, hacia dónde va orientado el negocio para tenerlo en cuenta dentro de los proyectos):
  - Ser capaces de explicar a terceras partes los aspectos esenciales del negocio que afecten al proyecto (hacer un resumen a alto nivel de qué es lo que se está haciendo en el proyecto).
  - Trabajar conjuntamente con el sponsor, equipo y expertos de la organización.
  - Implementar estrategias que potencien el valor de negocio del proyecto.

### 1.6.2. International Project Management Association (IPMA)

La **International Project Management Association (IPMA)** es una organización global líder en el desarrollo de estándares y certificaciones en dirección de proyectos, con un enfoque centrado en las **competencias individuales** más que en procesos estructurados. Su marco de referencia principal es la **ICB (Individual Competence Baseline)**, que establece las bases para evaluar y desarrollar las habilidades de los profesionales en dirección de proyectos.

**Definición 1.14** La **ICB (Individual Competence Baseline)** es un estándar que define las competencias esenciales requeridas para gestionar proyectos, programas y portafolios de manera efectiva. Se enfoca en el desarrollo integral del profesional, abarcando habilidades técnicas, de comportamiento y contextuales.

La ICB clasifica las competencias en **tres áreas**, conocidas como el **ojo de la competencia** (Figura 1.16):

- **Perspectiva:** se agrupan los métodos, herramientas y técnicas a través de las cuales los individuos interactúan con su entorno, así como las razones que mueven a las personas, organizaciones y a las sociedades a empezar y sostener proyectos, programas y carteras de proyectos. Incluye:
  - **Estrategia:** Una organización suele tener metas y objetivos claros y, muy frecuentemente, los proyectos y programas contribuyen al cumplimiento de esas metas y objetivos, mientras que las carteras de proyectos y programas se priorizan de acuerdo a esas metas y objetivos.





Figura 1.16: Ojo de la Competencia de IPMA

- **Gobernanza, estructuras y procesos:** Tanto los internos a la organización como los externos, crean el contexto formal de un proyecto, programa o cartera de proyectos. La cantidad e interdependencia de las interfaces de proyectos, programas o carteras con este contexto, define una parte importante de la complejidad. Puede significar que un proyecto, programa o cartera de proyectos tenga que lidiar con procesos o estructuras heredados que respondían a objetivos claros cuando fueron establecidos pero que resultan engorrosos de usar en la situación actual.
- **Cumplimiento, estándares y regulaciones:** Abarcan las leyes, regulaciones, estándares y herramientas relevantes que reflejan las prioridades, mejores prácticas y demandas de la organización, la industria, la sociedad y los organismos reguladores profesionales.
- **Poder e interés informal de las personas dentro de la organización:** Puede tener una enorme influencia en el éxito de cualquier proyecto, programa y cartera de proyectos. Esta es la contraparte informal e implícita de la estrategia de la organización. Las personas no solo están motivadas por las leyes formales y los objetivos de la organización; también tienen metas y objetivos personales.
- **Cultura y valores de una organización (o sociedad):** Son, en su mayor parte, informales e implícitos. Por supuesto, la organización puede intentar influenciar la cultura informal con la declaración formal y explícita de su misión y de sus valores corporativos. Aun así, la mayoría de los valores culturales se mantienen implícitos e informales, aunque tienen influencia sobre todos los demás elementos de perspectiva. Comprender los usos, costumbres, convenciones y prácticas de una organización o sociedad es, por lo tanto, un requisito esencial para el éxito de cualquier proyecto, programa o cartera de proyectos.
- **Personas:** Consisten en las competencias personales e interpersonales que se requieren para participar o dirigir exitosamente en un proyecto, programa o portfolio. Incluye:
  - **Autorreflexión y autogestión:** Discute los atributos personales básicos relacionados con el conocimiento de uno mismo y la capacidad de gestionarse de manera efectiva.
  - **Integridad personal y fiabilidad:** Aborda los atributos personales básicos de ética, honestidad y consistencia en el comportamiento.
  - **Comunicación personal:** Describe la comunicación efectiva con otros, esencial para la interacción y el entendimiento mutuo.
  - **Relaciones y participación:** Se enfoca en la construcción y mantenimiento de relaciones productivas y en la participación activa con las partes interesadas.
  - **Liderazgo:** Describe cómo los proyectos, programas y carteras se apoyan cada vez más en la capacidad de liderar e influir en otros.
  - **Trabajo en equipo:** Representa un aspecto específico del liderazgo, centrado en la capacidad de colaborar y fomentar la sinergia dentro de un grupo.
  - **Conflictos y crisis:** Aborda otro aspecto crucial del liderazgo: la habilidad para gestionar disputas y situaciones de crisis de manera efectiva.
  - **Ingenio:** Describe formas de pensamiento (conceptual, holística, analítica y creativa) y se enfoca principalmente en crear un entorno de equipo abierto y creativo para optimizar las contribuciones individuales.



- **Negociación:** Describe la capacidad para alcanzar resultados que están en el interés del proyecto, programa o cartera y que son aceptables para las otras partes involucradas.
- **Orientación a resultados:** Describe las formas en que un individuo puede estimular y dirigir a su equipo para obtener los resultados óptimos.
- **Práctica:** Métodos, herramientas y técnicas específicos utilizados en proyectos, programas y carteras de proyectos para lograr su éxito.
  - **Diseño de proyecto, programa o cartera de proyectos:** Priorizar y traducir requisitos en un diseño de proyecto, programa o cartera. Define opciones de alto nivel (construir o comprar, enfoque lineal o iterativo, financiación, obtención de recursos, cómo dirigirlo). Este diseño sirve de base para ser especificado e implementado en las demás competencias de práctica.
  - **Requisitos, objetivos y beneficios:** Gestionar las diferentes demandas y expectativas relativas a los resultados, así como los objetivos y cómo estos se priorizan para asegurar la obtención de beneficios.
  - **Alcance:** Definir y gestionar los límites específicos del proyecto, programa o cartera de proyectos, asegurando que se incluye todo el trabajo necesario, y solo el trabajo necesario.
  - **Tiempo:** Enfocarse en el orden, la secuencia y la planificación temporal de la entrega del proyecto, programa o cartera.
  - **Organización e información:** Diseñar la organización del equipo y gestionar su flujo de información y comunicación interna para asegurar el buen funcionamiento.
  - **Calidad:** Describir las demandas y organizar la gestión de la calidad, tanto de los procesos empleados como de los productos o resultados entregados.
  - **Finanzas:** Gestionar las restricciones y el flujo de dinero asociado al proyecto, programa o cartera.
  - **Recursos:** Gestionar los recursos humanos y de otro tipo (equipos, materiales, tecnología) necesarios para la ejecución.
  - **Aprovisionamiento y alianzas:** Gestionar los procesos de adquisición de recursos externos y el establecimiento de alianzas necesarias.
  - **Planificación y control:** Integrar y controlar todas las actividades, asegurando que el trabajo se realiza de acuerdo con el plan y realizando los ajustes necesarios.
  - **Riesgos y oportunidades:** Identificar, priorizar, planificar y mitigar los riesgos, así como explotar las oportunidades.
  - **Partes interesadas:** Identificar, analizar, comprometer y gestionar las expectativas de todas las partes interesadas.
  - **Cambio y transformación:** Gestionar los cambios en la organización que son necesarios para la obtención de los beneficios del proyecto o programa.
  - **Selección y equilibrio** (aplicable a programas y carteras): Seleccionar, priorizar y equilibrar los componentes (proyectos y otras actividades) dentro de un programa o cartera para alinearlos con los objetivos estratégicos.

Por ello, la ICB es **flexible y adaptable**, permitiendo su aplicación en diversos sectores y culturas organizacionales y se enfoca en desarrollar el “saber ser y hacer” del PM para ver si éste tiene las capacidades personales y profesionales necesarias para llevar a cabo cualquier proyecto, más allá de la metodología usada: liderazgo, ética, gestión de conflictos, adaptabilidad. Por ello, no prescribe metodologías específicas, sino que **empodera al profesional** para aplicar las mejores prácticas según el contexto del proyecto.



## **Parte I**

# **Gestión de proyectos tradicional**

**Para la gestión de proyectos tradicional, se organizan 5 temas, uno para cada grupo de procesos (inicialización, planificación, ejecución, monitorización y control y cierre)**



---

## Tema 2

# Inicio del proyecto

---

El éxito de un proyecto no es fruto de la casualidad, sino el resultado de una **planificación metódica** y una **ejecución disciplinada**. Sin embargo, incluso la ejecución más impecable está condenada al fracaso si los cimientos sobre los que se construye el proyecto son débiles. La fase de **inicio** constituye precisamente ese cimiento. Es en esta etapa preliminar donde se sientan las bases para todo el ciclo de vida del proyecto, definiendo su **propósito fundamental**, su **viabilidad** y su **legitimidad** dentro de la organización. Antes de movilizar recursos, asignar tareas o elaborar cronogramas detallados, es imperativo responder a las preguntas estratégicas esenciales:

- ¿**Por qué** se debe emprender este proyecto? ¿Qué **valor** aportará a la organización?
- ¿**Con qué** reglas se hará?
- ¿Es **viable** desde un punto de vista económico?
- ¿Quién lo **autoriza** y quién se **beneficiará** o se **verá afectado** por él?

Dominar esta fase es, en esencia, asegurar que el proyecto tiene una **razón de ser** sólida y un **rumbo claro** antes de navegar hacia aguas más turbulentas. Un inicio bien fundamentado es la mejor previsión para un final exitoso.

### 2.1. Alineación estratégica del proyecto con la organización

#### 2.1.1. Origen de los proyectos

**Los proyectos impulsan el cambio en las organizaciones.** Desde una perspectiva empresarial, un proyecto está destinado a modificar una organización de un estado a otro para lograr un objetivo específico. La finalización exitosa de un proyecto da como resultado que la organización pase al estado futuro deseado.

De hecho, **los proyectos permiten la creación de valor empresarial**, entendiéndose este como el beneficio que los resultados de un proyecto específico proporcionan a la organización. Estos beneficios pueden ser:

- **Tangibles.** Activos monetarios, capital de accionistas, infraestructuras, cuota de mercado.
- **Intangibles.** Reconocimiento de marca, beneficio público, reputación.

**El origen de los proyectos es muy diverso.** Los líderes organizacionales inician proyectos en respuesta a factores que se agrupan en cuatro categorías principales:

1. Cumplir requisitos regulatorios, legales o sociales.
2. Satisfacer solicitudes o necesidades de los interesados.
3. Implementar o cambiar estrategias de negocio o tecnológicas.
4. Crear, mejorar o reparar productos, procesos o servicios.

### Ejercicio 2.1 Identificar las categorías de origen para los siguientes proyectos:

- Una empresa de electrónica autoriza un nuevo proyecto para desarrollar un ordenador portátil más rápido, más barato y más pequeño, basado en los avances de la tecnología electrónica y de memoria informática.
- La bajada de precios de los productos de un competidor obliga a reducir los costes de producción para seguir siendo competitivos.
- Un puente municipal presenta grietas en algunos de sus soportes, lo que da lugar a un proyecto para solucionar los problemas.
- Una empresa automovilística autoriza un proyecto para fabricar coches que consuman menos combustible por la escasez de gasolina.
- Una recesión económica provoca un cambio en las prioridades de un proyecto en curso.
- Una compañía eléctrica autoriza un proyecto de construcción de una subestación para dar servicio a un nuevo parque industrial.
- Un fabricante de productos químicos autoriza un proyecto para establecer directrices para la correcta manipulación de un nuevo material tóxico.

### 2.1.2. Vinculación con la estrategia organizacional

**Definición 2.1** La **planificación estratégica** es el proceso mediante el cual los decisores de una organización obtienen, analizan y procesan información interna y externa para evaluar la situación presente y su competitividad, con el propósito de definir el rumbo a seguir.

Las organizaciones definen su **estrategia** (plan a largo plazo), pero esta solo son ideas hasta que se convierte en acción. Los **proyectos** son la herramienta principal para transformar esas ideas estratégicas en realidad.

Para asegurar la alineación estratégica es fundamental **validar** continuamente que el proyecto se alinee con la visión, misión y valores de la organización, y **verificar** su relevancia constante para la sostenibilidad a largo plazo. Por ello, el PM debe:

- Demostrar conocimiento del negocio y entender los requerimientos del patrocinador.
- Evaluar la **justificación de negocio** del proyecto.
- Comprender por qué el proyecto debe desarrollarse en este momento específico.
- Analizar cómo los resultados se alinean con los objetivos estratégicos.
- Considerar alternativas y razones para su descarte.

El inicio formal del proyecto ocurre solo cuando se alcanza el **consenso** entre el patrocinador y el Director de Proyecto.

**Ejemplo 2.1** Marian es contactada para dirigir un proyecto de creación de una tienda online. En esta etapa preliminar, elabora un plan con estimaciones de trabajo, tiempo y costes. Solo tras el acuerdo formal y la autorización del patrocinador puede iniciarse oficialmente el proyecto.

Este enfoque asegura que el proyecto no sea una iniciativa aislada, sino un componente esencial para el **cumplimiento de la visión empresarial**.

### 2.1.3. Caso de negocio: justificación de la inversión

**Definición 2.2** El **caso de negocio** es un documento formal que justifica la inversión en un proyecto, demostrando su alineación con los objetivos estratégicos de la organización y proporcionando la base económica para su autorización.

El caso de negocio constituye el fundamento lógico y económico que da origen a un proyecto. Describe de manera exhaustiva la justificación para realizar la inversión requerida, asegurando que esta se alinea con la estrategia organizacional y genera valor para la empresa. **Ningún proyecto debe iniciarse sin un caso de negocio válido y actualizado.**

### Finalidad e importancia del caso de negocio

La elaboración del caso de negocio trasciende el mero cálculo financiero. Su propósito fundamental es demostrar que el proyecto representa la mejor alternativa para alcanzar los objetivos estratégicos de la organización, considerando:

- **Alineación estratégica:** Cómo el proyecto contribuye a la misión, visión y valores corporativos.
- **Optimización de recursos:** Si es la forma más eficiente de utilizar los recursos limitados de la organización, frente a otras alternativas posibles.
- **Creación de valor:** Qué beneficios tangibles e intangibles generará, más allá de la rentabilidad financiera.
- **Responsabilidad social:** Cómo se integra en las responsabilidades sociales más amplias de la organización.

El caso de negocio es la herramienta que transforma una idea en una propuesta de inversión sólida, evitando que las decisiones se basen únicamente en motivos emocionales o políticos. Sin un caso de negocio robusto, el proyecto carece de una base sólida; el apoyo de la dirección puede ser insuficiente cuando surgen dificultades, y la resistencia al cambio entre los usuarios finales puede aumentar.

### Contenido del documento del caso de negocio

El documento del caso de negocio debe presentar un análisis completo que sustente la decisión de inversión. Como mínimo, debe incluir los siguientes elementos:

- **Motivación y urgencia:** Razones que justifican el proyecto y por qué debe emprenderse en este momento específico.
- **Objetivos y alineación:** Propósito del proyecto y cómo encaja en la estrategia organizacional a largo plazo.
- **Análisis de alternativas:** Otras opciones consideradas para lograr los mismos objetivos (incluyendo la opción de *no hacer nada*), con una explicación clara de por qué se descartaron en favor del proyecto propuesto.
- **Beneficios esperados:** Ventajas tangibles e intangibles que se prevé obtener, con sus métricas asociadas para medir el éxito. Deben ser realistas y, preferiblemente, avaladas por el responsable del área que se beneficiará.
- **Impactos negativos:** Desventajas o consecuencias negativas previsibles (económicas, operativas, sociales), con métricas para su control.
- **Inversión requerida:** Estimación de costes del proyecto y de la puesta en marcha de sus resultados, así como la fuente de financiación prevista.
- **Horizonte temporal:** Plazo de ejecución del proyecto y período estimado para la materialización de los beneficios.
- **Evaluación de la inversión:** Análisis coste-beneficio que incluya técnicas financieras como el Valor Actual Neto (VAN), el período de retorno de la inversión (Payback) o la Tasa Interna de Retorno (TIR), realizadas por especialistas financieros.
- **Riesgos principales:** Identificación de los riesgos clave que podrían afectar a la obtención de los beneficios o al éxito general del proyecto.

### Gestión continua del caso de negocio

El caso de negocio no es un documento estático que se archiva tras la aprobación inicial. Debe ser un **documento vivo**, revisado y actualizado continuamente a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto para garantizar que su justificación siga siendo válida. Este seguimiento continuo es crucial en entornos cambiantes.

Las revisiones deben producirse, como mínimo, en los hitos clave del proyecto (transiciones de fase y cierre). Si el caso de negocio deja de ser válido debido a cambios en el contexto, la organización debe estar preparada para reorientar los objetivos del proyecto o, incluso, tomar la decisión de terminarlo prematuramente para evitar mayores pérdidas.

**Ejemplo 2.2** *Un proyecto de desarrollo de un nuevo producto software se inicia con un caso de negocio que promete una cuota de mercado del 15 % en dos años. Tras la primera fase de desarrollo, un análisis de mercado revela que un competidor ha lanzado una solución superior. El caso de negocio se revisa, mostrando que la previsión realista ya no supera el 5 %. Basándose en esta actualización, la dirección decide cancelar el proyecto, evitando así una inversión mayor en una iniciativa que probablemente no sería rentable.*

El caso de negocio es, por tanto, el nexo de unión entre la estrategia, la financiación y la ejecución, sirviendo como hoja de ruta para garantizar que el proyecto sigue aportando valor desde su concepción hasta la entrega de los beneficios.

## 2.2. Gobernanza y ética en proyectos

**Definición 2.3** La **gobernanza del proyecto** es el conjunto de **principios, políticas y marcos** por los que la organización patrocinadora o el cliente y el proveedor dirigen y controlan la organización del proyecto.

La gobernanza establece los mecanismos de control y toma de decisiones que aseguran que el proyecto se alinee con los objetivos estratégicos de la organización y cumpla con todos los requisitos aplicables.

### 2.2.1. Gobernanza como puente estratégico

La gobernanza efectiva trasciende el control administrativo y se convierte en el mecanismo clave para conectar la ejecución de proyectos con la estrategia organizacional. La gobernanza estratégica asegura que:

- **Alineación de la cartera de proyectos:** Los proyectos se prioricen y seleccionen en función de su contribución al valor estratégico y no solo por su viabilidad técnica o económica.
- **Gobernanza de los recursos:** Los recursos limitados se asignen óptimamente a los proyectos que más aporten a los objetivos estratégicos de la organización para maximizar el retorno estratégico.
- **Garantía de valor:** Existan mecanismos de verificación continua que aseguren que el proyecto sigue alineado con los objetivos estratégicos a lo largo de su ciclo de vida.
- **Adaptación estratégica:** Los cambios en el entorno estratégico se reflejen rápidamente en los proyectos mediante procesos ágiles de reorientación.

**Ejemplo 2.3** *Un comité de gobernanza estratégica revisa trimestralmente el portafolio de proyectos para reasignar recursos desde proyectos con desviaciones estratégicas hacia iniciativas que mejor apoyen las nuevas prioridades organizacionales surgidas de cambios en el mercado.*

### 2.2.2. Marco de gobernanza y cumplimiento normativo

El marco de gobernanza proporciona la estructura para dirigir y controlar el proyecto, asegurando que cumpla con los estándares y regulaciones aplicables. El cumplimiento abarca:

- **Legislación y regulaciones.** Leyes civiles, criminales, laborales, de propiedad intelectual, etc. El PM debe:



- Identificar y aplicar la legislación relevante al proyecto.
- Reconocer actividades con requisitos legales especiales.
- Establecer procedimientos para obtener asesoría especializada cuando sea necesario.
- Conocer los requerimientos de agencias regulatorias relacionadas con el alcance del proyecto.
- **Contratos y acuerdos.** Compromisos formalmente establecidos con partes interesadas.
- **Seguridad, salud y medio ambiente.** Normativas de protección SSMA. El PM debe:
  - Identificar regulaciones de seguridad, salud y medio ambiente relevantes.
  - Evaluar impactos potenciales del proyecto en personas y medio ambiente.
  - Aplicar medidas de protección necesarias.
  - Equilibrar aspectos económicos, sociales y ambientales para lograr desarrollo sostenible.
- **Estándares profesionales.** Códigos de conducta y buenas prácticas reconocidas. El PM debe:
  - Identificar regulaciones profesionales relevantes para el contexto del proyecto.
  - Comprender y aplicar códigos de conducta específicos y costumbres de negociación.
  - Reconocer riesgos asociados con procedimientos de aprovisionamiento.

### 2.2.3. Responsabilidad social y sostenibilidad

La **responsabilidad social corporativa (RSC)** implica que las organizaciones deben actuar de manera ética y contribuir positivamente a la sociedad y al medio ambiente, más allá de sus obligaciones legales. Sus principios básicos son:

- **Triple impacto.** Considerar aspectos económicos, sociales y ambientales en todas las decisiones del proyecto.
- **Desarrollo sostenible.** Satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las de futuras generaciones.
- **Valor compartido.** Crear beneficios mutuos para la organización y la comunidad.

Para conseguirlo, el PM debe:

- Evaluar los posibles impactos sociales y ambientales del proyecto.
- Implementar medidas para minimizar los efectos negativos.
- Buscar oportunidades para generar beneficios sociales y ambientales.
- Considerar las expectativas y necesidades de todas las partes interesadas.
- Adaptar los enfoques según las diferencias culturales y sociales.

Esta forma de ver los proyectos proporciona a las organizaciones las siguientes ventajas:

- Mejora la reputación y la imagen corporativa.
- Fortalece las relaciones con la comunidad y otras partes interesadas.
- Reduce riesgos legales y regulatorios.
- Fomenta la innovación y la eficiencia.
- Atrae y retiene talento.

**Ejemplo 2.4** *Un proyecto de desarrollo de software para una entidad bancaria incorpora criterios de responsabilidad social y sostenibilidad mediante: la inclusión de funcionalidades de accesibilidad para personas con discapacidad visual, la optimización del consumo energético de los servidores, la garantía de protección de datos sensibles según normativas de privacidad, y la contratación de talento local en un 60 % del equipo. Estas medidas, aunque incrementan ligeramente el coste inicial, mejoran la reputación corporativa y aseguran el cumplimiento normativo.*

La integración de la responsabilidad social y la sostenibilidad en la gestión de proyectos no es solo ética, sino estratégica, ya que contribuye al éxito a largo plazo tanto del proyecto como de la organización.

### 2.2.4. Cultura y valores en la gestión de proyectos

Todo proyecto se desarrolla dentro de un **entorno cultural** que influye en cómo se trabaja, se comunica y se toman decisiones. La cultura incluye las creencias, costumbres y formas de trabajar compartidas por un grupo, mientras que los valores son los principios que guían el comportamiento de las personas.

Para gestionar la cultura en los proyectos, el PM debe prestar atención a:

- **Cultura de la organización.** Adaptarse a la forma de trabajar, comunicar y decidir de la empresa.
- **Cultura local.** Respetar y comprender las costumbres y valores del lugar donde se ejecuta el proyecto.
- **Cultura del equipo.** Gestionar las diferencias entre miembros del equipo de distintas procedencias o áreas.
- **Comunicación intercultural.** Adaptar el estilo de comunicación a los diferentes contextos culturales.
- **Valores compartidos.** Identificar y promover valores comunes que unan al equipo.

Con eso en mente, algunas recomendaciones son:

- Realizar reuniones iniciales para conocer las expectativas y formas de trabajar de todos los involucrados.
- Establecer normas claras de comunicación y colaboración desde el inicio.
- Ser flexible y abierto a diferentes formas de abordar los problemas.
- Respetar diferencias en horarios, festivos y costumbres locales.
- Utilizar ejemplos y referencias culturalmente apropiadas.

Gestionar efectivamente la cultura y valores en un proyecto no solo evita malentendidos, sino que potencia la creatividad y enriquece los resultados gracias a la diversidad de perspectivas.

**Ejemplo 2.5** *Un proyecto con equipo en España, India y México debe considerar: las diferencias horarias, los días festivos locales, los estilos de comunicación (más directos o indirectos) y las expectativas sobre plazos de entrega. El director del proyecto podría establecer horarios de reunión que respeten todas las zonas, crear un calendario compartido de festivos y definir protocolos claros de comunicación.*

La gobernanza efectiva integra así todos estos aspectos (cumplimiento normativo, responsabilidad social y alineación cultural) para asegurar que los proyectos no solo entreguen resultados, sino que lo hagan de manera ética, sostenible y alineada con los valores organizacionales y sociales.

### 2.3. Asegurar los fondos

Una vez establecida la alineación estratégica y el marco de gobernanza, el siguiente paso crítico es asegurar los recursos financieros necesarios para ejecutar el proyecto. La estructura de financiación elegida debe materializarse a través de fuentes concretas y un proceso formal de obtención.

La obtención de financiación es un aspecto crítico en la fase de inicio de cualquier proyecto, ya que constituye la base de su viabilidad económica. El PM, en colaboración con el patrocinador y el departamento financiero, debe identificar, evaluar y asegurar la estructura de financiación óptima que alinee el perfil de riesgo y los flujos de caja del proyecto con la estrategia financiera de la organización. Todas las fuentes de financiación se pueden clasificar en dos grandes categorías en función de si el proveedor de fondos se convierte en propietario o en acreedor:

- **Financiación por capital:** Implica ceder una parte de la **propiedad** del proyecto o de la empresa a cambio de fondos. El inversor asume el riesgo: su retorno depende del éxito futuro (gana si el proyecto triunfa, pierde si fracasa). No hay obligación legal de reembolsar la inversión.

- **Financiación por deuda:** Implica recibir un **préstamo** que debe ser devuelto junto con unos **intereses** en un plazo determinado, con independencia del éxito del proyecto. El prestamista es un acreedor y exige garantías de pago, pero no se convierte en propietario.

### 2.3.1. El proceso de financiación

El camino para asegurar los fondos sigue un flujo lógico integrado en el desarrollo del acta de constitución y el caso de negocio:

1. **Identificar necesidades:** Cuantificar el capital total requerido, basándose en el presupuesto preliminar y el calendario de desembolsos.
2. **Evaluar el perfil de riesgo:** Analizar la predictibilidad de los retornos del proyecto (flujos de caja futuros) para **elegir una financiación adecuada a su nivel de incertidumbre**.
3. **Explorar fuentes:** Identificar y evaluar las alternativas de financiación interna y externa disponibles.
4. **Seleccionar la mezcla óptima:** Elegir la combinación de fuentes que minimice el coste de capital ponderado (WACC) y maximice la flexibilidad.
5. **Asegurar el compromiso formal:** Obtener la autorización formal de financiación, que suele documentarse en el acta de constitución del proyecto.

### 2.3.2. Fuentes de financiación

La elección de la fuente depende de la naturaleza de la organización, el tipo de proyecto y su alineación estratégica.

#### Financiación por capital

El proveedor de fondos se convierte en propietario (socio o accionista). Ideal para proyectos con alta incertidumbre, pero alto potencial de crecimiento.

- **Financiación interna:** La organización decide utilizar parte de sus beneficios o reservas para financiar el proyecto (recursos provenientes de dentro de la organización). Suele ser la primera opción a considerar debido a su menor coste y su mayor control. Se pueden distinguir tres modalidades:

- **Financiación central:** Los recursos provienen directamente del **presupuesto central** de la organización matriz.

**Ejemplo 2.6** *La sede central de una multinacional asigna fondos directamente desde su tesorería general para un proyecto corporativo de transformación digital.*

- **Financiación descentralizada:** Los fondos son proporcionados por **unidades operativas específicas** (divisiones, departamentos, filiales) que se benefician directamente del proyecto.

**Ejemplo 2.7** *El departamento de operaciones financia un proyecto de automatización de su línea de producción con su propio presupuesto de capital.*

- **Financiación híbrida:** **Combinación** de aportaciones centrales y descentralizadas, generalmente usado en proyectos de alcance transversal.

**Ejemplo 2.8** *Un proyecto de digitalización se financia con 60 % de fondos corporativos y 40 % del presupuesto del departamento de TI.*

- **Financiación externa:** Capital obtenido de entidades o individuos ajenos a la organización. Implica mayores costes y, generalmente, condiciones contractuales. El inversor asume el riesgo del proyecto a cambio de participación en la propiedad y potenciales beneficios. Destacan:
  - **Capital riesgo:** Inversores profesionales que aportan capital y experiencia a startups o proyectos de alto crecimiento e innovación.

**Ejemplo 2.9** Una startup tecnológica cede un 20 % de su propiedad a un fondo de capital riesgo a cambio de 500.000€ para financiar su desarrollo.

- **Acciones:** Emisión de nuevas participaciones para inversores existentes o nuevos en la empresa.
- **Micromecenazgo (crowdfunding):** Obtención de pequeñas cantidades de dinero de un gran número de personas, normalmente a través de plataformas online.

### Financiación por deuda

El proveedor de fondos es un acreedor que espera el reembolso del principal más intereses. Ideal para proyectos con flujos de caja estables y predecibles. Puede ser interna o externa.

- **Deuda interna:** Préstamos concedidos entre entidades de un mismo grupo corporativo.
  - **Préstamos entre filiales:** Una filial con exceso de liquidez presta dinero a otra que necesita financiar un proyecto.
  - **Préstamos de la matriz<sup>1</sup>:** La casa matriz actúa como banco para sus filiales.

**Ejemplo 2.10** La matriz de un grupo industrial concede un préstamo a su filial de energías renovables para construir un parque eólico, con un tipo de interés inferior al del mercado.

- **Deuda externa:** Préstamos concedidos por entidades ajenas al grupo. El prestamista recibe un interés preestablecido y la devolución del principal, con poca o nula participación en los beneficios.
  - **Préstamos bancarios:** Evaluación basada en la solvencia de la empresa, flujo de caja del proyecto y garantías.
  - **Emisión de bonos:** Para grandes corporaciones con alta calificación crediticia que se endeudan directamente con el mercado.
  - **Hipotecas:** Deuda garantizada específicamente con activos fijos (inmuebles, equipos productivos).
  - **Líneas de crédito:** Flexibilidad para disponer de fondos según las necesidades del cronograma del proyecto, pagando intereses solo por la cantidad utilizada.

**Ejemplo 2.11** Una empresa obtiene un préstamo de 300.000 € de un banco externo para comprar nueva maquinaria, con la obligación de devolverlo en 5 años pagando intereses.

### 2.3.3. Mecanismos para reducir las necesidades de financiación

Existen mecanismos para minimizar la dependencia de financiación externa, destacando:

- **Factoring.** Cesión de los derechos de cobro de facturas pendientes a una tercera empresa (factor) a cambio de un desembolso inmediato, asumiendo esta el coste (descuento) y el riesgo de impago.

**Ejemplo 2.12** Un proyecto de construcción tiene facturas pendientes de cobro de 10.000 € que se cobra en 3 meses. El factoring le anticipa el 85 % inmediatamente, cobrando una comisión por el servicio. Esto proporciona liquidez para continuar con los pagos del proyecto sin esperar.

- **Leasing.** Permite la utilización de un activo sin necesidad de comprarlo. La empresa de leasing (arrendador) compra el equipo y lo cede a la empresa del proyecto (arrendatario) a cambio de cuotas periódicas. Se distinguen dos modalidades principales:
  - **Leasing operativo.** Similar a un alquiler. La duración es menor que la vida útil del activo. Los costes de mantenimiento suele asumirlos el arrendador. Ideal para tecnología sujeta a obsolescencia.

<sup>1</sup>Empresa principal, propietaria de las filiales, por lo que tiene el control último y la toma de decisiones estratégicas

- **Leasing financiero.** La duración cubre la mayor parte de la vida útil del activo. El arrendatario asume los costes de mantenimiento y suele incluir una opción de compra residual al final. Se trata como una compra a plazos para efectos contables y fiscales. Ideal para activos de uso a largo plazo.

#### 2.3.4. Criterios de selección de financiación

La elección no es solo responsabilidad financiera; el PM debe comprender las implicaciones en la ejecución del proyecto. Los criterios clave incluyen:

- **Coste del capital:** La tasa de interés o el coste de oportunidad del capital interno. Se busca minimizar el WACC.
- **Disponibilidad y flexibilidad:** Rapidez de desembolso y posibilidad de renegociar términos o acceder a fondos adicionales si el proyecto sufre desviaciones.
- **Alineación con el flujo de caja del proyecto:** La estructura de pagos (cuotas, intereses, dividendos) debe coincidir con la generación esperada de flujos de caja del proyecto para evitar problemas de liquidez.
- **Impacto en el balance y ratios financieros:** Cómo afecta la deuda o la emisión de capital a los ratios de endeudamiento y liquidez de la organización.
- **Perfil de riesgo:** Proyectos con retornos inciertos (I+D) son más aptos para capital; proyectos con flujos estables (infraestructuras) para deuda.
- **Consecuencias Fiscales:** El tratamiento tributario de intereses (generalmente deducibles) vs. dividendos (no deducibles).

La estructura de financiación óptima debe asegurar la sostenibilidad económica durante todo el ciclo de vida del proyecto, desde el desembolso inicial hasta la finalización y entrega de los beneficios.

**Ejemplo 2.13** Para un *proyecto de desarrollo de un nuevo software* con alto riesgo técnico y de mercado, pero potencial de gran rentabilidad, se podría optar por una ronda de financiación con capital riesgo. Esto traslada parte del riesgo al inversor y no genera deuda, aunque cede parte de la propiedad.

Para un *proyecto de renovación de la flota de vehículos* de una empresa de logística, con flujos de caja estables y predecibles, un *leasing operativo* sería una opción óptima, ya que reduce la inversión inicial, libera capital para otros fines y traspasa el riesgo de obsolescencia y mantenimiento al arrendador.

## 2.4. Acta de constitución del proyecto

**Ejemplo 2.14** La idea de la tienda online surgió hace dos años. Tras estudios de viabilidad y entrevistas, Marian presenta el acta de constitución que es aprobada por la dirección, permitiendo el inicio formal del proyecto.

**Definición 2.4** El **acta de constitución** es un **documento** emitido por la alta dirección de la organización que **autoriza** formalmente la existencia de un proyecto y confiere al PM la **autoridad** para **asignar los recursos de la organización** a las actividades del proyecto.

Hasta que el acta de constitución no esté firmado, no se puede empezar a trabajar en el proyecto, puesto que el PM no tiene poderes. Además del PM, también está involucrado el **sponsor**. El origen del acta de constitución es consecuencia del **origen del proyecto** nuevo (ver Sección 2.1.1), donde la empresa propone una **solución de negocio**.

**Ejemplo 2.15** Ejemplos de origen de proyectos nuevos:

- *Demanda de mercado.*
- *Necesidad de negocio.*

- *Pedido de un cliente.*
- *Cambio tecnológico.*
- *Requisito legal.*
- *Necesidad social.*
- *Posicionamiento estratégico.*

**Definición 2.5** El **acta de constitución** es un **documento** emitido por la alta dirección de la organización que **autoriza** formalmente la existencia de un proyecto y confiere al PM la **autoridad** para **asignar los recursos de la organización** a las actividades del proyecto.

#### 2.4.1. Diferencia clave entre el acta de constitución y el caso de negocio

Aunque ambos son fundamentales en la fase de inicio, es importante distinguirlos:

- El **caso de negocio** (Sección 2.1.3) responde a la pregunta “¿*Por qué se debe hacer este proyecto?*”. Es un documento de **justificación** y **viabilidad económica**, que argumenta el valor del proyecto para la organización. **Se crea antes** para convencer a la dirección de que lo apruebe.
- El **acta de constitución** responde a la pregunta “¿*Qué está autorizado a hacer este proyecto?*”. Es un documento de **autorización** formal que, basándose en el caso de negocio, da el visto bueno oficial para comenzar, estableciendo los límites y el mandato del Director del Proyecto. **Se crea después**, como resultado de la aprobación.

En la práctica, el caso de negocio es el principal insumo para crear la justificación que se incluye en el acta de constitución. Una vez aprobado, el acta de constitución se convierte en la “carta magna” del proyecto. En la Tabla 2.1 se muestra la comparativa entre ambos documentos.

Aspecto	Caso de Negocio	Acta de Constitución
<b>Propósito Principal</b>	Justificar la inversión, demostrar el “ <i>por qué</i> ” del proyecto	Autorizar formalmente el inicio. Establecer el “ <i>qué</i> ” y el “ <i>quién</i> ”
<b>Énfasis</b>	<b>Viabilidad económica y estratégica</b> , valor de negocio, ROI, análisis de alternativas	<b>Autoridad y límites del proyecto</b> , alcance de alto nivel, objetivos, recursos asignados
<b>Audiencia Principal</b>	Alta dirección, comités de inversión, departamento financiero	Patrocinador, PM, equipo directivo
<b>Momento de Creación</b>	<b>Antes</b> de la aprobación, para <b>convencer</b> y obtener el “ <i>sí</i> ”	<b>Después</b> de la aprobación, para <b>formalizar</b> y dar el “ <i>vamos</i> ”
<b>Contenido Clave</b>	Análisis coste-beneficio, ROI, VAN, riesgos de negocio, alternativas	Objetivos, criterios de éxito, presupuesto preliminar, nombramiento del PM
<b>Naturaleza</b>	Documento de <b>análisis y justificación</b>	Documento de <b>autorización y mandato</b>
<b>Relación</b>	Es el <b>fundamento lógico</b> sobre el que se decide	Es el <b>resultado formal</b> de la decisión positiva

Tabla 2.1: Comparativa entre el caso de negocio y el acta de constitución

**Ejemplo 2.16** Si el proyecto es abrir un nuevo restaurante:

- El **caso de negocio** es el plan de negocio detallado: estudio de mercado, análisis de la competencia, proyecciones financieras, etc. Se usa para convencer a los bancos o inversores de que presten el dinero.

- El **acta de constitución** es el acta notarial de la empresa y el contrato de compra del local. Son los documentos que, una vez tomada la decisión de invertir, te dan la autoridad legal para actuar, firmar contratos de obra y empezar a contratar personal.

Por tanto, primero “se vende” el proyecto con el caso de negocio. Una vez vendido, se formaliza y autoriza con el acta de constitución.

### 2.4.2. Contenido del acta de constitución

El acta de constitución **debe contener**.

- **Título del proyecto.**
- **Descripción del proyecto a alto nivel.**
- **Justificación del proyecto:** Problema, oportunidad, requisito de negocio, etc., ligado a los **documentos de negocio**, que son el *caso de negocio* y el *plan de gestión de beneficios* (necesidad comercial, demanda insatisfecha, cambio tecnológico, requisito legal, etc.). Hay que determinar si el proyecto que se quiere desarrollar es viable o no desde la perspectiva de la organización: ya que las organizaciones están constantemente sobrecargadas de trabajo y faltas de personal, gastar tiempo y recursos en un proyecto que se piensa que no va a suponer ninguna diferencia para la organización, es lo último que se necesita.
- **Objetivos y criterios de éxito.** Cuanto más claros estén definidos los objetivos del proyecto, mayores las posibilidades de alcanzarlos. En la Sección 3.1.3 se dan indicaciones para establecer los objetivos del proyecto. Al ser el acta de constitución un documento a “alto nivel”, es suficiente con identificar los objetivos principales y cuál será el marcador para determinar que se ha logrado.
- **Requisitos generales del proyecto.** Del cliente, del sponsor y las necesidades y expectativas ya identificadas de las partes interesadas, que se irán ampliando en la planificación.
- **Riesgos del proyecto** que ya estén identificados.
- **Resumen del cronograma** de hitos principales.
- **Presupuesto preliminar.**
- **Recursos preasignados.**
- **Criterios de aprobación.** Criterios que deben cumplirse para que el resultado del proyecto sea aprobado por el cliente sin ningún tipo de duda. Es recomendable establecer quién aprueba y firma si se cumplen estos criterios. Pueden ir incluidos dentro de los objetivos del proyecto (Sección 3.1.3).
- **Partes interesadas clave y su influencia** dentro del proyecto (Sección 2.5).
- **Asignación del PM**, su responsabilidad y nivel de autoridad, que dependerá directamente del tipo de organización en la que se trabaje (Sección 1.4).
- **Nombre y autoridad del patrocinador** que autoriza el proyecto (firma el acta de constitución).

Para conseguir toda esta información, es necesario que se lleven a cabo las siguientes acciones:

- Identificar a los interesados.
- Llevar a cabo reuniones con los interesados para confirmar los requisitos de alto nivel, el alcance del proyecto, riesgos, supuestos y polémicas.
- Definir el alcance del proyecto a alto nivel.
- Definir los criterios de aceptación.
- Definir los objetivos del proyecto.
- Recoger las restricciones con las que parte el proyecto.
- Documentar los riesgos.

Es importante destacar que **no se debe comenzar un proyecto sin tener el acta de constitución que autorice formalmente su inicio.**

### 2.4.3. ¿Cómo desarrollar el acta de constitución?

Para recoger toda la información que se necesita que quede reflejada en el acta de constitución, se pueden utilizar las siguientes técnicas:

- **Brainstorming.** Técnica que se utiliza para identificar una lista de ideas en un corto período de tiempo. Se lleva a cabo en un entorno de grupo y es liderada por un facilitador. Es ideal para la **fase inicial de exploración**, donde se busca generar una amplia variedad de opciones sobre objetivos potenciales, riesgos generales, posibles interesados y entregables clave sin juicios inmediatos. El brainstorming comprende dos partes: generación de ideas y análisis.

**Ejemplo 2.17** Utilizar brainstorming en una sesión con el patrocinador y expertos clave para listar todos los posibles beneficios empresariales que debería lograr el proyecto, antes de priorizarlos y convertirlos en objetivos SMART.

- **Grupos focales.** Reúnen a interesados y expertos en la materia, previamente seleccionados, para conocer percepciones, actitudes y expectativas colectivas a través de una discusión interactiva y conversacional. Son **especialmente útiles para validar requisitos de alto nivel, comprender las necesidades de un departamento o grupo de usuarios homogéneo, y evaluar el riesgo percibido** desde una perspectiva compartida.

**Ejemplo 2.18** Convocar un grupo focal con representantes de diferentes áreas de usuarios finales (ej.: ventas, marketing, logística) para discutir y consensuar los requisitos generales que debe satisfacer un nuevo software ERP (Enterprise Resource Planning o Sistema de Planificación de Recursos Empresariales, un sistema que integra y automatiza todos los procesos centrales de una empresa, como finanzas, ventas, inventario y recursos humanos, en una sola plataforma y base de datos), asegurando que el alcance de alto nivel refleje las necesidades comunes.

- **Entrevistas.** Diálogo directo (formal o informal) para obtener información detallada y profunda de individuos clave. Es la técnica **más efectiva para recabar información confidencial, puntos de vista personales no filtrados por el grupo, y detalles específicos de aquellos interesados con alto poder o influencia**. Es crucial para entender las motivaciones, preocupaciones y criterios de éxito personales del patrocinador y los principales decisores.

**Ejemplo 2.19** Realizar entrevistas individuales con el director financiero (para definir las restricciones presupuestarias preliminares) y con el director de operaciones (para entender los riesgos operativos que más le preocupan) aporta perspectivas críticas y específicas para el acta.

La elección de la técnica o combinación de técnicas depende de la naturaleza de la información que se necesite obtener, el tiempo disponible y la disposición de los interesados. Independientemente de la técnica, el objetivo final es alimentar las **reuniones** con las partes interesadas clave para identificar y consensuar los elementos fundamentales que se incluirán en el acta de constitución.

Además del acta de constitución, que irá firmada por el patrocinador del proyecto, se debe empezar también el **registro de supuestos**, un documento que se utiliza para registrar todos los supuestos y restricciones a lo largo del ciclo de vida del proyecto. El registro de supuestos es un “documento vivo” del proyecto, ya que se irá actualizando; en esta primera fase, se obtienen los supuestos y restricciones del proyecto ya considerados.

## 2.5. Identificar a las partes interesadas

Recordar que las partes interesadas son todos los individuos, grupos u organizaciones que están involucrados activamente en el proyecto o que pueden afectar, verse afectados o sentirse afectados, positiva o negativamente, por una decisión, actividad o resultado del proyecto (Sección 1.1.5).

**Definición 2.6** **Identificar a los interesados** es el proceso de identificar periódicamente a los interesados del proyecto así como de analizar y documentar información relevante relativa a sus intereses, participación, interdependencias, influencia y posible impacto en el éxito del proyecto.



En la identificación inicial, puede ser suficiente con identificar a cada interesado con un departamento concreto. Sin embargo, con el tiempo es más útil especificar a las personas concretas de ese grupo y su información de contacto. Además, a medida que se avanza en el proyecto, pueden implicarse **nuevas partes interesadas** (o cambiar el representante de algunas de las partes involucradas); en ese caso, el PM debe considerar el posible impacto del cambio y asegurarse de que esa nueva parte interesada esté bien informada sobre el proyecto.

### 2.5.1. Elaboración del registro de interesados

Para aumentar las posibilidades de identificar a todas las partes interesadas, se recomienda elaborar un **registro de interesados** por categorías, ya que así es menos probable que se olviden ciertos grupos o departamentos; al igual que el registro de supuestos, el registro de interesados es un “documento vivo” que se actualiza a medida que se identifican nuevas partes interesadas.

Una recomendación general para identificar interesados es empezar con los siguientes grupos:

- **Internos.** Personas y grupos dentro de la organización, como la alta dirección, el jefe de proyecto, los miembros del equipo y otros departamentos de la organización (también llamados “grupos de apoyo”, ayudan a cumplir los objetivos del proyecto, como recursos humanos, calidad, servicios jurídicos, seguridad, etc.).
- **Externos.** Personas y grupos externos a la organización, como vendedores, organismos reguladores, proveedores, el entorno político, social, legal. ... No se deben olvidar aquí a los usuarios finales (quienes usarán los bienes/servicios del proyecto), quienes ayudan a garantizar que los bienes y servicios producidos respondan mejor a sus verdaderas necesidades. También son importantes las personas que mantendrán o apoyarán el producto final del proyecto (darán servicio o mantenimiento a los productos finales del proyecto); involucrar a estas personas a lo largo del proyecto les da la oportunidad de facilitar el mantenimiento y la asistencia de los productos del proyecto, familiarizarse con los productos e integrar eficazmente su mantenimiento en los procedimientos existentes.

En general, se recomienda **incluir a los interesados que puedan desempeñar un papel en cualquier momento del proyecto**. Por el momento, solo hay que identificar grupos/nombres para no olvidarlos, ya que saber quiénes son los interesados del proyecto ayuda a:

- Planificar si se va a contar con ellos, cuándo y cómo.
- Determinar si el alcance del proyecto es mayor o menor de lo que se había previsto en un principio.

No debe olvidarse de que el éxito del proyecto depende de la cooperación de un gran número de individuos, muchos de los cuales no son parte del equipo/organización del proyecto. Lo más importante es identificar correctamente al promotor, la persona que tuvo la idea original que dio lugar al proyecto (**promotor del proyecto**). El éxito del proyecto exige que, como mínimo, se satisfagan las necesidades y expectativas de esta persona.

#### Otras personas que pueden ser interesados del proyecto

Otras personas que pueden beneficiarse del proyecto pueden ser los propios trabajadores del proyecto, los clientes, personas que hayan realizado proyectos similares en el pasado, o directamente grupos de personas que hayan expresado intereses o necesidades en áreas abordadas por el proyecto. Identificar a estas personas lo antes posible permite determinar cuáles son sus necesidades e intereses particulares y cómo se pueden abordar adecuadamente. Estos públicos adicionales pueden incluir a personas que:

- Saben que el proyecto existe y han expresado su interés por él.
- Saben que existe, pero no se dan cuenta de que puede beneficiarles.
- No conocen el proyecto.

Para identificar estos públicos adicionales, puede hacerse lo siguiente:

- Revisar todo el material escrito relacionado con el proyecto.
- Animar a todas las personas con las que se hable sobre el proyecto a identificar a otras que puedan beneficiarse de él.

A medida que se identifican a las personas que pueden beneficiarse del proyecto, hay que identificar también a las personas que se **oponen** firmemente a él. Se debe averiguar por qué se oponen al proyecto y si se pueden abordar sus preocupaciones. Para ello, hay que **dedicar tiempo** para determinar si pueden obtener algún beneficio del proyecto y, en caso afirmativo, explicarles esas ventajas. Si siguen oponiéndose al proyecto, se debe anotar en el **plan de gestión de riesgos** su oposición y cómo se piensa abordar.

### Impulsores, colaboradores y observadores

Una vez identificados todos los interesados del proyecto, es hora de determinar a cuál de los siguientes grupos pertenecen. Así se podrá decidir si se desea involucrarlos y, en caso afirmativo, cómo y cuándo.

- Los **impulsores** tienen algo que decir a la hora de definir los resultados del proyecto: dicen lo que se debe hacer, y se hace el proyecto para estas personas. Deben estar involucrados en el proyecto de principio a fin; esto es **fundamental** porque definen lo que debe producir el proyecto y evalúan su éxito una vez finalizado.
- Los **colaboradores** ayudan a realizar el proyecto: dicen lo que se puede hacer. Aquí se incluyen las personas que autorizan o proporcionan los recursos para el proyecto, así como las que realmente trabajan en él. Igual que los impulsores, deben estar implicados de principio a fin: ya que realizan y apoyan el trabajo del proyecto, necesitan conocer los cambios en los requisitos para poder identificar y abordar los problemas con prontitud. Mantenerlos activamente implicados también mantiene su motivación y compromiso continuos con el proyecto.
- Los **observadores** están interesados en las actividades y resultados del proyecto. No tienen voz ni voto ni participan activamente en él, pero el proyecto puede afectarles en algún momento del futuro. A los observadores se les debe involucrar lo menos posible durante el proyecto, ya que no indican qué debe hacerse ni ayudan a hacerlo. Por ello, se debe administrar cuidadosamente el tiempo y el esfuerzo que se dedica a compartir información con ellos. Esto dependerá de:
  - El nivel de interés que tengan en el proyecto.
  - La probabilidad de que el proyecto los afecte en algún momento del futuro.
  - La necesidad de mantener una buena relación de trabajo con ellos.

Separar a los interesados en estas tres categorías ayuda a decidir qué información pedirles y qué compartir con ellos, así como a clarificar las decisiones del proyecto en las que deben participar.

### 2.5.2. Análisis de interesados

El impacto potencial de un interesado en un proyecto depende del poder que pueda ejercer y del interés que tenga en ejercerlo. Evaluar los niveles relativos de cada uno ayuda a decidir con quién invertir el tiempo y esfuerzo para obtener los mayores beneficios. Para realizar este análisis, se recomienda realizar un **análisis cualitativo de poder/interés**. Para cada involucrado, se determina cualitativamente el nivel de poder e interés en el proyecto, considerando una escala predefinida por cada equipo de trabajo:

- La variable **poder** es la habilidad que tiene el involucrado para influenciar a otros o de influir en el proyecto; en otras palabras, es la capacidad de una persona para influir en las acciones de los demás. Esta capacidad puede derivar del “poder formal” (relacionada con funciones, estructuras o autoridad directa que tiene para exigir que los demás respondan a sus peticiones) o de “poder informal” (la capacidad que tiene para inducir a otros a hacer lo que pide debido al respeto que le tienen profesionalmente o a su afinidad como persona). En cualquier caso, cuanto mayor sea el poder de una persona, mayor será su capacidad para reunir personal y recursos para apoyar/oponerse al proyecto.
- La variable **interés** es la atracción (a favor o en contra) hacia un tema específico o un resultado deseado, cuánto le concierne al involucrado el proyecto (generalmente, asociado a cuánto le importa o afecta el proyecto). Se refleja en cuánto le importa, siente curiosidad o le presta atención. Cuanto más interesada esté una persona en el proyecto, más probable será que quiera usar su poder para contribuir al éxito/fracaso del mismo.

Este primer análisis cualitativo puede representarse gráficamente a través de una matriz, conocida como **matriz de poder/interés** (Figura 2.1). Como PM, se debe dedicar el mínimo tiempo y esfuerzo posible a los interesados con bajos niveles de poder e interés, y cada vez más tiempo y esfuerzo a las audiencias con bajo nivel de poder y alto interés, y a las audiencias con bajo nivel de interés y alto poder, respectivamente. El máximo tiempo y esfuerzo se debe dedicar a las audiencias con altos niveles de poder e interés. Además, los interesados con mucho poder y bajo interés pueden suponer un riesgo para el proyecto porque:

- Tienen poder, es decir, pueden bloquear decisiones, influenciar a otros interesados o paralizar el proyecto si no están alineados.
- Como tienen bajo interés, no están motivados para colaborar o incluso pueden oponerse si sienten que el proyecto los afecta negativamente. Peor aún, pueden actuar de forma pasivo-agresiva, usando su poder para frustrar el avance del proyecto.

**Ejemplo 2.20** *Un gerente de alto nivel tiene el poder de aprobar los recursos que se destinan a cada proyecto. Para un proyecto concreto, no ve cuál es el valor que dicho proyecto aporta a la organización. Por tanto, puede no aprobar el uso de ciertos recursos o priorizarlos en otro proyecto.*

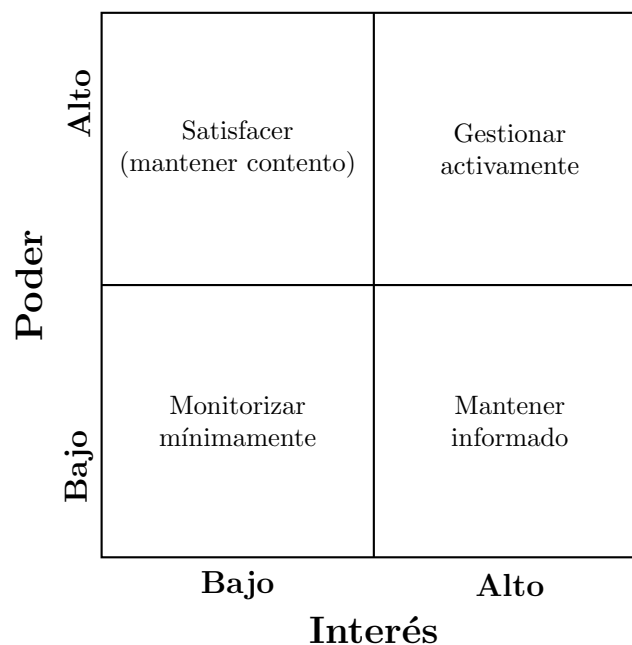


Figura 2.1: Matriz poder-interés

Con esta caracterización, se define el **curso de acción** de los interesados, estableciendo diferentes criterios para cada tipo de interesado. Un curso de acción habitual es:

- Dar **alta prioridad** a los involucrados que se deben gestionar activamente.
- Dar **mediana prioridad** a los involucrados a satisfacer y mantener informados.
- Dar **baja prioridad** a los involucrados que hay que monitorizar mínimamente.

### 2.5.3. Relaciones con partes interesadas y comunicación

Cada involucrado de alta y mediana prioridad debe ser analizado con detalle. Con este análisis, se determina la información relevante del proyecto que deben conocer estos interesados, así como la frecuencia con que deben recibirla. La captación de los datos sobre expectativas y necesidades y la caracterización realizada para priorizar los esfuerzos, permite empezar a desarrollar cómo se harán las comunicaciones con las partes interesadas, con el objetivo de su apropiada gestión.



---

## Tema 3

# Planificación del proyecto

---

Para llevar a cabo la dirección de un proyecto, resulta fundamental definir con claridad los objetivos del proyecto, su tamaño, su inicio y su conclusión, los recursos disponibles, las restricciones internas, las limitaciones externas, los factores influyentes, el marco legal, etc., así como todas las características que contribuyan a definir las reglas del juego en las que se va a desarrollar el proyecto.

### 3.1. Partes interesadas, comunicaciones y alcance

Todo proyecto existe en una dualidad fundamental: por un lado, debe delimitar claramente **qué entregará** (alcance), y por otro, debe satisfacer las necesidades de quienes influyen o son impactados por sus resultados (partes interesadas). Los datos reflejan una realidad incontrovertible: sin **límites claros** (el 52 % de los fracasos en proyectos se deben a una mala gestión del alcance) y **relaciones sólidas** (el 68 % de los conflictos surgen por desalineación con partes interesadas), incluso los proyectos mejor planificados están condenados a sufrir cambios disruptivos, sobrecostos o rechazo social.

La **satisfacción de los interesados** debe ser uno de los objetivos del proyecto, lograda mediante comunicación continua, comprensión de sus necesidades, gestión de incidentes y conflictos de intereses, y fomentando su participación en decisiones y actividades del proyecto.

#### 3.1.1. Relaciones con las partes interesadas

Los proyectos no existen en el vacío. Emergen como respuestas concretas a **necesidades insatisfechas u oportunidades detectadas** en el ecosistema de partes interesadas. Cada iniciativa proyectual se sitúa en una red compleja de actores cuyos intereses, percepciones y niveles de influencia determinan su viabilidad. Esta interdependencia fundamental explica por qué la mayoría de los proyectos exitosos atribuyen su logro a una gestión proactiva de partes interesadas, ya que las partes interesadas no son meros espectadores, sino co-creadores del valor proyectual:

- **Como fuentes de necesidad.** Los proyectos nacen de sus demandas explícitas o latentes.

**Ejemplo 3.1** *Clientes pidiendo nuevas funcionalidades o comunidades afectadas por problemas no verbalizados.*

- **Como agentes de viabilidad.** Proveen recursos críticos o pueden obstruir implementaciones.
- **Como jueces últimos del éxito.** Su percepción de valor determina la aceptación de resultados, más allá del cumplimiento técnico de alcance.

Gestionar estas relaciones trasciende el mero listado de actores. Implica comprender las **dinámicas de poder, expectativas ocultas y umbrales de tolerancia al cambio** de cada grupo. Por ello, es importante desarrollar auténticas **relaciones estratégicas** basadas en tres pilares fundamentales: la empatía, la confianza y la comunicación efectiva:

- **Empatía.** Se convierte en una competencia crítica para el PM. No se trata simplemente de reconocer que existen diferentes perspectivas, sino de comprender profundamente las motivaciones, preocupaciones y aspiraciones de cada grupo. Esto requiere habilidades de escucha activa (donde se reformula lo que se ha entendido para verificar la comprensión) y la capacidad de hacer preguntas que vayan más allá de lo superficial.

**Ejemplo 3.2** *En un proyecto de modernización del sistema de transporte urbano, el equipo realizó entrevistas en profundidad con conductores de autobuses para entender sus reticencias al nuevo sistema de gestión de rutas, descubriendo que su principal preocupación no era tecnológica sino la percepción de pérdida de autonomía en su trabajo.*

- **Confianza.** La construcción de la confianza es un proceso que se desarrolla a lo largo del tiempo y se sustenta en dos elementos clave: transparencia en la comunicación y consistencia en las acciones. Las partes interesadas necesitan percibir que el PM comparte información relevante de manera oportuna, incluso cuando se trata de noticias negativas o desafíos. Al mismo tiempo, es fundamental que exista coherencia entre lo que se dice y lo que se hace (promesas que se cumplen, plazos que se respetan, expectativas que se gestionan con realismo).
- **Comunicación efectiva.** Constituye el mecanismo de articulación entre empatía y confianza, transformándose en una herramienta estratégica para la alineación continua. Se manifiesta cuando las partes interesadas no solo reciben información, sino que se sienten verdaderamente escuchados y comprendidos. Esto crea un círculo donde la confianza generada facilita flujos de comunicación más abiertos y honestos, permitiendo detectar y resolver problemas en etapas tempranas. Su efectividad se manifiesta cuando:
  - **Se adapta al receptor.** Utilizando lenguaje técnico con equipos especializados y formatos simplificados para otras partes interesadas.
  - **Combina canales formales e informales.** Balanceando comunicaciones escritas con interacciones personales.
  - **Gestiona expectativas proactivamente.** Mediante:
    - Prototipos tempranos
    - Escenarios de riesgo compartidos
    - Exclusiones explícitas en el alcance

Invertir en construir y mantener estas relaciones no es un gasto, sino una de las **mejores garantías para el éxito del proyecto**. Estas relaciones no se limitan a interacciones bilaterales entre el PM y cada parte interesada, sino que los proyectos exitosos suelen construir todo un entramado de relaciones que incluye desde redes informales de colaboración hasta alianzas estratégicas formalizadas contractualmente:

- Las **redes informales**, proporcionan flexibilidad y capacidad de respuesta rápida ante cambios (como grupos de coordinación entre departamentos o canales de comunicación ágiles con proveedores clave).
- Las **alianzas estratégicas** suelen involucrar acuerdos contractuales con reparto de riesgos y beneficios. Son particularmente relevantes en proyectos de I+D o implementaciones tecnológicas complejas.

Para conseguir estas relaciones, es necesario un proceso estructurado que garantice exhaustividad. Esto suele conseguirse mediante tres etapas principales: identificación, análisis y planificación de estrategias de compromiso.

1. **Identificación.** Debe ser inclusiva y creativa, reconociendo tanto a las partes interesadas obvias como a aquellos menos visibles pero potencialmente influyentes. Técnicas como el **brainstorming** con equipos multidisciplinarios o el análisis de documentos organizacionales ayudan a crear un registro completo.

**Ejemplo 3.3** *En proyectos de construcción urbana, suele ser crucial identificar no solo a las autoridades reguladoras, sino también a asociaciones de vecinos que podrían apoyar u oponerse a las obras.*

2. **Análisis.** Permite priorizar el esfuerzo de gestión. La **matriz de poder/interés** (ver Sección 2.5.2), que clasifica a las partes interesadas según su nivel de influencia y grado de interés en el proyecto, es una herramienta particularmente útil. Las partes interesadas con alto poder y alto interés requieren una gestión muy cercana y frecuente, mientras que aquellos con bajo poder y bajo interés pueden simplemente monitorizarse. De manera general, se puede decir que las posibilidades básicas son:

- **Informar.** Las partes interesadas con poco interés y poder están mejor informadas a través de canales de comunicación generales como periódicos y páginas web. Se debe intentar aumentar su interés, preguntándoles si quieren estar en la lista de correo o invitándolos a una reunión comunitaria.
- **Retener el interés.** Las partes interesadas con mucho interés y poco poder deberían ser informados preferentemente sobre sus áreas de interés. Pueden convertirse en valiosos defensores y embajadores del proyecto. Informarles a través de blogs, boletines y reuniones comunitarias son formas adecuadas de conseguir y mantener su participación. Debe asegurarse también que aportan su opinión.
- **Consulta activa.** Las partes interesadas con poco interés, pero mucho poder, deben ser consultadas activamente en sus áreas de interés. Además, hay que tratar de aumentarlas. Se debe intentar conectar sus intereses con la salida del proyecto y el cambio resultante.
- **Participación activa.** Las partes interesadas con mucha influencia e interés deben participar activamente, ya que se trata de los principales interesados en el proyecto.

De este modo, se garantiza una comunicación adecuada a las necesidades de cada uno.

Sin embargo, es importante recordar que estas posiciones no son estáticas, y que pueden variar según avanza el proyecto. En proyectos de larga duración, es esencial reevaluar periódicamente las posiciones e influencias relativas, ya que cambios organizacionales, políticos o sociales pueden alterar significativamente el ecosistema de partes interesadas.

**Ejemplo 3.4** *Un grupo comunitario inicialmente pasivo podría movilizarse y ganar influencia si percibe que el proyecto afecta sus intereses.*

*La elección de un nuevo alcalde en medio de un proyecto puede introducir un partes interesadas clave no anticipado que requiera un abordaje completamente diferente al de la administración anterior.*

3. **Planificación estratégica.** Culmina en un plan de compromiso que especifica para cada parte interesada o grupo clave:

- Los objetivos de la relación.
- Las acciones concretas para lograr esos objetivos.
- La frecuencia de interacción.
- Los responsables.

Los **partes interesadas conflictivos** pueden surgir cuando existen intereses fundamentalmente contrapuestos entre grupos. En estos casos, técnicas de **mediación profesional** o la búsqueda de “terrenos comunes” mediante **talleres facilitados** pueden ayudar a encontrar soluciones aceptables para todas las partes.

Asimismo, los **entornos multiculturales** añaden otra capa de complejidad debido a diferencias en estilos de comunicación (directo versus indirecto), concepciones del tiempo o jerarquías organizacionales pueden generar malentendidos que afecten las relaciones. Proyectos internacionales exitosos suelen invertir en **formación intercultural** para sus equipos y establecen protocolos claros para asegurar que todas las voces sean escuchadas respetuosamente.

Por tanto, este plan de compromiso debe ser lo suficientemente **flexible** para adaptarse a cambios en el entorno del proyecto, pero lo bastante **estructurado** para asegurar que ninguna de las partes interesadas importante sea descuidada.

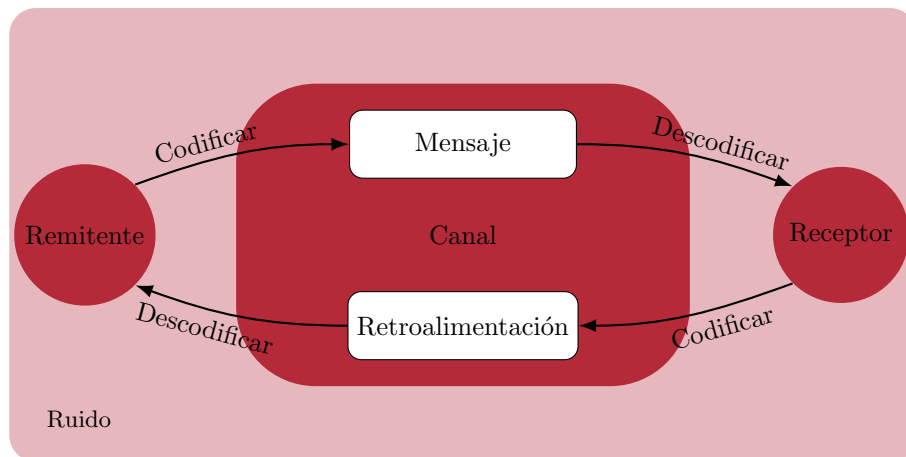


Figura 3.1: Modelo de comunicación

### 3.1.2. Comunicaciones con las partes interesadas

La comunicación incluye el intercambio de la información adecuada, entregada de manera precisa y coherente a todas las partes interesadas. En la comunicación se tiene (Figura 3.1):

- **Emisor.** Envía un mensaje codificado (codificar es traducir pensamientos o ideas en un lenguaje entendible por todos). Transmite lo que quiere decir en un mensaje que irá codificado.
- **Receptor.** Quien recibe el mensaje y lo debe decodificar (traducirlo en pensamientos o ideas significativas). El receptor enviará una retroalimentación codificada mediante el canal definido que le llegará al emisor y deberá decodificarlo. La **retroalimentación** permite aprovechar las oportunidades para la exploración y el intercambio de opiniones, promoviendo una **comunicación abierta**. De esta forma, se permite expresar los puntos de vista de los interesados, haciendo que sientan que se les valora a ellos y a sus opiniones.
- **Canal.** Método utilizado para transmitir el mensaje. Hay que elegir el canal correcto para que la comunicación sea lo más rica para el emisor y receptor, y se tengan los menos problemas posibles. Es esencial elegir canales y códigos que se adapten a los destinatarios de la información, lo que también implica que se puede dar el mismo mensaje de forma diferente a distintos receptores. Los canales que se pueden utilizar son:
  - **Comunicación oral.** Es la comunicación que se realiza mediante el habla. Incluye conversaciones cara a cara, llamadas telefónicas, y videoconferencias. Se divide en:
    - **Oral verbal.** Se refiere a las palabras que se utilizan en la comunicación hablada. Es el contenido literal de lo que se dice.
    - **Oral no verbal.** Incluye todos los elementos no verbales en la comunicación oral, como gestos, expresiones faciales, y lenguaje corporal que acompañan las palabras habladas. El **lenguaje corporal** determina en gran medida la comunicación no verbal. Incluye las expresiones faciales, la postura corporal, los gestos, el movimiento de los ojos, el tacto y el uso del espacio.

#### Ejemplo 3.5 Ejemplos de lenguaje corporal negativo son:

- ◇ Brazos cruzados delante del cuerpo
- ◇ Expresión facial mínima o tensa
- ◇ Cuerpo vuelto hacia otro lado
- ◇ Mantener un contacto (visual) mínimo
- ◇ Ponerse de pie con las manos en las caderas (puede comunicar agresividad o deseo de dominar)
- ◇ Tocarse la cara mientras se responde a preguntas

#### Ejemplos de lenguaje corporal positivo son:

- ◇ Tener una postura abierta
- ◇ Estar relajado, mostrar un rostro amable



- ◇ *No encorvarse*
- ◇ *Dar un apretón de manos firme*
- ◇ *Mantener el contacto visual*

- **Oral paralingual.** Se refiere a los aspectos vocales de la comunicación que no son palabras, como el tono de voz, el ritmo, el volumen, y la entonación. Estos elementos pueden influir en cómo se interpreta el mensaje y pueden transmitir emociones o énfasis. En este sentido, la **entonación** transmite la intención de las palabras, puede ocultar el estado anímico, evitar la monotonía, centra la atención del oyente y resalta lo más importante de lo que se dice.

De hecho, la palabra (comunicación oral verbal) es únicamente un 7 % de la comunicación, el 38 % es la entonación, el volumen de voz, el tono que se utiliza, etc. (comunicación oral paralingual), y lo más importante es la comunicación oral no verbal, con un 55 % (gesto, postura, mirada, lenguaje corporal...). Por eso, suele decirse que la comunicación más efectiva es la que es cara a cara, porque todo esto se identifica de forma rápida y hay feedback. Se emite un mensaje y hay un retorno de ese mensaje que permite llegar más fácilmente a un entendimiento que con otras herramientas (Figura 3.2).

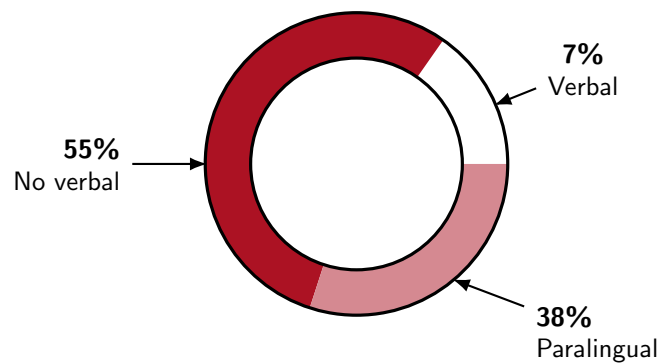


Figura 3.2: Peso de los elementos en la comunicación oral

- **Comunicación escrita.** Es la comunicación que se realiza mediante la escritura. Incluye correos electrónicos, informes, mensajes de texto, formularios, escritos.
- **Comunicación visual.** Es la transmisión de información a través de elementos que se perciben con la vista, sin depender exclusivamente de las palabras habladas o escritas; el mensaje se comunica principalmente mediante imágenes, símbolos, colores, gráficos o diseño, aunque puede complementarse con texto (presentaciones, infografías, mapas conceptuales, etc.).

Es importante darse cuenta de que la comunicación, independientemente del canal, casi siempre se ve perturbada por el ruido. El **ruido** es todo aquello que interrumpe la comunicación, y puede producirse durante la transmisión del mensaje. Las causas del ruido pueden encontrarse en el mensaje, el canal, el emisor y el receptor (Figura 3.1). El ruido puede ser interno o externo:

- **Ruido interno.** La comunicación se ve perturbada por el estado interno de (uno de) los interlocutores. Dos formas de ruido interno son la **percepción selectiva** y la **disonancia cognitiva**.
  - Con la percepción selectiva, el receptor sólo escucha lo que se ajusta a sus propios sentimientos y convicciones. Como resultado, a menudo se pierden (grandes) partes del mensaje del emisor en las interpretaciones que hace el receptor. En resumen, sólo se oye lo que conviene.
  - Con la disonancia cognitiva, el receptor experimenta un estado mental incómodo debido a pensamientos contradictorios en su interior. El mensaje del emisor se contrapone a esta contradicción interna, lo que a menudo provoca dudas y resistencia. Es decir, no se está de acuerdo con uno mismo.

**Ejemplo 3.6** *A una persona que fuma, fumar le relaja y le gusta. Si alguien le muestra imágenes de enfermedades por fumar, ese mensaje resalta una contradicción interna:*

- *Me gusta y me relaja*
- *Es malo para la salud*

*Ahí aparece la disonancia cognitiva.*

- **Ruido externo.** Cualquier interferencia en los canales de comunicación que afecte a la comunicación real.

**Ejemplo 3.7** *Tener mala conexión a internet en una videollamada, poca cobertura en una llamada telefónica, o ruido ambiental elevado en una conversación cara a cara.*

Para evitar el ruido, la **escucha activa**, la **retroalimentación** y la **clarificación** son esenciales: el mensaje que se quiere transmitir no siempre es lo que se dice; lo que se dice no es lo que se ha oído; lo que se ha oído no es lo que se ha entendido; lo que se ha entendido no es lo que se ha acordado; y, por último, lo que se acuerda no siempre es lo que se hace. Una opción es cerrar el círculo y preguntar qué se ha entendido y qué se hará al final, de manera que se **confirme** que el receptor ha entendido el mensaje como se pretendía. Esto significa enfocarse en el receptor, no en la información en sí, y pedir validación si se requiere.

Una vez comprendidos los fundamentos de la comunicación, el PM debe seleccionar estratégicamente el método de distribución de la información que mejor se adapte a las necesidades de cada parte interesada y al tipo de mensaje. Es fundamental que el PM sepa comunicarse de manera eficiente y eficaz en una variedad de situaciones, con diferentes audiencias (incluso de diferentes culturas) y equipos virtuales:

- **Comunicación eficiente.** Solo proporcionar la información necesaria a cada parte interesada, y no más de lo que se necesita. Interesa que cada partes interesadas tenga la información que ellos requieren y que les es útil.
- **Comunicación eficaz.** Proporcionar la información con claridad y sin ambigüedades.

Para asegurarse de que se satisfacen las necesidades de información y las de los interesados del proyecto, se recomienda establecer un calendario de los informes que se van a preparar y de las reuniones que se van a celebrar durante el proyecto. Planificar de antemano la comunicación ayudará a satisfacer sus necesidades individuales y les permite reservar tiempo en sus calendarios para asistir a las reuniones. Para conseguir esto, es necesario realizar:

- **Análisis de requisitos de comunicación.** Identificar qué información necesita cada parte interesada del proyecto y plantear qué herramientas van a ser más adecuadas para poder gestionar adecuadamente la comunicación dentro del proyecto, adecuándolo a las necesidades. Se debe elegir el canal más adecuado (e-mail, videollamada, reunión, etc.) para que la comunicación sea lo más rica y se tengan los menos problemas posibles. Las comunicaciones se suelen hacer a través de reuniones de seguimiento, donde idealmente se harán físicamente para mantener la conversación cara a cara; en el caso de equipos virtuales, es recomendable hacer videollamadas, o que periódicamente se envíen informes con los resultados del proyecto. En caso de necesitar enviar el mensaje utilizando algún tipo de **tecnología de la comunicación**, se deben considerar algunos factores:
  - **Urgencia de la necesidad de información.** cada cuánto se necesita que esta información vaya fluyendo entre los interesados.
  - **Disponibilidad y confiabilidad de la tecnología.**
  - **Experiencia de los interlocutores.** se buscará usar herramientas que todos sepan usar, fácil y accesible.
  - **Sensibilidad y confidencialidad de la información.** incluir medidas de seguridad adicionales, tener políticas para los empleados. ...
- **Métodos de comunicación.** Existen diversos modos de compartir la información entre las partes interesadas del proyecto:

- **Comunicación interactiva.** Se trata del modelo explicado en la Figura 3.1, donde hay un intercambio multidireccional de información en tiempo real. Se llega a un entendimiento fácilmente al haber retroalimentación (conversaciones cara a cara, reuniones, llamadas de teléfono, videoconferencias...). Se trata, por tanto, de la más efectiva.
- **Comunicación “push”.** Envío de información a receptores que necesitan conocerla; se asegura la distribución, pero no certifica la comprensión de la misma, puesto que no hay retroalimentación (cartas, e-mails, informes, etc.).
- **Comunicación “pull”.** Grandes volúmenes de información o grandes audiencias, donde los destinatarios acceden a discreción según procedimientos de seguridad (e-learning, repositorios, intranet, bases de datos, etc.).

Es esencial repetir los mensajes clave con regularidad y utilizar distintos métodos de comunicación. Se debe acercarse a las partes interesadas de forma activa, pero permitiéndoles consultar la información cuando les convenga (de forma pasiva).

Toda esta información sobre las comunicaciones con las partes interesadas se puede recoger en un **plan de comunicación**, donde se describe, para cada parte interesada o grupo de partes interesadas, por qué, con qué frecuencia (cuándo), con qué detalle (cómo), a través de qué medio (dónde) y por quién debe ser comunicado.

### 3.1.3. Requisitos y objetivos del proyecto

Los proyectos surgen para **satisfacer necesidades** de las partes interesadas, las cuales se traducen en **requisitos** que, a su vez, dan forma a los **objetivos**. Ambos elementos son pilares para definir el alcance y garantizar el éxito del proyecto. Los objetivos y requisitos describen el porqué del proyecto:

- Qué metas quieren lograrse.
- Qué beneficios quieren obtenerse.
- Qué objetivos deben alcanzarse.
- Qué requisitos de las partes interesadas deben cumplirse.

**Definición 3.1** Un **requisito** es una condición o característica que el producto/servicio del proyecto debe cumplir para satisfacer necesidades o expectativas de los interesados.

Las necesidades de los interesados que debe satisfacer el proyecto se convierten en los **requisitos del proyecto** tras seguir el “ciclo de vida de las necesidades” (Figura 3.3). En primer lugar, **aparecen las necesidades**, los cambios generan ideas, que pueden surgir dentro o fuera de la organización. Luego hay una fase de **reconocimiento de las necesidades**, si no se perciben, no se tomarán las medidas para satisfacerlas. A continuación, se encuentra una fase de **formulación de las necesidades**, que implica un análisis en profundidad de la necesidad. La última fase es **establecer los requisitos**: las necesidades se traducen en requisitos. Además, los requisitos pueden ser **funcionales** (describen los comportamientos del producto) y **no funcionales** (complementan a los funcionales y describen las condiciones ambientales o las cualidades necesarias para que el producto sea eficaz).

**Ejemplo 3.8** *Requisitos funcionales podrían ser las acciones, procesos, datos e interacciones que el producto debería ejecutar.*

*Requisitos no funcionales serían la confiabilidad, seguridad, desempeño, capacidad de soporte...*

Los requisitos se recogen de manera iterativa. Algunas de las técnicas más efectivas son:

- **Cuestionarios y encuestas.** Conjuntos de preguntas escritas, diseñadas para recoger información rápidamente de un gran número de encuestados.
- **Entrevistas a interesados.**
- **Observación directa.**

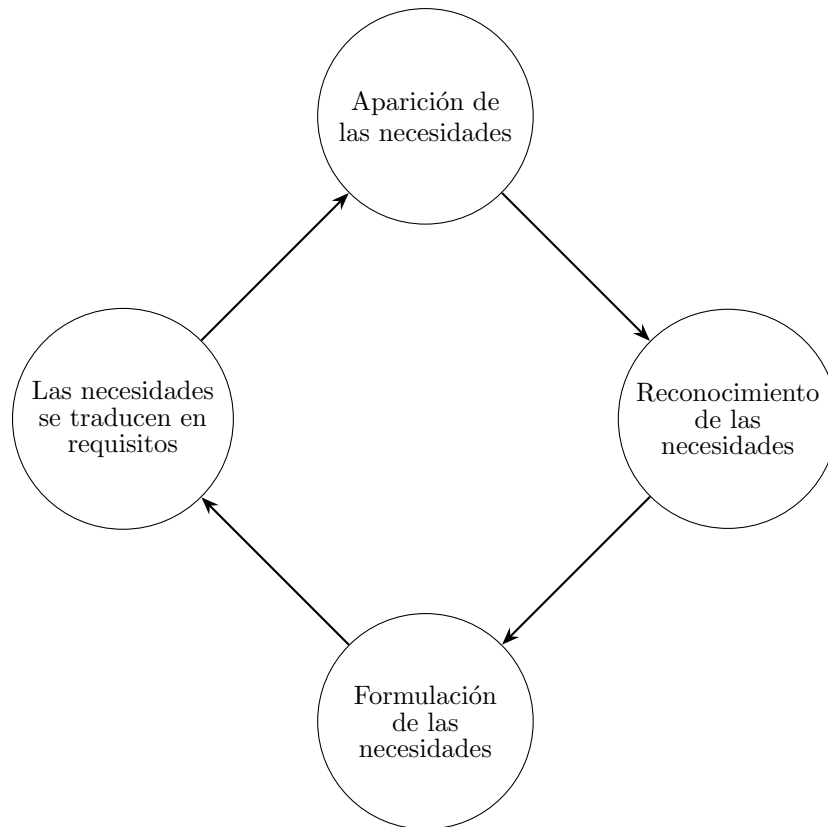
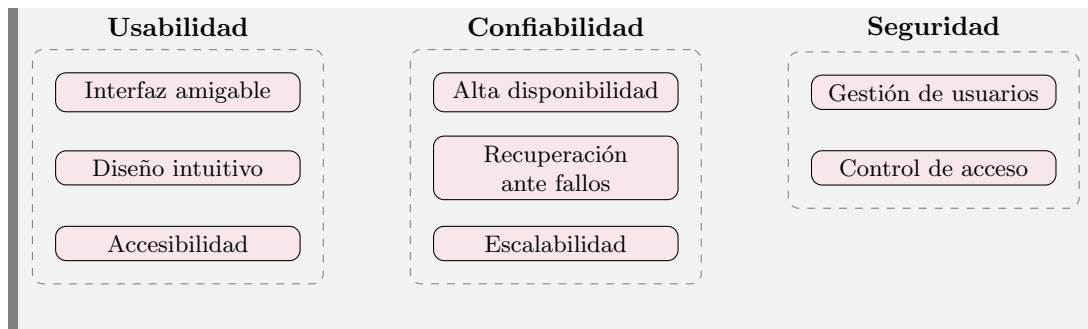


Figura 3.3: Ciclo de vida de las necesidades

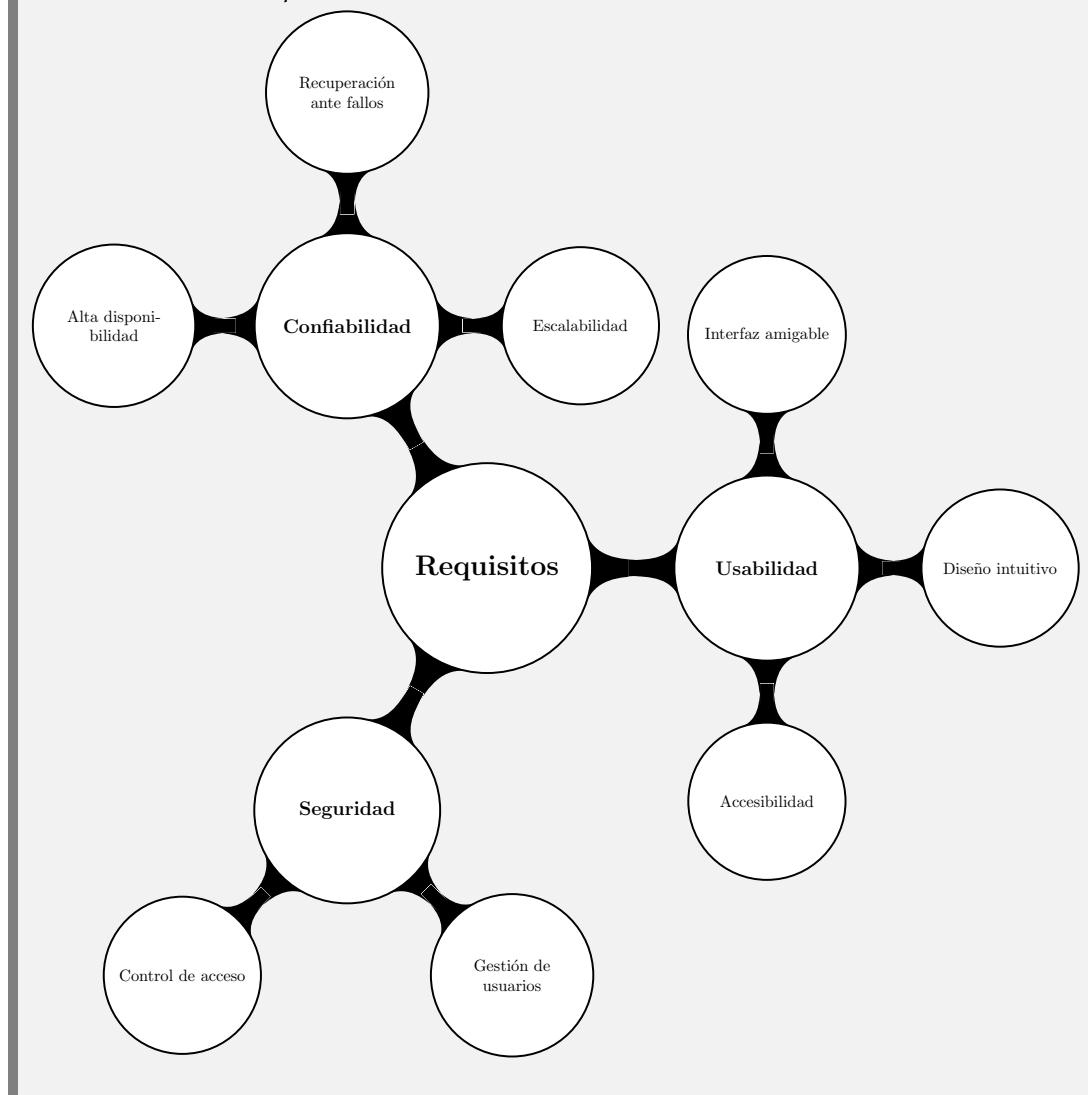
- **Técnica del grupo nominal.** Mejora el brainstorming mediante un proceso de votación que se usa para jerarquizar las ideas más útiles, para realizar una tormenta de ideas adicional o para asignarles prioridades. La técnica de grupo nominal es una forma estructurada de brainstorming que consta de cuatro pasos:
  1. Al grupo se le plantea una pregunta o problema. Cada persona genera y escribe sus ideas en silencio.
  2. Un moderador/PM escribe las ideas hasta que todas las ideas queden registradas.
  3. Cada idea registrada se debate hasta que todos los miembros del grupo logran una comprensión clara.
  4. Los individuos votan en privado para priorizar las ideas, utilizando usualmente una escala del 1 al 5 (siendo 1 el más bajo y 5 el más alto). La votación puede realizarse en muchas rondas a fin de reducir el número de ideas y poder centrarse en las mismas. Después de cada ronda, se cuentan los votos y se seleccionan las ideas con mayor puntuación.
- **Representación de datos.** Se pueden utilizar:
  - **Diagramas de afinidad.** Hacer agrupaciones de ideas parecidas, lo que facilita luego obtener nuevos requisitos que puedan depender de esas agrupaciones (Ejemplo 3.9).

**Ejemplo 3.9** Se muestra un diagrama de afinidad para el desarrollo de una plataforma web de gestión de reservas de coches de alquiler.



- **Mapeo mental.** Representaciones gráficas para que los requisitos queden expuestos (Ejemplo 3.10).

**Ejemplo 3.10** Se muestra un mapa mental para el desarrollo de una plataforma web de gestión de reservas de coches de alquiler.



- **Prototipos.** Permiten obtener una realimentación rápida en relación con los requisitos al proporcionar un modelo del producto esperado antes de construirlo en realidad. Los prototipos permiten a los interesados el experimentar con un modelo del producto final en lugar de limitarse a debatir en forma abstracta sobre sus requisitos.
- **Técnica MoSCoW.** Como no todo tiene la misma importancia, es necesario priorizar los requisitos, deseos y expectativas. Para ello, esta facilita la selección cuando no se pueden cumplir todos los requisitos/expectativas (ver Figura 3.4):

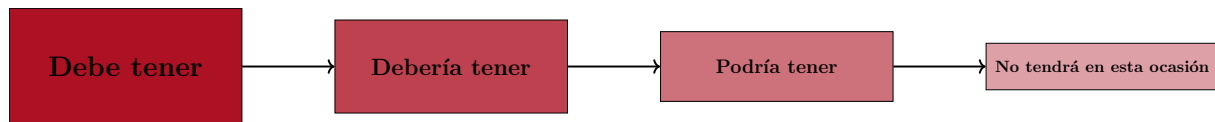


Figura 3.4: Esquema para priorizar requisitos (técnica MoSCoW)

- **Must-have (debe tener).** El proyecto debe abordar estas necesidades, como mínimo. Es algo esencial, sin esta funcionalidad, el resultado no tiene importancia.
- **Should-have (debería tener).** Es muy deseable, el proyecto debería abordar estas necesidades, si es posible.
- **Could-have (podría tener).** Estaría bien que el proyecto abordara estas necesidades, si al hacerlo no afecta a nada más. Solo se hace si hay tiempo y presupuesto suficientes.
- **Won't have this time (no tendrá en esta ocasión).** No se puede realizar ahora, quizá se pueda abordar más adelante.

**Ejemplo 3.11** Para el desarrollo de un nuevo producto, se especifica lo siguiente respecto a sus dimensiones:

- Si es posible, menos de 1,65 metros (podría tener), preferiblemente no más de 1,70 metros (debería tener), pero de ninguna manera más de 1,80 metros (debe tener).

Con respecto a la documentación asociada a dicho producto:

- Si es posible, todo en inglés (podría tener). Si no, el manual del usuario y del sistema (debería tener), pero al menos el manual del usuario (debe tener).

- **Toma de decisiones.** Destaca el **análisis de decisiones con múltiples criterios** (Multi-Criteria Decision-Making, MCDM): Estas herramientas se pueden utilizar para identificar los principales incidentes y las alternativas adecuadas a fin de ser priorizados como un conjunto de decisiones para implementación. Los criterios se priorizan y se les asigna un peso antes de aplicarlos a todas las alternativas disponibles, para obtener una puntuación para cada alternativa. A continuación las alternativas se clasifican según puntuación. Una metodología de MCDM muy extendida es el **proceso analítico jerárquico (AHP)**, en la cual se asignan y valoran los criterios para obtener el peso de estos en función de la importancia relativa que el decisor considera que tienen.

Para calcular los pesos de cada criterio (importancia relativa), hay que encontrar el **autovector** principal de la matriz de comparaciones  $W$ , obtenida a partir de una **comparación por pares**, donde cada elemento  $w_{ij}$  es un valor numérico positivo que determina la prioridad relativa entre el criterio de la **fila**  $C_i$  comparado con el criterio de la **columna**  $C_j$ . Para determinar esta importancia, se recurre a escalas previamente establecidas, como la sugerida en la Tabla 3.1. Normalmente, esta comparación por pares la realizan **expertos**, lo que garantiza que las valoraciones reflejen prioridades fundamentadas.

Escala numérica	Escala verbal
1	Igual importancia
3	Importancia moderada de un elemento sobre otro
5	Importancia fuerte de un elemento sobre otro
7	Importancia muy fuerte de un elemento sobre otro
9	Extrema importancia de un elemento sobre otro
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes

Tabla 3.1: Escala de comparación por pares

Para obtener las ponderaciones del vector, se resuelve la ecuación (3.1) para encontrar el **autovector principal** de la matriz  $W$ , correspondiente al **mayor autovalor**  $\lambda$ :

$$\begin{pmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \cdots & \frac{w_n}{w_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix}, \quad (3.1)$$

donde  $W$  es la matriz, y  $\lambda$  es el valor propio correspondiente al vector de prioridad  $\vec{w}$ . Para resolver esta ecuación, se utilizan procedimientos matemáticos simplificados, como el que se presenta a continuación:

1. Construir la matriz de comparación por pares entre criterios, donde debe cumplirse el axioma de comparación recíproca ( $x^{-1} \cdot x = x \cdot x^{-1} = 1$ ).

2. Normalizar la matriz mediante:

$$x_{ij,norm} = \frac{x_{ij}}{N_j} \quad (3.2)$$

donde cada elemento normalizado  $x_{ij,norm}$  es el cociente entre el elemento  $x_{ij}$  inicial y la suma de todos los elementos de la columna  $j$  ( $N_j$ ). De esta forma, la suma de todos los elementos de la columna  $j$  de la matriz normalizada debe ser 1.

3. Determinar el valor promedio de cada fila  $C_i$ , que son los pesos  $w_i$  de cada factor.
4. Comprobar que la matriz cumple con el axioma de consistencia. Para ello, el primer valor a calcular es  $\lambda_{max}$  mediante:

$$\lambda_{max} = \sum_j (N_j \cdot w_i) \quad (3.3)$$

Con  $\lambda_{max}$ , se determina el índice de consistencia  $IC$ :

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.4)$$

siendo  $n$  la dimensión de la matriz. Es necesario también conocer el índice de consistencia aleatorio  $IR$ , obtenido a partir de la Tabla 3.2.

$n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$IR$	0	0	0.53	0.88	1.12	1.25	1.34	1.40	1.45	1.48	1.51	1.54	1.56	1.57	1.58	1.60

Tabla 3.2: Índice de consistencia aleatorio según la dimensión de la matriz

Finalmente, se obtiene el ratio de consistencia  $RC$ , y se admite como válida la matriz si  $RC \leq 0,05$  para  $n = 3$ ,  $RC \leq 0,08$  para  $n = 4$  o  $RC \leq 0,10$  para  $n \geq 5$ .

**Ejemplo 3.12** Una empresa de manufactura está diseñando un sistema de producción automatizado. Los requisitos identificados son:

- **Velocidad de producción** (R1)
- **Precisión** (R2)
- **Coste de implementación** (R3)
- **Mantenimiento** (R4)

Sabiendo que la matriz de comparación por pares es:

$$W = \begin{pmatrix} 1 & & & \\ 3 & 1 & & \\ 1/5 & 1/9 & 1 & \\ 3 & 1 & 5 & 1 \end{pmatrix},$$

utilizar el método AHP para priorizar estos requisitos.

1. Normalización de la matriz: Se calcula el primer elemento:  $x_{11, norm} = \frac{1}{1 + 3 + (1/5) + 3} = 0,14$

$$\text{Matriz Normalizada} = \begin{pmatrix} 0,14 & 0,14 & 0,25 & 0,13 \\ 0,42 & 0,41 & 0,45 & 0,39 \\ 0,03 & 0,05 & 0,05 & 0,08 \\ 0,42 & 0,41 & 0,25 & 0,39 \end{pmatrix}$$

2. Cálculo del vector de prioridades (pesos): Se calcula el primero:  $w_1 = \frac{0,14+0,14+0,25+0,13}{4} = 0,164$

$$w = [0,164, 0,418, 0,051, 0,368]$$

3. Comprobación de la consistencia:

$$\lambda_{max} = \frac{7,20 \cdot 0,164 + 2,44 \cdot 0,418 + 20 \cdot 0,051 + 2,53 \cdot 0,368}{4} = 4,15$$

$$IC = \frac{\lambda_{max} - 4}{4 - 1} = \frac{4,15 - 4}{4 - 1} = 0,05$$

Según la tabla de índices de consistencia aleatorios (Tabla 3.2), para  $n = 4$ ,  $IR = 0,882$ . El ratio de consistencia:

$$RC = \frac{IC}{IR} = \frac{0,05}{0,882} = 0,055$$

Dado que  $RC < 0,08$ , la matriz es consistente. La prioridad de los requisitos es: **Precisión, Mantenimiento, Velocidad de Producción y Coste de Implementación.**

**Ejercicio 3.1** En un proyecto de instalación de energía solar para un complejo industrial, se identifican los siguientes requisitos:

- **Coste inicial**
- **Rendimiento**
- **Durabilidad**
- **Impacto ambiental**

Si la matriz de comparación por pares de estos requisitos es:

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 7 & 5 \\ 1/3 & 1 & 5 & 3 \\ 1/7 & 1/5 & 1 & 1/3 \\ 1/5 & 1/3 & 3 & 1 \end{pmatrix},$$

utilizar el método AHP para priorizar estos requisitos.

**Ejercicio 3.2** Una empresa de logística desea implementar un nuevo sistema de gestión de inventarios. Utilizar el método AHP para priorizar los siguientes requisitos:

- **Interfaz de usuario intuitiva**
- **Capacidad de integración con sistemas existentes**
- **Generación de informes en tiempo real**
- **Seguimiento de productos mediante códigos QR**
- **Alertas automáticas de stock bajo**



La matriz de comparación por pares de estos requisitos es:

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 1/3 & 3 & 5 & 1/2 \\ 3 & 1 & 5 & 7 & 2 \\ 1/3 & 1/5 & 1 & 3 & 1/4 \\ 1/5 & 1/7 & 1/3 & 1 & 1/6 \\ 2 & 1/2 & 4 & 6 & 1 \end{pmatrix}.$$

**Ejercicio 3.3** Una empresa automovilística está desarrollando un nuevo vehículo eléctrico. Ha identificado los siguientes requisitos:

- **Autonomía de la batería**
- **Tiempo de carga**
- **Velocidad máxima**
- **Espacio interior**
- **Sistemas de seguridad avanzados**
- **Diseño aerodinámico**

Aplicando el método AHP, determinar la prioridad de los requisitos si la matriz de comparación por pares es:

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 & 5 & 3 & 6 \\ 1/2 & 1 & 3 & 4 & 2 & 5 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 2 & 1/2 & 3 \\ 1/5 & 1/4 & 1/2 & 1 & 1/3 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 2 & 3 & 1 & 4 \\ 1/6 & 1/5 & 1/3 & 1/2 & 1/4 & 1 \end{pmatrix}.$$

El **documento de requisitos** describe cómo los requisitos individuales cumplen con las necesidades de negocio del proyecto. Los requisitos pueden comenzar a un alto nivel e ir convirtiéndose gradualmente en requisitos más detallados, conforme se va conociendo más información acerca de ellos. Hay que intentar que los requisitos sean inequívocos (medibles y comprobables), trazables, completos, coherentes y aceptables para los interesados clave. Pueden agruparse, si se desea, en:

- **Requisitos del negocio.** Describen las necesidades de alto nivel de la organización en su conjunto, tales como los problemas u oportunidades de negocio y las razones por las que se ha emprendido un proyecto.
- **Requisitos de los interesados.** Describen las necesidades de un interesado o de un grupo de interesados.
- **Requisitos de las soluciones.** Describen las prestaciones, funciones y características del producto, servicio o resultado que cumplirán los requisitos de negocio y de los interesados. Se agrupan, asimismo, en **requisitos funcionales** (describen los comportamientos del producto) y **requisitos no funcionales** (complementan a los funcionales y describen las condiciones ambientales o las cualidades necesarias para que el producto sea eficaz).

**Ejemplo 3.13** Requisitos funcionales podrían ser las acciones, procesos, datos e interacciones que el producto debería ejecutar.

Requisitos no funcionales serían la confiabilidad, seguridad, desempeño, capacidad de soporte...

- **Requisitos del proyecto.** Describen las acciones, los procesos u otras condiciones que el proyecto debe cumplir.

**Ejemplo 3.14** *Fechas de los hitos, obligaciones contractuales, restricciones, etc.*

- **Requisitos de calidad.** Recolectan las condiciones o criterios necesarios para validar la finalización exitosa de un entregable del proyecto o el cumplimiento de otros requisitos del proyecto.

**Ejemplo 3.15** *Pruebas, certificaciones, validaciones, etc.*

**Definición 3.2** Un **objetivo** es un resultado concreto, medible y temporal que el proyecto debe alcanzar, involucrando esfuerzos y recursos específicos.

Los requisitos se convierten posteriormente en **objetivos**, y son los resultados que producirá el proyecto (también se denominan **entregables**). Se deben incluir **criterios de aceptación** para comprobar los entregables, que pueden ser los productos o servicios que se desarrollen o los resultados de la utilización de dichos productos y servicios. Hacen de puente entre lo que las partes interesadas quieren conseguir y lo que el proyecto va a entregar. Se recomienda incluir los siguientes elementos al definir los objetivos:

- **Enunciado.** Una breve descripción narrativa de lo que quiere conseguir.
- **Medidas.** Indicadores que se utilizarán para evaluar su consecución.
- **Especificaciones de rendimiento.** Los valores de cada medida que definen el éxito.

**Ejemplo 3.16** *Se acepta un proyecto para realizar un informe que resume la actividad de ventas mensual.*

<i>Enunciado del objetivo</i>	<i>Medidas</i>	<i>Especificaciones de rendimiento</i>
<i>Informe que resuma la actividad de ventas mensual</i>	<i>Contenido</i>	<i>El informe debe incluir el número total de artículos vendidos, los ingresos totales por ventas y el número total de devoluciones por línea de producto</i>
	<i>Cronograma</i>	<i>El informe debe estar terminado el 31 de agosto</i>
	<i>Presupuesto</i>	<i>Los gastos de desarrollo no deben exceder los 500 €</i>
	<i>Aprobaciones</i>	<i>El nuevo formato del informe debe ser aprobado por el vicepresidente de ventas, el gerente de ventas regional, el gerente de ventas de distrito y los representantes de ventas</i>

Esto hace que los objetivos del proyecto sean claros: cuanto más claros y específicos sean, más probabilidades hay de alcanzarlos. Algunos consejos para desarrollar objetivos claros:

- **Ser breve al describir cada objetivo.** Si es muy largo, es probable que el objetivo no quede claro y tenga múltiples interpretaciones; además, si se dedica mucho texto a describir un solo objetivo, la mayoría de la gente no lo leerá.
- **No utilizar jerga técnica ni acrónimos.** Cada sector tiene su propio vocabulario, al igual que cada empresa de ese sector. Dentro de una misma empresa, los distintos departamentos (contabilidad, jurídico, servicios de información, etc.) también tienen su propia jerga. Debido a esta proliferación de lenguajes especializados, el mismo acrónimo puede tener dos o más significados en la misma organización. Para reducir las posibilidades de malentendidos, se recomienda expresar los objetivos en un lenguaje sencillo y comprensible para todos.
- **Establecer objetivos SMART.**

**S** Specific (específico): Definir los objetivos de forma clara y detallada, sin lugar a interpretaciones erróneas.

**M** Measurable (medible): Indicar las medidas y especificaciones de rendimiento que se utilizarán para determinar si se ha alcanzado el objetivo.

**A** Achievable (alcanzable/controlable): Debe ser un objetivo ambicioso, pero no imposible. Todo el equipo debe creer que puede influir en el éxito de cada objetivo. Si no creen que pueden, es posible que no se comprometan al 100 % a conseguirlo (y, por ende, que ni siquiera se intenten).

**R** Realistic (realizable/realista): Tiene que estar alineado con la estrategia de la organización.

**T** Time related (ajustados al tiempo): Incluir la fecha en la que se alcanzarán los objetivos.

- **Identificar todos los objetivos.** El tiempo y los recursos siempre son escasos, así que si no se especifica un objetivo, no se trabajará para conseguirlo.

Evitar fijar un objetivo específico estableciendo una horquilla de valores puede conllevar problemas. Sin embargo, algunas personas se sienten incómodas comprometiéndose con objetivos específicos porque temen no alcanzarlos. Pero no tener objetivos específicos hace más difícil saber si se están abordando las verdaderas expectativas de los interesados y si se están cumpliendo. Cuando los objetivos no son específicos, aumentan las posibilidades de que el proyecto no tenga éxito. Siempre hay que recordar al equipo que **los objetivos son metas, no garantías**, y que algunos proyectos tienen más riesgos que otros.

**Ejemplo 3.17** Se establece que se tendrá éxito en un objetivo si se consiguen entre 20 y 25 millones de euros de ventas al año. Para alguien, el éxito será total en cuanto se alcancen los 20 millones de euros. Sin embargo, lo más probable es que para el jefe, el éxito se considere al 100 % solo cuando se alcancen los 25 millones de euros. Aunque parecía que se había llegado a un acuerdo, no ha sido así.

**Ejemplo 3.18** Si el proyecto implica investigación y nuevos desarrollos, o actividades que no se han hecho antes, el equipo puede no saber si es posible conseguirlo. Y, si es posible hacerlo, puede no saberse cuánto tiempo y dinero costará. Pero hay que decir desde el principio exactamente lo que se quiere conseguir y lo que se cree que es posible, aunque haya que cambiar los objetivos a medida que avanza el proyecto.

Una vez definidos requisitos, objetivos y criterios de aceptación, puede ser útil desarrollar la **matriz de trazabilidad**. Se trata de una tabla/cuadrícula que vincula los requisitos desde su origen hasta los entregables que los satisfacen. Proporciona un medio para realizar el seguimiento de los requisitos a lo largo del ciclo de vida del proyecto, lo cual contribuye a asegurar que al final del proyecto se entreguen efectivamente los requisitos aprobados en la documentación de requisitos. La matriz de trazabilidad puede ser similar a la Tabla 3.3.

Código	Requisito	Objetivo asociado	Interesado	Prioridad (MoSCoW)	Criterios aceptación
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

Tabla 3.3: Matriz de trazabilidad

Ya que todo se deriva de las necesidades, expectativas y metas organizacionales estratégicas de las partes interesadas, se debe establecer una **conexión clara entre lo que los interesados desean y lo que el proyecto va a llevar a cabo**. Esto implica:

- Definir qué entregará el proyecto a los interesados.
- Transformar esa definición en salidas y entregables del proyecto concretos y medibles.
- Comunicarlo nuevamente a las partes interesadas para alinear sus expectativas.

Por tanto, se trata de un **proceso reiterativo**, siendo esenciales la **comunicación, negociación y destrezas analíticas** por parte del PM.

### 3.1.4. Negociación: resolver discrepancias en los requisitos y objetivos de las partes interesadas

**Definición 3.3** La **negociación** es el proceso entre dos o más partes cuya finalidad es equilibrar diferentes intereses, necesidades y expectativas para lograr **un acuerdo y un compromiso comunes**, mientras se mantiene una **relación de trabajo positiva**.

La negociación es esencial para alinear expectativas divergentes entre las partes interesadas, transformando conflictos potenciales en acuerdos viables. Existen dos aspectos centrales en las negociaciones: la preocupación por el resultado y la preocupación por la relación, que da lugar a dos formas de negociar:

- **Negociación por posiciones.** Se centra en el resultado (**maximizar el beneficio**). La búsqueda abierta de alternativas que beneficien a ambas partes no es lo más importante, sino que la cuestión es: ¿cómo sacar el máximo partido? Cada parte tiene un punto objetivo al que quiere llegar, por lo que tiene un **enfoque competitivo**, pudiendo dañar las relaciones. Es recomendable tener una “mejor alternativa si no hay acuerdo” (**MASNA**). La MASNA es lo mejor que se puede hacer si las negociaciones no conducen a un resultado aceptable, por lo que determina, en gran medida, el punto de ruptura de la negociación<sup>1</sup>.

**Ejemplo 3.19** En la negociación para la compra de servidores de un proyecto informático:

- **Posición del comprador.** “El precio máximo es 80.000 €”.
- **Posición del vendedor.** “El coste mínimo es 120.000 €”.
- **Resultado típico.** Negociación agresiva donde ambas partes ceden (ej.: 95.000 €), pero ambas quedan insatisfechas.

- **Negociación basada en principios.** Se busca llegar a un acuerdo en el que todos salgan ganando. Suele basarse en 4 principios (desarrollados por el Harvard Negotiation Project) y son fundamentales para resolver conflictos de alcance con las partes interesadas manteniendo relaciones constructivas:

1. **Separar a las personas del problema**, evitando que emociones o relaciones pasadas afecten la negociación. Para ello, se debe crear un ambiente colaborativo desde la primera reunión, intentando usar un lenguaje neutral y validar intereses legítimos de todas las partes.

**Ejemplo 3.20** En lugar de decir “No lo entendéis”, se puede decir “Analicemos el reto técnico”.

2. **Centrarse en intereses, no en posiciones.** Es imprescindible distinguir entre lo que las partes interesadas piden (posición) y por qué lo piden (interés subyacente).

**Ejemplo 3.21** Diferencia clave:

- **Posición:** “Debe entregarse el 15 de mayo”
- **Interés:** “Necesitamos operar el sistema antes de la temporada alta”

Para encontrar los intereses, se recomienda formular **preguntas abiertas** y utilizar la **escucha activa con reformulación**.

**Ejemplo 3.22** Ejemplos típicos de preguntas abiertas para encontrar intereses:

- “¿Qué consecuencias tendría un retraso?”
- “¿Cómo afectaría esta restricción a su área?”

Ejemplo de reformulación para encontrar intereses: “Entiendo que su prioridad es...”

3. **Definir criterios objetivos.** Seguir la metodología SMART para evitar negociaciones subjetivas y evaluar alternativas de forma transparente.

<sup>1</sup>Se entiende por punto de ruptura el punto en el que se rompe la negociación y se busca otra solución

**Ejemplo 3.23** Ejemplos de criterios objetivos:

- “La solución debe cumplir la normativa ISO 27001”
- “El coste no puede superar el 120 % del presupuesto inicial, porque no se puede aumentar más”

4. **Generar alternativas de beneficio mutuo.** Establecidos los intereses y criterios objetivos, se crea un inventario de posibles alternativas mediante **brainstorming**. Posteriormente, se puede crear una **matriz de criterios** (Tabla 3.4) y aplicar técnicas de **análisis de decisiones con múltiples criterios** para determinar cuál es la mejor alternativa (la opción que maximiza el valor compartido).

Elemento	Descripción
<b>Criterios</b>	Requisitos medibles definidos conjuntamente (ej.: coste máximo, plazo mínimo, estándares de calidad)
<b>Ponderación</b>	Peso relativo de cada criterio (normalizado al 100 %)
<b>Alternativas</b>	Opciones generadas en brainstorming (ej.: entregas parciales, prototipos rápidos)
<b>Puntuación</b>	Valoración cuantitativa (ej.: escala 1-5) de cómo cada alternativa cumple un criterio
<b>Total ponderado</b>	Cualquier técnica de MCDM; por sencillez, se recomienda la <b>suma ponderada</b> . Suma de (Puntuación × Ponderación) para cada alternativa

Tabla 3.4: Elementos de una matriz de criterios

**Ejemplo 3.24** Existe un conflicto entre equipo de desarrollo y área comercial por el lanzamiento de aplicación móvil.

Las posiciones iniciales son:

- Comercial: “Lanzar en 2 meses aunque tenga bugs”
- Desarrollo: “Necesitamos 6 meses para versión estable”

Se quiere negociar, considerando entre subcontratar a otra empresa para cumplir el plazo o retrasar el lanzamiento. Las alternativas se han evaluado con una escala del 1 al 5 (siendo el 5 la mejor).

Criterios (Peso)	Subcontratar	Retrasar lanzamiento
Cumplir plazo (40 %)	5	1
Coste ≤ 100K€ (30 %)	2	5
Calidad (ISO 25010) (30 %)	4	5
<b>Total ponderado</b>	<b>3.7</b>	<b>3.2</b>

**Subcontratar** gana por puntuación, por lo que se considera la mejor alternativa.

**3.1.5. Gestión de expectativas**

Una vez definidos y consensuados los **requisitos** y **objetivos** del proyecto, el siguiente desafío consiste en asegurar que las **partes interesadas** los comprendan, compartan y mantengan una percepción realista sobre lo que el proyecto puede y no puede ofrecer. Esta alineación es esencial para evitar malentendidos, prevenir resistencias y favorecer el compromiso sostenido durante todo el ciclo de vida del proyecto.

La gestión de expectativas no consiste únicamente en informar, sino en **adaptar el grado y la forma de participación** de cada parte interesada según dos factores clave:

- El **nivel de confianza** existente en la relación.
- El **grado de acuerdo** con el contenido y los objetivos del proyecto.

A partir de estos factores, es posible identificar diferentes perfiles y establecer estrategias de interacción adecuadas (Figura 3.5):

- **Socio de coalición.** Comparten la visión y los objetivos del proyecto, aunque la relación de confianza aún no es sólida. Es recomendable establecer acuerdos concretos sobre la colaboración, así como sobre los resultados esperados, para reforzar la relación y garantizar su compromiso.
- **Aliado.** Son actores plenamente alineados con los objetivos y con los que existe una relación sólida. Cuanta más colaboración se fomente, mejor.
- **Oportunista.** Estas partes interesadas pueden percibir beneficios en el proyecto, pero no comparten plenamente la visión. Es esencial comunicarles de forma clara y convincente los posibles beneficios, resaltando cómo el proyecto también les aporta valor.
- **Escéptico.** Aunque la relación es buena, su nivel de acuerdo con los objetivos del proyecto no es total, posiblemente por desconocimiento o dudas. Conviene proporcionarles información clara, resolver sus inquietudes y fomentar su implicación progresiva.
- **Adversario.** Presenta bajo acuerdo y confianza reducida. Es fundamental explicar con precisión los objetivos y beneficios esperados, separar lo empresarial de lo emocional y, cuando sea posible, canalizar la relación a través de un aliado o socio de coalición.
- **Oponente.** Mantiene un desacuerdo firme y abierto, aunque existe una buena relación. En este caso es necesario abordar de frente las diferencias de opinión y negociar sobre intereses coincidentes, gestionando al mismo tiempo los conflictos. La comunicación debe ser especialmente clara y directa.

Acuerdo	Alto	<b>Socio de coalición</b> <i>Concretar acuerdos</i>	<b>Aliado</b> <i>Maximizar la colaboración</i>
	Medio	<b>Oportunista</b> <i>Comunicar los beneficios</i>	<b>Dudoso</b> <i>Informar y comprometer</i>
	Bajo	<b>Adversario</b> <i>Acercarse a través del socio de coalición</i>	<b>Oponente</b> <i>Negociar sobre los intereses</i>
		Baja	Alta
		Confianza	

Figura 3.5: Gestionar expectativas

En todos los casos, la participación de las partes interesadas debe ser **real y no meramente formal**. Es necesario definir de antemano hasta qué punto su aportación puede influir en el proyecto, en qué aspectos y hasta cuándo. Nada deteriora más la relación con las partes interesadas que la sensación de que las decisiones ya están tomadas y que su participación carece de sentido. Una gestión de expectativas efectiva no solo mejora la comunicación y la colaboración, sino que también contribuye a que los requisitos y objetivos establecidos se mantengan alineados con las necesidades reales y consensuadas del proyecto.

### 3.1.6. Alcance del proyecto

Se entiende por **alcance** al alcance del proyecto. Sin embargo, también existe el **alcance del producto**. El **alcance del producto** son los rasgos y funciones que caracterizan a un producto, servicio o resultado, mientras que el **alcance del proyecto** involucra el trabajo que debe realizarse para entregar un producto, servicio o resultado con las funciones y características especificadas.

**Definición 3.4** El **alcance del proyecto** es la descripción de lo que el proyecto realizará para **lograr sus objetivos**.

Ya que no se puede estimar el trabajo a realizar con solo una descripción de lo que se va a entregar, también se debe conocer qué trabajos hay que realizar y en qué áreas.

**Ejemplo 3.25** *¿La instalación de la nueva cocina incluye retirar la cocina antigua? ¿La instalación consiste sólo en la conexión eléctrica, o también hay que conectar el agua fría y caliente?*

Así, el alcance del proyecto debe dejar claro lo que está incluido y lo que no está incluido en el proyecto. Es necesario definir y acordar el alcance y los resultados del proyecto lo antes posible, incluido lo que no se hará (**demarcación**), ya que así, la probabilidad de que el proyecto tenga éxito aumenta considerablemente. Sin una demarcación adecuada, es muy probable que también se considere que diversos asuntos forman parte del alcance, aunque no se mencionen. Sin embargo, la demarcación sólo debe incluir aquellos aspectos que las partes interesadas puedan suponer que pertenecen al alcance del proyecto. **Una demarcación mucho más larga que la propia descripción del alcance no es tiene mucho sentido.**

**Ejemplo 3.26** *Cuando se hizo el pedido de la nueva cocina, se acordó que los residentes retiraran primero la cocina vieja y nivelaran el suelo. La nueva cocina se instalará y conectará eléctricamente y con agua fría y caliente. También se retirarán los materiales de embalaje.*

**Definición 3.5** El **enunciado del alcance** es la **confirmación por escrito** de los **resultados** que producirá el proyecto y de los **términos y condiciones** en los que realizará el trabajo. Describe los entregables y el trabajo necesario para llevarlos a cabo.

La preparación del enunciado del alcance del proyecto detallado es crítica para el éxito del proyecto, y se construye sobre la base de los principales productos entregables, hipótesis y restricciones que se documentaron durante el inicio del proyecto:

- Las necesidades, deseos y expectativas de los interesados se analizan y convierten en requisitos y objetivos. Es fundamental hacer un seguimiento y control continuo de las necesidades, deseos y expectativas de las partes interesadas.
- Las suposiciones y restricciones se analizan para ver si están completas y, de ser necesario, se agregan nuevas.

Tanto las personas que solicitaron el proyecto como el equipo del mismo deben aceptar todos los términos del enunciado del alcance antes de que comience el trabajo real del proyecto: el equipo se compromete a producir determinados **resultados** y los solicitantes del proyecto se comprometen a considerar que el proyecto es un **éxito al 100 %** si se producen esos resultados.

El enunciado del alcance debería incluir la siguiente información:

- **Descripción del alcance del producto.** Describir las características y funciones del producto, servicio o resultado para el que se crea el proyecto, especificando claramente dónde empieza y dónde acaba el proyecto.

**Ejemplo 3.27** *Un proyecto consiste en desarrollar un nuevo producto. La descripción del alcance del proyecto puede ser: “Este proyecto consiste en diseñar, desarrollar y probar un nuevo producto.”*

*Si se cree que la definición del alcance es ambigua, se puede aclarar aún más el alcance indicando lo que no se hará: “Este proyecto no incluirá la finalización de los requisitos del mercado ni el lanzamiento del nuevo producto.”*

- **Productos entregables del proyecto.** Incluyen tanto las salidas que comprenden el producto o servicio del proyecto, como los resultados secundarios (tales como informes y documentación de la dirección del proyecto).
- **Criterios de aceptación del producto entregable.** El proceso y los criterios de aceptación de los productos, servicios o resultados finalizados. Es importante ser claro en los criterios de aceptación,

ya que ayuda a obtener la aceptación explícita de los entregables por parte de las partes interesadas a medida que evoluciona el proyecto (Ejemplo 3.28).

**Ejemplo 3.28** *Checklist para validar el módulo de facturación:*

ID	Criterio	Cumple (S/N)
FAC-01	Genera PDF con formato legal	
FAC-02	Calcula automáticamente impuestos	
FAC-03	Envía email con factura adjunta	

- **Restricciones del proyecto.** Limitan lo que se puede conseguir, cómo y cuándo se puede conseguir, y cuánto puede costar conseguirlo. Cuando un proyecto se realiza bajo un contrato, generalmente las disposiciones contractuales actuarán como restricciones.

Las restricciones del alcance pueden venir en forma de:

- **Resultados.** Limitaciones en los productos y el efecto del proyecto.

**Ejemplo 3.29** *El nuevo producto no debe costar más de 300 €, o el nuevo libro debe tener menos de 384 páginas.*

- **Plazos.** Cuándo se deben producir determinados resultados.

**Ejemplo 3.30** *El proyecto debe estar terminado el 30 de junio.*

- **Recursos.** El tipo, la cantidad y la disponibilidad de recursos para realizar el proyecto. Los recursos pueden incluir personas, fondos, equipos, materias primas, instalaciones, información, etc.

**Ejemplo 3.31** *Se tiene un presupuesto de 100.000 €; se puede disponer de dos personas a tiempo completo durante tres meses; no se puede utilizar el laboratorio de pruebas durante la primera semana de junio.*

- **Rendimiento de las actividades.** Las estrategias para realizar diferentes actividades.

**Ejemplo 3.32** *Se debe recurrir al departamento de impresión de la organización para reproducir los nuevos manuales de usuario del sistema que se está desarrollando. No se sabe qué aspecto tendrá el manual, cuántas páginas tendrá, el número de copias que se necesitarán ni cuándo se necesitarán. Por lo tanto, no se puede saber si el departamento de impresión de la organización está a la altura de las circunstancias. Pero sí se sabe que alguien espera que el departamento de impresión haga el trabajo.*

Es importante **identificar los riesgos del proyecto** derivados de una limitación.

**Ejemplo 3.33** *Si se considera que la fecha de finalización prevista es inusualmente agresiva, el riesgo de no alcanzarla puede ser significativo. Es conveniente desarrollar planes para minimizar y gestionar ese riesgo a lo largo del proyecto.*

- **Suposiciones del proyecto.** Factores que, para los propósitos de la planificación, se consideran ciertos sin necesidad de contar con evidencia o demostración. Enumeran y describen diversas hipótesis que se realizan específicamente para el proyecto, asociadas a su alcance, y el potencial impacto de tales hipótesis si resultan ser falsas.

Dado que predecir el futuro es imposible, el enunciado del alcance representa los **compromisos del proyecto** basados en lo que se sabe hoy y se espera que sea cierto en el futuro. Si la situación cambia, hay que evaluar el efecto de los cambios en todos los aspectos del proyecto y proponer los cambios necesarios en la declaración del alcance. Los solicitantes del proyecto siempre tienen la opción de aceptar los cambios propuestos (permitir que el proyecto continúe) o cancelarlo.

Para asegurarse de que el enunciado del alcance del proyecto es claro, hay que asegurarse de lo siguiente:

- **Comprobar si hay inferencias ocultas.**



**Ejemplo 3.34** Hay que diseñar y desarrollar un nuevo producto. Hay que asegurarse de que no se piensa que también se va a realizar un estudio de mercado para determinar las características del nuevo producto.

- Utilizar palabras que describan claramente las actividades previstas.

**Ejemplo 3.35** El proyecto implica la implantación de un nuevo sistema de información. ¿Todo el mundo define la implantación de la misma manera? ¿La gente espera que se incluya la instalación del nuevo software, la formación del personal para utilizarlo, la evaluación de su rendimiento, la solución de problemas o algo más?

- Confirmar el alcance del proyecto con los interesados del mismo.

Para desarrollar el enunciado del alcance completo, es fundamental comprender y detallar los entregables y requisitos del proyecto, así como involucrar a los clientes y diferentes partes interesadas para detallar y aceptar el alcance.

### 3.1.7. Estructura de descomposición del trabajo

Describir **detalladamente** todo el trabajo necesario para completar el proyecto ayuda a cumplir las actividades. La descripción del trabajo del proyecto **sirve de base** para la programación y la planificación de recursos, la definición de funciones y responsabilidades, la asignación de trabajo a los miembros del equipo, la recopilación de datos clave sobre el rendimiento del proyecto y la elaboración de informes sobre el trabajo realizado. Al iniciar un proyecto, es importante planificar todos los trabajos importantes y calcular con precisión el tiempo y los recursos necesarios para realizarlos.

**Ejemplo 3.36** Se pide diseñar y presentar un programa de formación en línea. Un equipo de trabajo se dedica intensamente durante un par de meses a desarrollar el contenido y los materiales, organizar la plataforma de formación e invitar a los participantes. Una semana antes de la sesión, surge la pregunta sobre si se han configurado las cuentas de usuario para los participantes. Resulta que no se ha gestionado este aspecto porque cada miembro del equipo pensaba que otro lo estaba haciendo. Desafortunadamente, no se han configurado las cuentas y falta una semana para la sesión de formación, por lo que no hay tiempo ni fondos suficientes para configurar manualmente todas las cuentas de usuario necesarias.

Para evitar esto, es necesario desarrollar un marco lógico para definir todo el trabajo necesario para completar el proyecto.

**Definición 3.6** La estructura de descomposición del proyecto (EDT) es una descomposición jerárquica a nivel de **paquetes de trabajo** que deben llevarse a cabo.

En la EDT se definen el trabajo que hay que realizar y los productos que hay que entregar. Además, **debe incluir las actividades de la dirección del proyecto**. Lo que se hace es dividir el proyecto en paquetes de trabajo<sup>2</sup> para que luego sea más fácil gestionarlos, estimarlos y trabajar con ellos. Cuanto más detallado sea el desglose de un proyecto, menos probable será que se pase por alto algo significativo.

**Ejemplo 3.37** Hay que preparar un informe sobre la última reunión del equipo. Según la experiencia en la elaboración de informes similares, se calcula que se tardarán unos 2 días en hacerlo. Pero, ¿hasta qué punto se está seguro de que esta estimación es correcta? ¿Se está seguro de que se han tenido en cuenta todas las actividades que conlleva la redacción de este informe? ¿Las diferencias entre este informe y otros en los que se ha trabajado supondrán más tiempo y más trabajo?

La elaboración del informe implica en realidad la producción de tres productos distintos: un borrador, revisiones del borrador y la versión final. Al descomponer el proyecto en los entregables necesarios para generar el informe final, es más probable que se identifique todo el trabajo que se necesita hacer para completar el proyecto.

<sup>2</sup>Un paquete de trabajo es el nivel más bajo de un elemento en la EDT y se compone de actividades que deben realizarse para producir el entregable que representa. La definición de un paquete de trabajo incluye una descripción del trabajo a desarrollar, los objetivos del trabajo, el coste, las necesidades de recursos y la duración.

Es fundamental destacar que la EDT es una **descomposición del trabajo, no del tiempo**. No muestra cuándo se va a hacer, cuánto tiempo va a llevar hacerlo ni el orden (dependencias) en el que se realizarán los paquetes de trabajo, sino que especifica qué trabajo debe hacerse. La secuencia temporal se establecerá más adelante en el cronograma (Sección 3.2).

Cabe destacar que la EDT **no muestra dependencias temporales**, es decir, no se dice, sino que simplemente es la descomposición lógica de cómo se trabajará según los paquetes de trabajo. Entre los **beneficios de utilizar la EDT** destacan:

- Ver gráficamente cómo se desgana el proyecto en los paquetes de trabajo, lo que facilita la comunicación entre el equipo y los interesados (da visibilidad de todo lo que hay que hacer).
- Focaliza el trabajo “en lo que hay que hacer”, ayudando a controlar y verificar el alcance.
- Sirve de base para estimar costes, tiempo y recursos, ya que de los paquetes de trabajo saldrán las actividades específicas a realizar (que se usan para hacer las estimaciones).
- Ayudar a gestionar y planificar los riesgos.

Todos los componentes de la EDT deben tener un **identificador único**, que es un subnúmero del componente principal; aunque cada elemento de la EDT tenga su propio identificador, no se deben repetir los mismos títulos/nombres de paquetes de trabajo en diferentes partes del desglose, ni siquiera en niveles distintos, porque eso puede causar confusión o errores (Figura 3.6).

Lo principal para hacer una buena EDT es aplicar la **descomposición**. Esta herramienta consiste en hacer la subdivisión de actividades y entregables a nivel de paquetes de trabajo, permitiendo una mejor planificación, gestión, control del gasto y mejorar el trabajo realizado. Generalmente implica las siguientes actividades:

- Identificar los productos entregables y el trabajo relacionado.
- Estructurar y organizar la EDT. Esta estructura puede tener diferentes formas. Sin embargo, las más comunes son:
  - Usando las fases del ciclo de vida del proyecto.
  - Usando los mayores entregables como primer nivel de desagregación.
  - Usando subproyectos que pueden ser ejecutados por organizaciones externas al equipo del proyecto, como trabajo contratado.
- Descomponer los niveles superiores de la EDT en componentes detallados de nivel inferior. El elemento superior de la EDT suele denominarse “proyecto” y el nivel de detalle más bajo, “paquete de trabajo”. Los niveles intermedios se suelen denominar “componentes”. Un paquete de trabajo se compone de actividades que deben realizarse para producir el entregable que representa. Es importante:
  - **No dejar nada fuera.** Identificar todos los componentes del entregable que se está descomponiendo. Esta recomendación también se conoce como la **regla del 100 %**, que establece que **cada componente de la EDT debe ser igual a la suma de los paquetes de trabajo subyacentes**.

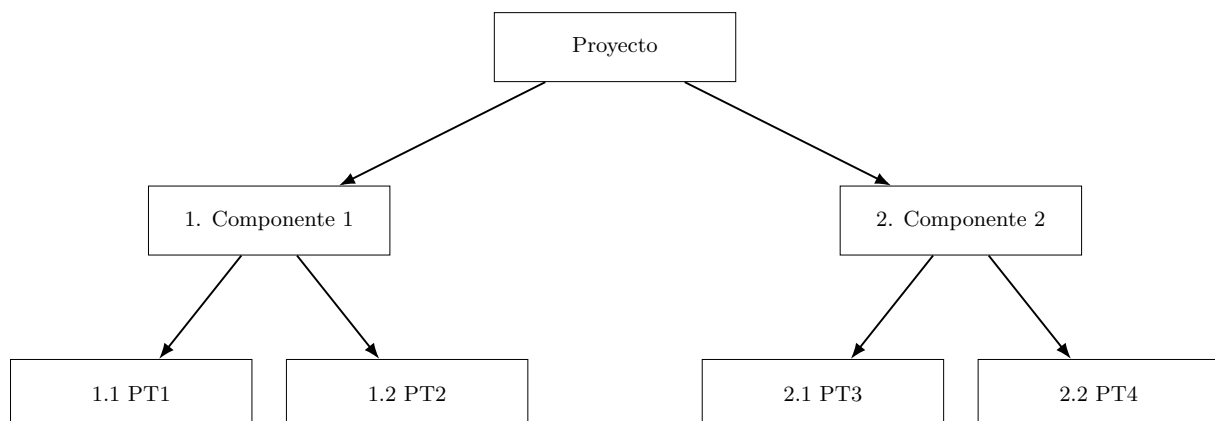


Figura 3.6: Ejemplo de EDT

- **Evitar solapamientos.** No incluir el mismo subproducto en la descomposición de dos o más entregables diferentes.
- Desarrollar y asignar códigos de identificación a los componentes de la EDT. Cada componente y paquete de trabajo de la EDT se etiqueta de tal forma que pueda verse fácilmente sus relaciones entre sí y sus posiciones relativas en la EDT global del proyecto:
  - El primer dígito es el identificador de Nivel 1, indica el proyecto en el que se encuentra el elemento.
  - El segundo dígito indica el componente de Nivel 2 del proyecto en el que se encuentra el elemento.
  - El tercer dígito se refiere al componente de Nivel 3 bajo el componente de Nivel 2.
  - ...
  - El último dígito, que representa a los paquetes de trabajo, es el identificador único asignado para distinguir ese paquete de trabajo del resto.
- Verificar que el grado de descomposición del trabajo es necesario y suficiente. El equipo del proyecto debe buscar el balance entre la descomposición y la eficiencia. Para saber si se ha definido con suficiente detalle, pueden plantearse las siguientes preguntas:
  1. ¿Se necesitan dos o más entregables intermedios para producir este entregable?
  2. ¿Se puede estimar con precisión los recursos que se necesitarán para realizar el trabajo necesario para producir este entregable? (recordar que los recursos incluyen personal, equipos, materias primas, dinero, instalaciones, información, etc.).
  3. ¿Se puede estimar con exactitud el tiempo que llevará producir este entregable?
  4. Si se tiene que asignar a otra persona el trabajo para producir este entregable, ¿se está seguro de que esa persona sabrá exactamente lo que tiene que hacer?

Si se responde **afirmativamente** a la primera pregunta o **negativamente** a alguna de las otras tres, se debe desglosar el producto final en los componentes necesarios para producirlo. Las respuestas a estas preguntas dependerán de lo familiarizado que se esté con el trabajo, de lo importante que sea la actividad para el éxito del proyecto, de lo que ocurra si algo sale mal, de a quién asigne la realización de la actividad, de lo bien que se conozca a esa persona, etc. En otras palabras, el **nivel de detalle de la EDT depende del criterio del equipo de dirección del proyecto**. Si no se tiene clara la respuesta a las preguntas, una opción más sencilla es subdividir la EDT en entregables adicionales si se cumple alguna de las siguientes situaciones (son solo unas guías):

- El componente tardará mucho más de dos semanas naturales en completarse.
- El componente requerirá mucho más de 80 horas/persona para completarse.

**Ejemplo 3.38** *Si se calcula que se tardarán dos semanas y dos días en preparar un informe, probablemente se tengan los suficientes detalles. Pero si se calcula que se tardará de dos a tres meses en finalizar los requisitos de un nuevo producto, se tiene que desglosar los requisitos finales entregables con más detalle.*

**Ejemplo 3.39** *En el Ejemplo 3.37, si no se ha dejado nada fuera, se debería tener a mano el producto final deseado después de haber elaborado el borrador y las revisiones del borrador. Sin embargo, si se cree que se debería realizar trabajo adicional para transformar estos dos subproductos en un producto final, se debería definir el subproducto o subproductos que generará este trabajo adicional. Además, todas las revisiones realizadas al borrador, independientemente de quien las haga, deberían incluirse como revisiones del borrador (el segundo entregable).*

Esta descomposición suele ser **descendente**. se empieza por el nivel superior de la jerarquía y se van descomponiendo sistemáticamente los elementos de la EDT en las partes que la componen. Este enfoque es útil cuando se tiene una buena idea del trabajo del proyecto antes de que comience el trabajo real. El enfoque descendente garantiza que se tiene en cuenta a fondo cada categoría en cada nivel, y reduce las posibilidades de pasar por alto trabajo en cualquiera de las categorías. La metodología sería la siguiente:

1. Especificar todos los componentes de Nivel 2 para todo el proyecto, siguiendo algunas de las estructuras previamente mencionadas o plantillas internas de la organización.
2. Determinar todos los componentes de Nivel 3 necesarios para cada componente de Nivel 2.
3. Especificar los componentes de Nivel 4 para cada componente de Nivel 3 necesario.
4. Continuar de esta manera hasta que se hayan detallado todos los entregables y componentes de trabajo del proyecto. Los componentes de nivel más bajo de cada cadena de la EDT son los paquetes de trabajo del proyecto.

Para ello, es habitual que el equipo de trabajo realice **brainstorming**, ya que se anima a generar todas y cada una de las posibles piezas de trabajo que pueden tener que realizarse, sin preocuparse de cómo organizarlas en la EDT final. Cuando se decida que un trabajo propuesto es una parte necesaria del proyecto, se podrá identificar cualquier trabajo relacionado que también sea necesario. De esta forma, se pueden generar todos los posibles trabajos y entregables para el proyecto y luego agruparlos en categorías. Para ello:

1. Anotar todos los entregables y componentes de trabajo que se crea que conlleve el proyecto. No hay que preocuparse por el solapamiento o el nivel de detalle, discutir por la redacción ni otros detalles de los elementos de trabajo, ni juzgar la idoneidad del trabajo.
2. Agrupar estos elementos en unas pocas categorías principales con características comunes y eliminar los entregables o componentes de trabajo que no sean necesarios. Estos grupos son las categorías de Nivel 2.
3. A continuación, utilizar el método descendente para identificar otros entregables o componentes de trabajo que se hayan pasado por alto en las categorías creadas.

Cuando la EDT está terminada, cada componente necesita ser documentada en lo que se conoce como **diccionario de la EDT**. Se trata de un documento que incluye, entre otros, los siguientes aspectos:

- Identificador y título.
- Descripción del trabajo.
- Organización responsable.
- Hitos.
- Actividades a realizar.
- Productos a entregar.
- Dependencias con otros paquetes de trabajo.
- Recursos necesarios.
- Estimación de costes.
- Requisitos de calidad.
- Cómo y quién probará los productos.
- Referencias técnicas.
- Datos contractuales.

La ventaja de este documento es que reúne en un mismo lugar toda la información sobre cada paquete de trabajo.

#### 3.1.8. Línea base del alcance

Está compuesta por el enunciado del alcance, la EDT y el diccionario de la EDT, solo puede modificarse a través de procedimientos formales de control de cambios; se utiliza como base de comparación a medida que se ejecuta el trabajo.

## 3.2. Cronograma

El cumplimiento de los plazos es una condición inherente a cualquier proyecto. La entrega de resultados suele estar sujeta a una fecha límite previamente establecida, lo que convierte a la gestión del tiempo en un componente esencial de la dirección de proyectos. En este contexto, la elaboración de un cronograma realista y consensuado con las partes interesadas es fundamental para el éxito.

En las fases iniciales de un proyecto, es común que el PM no tenga una visión clara de cuánto tiempo llevará realizarlo. Las estimaciones iniciales tienden a estar influenciadas por la incertidumbre, la carga de trabajo existente y la complejidad percibida, lo que puede generar una respuesta emocional basada en ansiedad o temor más que en datos objetivos.

Frente a esta incertidumbre inicial, es necesario adoptar un enfoque sistemático que permita planificar las actividades del proyecto de forma estructurada, establecer un calendario viable y desarrollar una estrategia para cumplir con los plazos, incluso cuando estos parezcan inicialmente inalcanzables.

### 3.2.1. Planificar las actividades del proyecto

Si se considera necesario, antes de empezar con la planificación del cronograma, se pueden **desglosar los paquetes de trabajo en actividades**.

**Definición 3.7** Las **actividades** son las **acciones específicas** que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto.

Las actividades necesitan tiempo y consumen recursos. Para identificarlas, es necesario identificar y documentar el trabajo específico que se prevé ejecutar en cada paquete de trabajo (**generados en la EDT**, ver Sección 3.1.7), descomponiéndolos en actividades que puedan ser estimadas: las actividades “cuelgan” de los paquetes de trabajo. Además, las actividades:

- Deben tener un comienzo y final, con unos criterios claros, y una duración establecida
- Son la base para estimar, planificar, ejecutar, monitorizar y controlar el trabajo del proyecto.
- Poder cumplir con todo el trabajo requerido, pero solo con el trabajo requerido: **no hacer gold plating**.
- Tener **recursos asignados**, idealmente realizada únicamente por un recurso.
- Tener relación directa con la **línea base del alcance**, ya que el sumatorio de todas las actividades debe estar dentro del tiempo del proyecto.

Para descomponer los paquetes de trabajo en actividades se puede usar de nuevo la **descomposición** (ver Sección 3.1.7); otra opción es hacer el desglose conjunto del trabajo del proyecto en paquetes de trabajo y actividades. Si se tienen proyectos largos, puede hacerse **planificación gradual** (rolling wave planning), de manera que el trabajo a realizar a corto/medio plazo se planifica en detalle, mientras que el trabajo futuro se planifica a un nivel superior (dejando algunas planificaciones a nivel de paquete de trabajo). Así, cuando se tiene más información sobre ese punto del proyecto, se saca la planificación (actividades) de esos paquetes de trabajo. Una forma de aplicar esta herramienta a proyectos de larga duración es siguiendo los siguientes pasos:

1. Dividir el trabajo de los tres primeros meses en componentes que tarden dos semanas o menos en completarse.
2. Planificar el resto del proyecto con menos detalle, quizás describiendo el trabajo en paquetes que estima que tardarán entre uno y dos meses en completarse.
3. Revisar el plan inicial al final de los tres primeros meses para detallar el trabajo para los tres meses siguientes en componentes que tarden dos semanas o menos en completarse.
4. Modificar cualquier trabajo futuro según sea necesario, basándose en los resultados del trabajo de los tres primeros meses.
5. Seguir revisando el plan de este modo durante todo el proyecto.

**Ejemplo 3.40** Se quiere crear la EDT y las actividades para un programa de formación.

1. **Determinar los entregables principales o productos a producir.** “¿Qué productos o entregables principales, intermedios o finales, deben producirse para alcanzar los objetivos del proyecto?”. Se pueden identificar los siguientes elementos:
  - Declaración de necesidades del programa de formación.
  - Diseño del programa de formación.
  - Cuadernillos para los participantes.
  - Instructor capacitado.
  - Pruebas del programa.
  - Presentación del programa de formación.
2. **Dividir cada uno de estos entregables principales en sus entregables componentes de la misma manera.** Ir eligiendo los diferentes entregables. Se empieza aquí con la “Declaración de necesidades del programa de formación”: ¿qué entregables intermedios se deberían tener para poder crear la declaración de necesidades? Se puede determinar que se requieren los siguientes elementos:
  - Entrevistas con potenciales participantes.
  - Una revisión de materiales que discutan las necesidades para el programa.
  - Un informe que resuma las necesidades que abordará este programa.
3. **Dividir cada una de estas partes de trabajo en sus partes componentes.** Se empieza con las “Entrevistas con potenciales participantes”; igual que en el paso anterior, ¿qué entregables se deben tener para completar estas entrevistas? Se puede decidir que se deben producir los siguientes elementos:
  - Participantes seleccionados para la entrevista.
  - Cuestionario de la entrevista.
  - Programa de la entrevista.
  - Entrevistas completadas.
  - Informe de los hallazgos de la entrevista.

Se puede desarrollar una **lista de actividades**<sup>3</sup>, donde aparezcan todas las actividades del cronograma necesarias para llevar a cabo el proyecto, que se incluirán en el cronograma. La lista debe incluir también los **atributos de las actividades**, como:

- El nombre de la actividad.
- Un identificador o número de la actividad (siguiendo la misma numeración que para los paquetes de trabajo).
- Una breve descripción del alcance de la actividad.
- Actividades predecesoras/sucesoras y sus relaciones lógicas.
- Clientes potenciales.
- Requisitos de recursos
- Restricciones y/o suposiciones: Es recomendable anotarlas para acordarse de cambiar el plan si esta suposición resulta ser diferente en la realidad.

**Ejemplo 3.41** Siguiendo con el Ejemplo 3.40, se decide que el entregable de “Entrevistas completadas” del paso 3 necesita más detalle para poder estimar su tiempo y recursos necesarios. Sin embargo, no se sabe cómo dividirlo aún más porque se desconoce cuántas personas se entrevistarán o cuántos conjuntos de entrevistas diferentes se realizarán. Se hace la suposición de entrevistar a cinco grupos de siete personas

<sup>3</sup>Si se usa una planificación gradual, se irá actualizando periódicamente conforme avanza el proyecto.

*cada uno, desarrollando entonces planes específicos para organizar y llevar a cabo cada una de estas sesiones.*

■ ...

También se puede hacer una **lista de hitos**, puntos o eventos significativos en el proyecto que no ocupan tiempo ni consumen recursos, sino que son inmediatos (suelen marcar el inicio o fin de una o varias actividades). Además, pueden ser obligatorios u opcionales.

**Ejemplo 3.42** *Hitos obligatorios serían los exigidos por contrato; hitos opcionales serían los basados en información histórica.*

Junto con esto, se necesitan determinar dos aspectos fundamentales de las actividades:

- **Duración.** El tiempo que dura cada actividad individual, que se tratará de una estimación.
- **Secuencia.** El orden en el que se realizan las actividades.

**Ejemplo 3.43** *Se tiene un proyecto que consta de diez actividades, cada una de las cuales dura una semana. ¿Cuánto tiempo tardará en completarse? La realidad es que no se puede saber con certeza. Es posible que el proyecto se termine en una semana si se pueden realizar las diez actividades al mismo tiempo y se disponen de los recursos necesarios. También podría durar diez semanas si las actividades deben realizarse una por una, en orden secuencial. Además, puede tardarse entre una y diez semanas si algunas actividades, pero no todas, deben realizarse en orden secuencial.*

### 3.2.2. Duración de las actividades

**Definición 3.8** La **duración** de una actividad es el tiempo necesario para completarla.

La cantidad de trabajo necesaria para completar la actividad, la disponibilidad de la gente y si las personas pueden trabajar en la actividad al mismo tiempo influyen en la duración de la actividad.

**Ejemplo 3.44** *Se envía un e-mail a un interesado importante, que tarda una hora en leerlo. Sin embargo, antes de eso, el correo ha estado cuatro días en la bandeja de entrada. Por tanto, la duración de la actividad es de cinco días, aunque solo dedique una hora a leerlo.*

Esto pone de manifiesto la diferencia entre **duración** y **esfuerzo de trabajo**. Ambas describen dos características de la actividad relacionadas, pero diferentes. La duración es el número de períodos de trabajo necesarios para realizar una actividad; el esfuerzo de trabajo es la cantidad de tiempo que una persona necesita trabajar a tiempo completo en la actividad para completarla.

**Ejemplo 3.45** *Cuatro personas tienen que trabajar juntas a tiempo completo durante 5 días para completar una actividad. La duración de la actividad es de 5 días. El esfuerzo de trabajo es de 160 horas-persona (4 personas multiplicado por 5 días por 8 horas de trabajo al día).*

Al estimar la duración de las actividades, se adopta la suposición de que se dispone de los recursos que, de forma normal, serían necesarios para desarrollar la actividad, afinando el tiempo necesario y los recursos necesarios para conseguir la actividad. Por tanto, conocer los tipos de recursos (personal, equipos, instalaciones, materias primas, información y financiación) que requiere una actividad puede ayudar a mejorar la estimación de su duración. Para cada recurso que se necesite, se debería determinar su **capacidad** (productividad por unidad de tiempo) y **disponibilidad** (cuándo el recurso estará disponible).

**Ejemplo 3.46** *No todas las fotocopadoras generan copias al mismo ritmo. Especificar las características de la máquina que se utilizará para hacer copias puede mejorar la estimación de la duración de la actividad. Una copiadora que produce 1000 copias por minuto puede realizar un trabajo en la mitad de tiempo que una máquina que produce 500 copias por minuto. Del mismo modo, un gran trabajo de impresión puede llevar la mitad de tiempo si se tiene acceso a una fotocopadora cuatro horas al día en lugar de dos.*

Además de los recursos necesarios, es necesario tener en cuenta otra información de las actividades que pueden condicionar la estimación de su duración:

- **Procesos físicos.** Reacciones físicas o químicas.

**Ejemplo 3.47** *El curado del hormigón, el secado de la pintura o las reacciones químicas en un laboratorio.*

- **Retrasos temporales.** Tiempo durante el cual no ocurre nada. Estos retrasos temporales suelen deberse a la falta de disponibilidad de recursos.

**Ejemplo 3.48** *Tener que reservar una sala de conferencias con un periodo de antelación antes de que se vaya a celebrar la reunión.*

Algunas consideraciones para hacer la estimación de las actividades son las siguientes:

- Si es posible, las estimaciones estarán hechas por **expertos en la actividad**, que tengan práctica en la realización de proyectos similares y tenga el criterio suficiente para hacer la aproximación adecuada. Si es posible, lo ideal es que la haga la **persona que va a realizar el trabajo**.
- Las estimaciones son **más precisas, cuanto más pequeñas** son las actividades; es decir, cuanto más detalle se tenga de la actividad (más pequeña sea), más fácil es hacer la estimación, por lo que mejor ajustada estará. Se recomienda que tengan una duración máxima aproximada de **dos semanas**.
- Se luchará por **estimaciones realistas y precisas, sin alterarlas**, puesto que es mejor identificar de primeras el trabajo que hay y cómo se puede acometer, que ser muy optimistas o “apañar” las estimaciones y que luego puedan aparecer problemas de ejecución en el proyecto. No sirve de nada hacer una estimación más corta y que luego cuando se ejecute lleve más tiempo, nise debe añadir tiempo a las estimaciones “por si acaso”.

Para hacer la estimación de las duraciones, es posible utilizar las siguientes técnicas:

- **Estimación análoga.** Permite estimar la duración de una actividad utilizando la duración real de actividades similares anteriores. La estimación análoga de la duración se emplea a menudo cuando se dispone de **escasa información de detalle** sobre el mismo. Este valor se puede ajustar en función de diferencias conocidas de complejidad del proyecto. Además, es más fiable cuando las actividades anteriores son similares, no solo en apariencia, y cuando los miembros del equipo del proyecto responsables de efectuar las estimaciones poseen la pericia necesaria.
- **Estimación paramétrica.** Se utiliza un algoritmo para calcular la duración basados en datos históricos de proyectos anteriores y los parámetros del proyecto actual. La estimación paramétrica utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables para calcular una estimación de la duración de la actividad.

**Ejemplo 3.49** *Una empresa de construcción está planificando un proyecto para construir un edificio de oficinas de 10000 m<sup>2</sup>. Basándose en datos históricos, se sabe que el equipo de construcción puede completar 100 m<sup>2</sup> por día. Utilizando la estimación paramétrica, calcular la duración total del proyecto en días.*

*Para calcular la duración total del proyecto, se puede utilizar la siguiente fórmula:*

$$\text{Duración} = \frac{\text{Cantidad de trabajo a realizar}}{\text{Número de unidades completadas por día}}$$

*Aplicando los datos proporcionados:*

$$\text{Duración} = \frac{10000}{100} = 100 \text{ días}$$



**Ejercicio 3.4** Una empresa de logística necesita planificar la entrega de 500 ton de mercancías a un cliente. Basándose en datos históricos, se sabe que un camión puede transportar 25 ton por viaje y que cada viaje necesita 2 días (incluyendo carga, transporte y descarga). Utilizando la estimación paramétrica, calcular la duración total del proyecto en días.

**Ejercicio 3.5** Un proyecto de construcción requiere la instalación de 8000 m<sup>2</sup> de paneles solares. Se tienen disponibles dos equipos de trabajo: el equipo A puede instalar 200 m<sup>2</sup> por día, y el equipo B puede instalar 150 m<sup>2</sup> por día. Si ambos equipos trabajan simultáneamente, utilizando la estimación paramétrica, calcular la duración total del proyecto en días.

**Ejercicio 3.6** En un proyecto de manufactura, se necesita producir 5000 unidades de un producto. La tasa de producción varía debido a diferentes turnos de trabajo: el turno diurno produce 400 unidades por día y el turno nocturno produce 300 unidades por día. Si ambos turnos operan todos los días, utilizar la estimación paramétrica para calcular la duración total del proyecto en días.

- **Estimaciones basadas en tres valores.** La exactitud de las estimaciones de la duración por un único valor puede mejorarse si se tienen en cuenta la incertidumbre y el riesgo. El uso de estimaciones basadas en tres valores ayuda a definir un rango aproximado de duración de una actividad (en lugar de proporcionar estimaciones de actividad como un número discreto, se crea una estimación de tres puntos):

$t_M$  Duración más probable (la más esperada), basada en la duración de la actividad en función de los recursos que probablemente le sean asignados, de su productividad, de las expectativas realistas de disponibilidad para la actividad, de las dependencias de otros participantes y de las interrupciones.

$t_O$  Duración optimista (el mejor de los casos), estimación según el mejor escenario para esa actividad.

$t_P$  Duración pesimista (el peor de los casos), estimación según el peor escenario para esa actividad.

Con estos tres valores, puede estimarse la duración esperada  $t_E$  de la actividad según diferentes formas estadísticas. Debe tenerse en cuenta que si solo hay unas pocas actividades inciertas, se puede utilizar directamente la duración estimada; sin embargo, si la mayoría de las actividades son inciertas, se recomienda utilizar la estimación basadas en tres valores para cada actividad. Las formas más habituales de estimar la duración esperada  $t_E$  son:

- **Triangular.** Existen datos históricos insuficientes o cuando se usan datos subjetivos (por ejemplo, mediante juicio de expertos):

$$t_E = \frac{t_O + t_P + t_M}{3} \quad (3.5)$$

**Ejemplo 3.50** Se está planificando la construcción de una nueva carretera. Aunque no se han realizado proyectos iguales antes, se consulta a expertos en construcción de carreteras para obtener estimaciones optimistas, pesimistas y más probables sobre la duración de ciertas etapas, como la preparación del terreno o la pavimentación.

- **Beta PERT.** Se dispone de datos históricos sobre actividades similares en proyectos anteriores:

$$t_E = \frac{t_O + t_P + 4 \cdot t_M}{6} \quad (3.6)$$

**Ejemplo 3.51** Se está planeando un proyecto de desarrollo de software y se tiene acceso a datos históricos de proyectos similares. Se puede utilizar la distribución beta PERT para ajustar las estimaciones en función de cómo se desempeñaron esas actividades en el pasado, considerando las estimaciones optimistas, pesimistas y más probables.

**Ejercicio 3.7** Se está planificando la construcción de un edificio. Se consulta a los expertos para obtener estimaciones sobre la duración de la actividad de excavación de cimientos. Las estimaciones obtenidas son:

- Duración más probable ( $t_M$ ): 20 días
- Duración optimista ( $t_O$ ): 15 días
- Duración pesimista ( $t_P$ ): 30 días

Determinar el tipo de estimación a usar y el valor de la duración esperada.

**Ejercicio 3.8** Se está planificando un proyecto de desarrollo de software y se tienen datos históricos de proyectos similares. Las estimaciones obtenidas para la duración de la fase de pruebas son:

- Duración más probable ( $t_M$ ): 40 días
- Duración optimista ( $t_O$ ): 30 días
- Duración pesimista ( $t_P$ ): 60 días

Determinar el tipo de estimación a usar y el valor de la duración esperada.

**Ejercicio 3.9** En un proyecto de instalación de paneles solares, se estima la duración de la actividad de instalación de paneles. Las estimaciones obtenidas son:

- Duración más probable ( $t_M$ ): 10 días
- Duración optimista ( $t_O$ ): 8 días
- Duración pesimista ( $t_P$ ): 15 días

Determinar el tipo de estimación a usar y el valor de la duración esperada.

**Ejercicio 3.10** En un proyecto de ampliación de una fábrica, se consultan datos históricos sobre la duración de la actividad de instalación de nuevas máquinas. Las estimaciones obtenidas son:

- Duración más probable ( $t_M$ ): 25 días
- Duración optimista ( $t_O$ ): 20 días
- Duración pesimista ( $t_P$ ): 35 días

Determine el tipo de estimación a usar y el valor de la duración esperada.

**Ejercicio 3.11** En un proyecto de mantenimiento de infraestructura, un panel de expertos estima la duración de la actividad de reparación de carreteras. Las estimaciones obtenidas son:

- Duración más probable ( $t_M$ ): 12 días
- Duración optimista ( $t_O$ ): 10 días
- Duración pesimista ( $t_P$ ): 20 días

Determinar el tipo de estimación a usar y el valor de la duración esperada.

- **Análisis de reserva.** El equipo de proyecto puede decidir agregar una reserva de tiempo al cronograma, para tener en cuenta la incertidumbre, que puede ser un porcentaje de la duración estimada de la actividad o una cantidad fija de periodos laborales. Debe dejarse por escrito en el **registro de supuestos**. Este análisis se suele aplicar a nivel de actividad para contingencias conocidas (“**conocidos-desconocidos**”). Sin embargo, los proyectos también enfrentan incertidumbres globales e imprevistos que no pueden asignarse fácilmente a una actividad específica (“**desconocidos-desconocidos**”). Para gestionar este riesgo a nivel de proyecto, se utiliza la **reserva de gestión del cronograma** o **buffer**.

**Definición 3.9** La **reserva de gestión del cronograma** es un margen de tiempo adicional, incluido en la línea base del cronograma, que se agrega a nivel global del proyecto (o a grandes fases o hitos) para absorber impactos de riesgos desconocidos o imprevistos sin afectar la fecha de finalización comprometida.

A diferencia de la reserva para contingencias (que se asigna a actividades específicas), el buffer de gestión es un bloque de tiempo independiente, típicamente ubicado al final del camino crítico, antes del hito de finalización del proyecto. Su tamaño se determina mediante técnicas cuantitativas de gestión de riesgos, como el análisis Monte Carlo o un porcentaje de la duración total del camino crítico. Se entra en más detalles en la Sección 3.3.3.

**Ejemplo 3.52** *Un proyecto tiene un camino crítico de 100 días. Tras un análisis de riesgos, se determina que la incertidumbre global justifica un buffer de gestión del 15 %. Por lo tanto, la línea base del cronograma se establecería en 115 días, aunque la duración planificada de las actividades sea de 100 días. Este buffer de 15 días protege la fecha de finalización comprometida (día 115) de imprevistos generales.*

La reserva de gestión **no es un “colchón” para una mala planificación**; es una herramienta proactiva para manejar la incertidumbre inherente. Su uso debe estar justificado y su existencia y tamaño deben comunicarse de manera transparente a las partes interesadas para gestionar expectativas y evitar que se interprete como “tiempo extra” para ampliar el alcance.

### 3.2.3. Desarrollar el cronograma

Para **secuenciar las actividades**, se **identifican y documentan las relaciones** entre las actividades del proyecto, estableciendo así la secuencia en la que deben llevarse a cabo. Esto implica:

- Definir el orden en que se deben realizar las diferentes actividades.
- Tener en cuenta las sinergias entre actividades.

Para establecer las **dependencias** (relaciones lógicas) entre las actividades, se puede hacer de forma manual o mediante un software de gestión de proyectos (MS Project, JIRA, Sinnaps, Trello...). Para ello, hay que conocer los conceptos de “actividad predecesora” (una actividad que precede desde el punto de vista lógico a una actividad dependiente en un cronograma) y “actividad sucesora” (una actividad dependiente que ocurre de manera lógica después de otra actividad en un cronograma). Los **tipos de dependencias** entre actividades son (Figura 3.7):

- **Final a Inicio (FS):** Relación lógica en la cual una actividad sucesora no puede comenzar hasta que haya concluido una actividad predecesora. **Es la más frecuente.**
- **Inicio a Inicio (SS):** Relación lógica en la cual una actividad sucesora no puede comenzar hasta que haya comenzado una actividad predecesora.
- **Final a Final (FF):** Relación lógica en la cual una actividad sucesora no puede finalizar hasta que haya concluido una actividad predecesora.

**Ejercicio 3.12** *Especificar los tipos de dependencias entre las siguientes tareas:*

1. *Terminar de redactar un documento respecto a finalizar la edición de ese mismo documento*
2. *Instalar del sistema operativo en un PC respecto a ensamblar el hardware del PC*

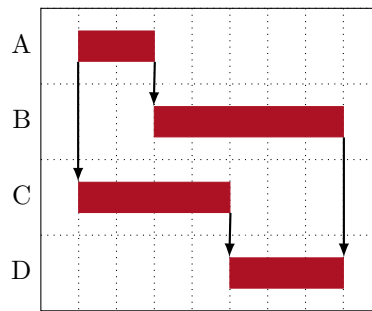


Figura 3.7: Tipos de dependencias

3. *Diseñar invitaciones de una fiesta respecto a reservar el local*
4. *Construir el prototipo de un producto respecto a diseñar el prototipo*
5. *Inspeccionar una instalación respecto a terminar la instalación*
6. *Inicio de la producción de contenido respecto a inicio del diseño de la campaña publicitaria*

El equipo de dirección del proyecto debe determinar también las dependencias que pueden requerir **retrasos y adelantos** para definir con exactitud la relación lógica, ya que, a veces, una actividad no puede comenzar justamente cuando termina su predecesora (Figura 3.8). Sin embargo, atrasos y adelantos no deben utilizarse para sustituir la lógica de la programación:

- **Adelanto.** Cantidad de tiempo en que una actividad sucesora se puede anticipar con respecto a una actividad predecesora. El adelanto se representa a menudo como un valor negativo de un retraso en el software de programación.
- **Retraso.** Cantidad de tiempo en que una actividad sucesora se retrasa con respecto a una actividad predecesora.

**Ejemplo 3.53** Si cuando acaba una actividad se necesita que la valide un departamento, habrá que poner un retraso al final de dicha actividad.

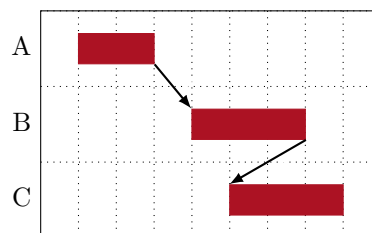


Figura 3.8: Retrasos y adelantos

Hay que considerar también los **atributos de las dependencias**. Éstas tienen cuatro atributos (obligatoria/discrecional y externa/interna), pero **solo pueden aplicarse dos simultáneamente**.

- **Obligatorias.** Estas relaciones deben respetarse para que el proyecto sea un éxito. Incluyen **requisitos legales** (leyes o reglamentos nacionales y locales exigen que ciertas actividades se realicen antes que otras), **requisitos de procedimiento** (políticas y procedimientos de la empresa pueden exigir que determinadas actividades se realicen antes que otras) y **limitaciones físicas** (algunos procesos deben producirse lógicamente antes que otros).
- **Discrecionales.** Según el criterio del PM y del equipo de gestión del proyecto. Incluyen **dependencias lógicas** (realizar unas actividades antes que otras, generalmente establecidas por buenas prácticas o conocimiento previo de otros proyectos, donde se identificó que es mejor hacer ciertas actividades cuando se han acabado otras; aunque no sea una dependencia obligatoria, se sabe por experiencia de otros proyectos que debería hacerse así) y **decisiones de gestión** (decisiones arbitrarias para trabajar en determinadas actividades antes que en otras).

- **Externas.** Por motivos ajenos al proyecto (cambios de legislación, requisitos del gobierno, entregas, etc.), por lo que quedan fuera de control del equipo del proyecto.
- **Internas.** Relación entre actividades del proyecto que están bajo el control del equipo del proyecto.

**Ejercicio 3.13** *Determinar a qué tipo de atributos corresponde cada uno de las siguientes tareas:*

- *Un proyecto incluye una actividad para probar un dispositivo que se está desarrollando. Se quieren empezar las pruebas de inmediato, pero no se puede iniciar esta actividad hasta que el laboratorio de pruebas de la organización reciba e instale el nuevo equipo de pruebas que encargaron.*
- *Una empresa farmacéutica ha desarrollado un nuevo medicamento en el laboratorio y ha demostrado su seguridad y eficacia en ensayos clínicos. El fabricante quiere empezar a producir y vender el fármaco inmediatamente, pero no puede porque la ley nacional exige que la empresa obtenga una aprobación antes de venderlo.*
- *Al escribir un informe, gran parte del capítulo 3 depende de lo que se dice en el capítulo 2, por lo que se decide escribir primero el capítulo 2. Se podría escribir el capítulo 3 primero o trabajar en ambos al mismo tiempo, pero ese plan aumenta la posibilidad de que tenga que reescribir parte del capítulo 3 después de terminar el capítulo 2.*
- *Al construir una casa, hay que verter el hormigón para los cimientos antes de levantar la estructura.*
- *Una empresa está desarrollando un nuevo programa informático para su empresa. Ha terminado el diseño y quiere empezar a programar el software. Sin embargo, su organización sigue una metodología que requiere que el comité de supervisión de la dirección apruebe formalmente su diseño antes de que pueda desarrollarlo.*
- *Dentro de un proyecto se tiene la actividad C y la actividad D. No se puede trabajar en ellas al mismo tiempo, y no hay ninguna razón legal o lógica para trabajar primero en una u otra. Se decide trabajar primero en la Actividad C.*

### Diagrama de red del proyecto

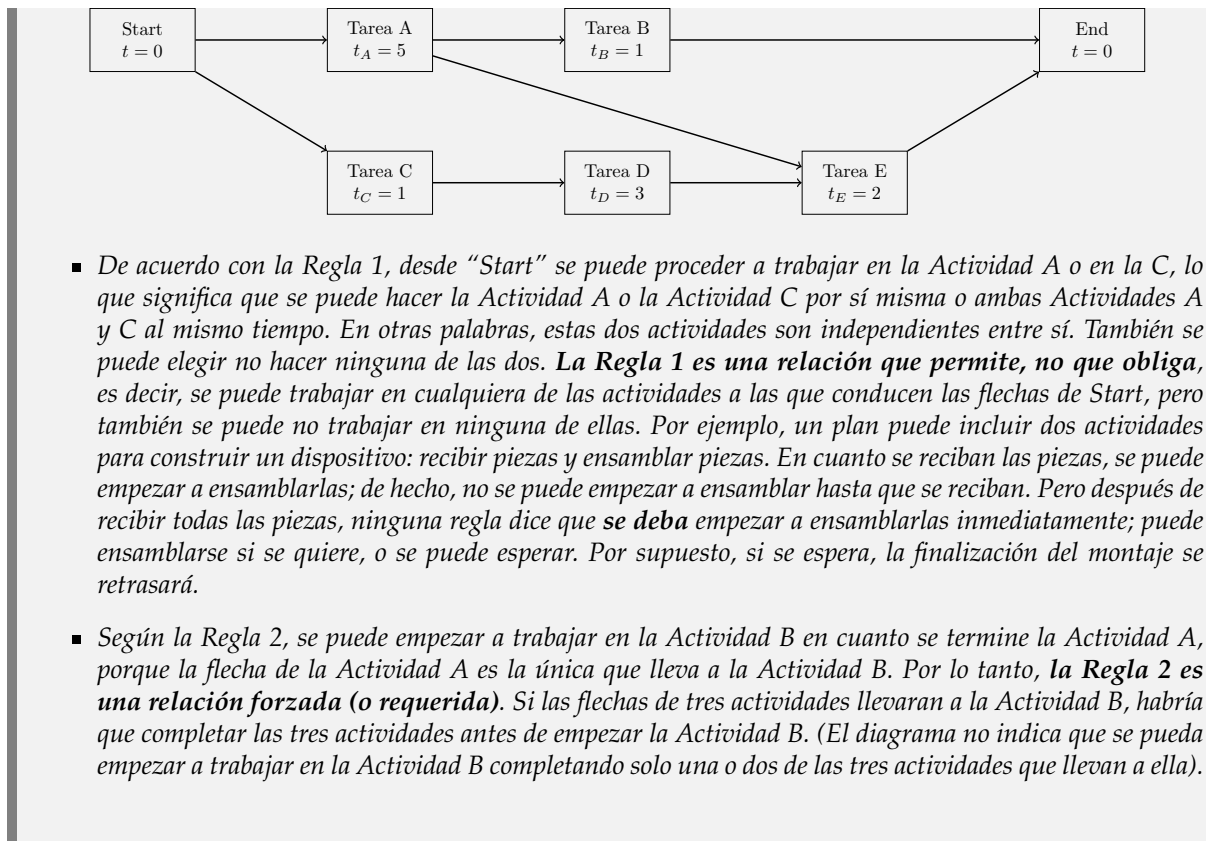
Con toda esta información, puede realizarse un **diagrama de red del proyecto**, una representación gráfica de las relaciones lógicas (dependencias) entre las actividades del cronograma del proyecto, esencial para entender la relación de precedencia de las actividades. Puede tener las actividades en las flechas (activities on arrows, AOA) o en los nodos (activities on nodes, AON):

- **AOA.** Los arcos (flechas) identifican las actividades, mientras que los nodos representan los momentos en que empieza/termina la actividad que sale/llega.
- **AON.** Los arcos (flechas) representan las relaciones entre las actividades (flujo de trabajo de una actividad a otra), mientras que las actividades se incluyen en los nodos.

En este caso, se va a trabajar con AON. Existen dos reglas fundamentales para representar el diagrama de red AON:

1. Después de terminar una actividad, se puede pasar a la siguiente actividad, como indican las flechas.
2. Antes de poder iniciar una actividad, primero se deben completar todas las actividades con flechas que apunten a la actividad que se desea iniciar.

**Ejemplo 3.54** *Según el diagrama de red de la figura:*



### Método de la ruta crítica

Puede utilizarse el diagrama de red para obtener mucha información sobre el proyecto. Para ello, se utiliza el **método de la ruta crítica (CPM)**. Una vez se tiene la secuencialización de actividades dentro del proyecto con la estimación de su duración, encontrar el **camino crítico** (o la ruta crítica) implica encontrar la **secuencia de actividades que más tardan en completarse** (por lo que hacen que el proyecto sea lo más largo posible). La longitud del camino/s crítico/s del proyecto en el diagrama de red, define la duración del proyecto, por lo que si se quiere terminar el proyecto en menos tiempo, hay que acortar el camino crítico.

Se debe supervisar de cerca las actividades del camino crítico durante la ejecución, porque cualquier retraso en estas retrasará la finalización del proyecto. También las actividades de las rutas que están cerca de ser críticas, ya que cualquier retraso menor en esas rutas puede retrasar la finalización del proyecto. Además, el proyecto puede tener dos o más rutas críticas al mismo tiempo. De hecho, cada ruta puede ser crítica si todas ellas requieren el mismo tiempo: **cuando todos los caminos son críticos, la situación es de alto riesgo**, ya que el retraso en cualquier actividad provoca inmediatamente un retraso en la finalización del proyecto.

Los caminos críticos pueden cambiar a medida que se desarrolla el proyecto. A veces, las actividades de un camino crítico terminan tan pronto que el camino se hace más corto que uno o más caminos que inicialmente se consideraban no críticos. Otras veces, las actividades en una ruta inicialmente no crítica se retrasan hasta el punto en que la suma de sus tiempos de finalización supera la longitud de la ruta crítica inicial (lo que convierte el camino inicialmente no crítico en crítico).

Partiendo del diagrama de red del cronograma con formato AON, para cada actividad se establecen unos “cuadros” donde se incluye la **fecha temprana de comienzo (ES)**, lo más pronto que la actividad puede iniciarse), la **fecha temprana de finalización (EF)**, lo más pronto que la actividad puede finalizar), la **fecha tardía de comienzo (LS)**, lo más tarde que la actividad puede iniciarse) y la **fecha tardía de finalización (LF)**, lo más tarde que la actividad puede finalizar), así como la **duración** de la actividad ( $d$ ) y su **holgura total (TF)**, como se muestra en la Figura 3.9. La holgura total determina el tiempo máximo que se puede retrasar el comienzo de una actividad sin que esto retrase la finalización del proyecto.

Para obtener el camino crítico del diagrama:

1. **Analizar la red del principio al final (cálculo hacia adelante).** Permite determinar las fechas **ES** y **EF** de cada actividad, siguiendo la secuencia lógica de trabajo y la duración de cada actividad.

$ES$	$d$	$EF$
Actividad		
$LS$	$TF$	$LF$

Figura 3.9: Tiempos de cada actividad

Si dos o más actividades conducen a la misma actividad, **lo más pronto que puede comenzar esa actividad ( $ES$ ) es la última de las fechas de finalización más tempranas ( $EF$ ) de esas actividades precedentes**. De esta forma, se consigue la **duración del camino crítico** (mínima duración con la que se puede completar todo el proyecto).

**Ejemplo 3.55** Partiendo del diagrama de red del cronograma del Ejemplo 3.54, según la Regla 1, se puede plantear trabajar en la Actividad A o en la Actividad C (o en ambas a la vez) en cuanto empiece el proyecto.

En primer lugar, se consideran las Actividades A y B en la ruta superior:

- Lo más pronto que puede comenzar la Actividad A ( $ES_A$ ) es en el momento en que comienza el proyecto ( $ES_A = 0$ ).
- Lo más pronto que puede terminar la Actividad A ( $EF_A$ ) es después de 5 unidades temporales ( $EF_A = ES_A + d_A = 0 + 5 = 5$ ).
- De acuerdo con la Regla 2, lo más pronto que puede empezar la Actividad B ( $ES_B$ ) es al acabar la Actividad A ( $ES_B = EF_A = 5$ ), ya que la flecha de la Actividad A es la única que lleva a la Actividad B.
- Lo más pronto que puede terminar la Actividad B ( $EF_B$ ) es después de 1 unidad temporal ( $EF_B = ES_B + d_B = 5 + 1 = 6$ ).

Considerar ahora las Actividades C, D y E en el camino inferior del diagrama:

- Lo más pronto que puede comenzar la Actividad C ( $ES_C$ ) es en el momento en que comienza el proyecto ( $ES_C = 0$ ).
- Lo más pronto que puede terminar la Actividad C ( $EF_C$ ) es tras 1 unidad temporal ( $EF_C = ES_C + d_C = 0 + 1 = 1$ ).
- Lo más pronto que puede comenzar la Actividad D ( $ES_D$ ) es al acabar la Actividad C ( $ES_D = EF_C = 1$ ).
- Lo más pronto que puede terminar la Actividad D ( $EF_D$ ) es después de 3 unidades temporales desde que comenzó ( $EF_D = ES_D + d_D = 1 + 3 = 4$ ).

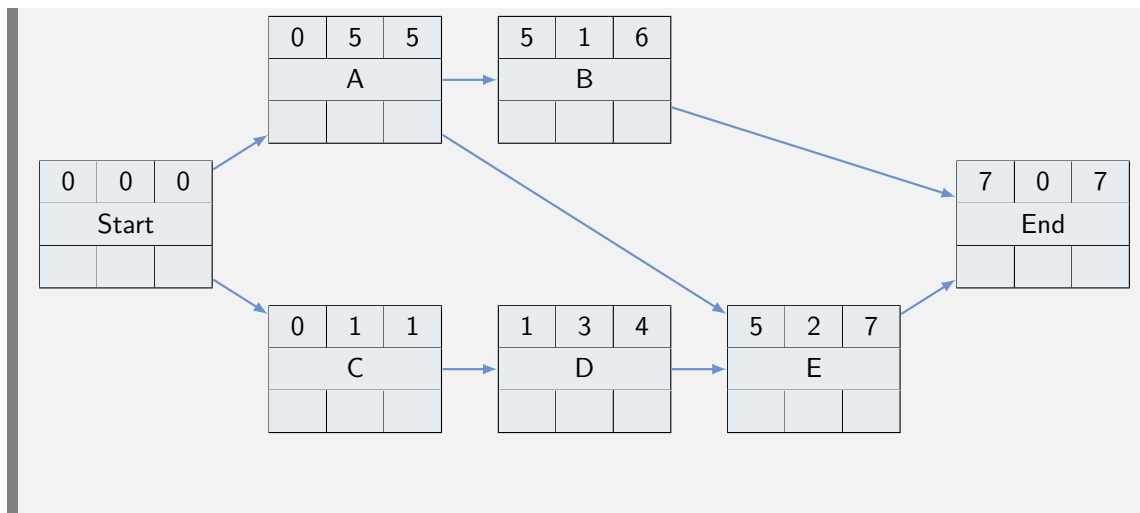
Se debe tener cuidado al tratar de determinar la fecha más temprana en que se puede comenzar la Actividad E. De acuerdo con la Regla 2, las dos flechas que entran en la Actividad E indican que se debe terminar tanto la Actividad A como la Actividad D antes de comenzar la Actividad E. Aunque se puede terminar la Actividad D tras 4 unidades temporales, no se puede terminar la Actividad A hasta 5 unidades temporales. Por lo tanto, lo más pronto que se puede comenzar la Actividad E ( $ES_E$ ) es al acabar la Actividad A. Por tanto:

- Lo más pronto que se puede empezar la Actividad E ( $ES_E$ ) coincide con la fecha más temprana en que puede terminar la Actividad A ( $ES_E = EF_A = 5$ ).
- Lo más pronto que se puede terminar la Actividad E ( $EF_E$ ) es después de 2 unidades temporales ( $EF_E = ES_E + d_E = 5 + 2 = 7$ ).

Puesto que lo más pronto que se puede terminar la Actividad B ( $EF_B$ ) es tras 6 unidades temporales, lo más pronto que se puede llegar a finalizar todo el proyecto es cuando acaba la Actividad E.

Por tanto, se conoce que la longitud del camino crítico es de 7 unidades temporales, pasando por las Actividades A y E.





2. **Analizar la red del final al principio (cálculo hacia atrás).** En caso de que haya conflictos de recursos o retrasos inesperados que impidan iniciar todas las actividades del proyecto lo antes posible, se debe saber cuánto se puede retrasar las actividades de cada ruta y, aun así, terminar el proyecto lo antes posible (duración del camino crítico determinada en el paso anterior). Empezando en la fecha de finalización del proyecto, se calculan las fechas *LS* y *LF* de cada actividad. Si dos o más flechas salen de la misma actividad, **la fecha más tardía en la que puede terminar la actividad (LF) es la más temprana de las fechas más tardías en las que debe comenzar (LS) las siguientes actividades.**

**Ejemplo 3.56** Continuando con el diagrama de red del cronograma del Ejemplo 3.54, ya se descubrió que la fecha más temprana en la que se puede alcanzar el final del proyecto es de 7 unidades temporales. Sin embargo, la Regla 2 dice que no se puede alcanzar “End” hasta que no se hayan completado las Actividades B y E. Por lo tanto, para terminar el proyecto en la unidad temporal 7, lo más tarde que se pueden terminar las Actividades B y E es en esa unidad temporal ( $LF_B = LF_E = 7$ ). De nuevo, se debe considerar la ruta inferior en el diagrama con las Actividades C, D y E:

- Como muy tarde, se debe empezar la Actividad E ( $LS_E$ ) 2 unidades temporales antes de su final más tardío ( $LF_E = 7$ ) (porque la duración estimada de la Actividad E es de 2). Por tanto,  $LS_E = LF_E - d_E = 7 - 2 = 5$ .
- Según la Regla 2, no se puede empezar la Actividad E hasta que se terminen las Actividades A y D. Por lo tanto, como muy tarde, se deben terminar las Actividades A y D cuando deba comenzar como muy tarde la Actividad E ( $LF_A = LF_D = LS_E = 5$ ).
- Como muy tarde, se debe comenzar la Actividad D ( $LS_D$ ) 3 unidades temporales antes de que tenga que acabar ( $LS_D = LF_D - d_E = 5 - 3 = 2$ ).
- Se debe terminar la Actividad C antes de poder trabajar en la Actividad D. Por lo tanto, como muy tarde, se debe terminar la Actividad C ( $LF_C$ ) en el mismo momento en que se puede empezar la actividad D ( $LF_C = LS_D = 2$ ).
- Como muy tarde, se debe comenzar la Actividad C ( $LS_C$ ) 1 unidad temporal antes de que tenga que acabar ( $LS_C = LF_C - d_C = 2 - 1 = 1$ ).

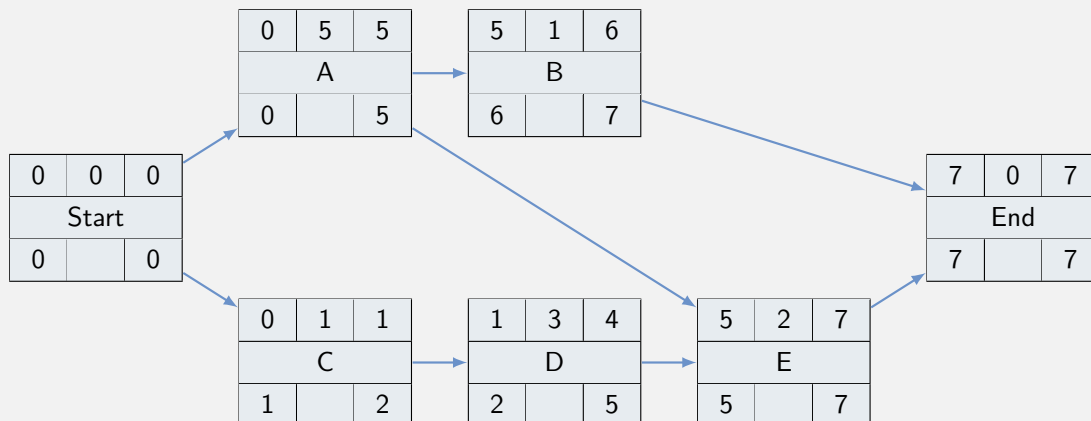
Finalmente, se considera la ruta superior en el diagrama de red:

- Como muy tarde, se debe comenzar la Actividad B ( $LS$ ) 1 unidad temporal antes de que acabe ( $LS_B = LF_B - d_B = 7 - 1 = 6$ ).
- No se puede trabajar en la Actividad B hasta que se termine la Actividad A. Por lo tanto, se debe terminar la Actividad A, como muy tarde ( $LS_A$ ) cuando pueda empezar como muy tarde la Actividad B ( $LS_A = LF_B = 6$ ).

Una vez más, se debe ser cuidadoso con los cálculos. Se debe terminar la Actividad A en la unidad temporal 5 para comenzar la Actividad E. Pero, para comenzar a trabajar en la Actividad B en la unidad



temporal 6, la Actividad A debe terminar en dicha unidad temporal. Por lo tanto, terminar la Actividad A en la unidad temporal 5 satisface ambos requisitos.

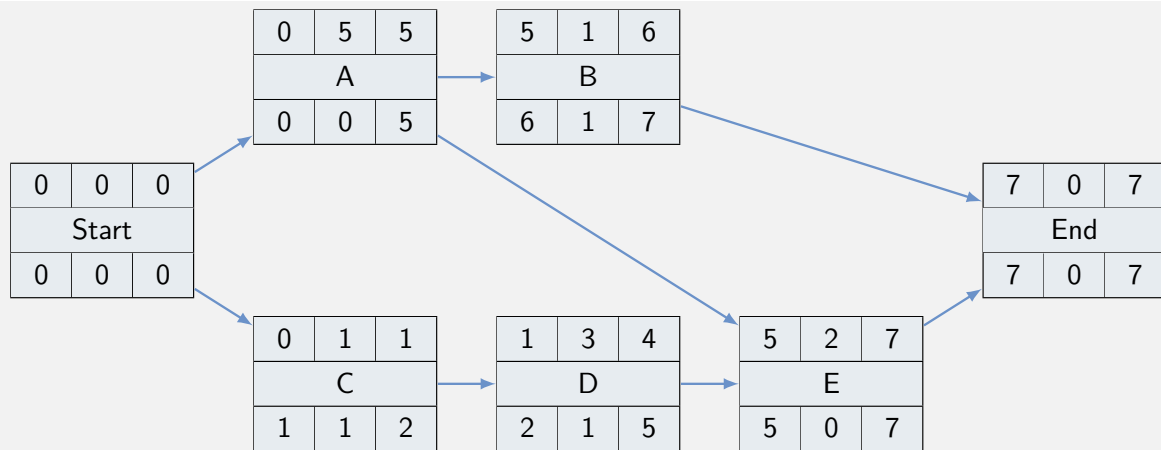


Algunas consideraciones respecto al CPM son:

- Puede haber más de un camino crítico.
- Existen tres tipos de holguras (*floats*):
  - **Holgura total (TF):** Tiempo que una actividad puede retrasarse sin retrasar el fin del proyecto o el hito:
 
$$TF = LF - EF = LS - ES \quad (3.7)$$

Las actividades que forman el camino crítico, conocidas como **actividades críticas**, tienen una holgura total nula.
  - **Holgura libre (FF):** Cantidad de tiempo que una actividad puede retrasarse sin influir en el *ES* de la siguiente.
 
$$FF_i = ES_{i+1} - EF_i = ES_{i+1} - ES_i - d_i \quad (3.8)$$
  - **Holgura del proyecto (PF):** Tiempo total que se puede retrasar el proyecto sin retrasar la fecha de finalización impuesta por el cliente.
- El camino crítico puede cambiar a lo largo del proyecto en función de las prácticas que se realicen durante el proyecto. Habrá que volverlo a calcular.
- El camino crítico inicial tiene una holgura de 0. El resto de caminos tendrán holguras, que permiten que se puedan posponer una o varias de sus actividades.
- Cambiar la fecha de fin del proyecto no cambia automáticamente el diagrama del camino crítico.

**Ejemplo 3.57** A partir del diagrama de red del Ejemplo 3.55, se obtienen las holguras totales. Por lo tanto, las actividades A y E son críticas.



Podrían calcularse también las holguras libres, siendo estas:

$$FF_A = 5 - 5 = 0$$

$$FF_B = 7 - 6 = 1$$

$$FF_C = 1 - 1 = 0$$

$$FF_D = 5 - 4 = 1$$

$$FF_E = 7 - 7 = 0$$

**Ejercicio 3.14** Aplicar el método de la ruta crítica.

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	5	—
<b>B</b>	2	A
<b>C</b>	4	A
<b>D</b>	3	B, C

**Ejercicio 3.15** Aplicar el método de la ruta crítica.

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	2	—
<b>B</b>	7	—
<b>C</b>	4	A
<b>D</b>	3	A
<b>E</b>	2	B, C

**Ejercicio 3.16** Aplicar el método de la ruta crítica.

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	5	—
<b>B</b>	5	A
<b>C</b>	4	A
<b>D</b>	3	B, C
<b>E</b>	8	C

**Ejercicio 3.17** Aplicar el método de la ruta crítica.

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	2	—
<b>B</b>	5	—
<b>C</b>	1	—
<b>D</b>	10	A, B
<b>E</b>	3	D
<b>F</b>	6	C
<b>G</b>	8	E, F

**Ejercicio 3.18** Aplicar el método de la ruta crítica.

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	3	—
<b>B</b>	2	A
<b>C</b>	5	—
<b>D</b>	2	B, C
<b>E</b>	4	A
<b>F</b>	6	B, C
<b>G</b>	5	E, D

**Ejercicio 3.19** Aplicar el método de la ruta crítica.

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	3	—
<b>B</b>	3	A
<b>C</b>	7	A
<b>D</b>	2	C
<b>E</b>	4	B, D
<b>F</b>	3	D
<b>G</b>	7	E, F

**Ejercicio 3.20** Aplicar el método de la ruta crítica.

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	8	—
<b>B</b>	11	A
<b>C</b>	15	A
<b>D</b>	2	B, C
<b>E</b>	5	D
<b>F</b>	8	E
<b>G</b>	6	E
<b>H</b>	3	G

**Ejercicio 3.21** Aplicar el método de la ruta crítica.

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	5	—
<b>B</b>	5	A
<b>C</b>	4	A
<b>D</b>	3	B, C
<b>E</b>	8	C
<b>F</b>	6	D, E
<b>G</b>	3	E
<b>H</b>	6	F, G

**Ejercicio 3.22** *Aplicar el método de la ruta crítica.*

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	5	—
<b>B</b>	1	A
<b>C</b>	3	A
<b>D</b>	1	A
<b>E</b>	5	C, G
<b>F</b>	8	D
<b>G</b>	1	B
<b>H</b>	6	E, F
<b>I</b>	2	H

**Ejercicio 3.23** *Aplicar el método de la ruta crítica.*

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	5	B
<b>B</b>	3	—
<b>C</b>	2	A
<b>D</b>	3	C
<b>E</b>	4	A
<b>F</b>	4	G
<b>G</b>	2	A
<b>H</b>	2	D, F, I
<b>I</b>	3	E, G

**Ejercicio 3.24** *Aplicar el método de la ruta crítica.*

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	4	—
<b>B</b>	4	A
<b>C</b>	8	A
<b>D</b>	1	A
<b>E</b>	3	B, C, D
<b>F</b>	7	E
<b>G</b>	3	F
<b>H</b>	6	G
<b>I</b>	10	H
<b>J</b>	2	G

**Ejercicio 3.25** Aplicar el método de la ruta crítica.

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	4	—
<b>B</b>	6	A
<b>C</b>	4	A
<b>D</b>	8	C
<b>E</b>	6	B, D
<b>F</b>	2	D
<b>G</b>	6	F
<b>H</b>	10	E, F
<b>I</b>	4	G, H
<b>J</b>	4	H
<b>K</b>	3	I, J
<b>L</b>	6	I

**Ejercicio 3.26** Aplicar el método de la ruta crítica.

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	10	—
<b>B</b>	8	—
<b>C</b>	5	B
<b>D</b>	4	A, B
<b>E</b>	12	—
<b>F</b>	6	E
<b>G</b>	7	A, E
<b>H</b>	9	E
<b>I</b>	8	C, D

**Ejercicio 3.27** Aplicar el método de la ruta crítica.

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	3	—
<b>B</b>	5	—
<b>C</b>	2	—
<b>D</b>	4	A
<b>E</b>	1	B
<b>F</b>	5	C
<b>G</b>	3	E, F
<b>H</b>	1	E, F
<b>I</b>	5	H
<b>J</b>	2	D
<b>K</b>	1	D
<b>L</b>	4	K, G, M
<b>M</b>	3	J

**Ejercicio 3.28** Aplicar el método de la ruta crítica.

	<i>Duración</i>	<i>Predecesoras</i>
<b>A</b>	3	—
<b>B</b>	2	—
<b>C</b>	1	A
<b>D</b>	1	A
<b>E</b>	3	A
<b>F</b>	10	B
<b>G</b>	3	B
<b>H</b>	3	C
<b>I</b>	3	H
<b>J</b>	5	D
<b>K</b>	2	E
<b>L</b>	4	G
<b>M</b>	4	L
<b>N</b>	4	I, J, K
<b>O</b>	3	—
<b>P</b>	7	O

**Ejercicio 3.29** Se tiene un proyecto de 9 actividades. Se pide realizar el diagrama AON y determinar la ruta crítica. Se tiene la posibilidad de reducir la duración de las actividades B, C, D y G una semana cada una. ¿Cuáles acortarías, y en qué orden, para reducir la duración del proyecto lo máximo posible?

	<i>Predecesoras</i>	<i>Duración</i>
<b>A</b>	3	—
<b>B</b>	2	A
<b>C</b>	4	A
<b>D</b>	4	A
<b>E</b>	6	B
<b>F</b>	6	C, D
<b>G</b>	2	D, F
<b>H</b>	3	D
<b>I</b>	3	E, G, H

### 3.2.4. Compresión del cronograma

Una vez construido el cronograma inicial de un proyecto mediante el CPM, es frecuente que surja la necesidad de reducir la duración total del proyecto para **cumplir con restricciones externas**, como fechas contractuales, presión del cliente o cambios estratégicos. Cuando el cronograma obtenido no es compatible con la fecha límite deseada, el PM debe evaluar alternativas para acortar el plazo sin comprometer (en exceso) el alcance ni la calidad. A este proceso se le denomina **compresión del cronograma**, y se apoya principalmente en dos técnicas:

- **Intensificación/Compresión/Crashing.** Se introducen más recursos (nuevo personal, horas suplementarias, pagos adicionales...) para llevar a cabo las actividades que se encuentran en la ruta crítica con la idea de acortar la duración del cronograma. Sólo sirve para actividades críticas (en las que los recursos adicionales permiten acortar la duración); esta técnica **genera un aumento considerable del coste**.

**Ejemplo 3.58** Una empresa de construcción está llevando a cabo un proyecto que tiene las siguientes actividades y duraciones (en días):

	<b>Duración</b>	<b>Predecesoras</b>
A	5	-
B	8	A
C	6	A
D	4	B
E	7	C
F	3	D, E

El cliente ha solicitado reducir la duración del proyecto 5 días, con un sobre coste máximo de 2000 €. El equipo de gestión del proyecto quiere usar la técnica de crashing, obteniendo la siguiente información:

	<b>Duración mínima</b>	<b>Coste adicional (€/día reducido)</b>
A	3	200
B	5	150
C	4	100
D	3	250
E	5	300
F	2	400

La ruta crítica es A–C–E–F, con una duración de 21 días. La otra ruta (A–B–D–F) tiene una duración de 20 días.

Considerando las reducciones de las actividades:

- Actividad A: Se puede reducir de 5 a 3 días a un coste de 200€/día (2 días menos, 400€ en total).
- Actividad B: Se puede reducir de 8 a 5 días a un coste de 150€/día (3 días menos, 450€ en total).
- Actividad C: Se puede reducir de 6 a 4 días a un coste de 100€/día (2 días menos, 200€ en total).
- Actividad D: Se puede reducir de 4 a 3 días a un coste de 250€ (1 día menos, 250€).
- Actividad E: Se puede reducir de 7 a 5 días a un coste de 300€/día (2 días menos, 600€ en total).
- Actividad F: Se puede reducir de 3 a 2 días a un coste de 400€/día (1 día menos, 400€).

Hay que intentar reducir ambos caminos (4 días la ruta no crítica, 5 días la crítica) para cumplir los requerimientos del cliente. La opción más económica es la siguiente:

- Actividad A. Reducir 2 días a un coste de 400€.
- Actividad B. Reducir 2 días a un coste de 300€.
- Actividad C. Reducir 2 días a un coste de 200€.
- Actividad E. Reducir 1 día a un coste de 300€.

Así se reduce en 4 días la ruta no crítica y en 5 días la ruta crítica. El coste total de estas acciones son 1200€.

**Ejercicio 3.30** Se tiene un proyecto con las siguientes actividades y relaciones:

	<b>Duración</b>	<b>Predecesoras</b>
A	10	-
B	8	A
C	12	A
D	5	B
E	15	C
F	4	D, E

El cliente quiere que el proyecto dure 27 días, gastando máximo 5000 € adicionales. La siguiente tabla muestra la duración mínima de las tareas y el coste adicional de cada una:

	<i>Duración mínima</i>	<i>Coste (€/día reducido)</i>
A	8	400
B	6	200
C	8	300
D	3	500
E	10	600
F	2	1000

*Determinar cuál es la mejor solución para cumplir con la solicitud del cliente.*

- **Ejecución rápida/Fast tracking.** Se ejecutan en paralelo fases o actividades que normalmente se ejecutan de manera secuencial, para ganar tiempo. Solo funciona cuando las actividades pueden solaparse para acortar la duración del proyecto en la ruta crítica. La ejecución rápida puede derivar en la necesidad de retrabajo y en un **aumento del riesgo**.

**Ejercicio 3.31** *Es viernes por la noche, y tu amigo y tú estáis valorando qué hacer durante el fin de semana para relajarnos y descansar. El sábado se espera que sea un día soleado y con buena temperatura, por lo que decidís ir de pícnic a un lago cercano.*

*Como queréis disfrutar al máximo del pícnic, decidís planificar la salida cuidadosamente dibujando y analizando un diagrama de red. Además, habéis acordado las siguientes restricciones:*

- *Todas las actividades empezarán en tu casa a las 8:00 h del sábado; no podéis hacer nada antes de esa hora.*
- *Se deben realizar todas las actividades para completar el proyecto.*
- *No podéis intercambiar actividades.*
- *Los dos lagos que estáis considerando están en direcciones opuestas, por lo que debéis decidir a cuál ir antes de comenzar el viaje.*

<i>Actividad</i>	<i>Predecesoras</i>	<i>Quién</i>	<i>Duración (min)</i>
A Decidir a qué lago ir	Ninguno	Tú y tu amigo	2
B Sacar dinero del banco	A	Tú	5
C Hervir huevos (para los sándwiches)	A	Tu amigo	10
D Repostar el coche	B	Tú	10
E Hacer sándwiches de huevo	C	Tu amigo	10
F Cargar el coche	E, D	Tú y tu amigo	5
G Conducir al lago	F	Tú	30

- *Crear el diagrama de red*
- *¿Cuánto tiempo se tarda en llegar al lago?*
- *¿Se puede retrasar alguna de las actividades y aun así llegar al lago en ese tiempo? Si es así, ¿cuáles pueden retrasar y cuánto tiempo?*
- *Sin embargo, pensáis que llegar al lago a esa hora es tarde, y creéis que deberíais llegar en un máximo de 45 minutos desde que comenzáis los preparativos. ¿Qué cambios podéis hacer para cumplir ese objetivo?*

### 3.2.5. Análisis ante situaciones inciertas

Una vez comprendido el método CPM y los diferentes métodos de compresión del cronograma, es posible ampliar la utilidad del CPM mediante técnicas complementarias de análisis. Entre estas, resulta especialmente útil realizar un **análisis “¿Qué pasa si...?”**, el cual consiste en plantear escenarios hipotéticos y responder a la pregunta: “¿Qué pasa si se produce la situación representada por el escenario ‘X’?”. Este análisis permite evaluar el impacto potencial de situaciones inciertas o inesperadas sobre la duración total del proyecto y su cronograma. La base para este análisis sigue siendo la red lógica del cro-



nograma y los cálculos realizados a través del CPM. Al introducir cambios en las duraciones o relaciones entre actividades, se recalcula la red para observar cómo se modifica el camino crítico y las holguras. Esto facilita la evaluación de la viabilidad del cronograma bajo distintas condiciones, anticipando los efectos de riesgos o decisiones de gestión. De esta forma, el análisis “¿Qué pasa si...?” permite preparar de forma proactiva reservas de cronograma (tiempo adicional incorporado para absorber retrasos sin afectar la fecha de entrega) y planes de respuesta, mejorando la capacidad del equipo para gestionar la incertidumbre y mantener el control sobre los plazos del proyecto, por lo que resulta especialmente valioso en entornos complejos o dinámicos, donde los supuestos iniciales pueden cambiar a lo largo de la ejecución, y donde la flexibilidad y anticipación pueden marcar la diferencia entre el cumplimiento o el incumplimiento de los objetivos del proyecto.

**Ejemplo 3.59** Un proyecto de desarrollo de software depende de un módulo específico que será entregado por un proveedor externo. Originalmente, se espera que el módulo sea entregado en 3 semanas. Sin embargo, el proveedor ha comunicado que podría haber un retraso de hasta 2 semanas adicionales. El cronograma original del proyecto se basa en la entrega del módulo en 3 semanas. Con el retraso potencial, la nueva duración será de 5 semanas (duración original + posible retraso). Por lo tanto, la nueva duración del proyecto será de 5 semanas. Esta estimación permite evaluar la viabilidad del cronograma bajo la condición de retraso en la entrega del componente principal.

**Ejercicio 3.32** Un proyecto de construcción incluye una fase de diseño arquitectónico estimada inicialmente en 4 semanas. Sin embargo, debido a la complejidad del diseño, el equipo de diseño ha avisado de que esta fase podría prolongarse hasta un 50 % más de lo previsto. ¿Cuál será la nueva duración de esta fase?

**Ejercicio 3.33** Un proyecto de manufactura se enfrenta a la posibilidad de una huelga que podría detener la producción durante 10 días. Originalmente, la fase de producción está programada para durar 30 días. Determinar la nueva duración de la fase de producción si la huelga ocurre.

**Ejercicio 3.34** Un proyecto de infraestructura requiere obtener permisos gubernamentales antes de iniciar la construcción. Inicialmente, se estimó que el proceso de obtención de permisos llevaría 6 semanas. Debido a cambios en los procedimientos, se estima que este proceso podría ahora durar 2 semanas adicionales. Calcular la nueva duración del proceso de obtención de permisos.

**Ejercicio 3.35** Se desea planificar un proyecto compuesto por seis actividades (A a F).

	Predecesoras	Duración
A	—	3
B	A	4
C	A	5
D	B	6
E	C	2
F	D, E	4

Se pide:

- Dibujar la red del proyecto AON.
- Determinar el camino crítico y la duración total del proyecto bajo condiciones normales.
- Realizar un análisis de escenarios “¿Qué pasa si...?” para evaluar el impacto de los siguientes cambios:
  - La actividad C se retrasa en 3 días.
  - La actividad D se reduce en 2 días.
  - La actividad E se elimina completamente.

*En cada caso, determinar la nueva duración del proyecto, identificar si el camino crítico cambia, y analizar las implicaciones en la planificación.*

### 3.2.6. Diagrama de Gantt

Una vez determinado el cronograma bajo la metodología del CPM, es fundamental representar visualmente este plan para facilitar su seguimiento y comunicación. Para ello, el **diagrama de Gantt** (también conocido como **diagrama de barras**, Figura 3.10) se convierte en una herramienta esencial para plasmar el cronograma ajustado. Este diagrama presenta la información del cronograma, donde las actividades se enumeran en el eje vertical, las fechas se muestran en el eje horizontal y las duraciones de las actividades se muestran como barras horizontales colocadas según las fechas de inicio y finalización. De este modo, presenta las actividades vinculadas con fechas planificadas, duraciones, hitos y recursos. El cronograma del proyecto debe contener, como mínimo, una fecha de inicio y una fecha de finalización planificadas para cada actividad. Es el que utiliza el equipo para ir actualizando y tiene carácter preliminar hasta que los recursos están confirmados.

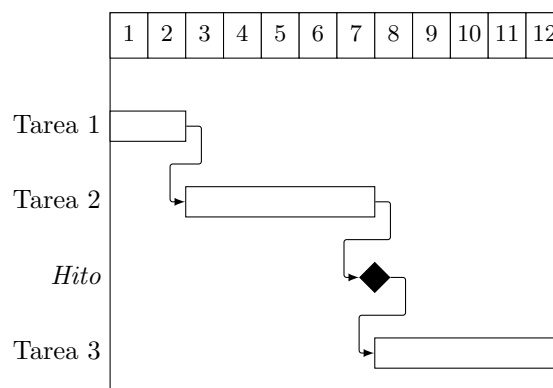


Figura 3.10: Diagrama de Gantt

### 3.2.7. Línea base del cronograma

Versión aprobada del modelo de programación que solo puede cambiarse mediante procedimientos formales de control de cambios y que se utiliza como base de comparación con los resultados reales a medida que se ejecuta el trabajo. Esta línea base, junto con la del coste, será fundamental para medir el desempeño del proyecto durante la fase de monitorización y control.

## 3.3. Recursos y adquisiciones

La planificación de un proyecto comienza con la identificación de los resultados esperados y los principales entregables. A partir de ellos, se determinan los entregables intermedios y finales que se deben generar, así como las actividades necesarias para alcanzarlos. Una vez definidas estas actividades, es fundamental identificar las **aptitudes**, **conocimientos** e **intereses** que debe tener el personal responsable de llevarlas a cabo:

- Una **aptitud** es la capacidad de ejecutar una actividad con éxito.
- El **conocimiento** corresponde a la información que se requiere para desempeñar correctamente una tarea.
- El **interés** representa el deseo personal de involucrarse en una actividad y contribuir al logro de sus objetivos.

Contar con las aptitudes y conocimientos necesarios permite a una persona realizar una tarea, pero tener interés en la misma **aumenta considerablemente** la probabilidad de ejecutarla con éxito. Por ello,

es crucial que los recursos humanos asignados al proyecto posean las competencias técnicas, conductuales y contextuales adecuadas, y que además dispongan de la información, herramientas y formación necesarias para desempeñar sus funciones eficazmente.

Tras decidir qué tareas deben realizarse y en qué orden, el siguiente paso es enfocarse en su ejecución. Para ello, se debe planificar cuidadosamente el **uso de los recursos** disponibles (humanos, materiales e infraestructuras). Esta planificación incrementa las probabilidades de éxito del proyecto al:

- Asignar a cada tarea el personal más cualificado en términos de habilidades y conocimientos.
- Asegurar que los recursos estén disponibles en el momento en que se necesiten.

Además, es fundamental establecer claramente quién hará qué, registrarlo adecuadamente y considerar tanto los aspectos administrativos como los aspectos relacionados con el comportamiento humano. Un error frecuente ocurre cuando el personal está disponible, pero los equipos o recursos necesarios no lo están, lo que puede provocar retrasos y sobrecostos. Por ello, **la planificación y gestión de los recursos humanos, materiales y de infraestructuras debe abordarse con el mismo nivel de atención.**

Asimismo, durante la fase de planificación, el PM debe diseñar un sistema de **recompensas** para compensar el trabajo de los colaboradores. Estos programas de reconocimiento son fundamentales para motivar al equipo y fomentar su compromiso con los objetivos del proyecto. Al conformar equipos de trabajo, se recomienda buscar **diversidad**, integrando personas con diferentes competencias, habilidades, experiencias, conocimientos, valores y actitudes. Esta diversidad favorece la complementariedad y contribuye a formar equipos más competitivos, alineados con las necesidades del mercado y de la sociedad. Entender la diversidad como un valor positivo enriquece el proyecto y amplía su alcance. Algunos beneficios de promover equipos diversos incluyen:

- Mayor riqueza de opiniones.
- Generación de valor y retención del talento.
- Impacto positivo en la reputación interna y externa de la organización.
- Mejora de las conexiones con los clientes y la sociedad.

### 3.3.1. Recursos humanos

#### Determinar aptitudes y conocimientos

A nivel de recursos humanos, lo primero que se necesita es conocer las habilidades y conocimientos que deben poseer las personas que van a trabajar en las actividades. Para ello, se puede buscar información en los atributos de las actividades (ver Sección 3.2.1), donde se indican las principales características para realizarlas. En la mayoría de las situaciones, es necesario conocer dos datos sobre una tarea para determinar las cualificaciones que debe tener una persona para realizarla:

- El **nivel de dominio** de las competencias y conocimientos necesarios.
- Si la tarea implicará trabajar bajo la dirección de otra persona, trabajar solo para aplicar las destrezas o conocimientos, o dirigir a otras personas que estén aplicando las destrezas o conocimientos.

Un ejemplo de esquema que describe estos dos aspectos de un requisito de destreza o conocimiento es el modelo (X, Y):

**X** Nivel de competencia en la habilidad o conocimiento, teniendo los siguientes valores:

- 0 Sin nivel de competencia.
- 1 Nivel básico de competencia.
- 2 Nivel intermedio de competencia.
- 3 Nivel avanzado de competencia.

**Y** Relación de trabajo requerida en la habilidad o conocimiento, teniendo los siguientes valores:

- a Debe trabajar supervisado.
- b Se trabaja de manera independiente con poca o ninguna supervisión.

c Implica dirigir a otros utilizando la habilidad o el conocimiento.

Además, esta información puede combinarse con el interés (valorado como 0, “sin interés”, 1, “con interés”) de los recursos en trabajar en dichas tareas, lo que se conoce como **matriz de competencias**. En caso de que sea necesario realizar actividades de formación si se detecta una brecha de competencias que debe ser cubierta, se puede planificar tanto en el cronograma como en presupuesto.

**Ejemplo 3.60** De la matriz de competencias mostrada, se puede concluir que Susana tiene un nivel avanzado de competencia en redacción técnica, puede trabajar de forma independiente y está interesada en trabajar en estas tareas. Eduardo tiene un nivel avanzado de competencia en el área de la investigación legal y es capaz de dirigir a otras personas que se dediquen a esto. Sin embargo, preferiría no trabajar en tareas de investigación legal. En su lugar, le gustaría trabajar en actividades de diseño de cuestionarios, pero actualmente no tiene habilidades ni conocimientos en esta área. Además, aunque pueda pensarse que nunca se le asignará a Eduardo una actividad de diseño de cuestionarios porque carece de las aptitudes o los conocimientos pertinentes, en caso de necesitar más personas que puedan desarrollar cuestionarios, sería un candidato ideal. Dado que desea trabajar en este tipo de tareas, lo más probable es que esté dispuesto a realizar un esfuerzo adicional para adquirir las habilidades necesarias para ello.

	Juan		María		Susana		Eduardo	
	Competencia	Interés	Competencia	Interés	Competencia	Interés	Competencia	Interés
Redacción técnica	(0,a)	0	(0,a)	0	(3,b)	1	(0,a)	1
Investigación legal	(0,a)	1	(0,a)	1	(0,a)	0	(3,c)	0
Diseño gráfico	(3,c)	1	(0,a)	0	(0,a)	1	(3,c)	1
Diseño de cuestionarios	(1,a)	0	(0,a)	0	(0,a)	0	(0,a)	1

Para preparar la matriz de competencias, se pueden seguir las siguientes recomendaciones:

- **Identificar las aptitudes, conocimientos e intereses de cada miembro del equipo, relacionados con las actividades que conlleva el proyecto.** Se recomienda explicar que se busca esta información para poder asignar a las personas las tareas que más les interesan y que están más cualificadas para realizar.
- **Hacer una asignación de los recursos humanos a las actividades.** Tras ello, el PM debería preguntarles si están interesados en las actividades para las que se les ha propuesto. Si una persona no está interesada en una actividad, se recomienda intentar averiguar por qué para intentar reorganizar las tareas o modificar la tarea para abordar los aspectos que la persona no encuentra atractivos.
- **Consultar con los responsables funcionales de los miembros del equipo y/o con las personas que los asignaron al proyecto para determinar sus opiniones sobre los nivel de competencias, conocimientos e intereses de cada miembro del equipo.** De esta forma, se puede entender por qué los responsables asignaron a estas personas al proyecto.
- **Incorporar toda la información recopilada en una matriz de competencias y con cada miembro del equipo la parte de la matriz que contenga su información.** Esta revisión da la oportunidad de comprobar que se ha registrado correctamente la información que se ha recopilado y, al miembro del equipo, de comentar o completar la información.

### Roles y responsabilidades

Una vez se han asignado los recursos a las diferentes tareas, hay que establecer los roles y responsabilidades de cada recurso humano. Las tareas y responsabilidades de las distintas personas pueden hacerse visibles elaborando una **matriz de asignación de responsabilidades (RAM)**. Se trata de una tabla que muestra los recursos del proyecto asignados a cada actividad/paquete de trabajo y se utiliza para mostrar el rol de cada miembro del equipo con respecto a las actividades/paquetes de trabajo. Esta matriz muestra solo el formato, lo que permite adaptarla a cada proyecto en concreto. Un formato sencillo puede ser indicar cuáles de las tres funciones siguientes pueden desempeñar las personas en las actividades del proyecto:

**P Responsabilidad principal.** Se asegurará de que se consigan los resultados.

**S Responsabilidad secundaria.** Se asegurará de que se logre alguna parte de los resultados.

**A Aprobador (A):** No trabaja realmente en el producto final, pero aprueba los resultados producidos por los que lo hacen.

La más extendida es la matriz que sigue el **modelo RASCI**<sup>4</sup> (Tabla 3.5). Se recomienda que cada persona participe únicamente en un sol a la vez, e manera que las responsabilidades estén bien delimitadas. Además, para cada tarea, solo puede haber un responsable (R) y un aprobador (A). El responsable (R) informa del resultado al aprobador (A), por lo que no pueden ser la misma persona. Sin embargo, el responsable (R) puede contar con el apoyo de más de una persona (S), puede necesitar consultar a más de una persona (C) y puede informar a más de una persona (I) sobre una tarea concreta. En matrices más avanzadas, pueden asignarse funciones adicionales, como la función de revisión.

	Responsabilidad	Descripción
R	Responsable (Responsible)	Recursos que hacen el trabajo para lograr la tarea, son los responsables de la realización de los resultados
A	Aprobador (Accountable)	Delega la tarea al responsable y da el visto bueno o firma la aprobación del trabajo realizado por el responsable, por lo que “rinde cuentas” sobre la actividad (es el responsable último de la tarea)
S	Apoyo (Support)	Apoya/Ayuda al responsable en la realización de la tarea
C	Consultado (Consulted)	Suelen ser expertos en un tema o persona con experiencia, que apoya una labor con sus opiniones; no están directamente relacionados en el desarrollo de las actividades, pero se les solicita opiniones y existe una comunicación bidireccional
I	Informado (Informed)	Usualmente supervisa el avance del proyecto, sobre todo al completarse cada tarea o trabajo; se recomienda mantenerlos al día sobre el avance (sobre todo al acabar una tarea)

Tabla 3.5: Modelo RASCI

A pesar de la sencillez de la información incluida en la RAM, conseguir que todo el mundo se ponga de acuerdo sobre las funciones de las personas puede llevar mucho tiempo. Un procedimiento para desarrollarla es el siguiente:

1. Identificar a todas las personas que participarán o apoyarán el proyecto.
2. Elaborar una lista completa de entregables para el proyecto, basándose en la EDT (ver Sección 3.1.7).
3. Discutir con todos los miembros del equipo cómo apoyará cada uno el trabajo para producir los diferentes entregables del proyecto. Para cada uno de los entregables, discutir el nivel de responsabilidad y autoridad, así como el trabajo específico que realizarán. Comentar también con ellos la implicación que otros recursos tendrán en esas actividades. Si aún no se han identificado personas concretas para determinadas actividades, se debe consultar con personas que hayan realizado ese tipo de actividades anteriormente.
4. Preparar un borrador inicial de la matriz RAM/RACI/RASCI. Los entregables del proyecto van en la columna de la izquierda y las personas que apoyarán las actividades en la primera fila. En las celdas formadas por la intersección de cada fila y columna, se introducen las funciones que tendrá cada persona (basándose en las conversaciones mantenidas en el paso 3).
5. Pedir a las personas consultadas en el paso 3 que revisen y aprueben el borrador de la matriz. Si están de acuerdo, debería quedar registrado por escrito. Si no están conformes con algunos aspectos, se debe revisar la matriz para abordar esos aspectos, y pedir de nuevo a todas las personas que aportaron información que revisen y aprueben la matriz revisada.

**Ejemplo 3.61** La tabla muestra una posible matriz RACI relacionada con un proyecto de desarrollo de software.

<sup>4</sup>También está la opción del **modelo RACI**, idéntica al RASCI, pero sin el “Apoyo” (Support).

<i>Entregables</i>	<i>Jefe de Proyecto</i>	<i>Desarrollador</i>	<i>Cliente</i>	<i>Consultor</i>
<i>Análisis de Requisitos</i>	A	R	C	I
<i>Diseño del Sistema</i>	A	R	I	C
<i>Desarrollo del Software</i>	A	R	C	I
<i>Pruebas de Software</i>	A	R	I	C
<i>Entrega Final</i>	R	I	A	

Siendo:

R (Responsible): Persona que realiza el trabajo.

A (Accountable): Persona responsable última del éxito o fracaso del entregable.

C (Consulted): Persona a la que se consulta antes de tomar decisiones.

I (Informed): Persona que debe ser informada sobre el progreso o los resultados.

### 3.3.2. Matrices de recursos

Permiten representar los tipos y cantidades de recursos necesarios para cada paquete de trabajo (o actividad dentro de un paquete de trabajo), pudiendo agregarse para determinar los recursos estimados para cada paquete de trabajo, cada ramificación de la EDT, y el proyecto en su totalidad.

La **matriz de recursos** muestra la gente asignada a cada actividad del proyecto y el esfuerzo de trabajo que debe hacer cada persona. El esfuerzo de trabajo está relacionado con la duración, pero son conceptos diferentes. El esfuerzo de trabajo es una medida de uso de recursos, incluyendo trabajo directo (conjunto de tareas que contribuyen de forma inmediata y específica al logro de un entregable o resultado de una actividad; son tareas orientadas a la producción tangible o medible del trabajo) e indirecto (no producen directamente el entregable de una actividad, pero que son necesarias para permitir, apoyar o mejorar la ejecución del trabajo directo; crean las condiciones necesarias para que el trabajo directo se realice de manera eficaz); la duración es una medida del paso del tiempo. Sin embargo, conocer el esfuerzo de trabajo necesario para completar un paquete de trabajo por sí solo no indica su duración (ni viceversa).

**Ejemplo 3.62** Según la matriz, T1 trabaja en el diseño del cuestionario 32 horas-persona, y T3, trabaja en ella 24 horas-persona. Suponiendo una jornada laboral de 7 h, si ambos trabajadores pueden trabajar en él al mismo tiempo y si ambos están asignados al 100 % al proyecto (y ningún otro aspecto de la tarea requiere tiempo adicional), la actividad puede terminarse en 4 días  $((32 + 24) / (7 \cdot 2) = 4 \text{ días})$ . Sin embargo, si alguna de las dos personas está disponible menos del 100 % del tiempo, o si una tiene que terminar su trabajo antes de que la otra pueda empezar, la duración no será de 4 días.

<i>Actividad</i>		<i>Esfuerzo (h-p)</i>		
<i>EDT</i>	<i>Descripción</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>
2.1.1	Diseño del cuestionario	32	0	24
2.1.2	Prueba piloto del cuestionario	0	40	60
2.2.1	Instrucciones del cuestionario	40	24	10

Además, actualmente es habitual la existencia de **equipos virtuales**, donde se tiene un equipo de trabajo separado geográficamente (grupos de personas con un objetivo común, que cumplen con sus respectivos roles dedicando poco o nada de su tiempo para reunirse cara a cara). En este caso, la **planificación de las comunicaciones** adquiere una gran importancia. Puede permitir tener recursos más expertos, costes más reducidos, menos viajes, etc., utilizando la tecnología para crear un entorno de trabajo en línea.

Para los recursos no humanos, puede hacerse también una matriz de recursos, especificando las horas de uso necesarias. Para calcular la cantidad de cada recurso que se necesita, se debe examinar la naturaleza de la tarea y la capacidad del recurso. Además, para garantizar que los recursos no humanos estén disponibles cuando se necesiten, es necesario que se especifiquen los momentos en los que se tiene previsto utilizarlos.

**Ejemplo 3.63** La tabla muestra un ejemplo de matriz de recursos no humanos, donde se necesitan ordenadores, fotocopadoras y el uso de un laboratorio de pruebas para completar los tres paquetes de trabajo enumerados. También especifica la cantidad necesaria de cada recurso.

Actividad		Uso (h)		
EDT	Descripción	Ordenador	Fotocopiadora	Laboratorio
1.2.1	Presentación	32	0	0
2.1.4	Informe	0	40	0
3.3.1	Ensayos	40	0	32

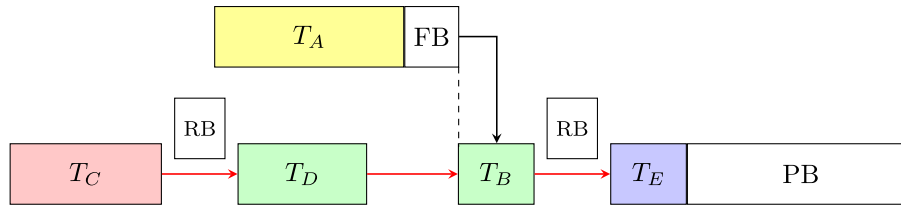
Además de las matrices de recursos, es posible utilizar la **estructura de desglose de recursos** (EDR), una representación jerárquica de los recursos por categoría y tipo (mano de obra, materiales, equipos y suministros).

### 3.3.3. Método de la cadena crítica

Aunque el método del CPM es una herramienta ampliamente utilizada para la planificación y control del tiempo en proyectos, presenta **ciertas limitaciones** cuando se traslada a entornos reales. En particular, CPM asume que los recursos necesarios para ejecutar las actividades **están siempre disponibles** y que las estimaciones de duración son precisas y estables. Sin embargo, en la práctica, estas condiciones rara vez se cumplen. Una vez identificados y asignados los recursos, el siguiente desafío es gestionar las incertidumbres inherentes a sus disponibilidades y rendimientos. Para evitar esto, se puede utilizar el **método de la cadena crítica** (CCPM), una técnica avanzada de gestión de proyectos que se centra en la gestión de las incertidumbres y las limitaciones de recursos, con el fin de garantizar que el proyecto se complete en el menor tiempo posible. A diferencia del CPM, que se enfoca en la secuencialización y el tiempo, el CCPM da prioridad a los recursos y la reducción de las holguras para mantener un flujo continuo de trabajo en el proyecto, empezando a ejecutar las actividades no críticas **lo más tarde posible**. Para implementar el método de la cadena crítica, es necesario seguir los siguientes pasos:

1. **Identificación de la ruta crítica.** El primer paso es crear el cronograma del proyecto utilizando el CPM para identificar la ruta crítica original. Las duraciones de las actividades deben ser agresivas (sin margen de seguridad).
2. **Asignación de recursos.** Una vez identificada la ruta crítica, el siguiente paso es asignar los recursos necesarios a cada actividad. Es común que algunos recursos estén asignados a múltiples actividades a lo largo del proyecto, lo que puede crear cuellos de botella. En el CCPM, se ajustan las actividades y las secuencias para evitar que estos cuellos de botella generen retrasos. Salvo que se especifique lo contrario, hay que tener en cuenta que cada recurso solo puede hacer una cosa a la vez, lo que implica ajustar el cronograma base según la disponibilidad de recursos: si un recurso está asignado en paralelo a varias tareas, se introduce una **restricción** (es decir, se retrasa el comienzo de la tarea porque el recurso que necesita no está disponible en ese momento).
3. **Determinación de la cadena crítica.** La cadena crítica es el **camino más largo que tiene en cuenta las precedencias y las limitaciones de recursos**, que puede (o no) diferir de la ruta crítica original al tener en cuenta las restricciones de recursos. La duración del proyecto ahora está determinada por la cadena crítica.
4. **Identificación de las cadenas de alimentación.** Son los caminos que alimentan a la cadena crítica, es decir, cualquier secuencia de tareas que conecta con la cadena crítica en algún punto. Si se retrasan, pueden afectar a la cadena crítica.
5. **Incorporación de buffers.** Son amortiguadores temporales insertados en puntos concretos del cronograma, actuando como actividades ficticias que se consumen automáticamente cuando ciertas actividades requieren más tiempo del previsto, absorbiendo retrasos, sin afectar a la fecha de finalización programada. Por tanto, sirven para proteger la cadena crítica de las incertidumbres y evitar retrasos, existiendo tres tipos (ver Figura 3.11):
  - **Buffer de proyecto (PB):** Se sitúa al final de todo el proyecto (de la cadena crítica), determinando la fecha final de entrega del mismo. Protege el plazo de conclusión del proyecto frente a las fluctuaciones que puedan aparecer en las actividades que conforman la cadena crítica.

- **Buffers de alimentación (FB):** Margen de tiempo que se coloca al término de cada cadena de alimentación (subcadena no crítica que desemboca en la cadena crítica). Este amortiguador permite ejecutar las actividades pertenecientes a las subcadenas del proyecto antes de un determinado tiempo, que coincide con el inicio de una actividad de la cadena crítica, protegiendo a esta última de las desviaciones producidas en las rutas paralelas.
- **Buffers de recursos (RB):** Su propósito es **alertar con anticipación** sobre posibles conflictos de recursos, más que proporcionar tiempo adicional. Se añaden al cronograma cuando un recurso participa en una actividad concreta de la cadena crítica y la actividad que le precede la realiza un recurso diferente. Se utiliza como señal de advertencia anticipada de recursos, garantizando que estos estarán disponibles cuando sean requeridos por la cadena crítica.



$T_i$  = Tarea  $i$ ; — **cadena crítica**; — subcadena

■ Recurso 1; ■ Recurso 2; ■ Recurso 3; ■ Recurso 4; □ Buffer

PB = Buffer de proyecto; FB = Buffer de alimentación; RB = Buffer de recursos

Figura 3.11: Tipos de buffers en el método de la cadena crítica

En general, solo se asignará tamaño a PB y FB, considerando que  $RB = 0$ , al tratarse de señales de advertencia. Para determinar el **tamaño de los buffers** existen diferentes métodos. Se destacan a continuación dos:

- **Método del 50 %.** Cada actividad tiene una duración  $d_i$ . Si una cadena está formada por  $n$  actividades, la duración total de la cadena es:

$$D = \sum_{i=1}^n d_i \quad (3.9)$$

Entonces, el tamaño del buffer  $B$  (proyecto o alimentación) es:

$$B = 0,5 \cdot D \quad (3.10)$$

- **Método porcentual.** Similar al método del 50 %, en este caso se aplica el  $X\%$  que acuerde el equipo del proyecto (lo habitual es entre el 30—50 %). Si cada actividad tiene una duración  $d_i$  y una cadena está formada por  $n$  actividades, la duración total de la cadena es:

$$D = \sum_{i=1}^n d_i \quad (3.11)$$

Entonces, el tamaño del buffer  $B$  (proyecto o alimentación) es:

$$B = X \cdot D \quad (3.12)$$

- **Método de la raíz cuadrada.** En este caso, se necesitarían 2 duraciones de la actividad:

$d_i$  La “duración agresiva” utilizada en los métodos anteriores.

$d_s$  La “duración segura”, que tenga una confianza alta (90-95 %) en que la tarea se acabará en ese plazo.

La diferencia entre ambas se considera la “reserva de seguridad”  $R_s$ :

$$R_s = d_s - d_i \quad (3.13)$$

Si una cadena está formada por  $n$  actividades, el buffer  $B$  (proyecto o alimentación) se calcula como:

$$B = \sqrt{\sum_{i=1}^n R_s^2} \quad (3.14)$$

lo que asume que la variabilidad de las tareas no se suma linealmente, sino que se comporta como errores independientes.



### 6. Insertar buffers en el cronograma y determinar la duración total del proyecto.

Algunas consideraciones respecto al CCPM son:

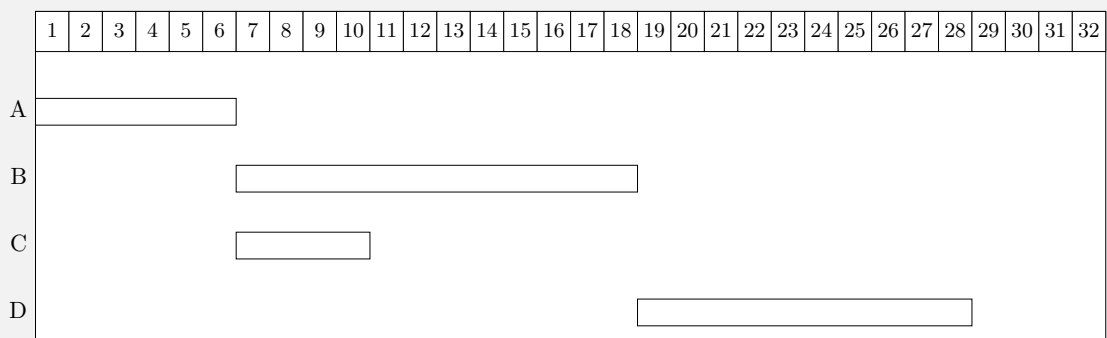
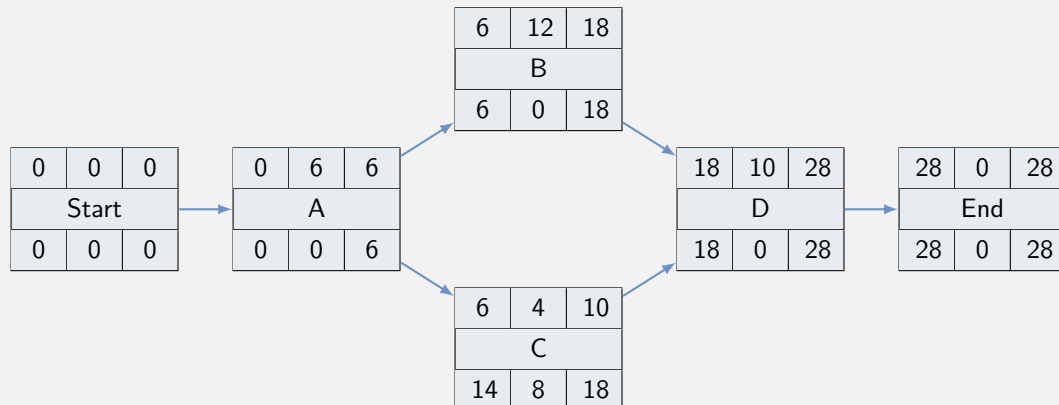
- **Gestión activa de buffers.** A lo largo del proyecto, es esencial monitorizar los **buffers** para detectar cualquier desviación temprana y tomar acciones correctivas. Es habitual dividir cada **buffer** en 3 zonas: verde, ámbar y roja, lo que permite controlar el avance del proyecto cuando se está ejecutando.
- **Eliminación de holguras individuales.** A diferencia del CPM, donde se permiten holguras en actividades no críticas, el CCPM reduce o elimina estas holguras para concentrar los esfuerzos en la cadena crítica. Esto crea un sentido de urgencia y ayuda a mantener el foco en la finalización del proyecto.
- **Enfoque en la mejora continua.** El CCPM fomenta la identificación y eliminación de obstáculos a medida que se avanza en el proyecto. La optimización de recursos y la reducción de desperdicios son clave para acortar la duración del proyecto.
- **Reevaluación constante.** Al igual que en el CPM, la cadena crítica puede cambiar a lo largo del proyecto debido a la dinámica de los recursos y las condiciones del proyecto. Por ello, es necesario recalcularla cuando se producen cambios significativos.

**Ejemplo 3.64** Se tiene un proyecto con las actividades y duración de la tabla.

	<i>Predecesoras</i>	<i>Recurso</i>	<i>d<sub>i</sub></i>
A	—	Naranja	6
B	A	Azul	12
C	A	Azul	4
D	B, C	Naranja	10

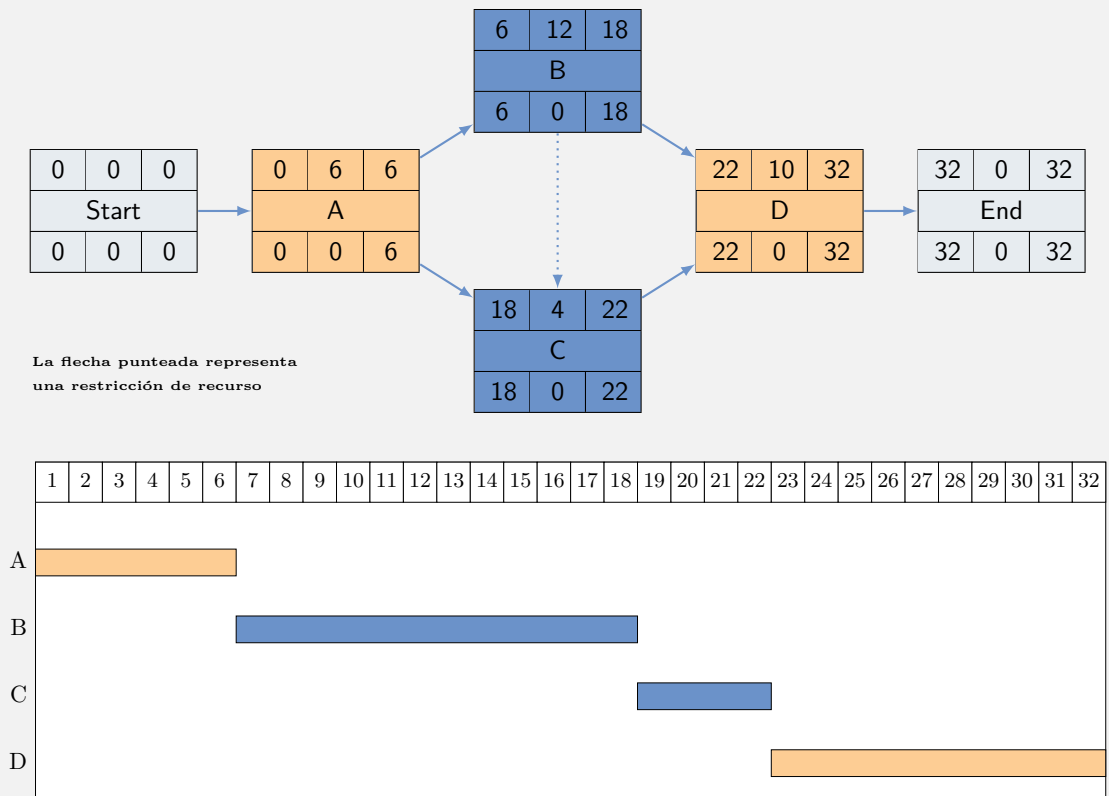
- Considerando que las estimaciones de duración son exactas, ¿cuál es la duración esperada del proyecto y por qué?

A partir del CPM, se obtiene que la duración esperada del proyecto es de 28 (camino crítico A, B, D).



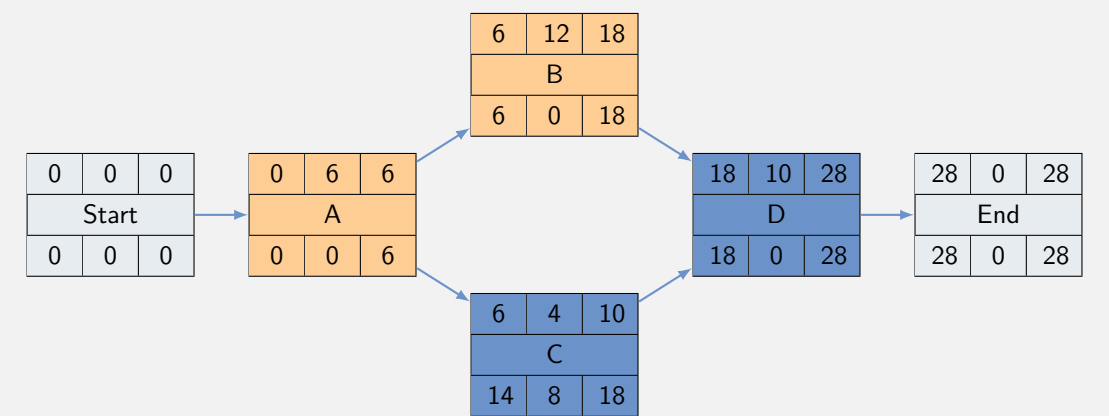
- ¿Qué actividades son críticas si se evita la superposición de recursos (es decir, si se aplica la cadena crítica)?

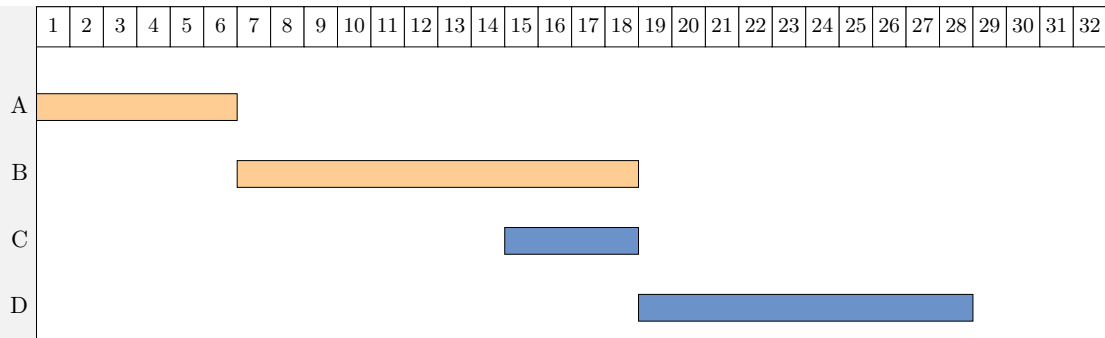
La cadena crítica sería A, B, C, D (o A, C, B, D), con una duración de 32.



- Si Naranja y Azul pueden realizar cualquier actividad, pero no compartir actividades. ¿Pueden reasignarse las actividades a los recursos para que el proyecto se complete en menos tiempo? En caso afirmativo, ¿cuál es la nueva asignación y duración del proyecto?

A y B las haría un recurso, y C y D las haría el otro; en este caso, se pone a Naranja para A y B y a Azul para C y D. Así, la nueva duración volverían a ser 28.





- Considerar ahora que Naranja realiza las actividades A y B, y Azul las actividades C y D. Reformular el cronograma del proyecto utilizando buffers de proyecto y de alimentación, utilizando el método del 50 %. La cadena crítica sería A, B, D, siendo C una cadena de alimentación.

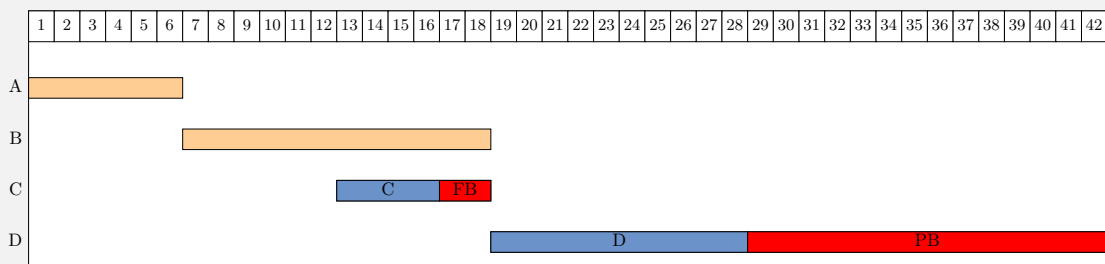
El buffer de alimentación FB es:

$$FB_C = 0,5 \cdot 4 = 2 \quad (3.15)$$

El buffer del proyecto PB es:

$$PB_{A,B,D} = 0,5 \cdot (6 + 12 + 10) = 14 \quad (3.16)$$

Por tanto, se diría que el proyecto dura en total 42 días.



**Ejercicio 3.36** En la tabla se presentan datos sobre un extracto de una obra de ingeniería civil. Determinar la cadena crítica y la duración del proyecto considerando los tres métodos para determinar el tamaño de buffer (30 % para el método porcentual). Considerar que  $RB = 0$ .

	<i>Predecesoras</i>	<i>Recurso</i>	$d_s$	$d_i$
A	—	Amarillo	6	4
B	A	Azul	7	4
C	A	Azul	5	3
D	B, C, F	Azul	6	5
E	—	Gris	5	4
F	E	Gris	3	2

**Ejercicio 3.37** Un proyecto viene dado por las actividades y recursos que se muestran en la tabla. Determinar la cadena crítica y la duración del proyecto considerando la ley del 50 % para determinar el tamaño de buffer. Considerar que  $RB = 0$ .

	<i>Predecesoras</i>	<i>Recurso</i>	$d_i$
A	—	Amarillo	2
B	A	Verde	3
C	B	Azul	2
D	—	Amarillo	3
E	D	Rosa	5
F	E	Amarillo	2
G	E	Gris	6
H	G	Azul	2
I	C, F, H	Azul	4

**Ejercicio 3.38** Considerar un proyecto que viene dado por las actividades y recursos que se muestran en la tabla. Desarrollar el cronograma siguiendo la cadena crítica y la duración del proyecto, considerando el método porcentual (al 30 %) para determinar el tamaño de los buffers. Considerar que  $RB = 0$ .

	<i>Predecesoras</i>	<i>Recurso</i>	$d_i$
A	—	Azul	2.5
B	A	Amarillo	2
C	—	Gris	1.5
D	C	Amarillo	4.5
E	—	Rosa	1
F	E	Amarillo	2.5
G	F	Morado	1.5
H	G	Naranja	4
I	B, D, H, K, M	Verde	2
J	—	Marrón	1.5
K	J	Amarillo	1
L	—	Lila	0.5
M	L	Amarillo	3.5

**Ejercicio 3.39** Considerar el proyecto con las relaciones de precedencia y las estimaciones de tiempo de la tabla. Sabiendo que las actividades críticas son A–B–C–E–F–J–L–N, realizar el cronograma indicando la duración de los diferentes buffers, considerando el método de la raíz cuadrada de la suma de cuadrados. La confianza de la duración de las actividades es del 80 %.

	<i>Predecesoras</i>	$d_s$
A	—	1
B	A	2
C	B	5
D	C	3
E	C	2
F	E	2.5
G	D	3.5
H	E, G	4.5
I	C	3.5
J	F, I	4
K	J	2
L	J	2.5
M	H	1
N	K, L	6

**Ejercicio 3.40** Una empresa está gestionando dos proyectos. El primero se corresponde con el mostrado en el Ejercicio 3.64 y el segundo se muestra en la siguiente tabla. Sabiendo que es más caro retrasar el proyecto del Ejercicio 3.64, encontrar el cronograma según la cadena crítica de estos proyectos, utilizando el método porcentual al 30 %.

	<i>Predecesoras</i>	<i>Recurso</i>	$d_i$
E	—	Verde	6
F	E	Azul	12
G	E	Azul	4
H	F, G	Verde	10

**Ejercicio 3.41** Considerar el proyecto con las relaciones de precedencia y las estimaciones de tiempo de la tabla, realizar el cronograma indicando la duración de los diferentes buffers, considerando el método del 50 %.

	<i>Predecesoras</i>	<i>Recurso</i>	$d_i$
A	—	Amarillo	1
B	A	Azul	1
C	—	Amarillo	4
D	B, C, F	Azul	2
E	D	Verde	3
F	A	Verde	2.5
G	E	Verde	2

**Ejercicio 3.42** Considerar el proyecto con las relaciones de precedencia y las estimaciones de tiempo de la tabla. Sabiendo que se dispone de un recurso Amarillo, dos recursos Azul y dos recursos Verde, y que las duraciones tienen una certidumbre del 90 %, realizar el cronograma indicando la duración de los diferentes buffers, considerando el método de la raíz cuadrada de la suma de cuadrados.

	<i>Predecesoras</i>	<i>Recurso</i>	$d_i$
A	—	Amarillo	5
B	A	Azul	4
C	B	Amarillo	3
D	A	Azul	10
E	D, C	Verde	6
F	A	Azul	3
G	F	Amarillo	2
H	E, G	Amarillo	11
I	C	Verde	3
J	I	Azul	5
K	H, J	Verde	3

### 3.3.4. Equilibrado de recursos

El **equilibrado de recursos** consiste en repartir el uso de los recursos en el tiempo de la forma más equilibrada posible, **sin aumentar la duración del proyecto**. La programación ideal del proyecto sería que el esfuerzo fuera siempre el mismo en cada unidad de tiempo, calculado como el esfuerzo total entre los días que dura el proyecto:

$$\overline{C_d} = \sum_{t=1}^{D_p} \frac{C_{d,t}}{D_p}, \quad (3.17)$$

siendo  $C_{d,t}$  la carga de trabajo en cada unidad de tiempo  $t$  y  $D_p$  la duración total del proyecto. Puesto que no siempre es posible, el objetivo es minimizar la varianza de la programación resultante respecto a ese valor  $\overline{C_d}$ .

**Ejemplo 3.65** Se tiene un proyecto que requiere un esfuerzo de 1000 h-p y una duración total de 20 días. La carga de trabajo ideal diaria será:

$$\overline{C_d} = \frac{1000}{20} = 50 \text{ h-p/día}$$

Si cada trabajador tiene una jornada de 8 h/día, se necesitan 6,25 trabajadores  $\rightarrow 7$

Esta varianza puede ser calculada como la media de la suma de los cuadrados de las cargas menos la carga media al cuadrado, es decir, sumar los cuadrados de las cargas y dividir por el número de días y a ese valor restarle el cuadrado de la carga media:

$$\begin{aligned} \min \sum_{t=1}^{D_p} (C_{d,t} - \overline{C_d})^2 &= \min \sum_{t=1}^{D_p} (C_{d,t}^2 + \overline{C_d}^2 - 2 \cdot C_{d,t} \cdot \overline{C_d}) = \\ &= \min \left( \sum_{t=1}^{D_p} (C_{d,t}^2) + \sum_{t=1}^{D_p} \overline{C_d}^2 - 2 \cdot \overline{C_d} \cdot \sum_{t=1}^{D_p} C_{d,t} \right) = \\ &= \min \left( \sum_{t=1}^{D_p} (C_{d,t}^2) + \sum_{t=1}^{D_p} \overline{C_d}^2 - 2 \cdot \overline{C_d} \cdot R \right) \end{aligned} \quad (3.18)$$

Dado que los dos últimos términos son constantes, la función objetivo a optimizar es:

$$\min \left( \sum_{t=1}^{D_p} (C_{d,t}^2) \right) \quad (3.19)$$

Es decir, hay que minimizar la suma de los cuadrados de los consumos puntuales de recursos. Para ello, se puede utilizar el modelo de programación matemática conocido como **algoritmo Burgess-Killebrew**, uno de los más pioneros y eficientes en este ámbito, que consiste en:

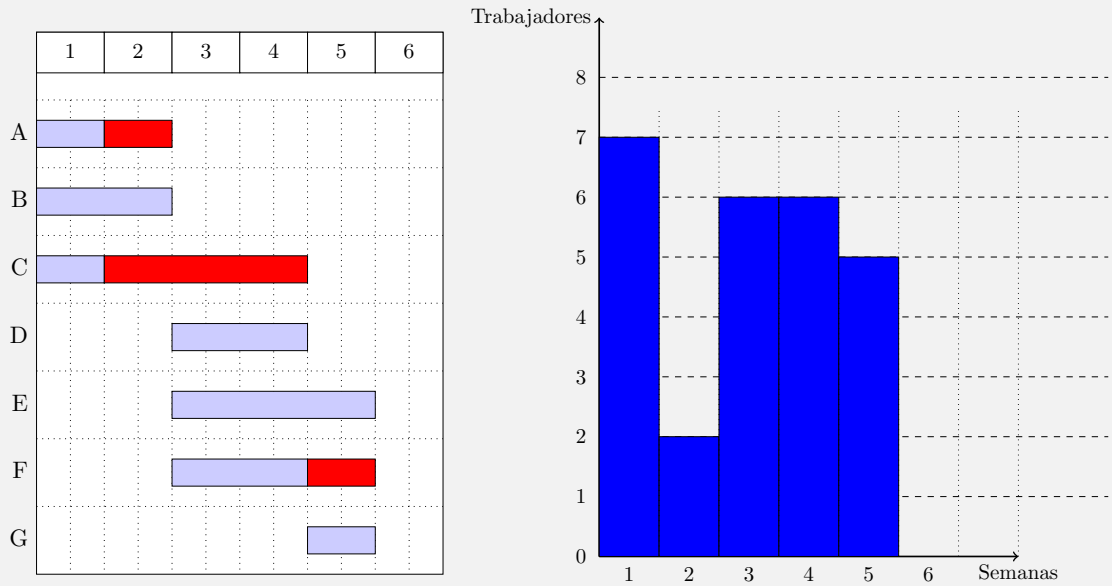
1. Obtener el grafo en CPM, considerando capacidad infinita de recursos para ver las holguras totales de las actividades (ver Sección 3.2.3).
2. Representar las actividades en un diagrama de Gantt poniéndolas lo más a la izquierda posible, identificar el gráfico de cargas y realizar la suma de los cuadrados de las cargas para evaluar esta primera asignación.
3. Empezando por el final del proyecto, buscar la primera actividad no crítica (con holgura) y desplazarla hacia la derecha, una unidad de tiempo, obteniendo en cada caso la suma de los cuadrados de la carga. Se situará en el periodo que menor cantidad se haya obtenido<sup>5</sup>.
4. Repetir el paso anterior con todas las actividades restantes que tengan holgura.
5. Cuando se tengan las actividades posicionadas, se procede de igual forma, pero ahora se desplazan hacia la izquierda. Si con esto se consigue una asignación en la que la suma de los cuadrados de las cargas no varía, se pararía. Si no, se volverían a repetir los pasos anteriores hasta que se dé una vuelta completa (derecha-izquierda) sin conseguir mejorar la suma de cuadrados de las cargas.

**Ejemplo 3.66** Se tiene un proyecto de 7 actividades con las precedencias, duraciones y estimación de recursos para cada actividad mostrado en la tabla.

Actividad	Precedencia	Duración	Recursos
A	—	1	1
B	—	2	2
C	—	1	4
D	A, B	2	1
E	A, B	3	3
F	A, B	2	2
G	C, D	1	2

<sup>5</sup>En caso de empate, se coloca lo más a la derecha posible, dejando así mayor holgura a las actividades precedentes.

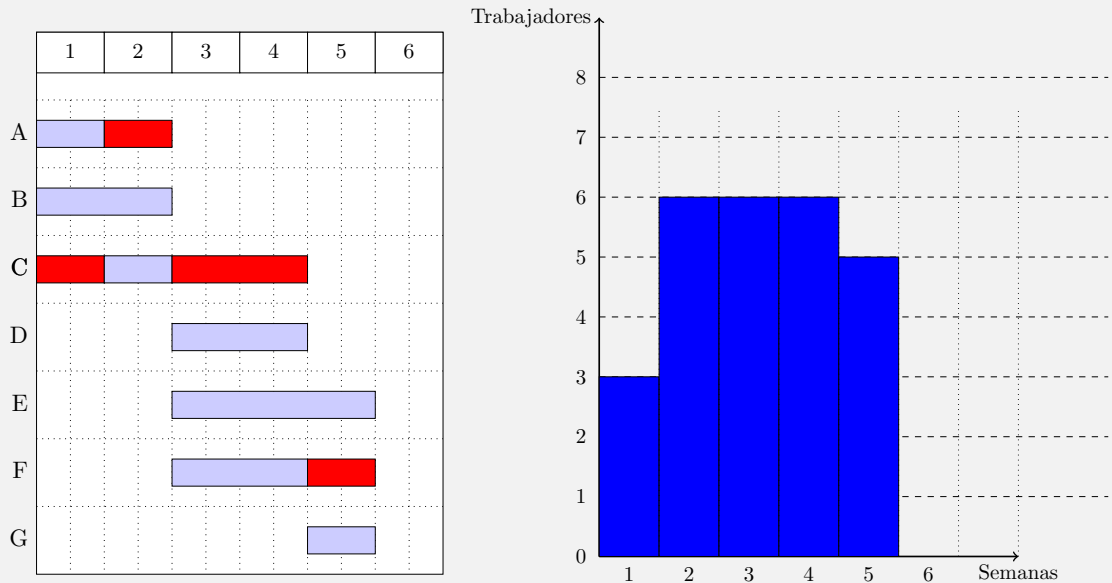
El diagrama de Gantt, marcando las holguras de cada tarea en color rojo, y el gráfico de carga se muestran a continuación.



Siguiendo la ecuación (3.19).

$$\sum_{t=1}^{D_p} (C_{d,t}^2) = 7^2 + 2^2 + 6^2 + 6^2 + 5^2 = 150$$

La primera actividad a mover hacia la derecha sería la F; consiguiendo un valor de  $\sum_{t=1}^{D_p} (C_{d,t}^2) = 154$ ; como es peor que el valor inicial, F se quedaría en su posición de partida. A continuación, se puede desplazar la tarea C en 3 unidades de tiempo; para cada una de ellas, se obtiene que  $\sum_{t=1}^{D_p} (C_{d,t}^2) = 142$ ,  $\sum_{t=1}^{D_p} (C_{d,t}^2) = 174$  y  $\sum_{t=1}^{D_p} (C_{d,t}^2) = 174$ , por lo que C se fijaría en una unidad a la derecha para obtener esa suma de 142. Por último, la tarea A puede moverse una semana a la derecha, consiguiendo  $\sum_{t=1}^{D_p} (C_{d,t}^2) = 150$ ; como es peor que 142, A volvería a su posición de partida, quedando el diagrama de Gantt y de cargas como se muestra en la figura.



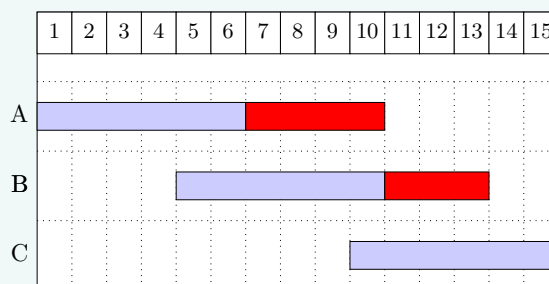
A continuación, habría que mover las actividades con holgura hacia la izquierda; la única que puede moverse a la izquierda, según el diagrama de Gantt actual sería la tarea C, obteniéndose  $\sum_{t=1}^{D_p} (C_{d,t}^2) = 150$ . Como es

mayor que 142, se mantendría en su posición. Repitiendo los pasos 3 y 4 una vez más, se observa que no consigue mejorarse el valor de  $\sum_{t=1}^{D_p} (C_{d,t}^2) = 142$ . Por tanto, esta es la distribución más nivelada de recursos según este método.

**Ejercicio 3.43** Se tienen tres actividades de un proyecto, del cual se sabe la información mostrada en la tabla:

Actividad	Duración	Recursos
A	6	2
B	6	3
C	6	1

Además, el diagrama de Gantt, con sus holguras respectivas (marcadas en rojo), puede verse en la figura.



Se pide:

- Aplicar el algoritmo de nivelación de recursos de Burgess-Killebrew.
- Mostrar el nuevo diagrama de Gantt y comparar la utilización de recursos.

**Ejercicio 3.44** Se tiene el proyecto con las actividades, duraciones y recursos mostrados en la tabla:

Actividad	Duración	Recursos	Precedencia
A	5	5	-
B	6	5	-
C	3	5	A
D	8	5	A
E	2	10	B, C
F	11	10	B, C
G	12	5	D, E
H	1	5	D

Se pide:

- Elaborar el diagrama de Gantt inicial.
- Aplicar el algoritmo de nivelación de recursos de Burgess-Killebrew.
- Mostrar el nuevo diagrama de Gantt y comparar la utilización de recursos.

**Ejercicio 3.45** Se tiene el proyecto con las actividades, duraciones y recursos mostrados en la tabla:



Actividad	Duración	Recursos	Precedencia
A	2	2	–
B	1	2	A
C	2	1	A
D	7	1	A
E	2	3	B
F	2	2	E
G	2	1	F
H	3	2	G
I	3	1	C, D
J	1	3	I
K	6	2	I
L	3	1	J, K
M	2	2	H, L

Se pide:

- Elaborar el diagrama de Gantt inicial.
- Aplicar el algoritmo de nivelación de recursos de Burgess-Killebrew.
- Mostrar el nuevo diagrama de Gantt y comparar la utilización de recursos.

### 3.3.5. Tipos de contratos

Según el **grado de control** por parte del cliente y la **transferencia de riesgos** (retrasos, sobrecostos, calidad), pueden distinguirse varios tipos de contrato. Con un control total por parte del cliente, las posibilidades de adaptar el trabajo son máximas. Con la transferencia completa de todos los riesgos de entrega (responsabilidad de cumplir plazos, calidad y costes), existe una certidumbre absoluta sobre el precio (Figura 3.12):

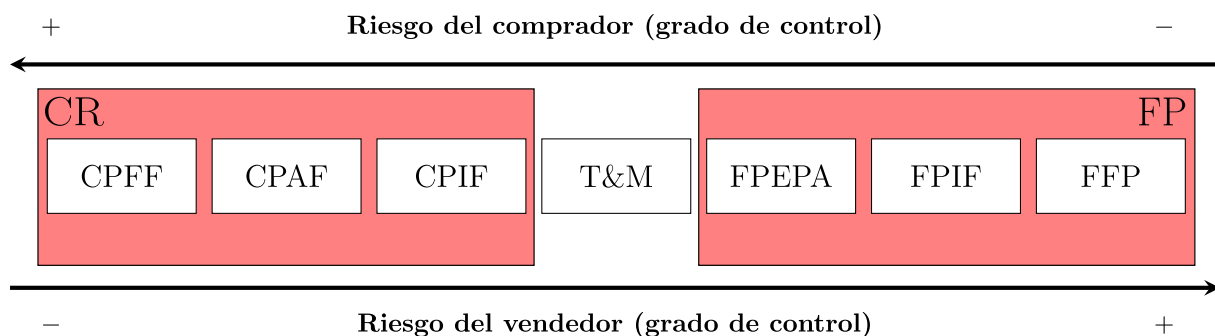


Figura 3.12: Tipos de contratos y su relación con el riesgo

- **Contratos de precio fijo (FP).** Se establece un precio total fijo para lo que se va a adquirir, de modo que el suministrador asume la mayor parte del riesgo. Deben utilizarse cuando los requisitos están bien definidos y no se prevén cambios significativos en el alcance. A su vez, se categorizan es:
  - **Precio fijo cerrado (FFP).** El precio se fija al comienzo y no está sujeto a cambios (precio fijo e invariable del bien o servicio durante la duración del contrato), salvo que se modifique el alcance del trabajo. Es el más común.

**Ejemplo 3.67** Los contratos “llave en mano” permiten al cliente elegir las especificaciones del producto completo. Una vez aprobado el diseño general, incluidos los accesorios y equipamientos, las posibilidades de hacer cambios son limitadas o implican un coste considerable.

- **Precio fijo más honorarios con incentivos (FPIF).** Confiere cierta flexibilidad al permitir desviaciones en el desempeño. El precio es fijo, pero hay un incentivo financiero ligado a objeti-

vos cumplidos (coste, cronograma o desempeño). Se fija un precio máximo y, todos los costes adicionales, son asumidos por el vendedor.

- **Precio fijo con ajustes económicos de precio (FPEPA).** Destinados a contratos de larga duración o en una moneda diferente, por lo que se establece un precio fijo con la posibilidad de un ajuste posterior. Por tanto, protege los intereses del comprador y vendedor. Se tiene en cuenta casuísticas como: cuánto cuestan los materiales, la fluctuación en el tipo de cambio o el valor de la moneda, etc., por lo que cada cierto tiempo se revisan los precios de este contrato para ajustarlos.
- **Contratos por tiempo y material (T&M).** Usado habitualmente para aumentar el staff, contratar expertos puntuales, etc. Sobre todo se usan para proyectos en que se tiene el alcance poco definido.
- **Contratos de costes reembolsables (CR).** Se efectúan pagos al vendedor por todos los costes legítimos y reales en que incurriera para completar el trabajo, más los honorarios que representan la ganancia del vendedor. Debe utilizarse cuando se espera que el alcance del trabajo cambie significativamente durante la ejecución del contrato. Las variaciones pueden ser:
  - **Coste más honorarios con incentivos (CPIF).** Se reembolsan todos los costes autorizados más un incentivo por objetivos de desempeño cumplidos.
  - **Coste más honorarios por cumplimiento de objetivos (CPAF).** Se reembolsan todos los costes autorizados más un incentivo por objetivos cumplidos; en este caso, es una valoración más subjetiva por parte del cliente del rendimiento del proveedor y generalmente no admite discusión.
  - **Coste más honorarios fijos (CPFF).** Se reembolsan todos los costes autorizados más una cantidad de honorarios definida/fijada como un porcentaje de los costes.
- **Contrato marco.** Contrato para suministrar productos y servicios específicos durante un periodo predeterminado a precios y condiciones acordados previamente. Dentro de un contrato marco, se establecen acuerdos separados para encargos individuales, por lo que es una especie de “declaración de intenciones”.

A grandes rasgos, en los de coste fijo es el vendedor el que asumiría la mayor parte del riesgo, mientras que en los de coste variable, asume mayor riesgo el comprador.

#### 3.4. Costes

En un mundo de fondos limitados, es necesario decidir constantemente cómo obtener el máximo rendimiento de la inversión. Por tanto, planificar los costes de un proyecto es importante por varias razones:

- Permite sopesar los beneficios y los costes previstos para ver si el proyecto tiene sentido.
- Permite ver si se dispone de los fondos necesarios para financiar el proyecto.
- Sirve de guía para asegurarse de que se dispone de fondos suficientes para completar el proyecto.

**Definición 3.10** El **presupuesto** de un proyecto es una **estimación detallada y escalonada** en el tiempo de todos los costes de recursos del proyecto.

Antes de empezar a hablar de la planificación de los costes, es necesario tener claros los diferentes tipos de costes que aparecen en un proyecto:

- **Costes variables:** Varían dependiendo de la carga de trabajo o como resultado de la producción que se está generando.
- **Costes fijos:** Se mantienen fijos independientemente de la carga de trabajo o de la producción.
- **Costes directos:** Son directamente atribuibles al trabajo en el proyecto.

- **Costes indirectos:** Incurridos para obtener beneficios en más de un proyecto, es decir, no son específicos del proyecto, sino que se aplican para beneficiar a más de un proyecto. Se incluyen los *gastos generales* (costes de productos y servicios que son difíciles de subdividir y asignar directamente) y los *gastos administrativos* (gastos que mantienen operativa la organización que ejecuta el proyecto).

**Ejemplo 3.68** *Son costes variables, el coste del material.*

*Son costes fijos, el alquiler o las herramientas.*

*Son costes directos, los salarios de los miembros del equipo, los materiales, suministros y equipos específicos, los viajes para trabajar en el proyecto y los posibles subcontratos que presten apoyo.*

*Son gastos generales el alquiler de oficinas, los suministros generales y los costes de mobiliario, instalaciones y equipos. Para trabajar en las actividades del proyecto, se necesita una oficina que cueste dinero. Sin embargo, la organización tiene un contrato anual de alquiler de espacio de oficinas, que tiene muchas oficinas individuales y áreas de trabajo, y la gente trabaja en numerosos proyectos a lo largo del año. Dado que no se dispone de registros claros que especifiquen el importe del alquiler, que corresponde únicamente al trabajo que se desarrolla solo en las actividades de un proyecto, el espacio de la oficina se trata como un coste indirecto del proyecto.*

*Son gastos administrativos los salarios del departamento de recursos humanos, departamento financiero y la alta dirección, así como los honorarios por servicios contables y jurídicos.*

**Ejercicio 3.46** *Hay que diseñar, desarrollar y producir un folleto de empresa. ¿Qué podría incluirse en costes directos e indirectos?*

Otros conceptos y valores financieros que también se utilizan muchas veces en los casos de negocio o para calcular al inicio del proyecto la rentabilidad que se va a obtener de él son los siguientes:

- **Retorno de la inversión (ROI):** Métrica financiera utilizada para evaluar la eficiencia y la rentabilidad de una inversión, proporcionando una indicación de cuánto rendimiento se obtiene por cada unidad monetaria invertida. Se calcula dividiendo el beneficio neto de la inversión por el coste total de la misma, y luego multiplicando el resultado por 100 (para obtenerlo en porcentaje):

$$ROI = 100 \cdot \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Inversión}} \quad (3.20)$$

**Ejercicio 3.47** *Una inversión inicial de 100.000 € tiene un beneficio neto de 5.000 €. ¿Cuál es la rentabilidad de dicha inversión?*

**Ejercicio 3.48** *Se invierten 10.000 € en un proyecto y al final del período el valor del proyecto es de 12.000 €. El ROI sería:*

- **Valor actual (VA):** Métrica financiera que determina el valor actual de una cantidad de dinero que se recibirá o pagará en el futuro, descontada a una tasa de interés específica. Esta métrica es fundamental en la evaluación de proyectos de inversión porque permite comparar flujos de caja futuros con el valor del dinero en el presente. El valor actual tiene en cuenta el valor temporal del dinero, es decir, la idea de que una cantidad de dinero hoy vale más que la misma cantidad en el futuro debido a su potencial para generar rendimientos. El valor actual se calcula como:

$$VA = \frac{F}{(1 + r)^n}, \quad (3.21)$$

donde  $F$  es el flujo de caja (valores del proyecto – costes) del futuro,  $r$  es la tasa de descuento (tasa de interés) y  $n$  es el número de períodos (años) hasta que se recibe el flujo de caja.

**Ejemplo 3.69** Se espera recibir 1.000 € dentro de 3 años, y la tasa de descuento es del 5 % anual. El VA sería:

$$VA = \frac{F}{(1+r)^n} = \frac{1000}{(1+0,05)^3} = 864,39 \text{ €}$$

- **Valor actual neto (VAN):** En el contexto de proyectos de inversión, a menudo se calcula el VAN, que es la suma de los valores presentes de todos los flujos de caja asociados con un proyecto (tanto ingresos como costes), descontados a una tasa de descuento específica. La fórmula del VAN es:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+r)^t}, \quad (3.22)$$

donde  $F_t$  es el flujo de caja en el periodo  $t$  y  $t$  es el periodo (años) desde 0 hasta  $n$ . Cuanto más grande sea su valor, más rentable es el proyecto.

- **Análisis coste—beneficio:**

- **Índice beneficio—coste (IBC):** Métrica utilizada en la evaluación de proyectos y decisiones de inversión para comparar los beneficios totales esperados de un proyecto con sus costes totales. Este ratio ayuda a determinar si los beneficios de un proyecto justifican los costes y, por lo tanto, si el proyecto es viable y rentable. La fórmula básica es:

$$IBC = \frac{\text{Beneficios totales}}{\text{Costes totales}} \quad (3.23)$$

Si es mayor que 1, indica que los beneficios son mayores que los costes, por lo que sugiere que el proyecto es económicamente viable y rentable.

**Ejemplo 3.70** Se está evaluando un proyecto que espera tener unos beneficios totales de 500.000 € y unos costes de 300.000 €. El IBC es:

$$IBC = \frac{\text{Beneficios totales}}{\text{Costes totales}} = \frac{500000}{300000} = 1,67$$

- **Tasa interna de retorno (TIR):** Métrica financiera utilizada para evaluar la rentabilidad de una inversión o proyecto. La TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN de todos los flujos de caja futuros de una inversión sea igual a cero. En otras palabras, es la tasa de rendimiento esperada que una inversión generará durante su vida útil. Cuanto más grande sea, más atractiva es la inversión.
- **Coste de oportunidad:** Al elegir entre dos proyectos, el coste de oportunidad equivale a lo que se ha dejado de ganar por no elegir el otro proyecto (VA o VAN de ese proyecto).

**Ejercicio 3.49** Al considerar dos proyectos, se estimó el VAN del proyecto  $P_1$  en 20.000€ y el del proyecto  $P_2$  en 50.000€. Si se decidió invertir en  $P_1$ , ¿cuál ha sido el coste de oportunidad?

**Ejercicio 3.50** Priorizar los siguientes proyectos:

Proyecto	VAN (€)	TIR (%)	IBC (–)
Proyecto A	50.000	18	1.5
Proyecto B	80.000	22	1.8
Proyecto C	30.000	15	1.3
Proyecto D	60.000	20	1.6
Proyecto E	40.000	17	1.4

**Ejercicio 3.51** Priorizar los siguientes proyectos:

<i>Proyecto</i>	<i>VAN (€)</i>	<i>TIR (%)</i>	<i>IBC (-)</i>
<i>Proyecto A</i>	80.000	18	1.6
<i>Proyecto B</i>	70.000	22	1.7
<i>Proyecto C</i>	100.000	15	1.4
<i>Proyecto D</i>	90.000	20	1.5

**3.4.1. Estimación del coste**

Generalmente, el presupuesto se desarrolla en diferentes etapas: desde una estimación inicial aproximada hasta una estimación detallada y, finalmente, un presupuesto del proyecto completo y aprobado, que hay que ir revisando a medida que se está realizando el proyecto. Estas estimaciones se hacen más precisas a medida que avanza el ciclo de vida del proyecto. Pese a que lo ideal sería poder tener el presupuesto preparado lo más detallado y preciso posible desde el principio (antes de tomar la decisión de si llevarlo a cabo o no), en realidad **la decisión debe tomarse antes** de que se pueda preparar un presupuesto muy preciso:

- **Estimación de orden de magnitud.** Esta etapa es una estimación inicial de los costes basada en una **idea general** del trabajo del proyecto. Esta estimación se realiza sin datos detallados, puesto que se realiza en la fase temprana del proyecto. Dependiendo de la naturaleza del proyecto, el presupuesto final debería variar entre  $-25\%$  a  $+75\%$  respecto a esta estimación, incluso a veces entre  $-50\%$  a  $+100\%$ . Se prepara teniendo en cuenta los costes de proyectos similares (o actividades similares que formarán parte del proyecto) que ya se hayan realizado, los ratios de coste y productividad aplicables (como el número de conjuntos que pueden producirse por hora) y otros métodos de aproximación. Como tales, estas estimaciones pueden cambiar significativamente a medida que los planificadores definen el proyecto con mayor detalle. Esta estimación debe utilizarse para decidir si la organización debe o no hacer el proyecto antes de empezar a planificarlo.

**Ejemplo 3.71** Una estimación de orden de magnitud, que en realidad costaría 100.000 €, debería oscilar entre 75.000 € y 175.000 €, aunque podría oscilar entre 50.000 € y 200.000 €.

Más que una estimación real de los costes, esta cifra suele representar una cantidad que el proyecto no puede superar para obtener un rendimiento aceptable de la inversión. La confianza en esta estimación es baja, ya que no se basa en análisis detallados de las actividades del proyecto.

- **Estimación presupuestaria.** En esta fase se desglosan los costes estimados de cada actividad del proyecto. Esta estimación se prepara elaborando una EDT detallada (ver la Sección 3.1.7) y estimando los costes de todas las actividades y paquetes de trabajo de nivel inferior. Normalmente, se usa mientras se realiza la planificación del proyecto. Esta estimación se utiliza para asignar dinero al presupuesto de una organización, y tiene una precisión de  $-10\%$  a  $+25\%$ .

**Ejemplo 3.72** Una estimación presupuestaria, que en realidad costaría 100.000 €, debería oscilar entre 90.000 € y 125.000 €.

Se debe ir perfeccionando a medida que se identifican a los recursos que se utilizarán realmente en el proyecto.

- **Estimación definitiva.** Esta etapa final es un presupuesto detallado del proyecto que las personas esenciales aprueban y acuerdan apoyar, proporcionando una estimación precisa de los costes del proyecto. Las estimaciones definitivas se utilizan para tomar muchas decisiones de compra para las que se requieren estimaciones precisas y para estimar los costes finales del proyecto. El rango de precisión suele ser de  $-5\%$  a  $+10\%$  o de  $\pm 10\%$ .

**Ejemplo 3.73** Una estimación definitiva de un proyecto, que en realidad costaría 100.000 €, debería oscilar entre 95.000 € y 110.000 €, aunque podría oscilar entre 90.000 € y 110.000 €.

La estimación de los costes implica desarrollar una **aproximación de los costes de los recursos necesarios** para completar cada actividad programada. Para ello, se debe hacer un **análisis de alternativas** para revisar las opciones estratégicas de financiación (auto-financiación, a través de acciones, mediante deuda, etc.) o para incluir la consideración de las formas de adquirir los recursos del proyecto (como construir, comprar, alquilar o arrendar). Junto con esto, en las primeras etapas de estimación, es habitual utilizar la **estimación análoga** (estimación que en ocasiones se ajusta en función de las diferencias conocidas en cuanto a la complejidad del proyecto actual frente a otro similar anterior), así como la **estimación paramétrica** (donde se establecen relaciones estadísticas entre diferentes parámetros del coste de un proyecto para generar estimaciones de costes a alto nivel que luego se irán ajustando).

Además, el PM debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se recomienda que los costes los estimen las **personas que van a realizar el trabajo**, siempre que sea posible.
- Las estimaciones son **más precisas, cuanto más pequeñas** son las actividades (recomendable una duración aproximada de 2 semanas), por lo que se usa una **técnica de estimación ascendente** (de abajo hacia arriba).
- Debe basarse en la **EDT** que se ha sacado al planificar el alcance.
- Aunque pueden incluirse **colchones o reservas** a nivel de actividad o paquete de trabajo, deben estar siempre **justificados por la incertidumbre o los riesgos detectados**. En el caso de los costes, se utilizan **reservas de contingencia** para reflejar la incertidumbre en la estimación y aportar mayor precisión. Estas reservas pueden definirse como un **valor fijo**, un **porcentaje del coste estimado** o mediante **análisis cuantitativo**, y forman parte de la **línea base de coste**. Se actualizan (usadas, reducidas o eliminadas) a medida que se obtiene información más detallada del proyecto y son gestionadas por el PM.

**Ejemplo 3.74** *Se podría anticipar la necesidad de reelaborar algunos de los entregables del proyecto y, al mismo tiempo, desconocer el impacto de esa reelaboración. Se pueden estimar las reservas para contingencias de manera que cubran esa cantidad desconocida de “re-trabajo”.*

- Es tarea del PM revisar las estimaciones y ajustarlas a lo largo del proyecto, comprobando que se cumple con la línea base que se ha sacado de la planificación.

### 3.4.2. Estructura de descomposición de costes

Describir **detalladamente** todos los costes asociados a un proyecto es fundamental para garantizar una gestión financiera precisa y un control eficiente del presupuesto. La estructura de descomposición de costes (EDC) **sirve de base** para la planificación presupuestaria, la asignación de recursos financieros, el seguimiento de gastos y la identificación de desviaciones (Figura 3.13). Al igual que con el trabajo, una planificación financiera incompleta puede llevar a sobrecostes o a la falta de fondos para actividades críticas. Para evitar esto, la EDC organiza los costes del proyecto en categorías jerárquicas, vinculadas a los entregables y paquetes de trabajo definidos en la EDT.

**Definición 3.11** La **estructura de descomposición de costes (EDC)** es una representación jerárquica de los costes del proyecto, desglosados en **objetivos de coste** y las **categorías de coste**.

Los elementos de la EDC pueden ser:

- **Objetivos de coste.** Se relacionan con los entregables o paquetes de trabajo de la EDT. Es cualquier objeto cuyos costes se imputan y controlan por separado.
- **Elementos de coste.** Gastos directos asociados a un objetivo.
- **Categorías de coste.** Tipos genéricos de recursos (mano de obra, equipo, material...).

**Ejemplo 3.75** *Para el paquete de trabajo “Instalación de línea de montaje automatizada” (EDT código 3.2):*

- **Objetivo de coste.** Instalación de línea de montaje automatizada (código EDT = código EDC = 3.2)

■ **Elementos de coste.**

- Equipos robóticos
- Sistema de transporte automatizado
- Cableado eléctrico y sensores
- Horas de ingeniería de instalación
- Formación de operarios

■ **Categorías de coste.**

• **Equipos.**

- 2 brazos robóticos: 48.000€ (24.000€/ud)
- Cinta transportadora motorizada: 12.500€

• **Materiales.**

- Cableado industrial: 3.200€ (400 m × 8€/m)
- Sensores de seguridad: 2.800€ (7 ud × 400€/ud)

• **Mano de obra.**

- Ingenieros de automatización: 9.600€ (120 h × 80€/h)
- Electricistas: 2.400€ (60 h × 40€/h)

• **Formación.**

- Formación operarios: 1.500€ (15 h × 100€/h)

■ **Coste total.** 80.000€ (códigos EDC 3.2.1 a 3.2.4)

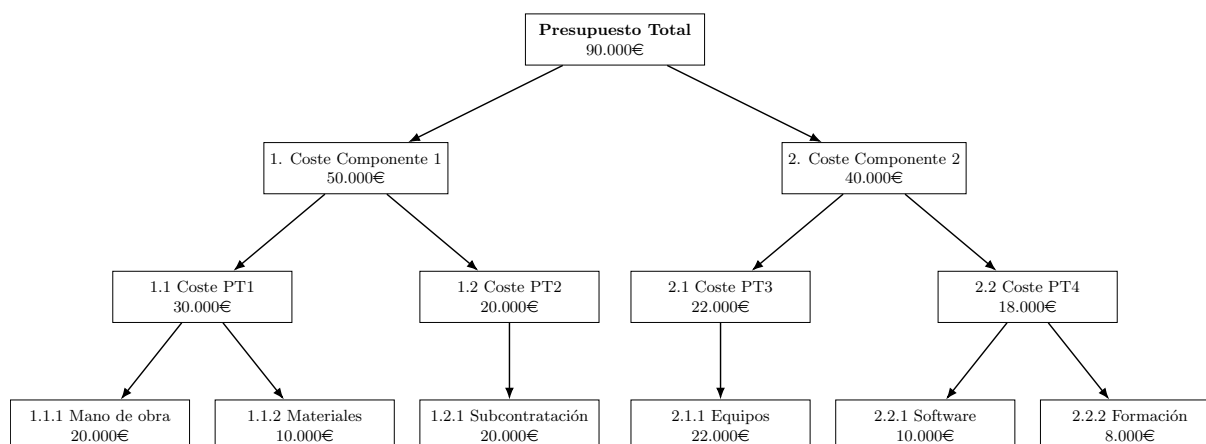


Figura 3.13: Ejemplo de EDC vinculada a la EDT de la Figura 3.6

Para realizar la EDC, se recomienda:

1. **Vincularla a la EDT.** Partir de los paquetes de trabajo de la EDT como objetivos de coste iniciales.
2. **Identificar elementos de coste.** Para cada objetivo de coste, listar todos los gastos necesarios.
3. **Clasificar en categorías.** Agrupar elementos por tipo de recurso (mano de obra, materiales, subcontrataciones...).
4. **Asignar códigos únicos.** Usar un sistema de numeración jerárquico coherente con la EDT.

### 3.4.3. Presupuesto del proyecto

Cuando las estimaciones de costes se han realizado, es posible desarrollar el presupuesto del proyecto. Para ello, es posible realizarlo mediante un **enfoque descendente** o un **enfoque ascendente**, siendo este último el más habitual.

- **Enfoque descendente.** Consiste en hacerlo “de arriba hacia abajo”, donde la alta dirección (según su experiencia y conocimiento), justifica cuánto podría costar el proyecto total. El equipo del proyecto, a partir de ese valor, proporciona estimaciones más detalladas de los componentes de nivel inferior de la EDT.
- **Enfoque ascendente.** Se trata de hacerlo “de abajo hacia arriba”, elaborando estimaciones de costes detalladas para cada paquete de trabajo de nivel inferior de la EDT y totalizando estas estimaciones para obtener la estimación presupuestaria total del proyecto. El procedimiento para esta estimación es el siguiente:
  1. Para cada paquete de trabajo/actividad de nivel inferior, **determinar los costes directos de mano de obra**, multiplicando el número de horas que cada persona trabajará en él por el salario por hora de la persona. Se pueden estimar los costes directos de mano de obra utilizando cualquiera de las dos definiciones siguientes:
    - El salario real de cada persona del proyecto.
    - El salario medio de las personas con un determinado cargo, en un determinado departamento, etc.

**Ejemplo 3.76** *Se necesita un diseñador gráfico para diseñar las transparencias de una presentación. El jefe del departamento gráfico estima que la persona empleará 100 horas en su proyecto. Si sabe que Enrique (con una tarifa salarial de 30 €/h) trabajará en la actividad, los costes de mano de obra directa se estimarán en 3.000 €. Sin embargo, si el jefe del departamento no sabe quién trabajará en el proyecto, es recomendable utilizar el salario medio de un diseñador gráfico de la organización para estimar los costes de mano de obra directa.*

2. Para cada paquete de trabajo/actividad de nivel inferior, **calcular los costes directos de materiales, equipos, viajes, servicios contractuales y otros recursos no humanos (mobiliario, instalaciones, materias primas...)**. Consultar con el departamento de adquisiciones, el personal administrativo y el departamento los costes de estos recursos.
3. **Determinar los costes indirectos asociados a cada paquete de trabajo/actividad.** Normalmente, los costes indirectos se calculan como un porcentaje de los costes directos previstos para el paquete de trabajo. En general, el departamento financiero determina esta fracción anualmente haciendo lo siguiente:
  - Estimación de los costes laborales directos de la organización para el año siguiente.
  - Estimación de los costes indirectos de la organización para el año siguiente.
  - Dividiendo los costes indirectos estimados entre los costes laborales directos estimados.

Se pueden estimar los costes indirectos considerando que todos ellos pertenecen a una única categoría (“costes indirectos”, obteniendo primero la relación entre todos los costes indirectos previstos y todos los salarios directos previstos, y se determinan los costes indirectos de una actividad multiplicando los salarios directos por el índice de costes indirectos obtenido) o que pueden pertenecer a una de las dos categorías separadas denominadas (“gastos generales” y “gastos administrativos”, siguiendo el mismo procedimiento anterior, pero separando entre tasa de gastos generales y tasa de gastos administrativos, y luego incluyendo la suma de ambas al multiplicar por los salarios directos). Elegir un método u otro de estimación sopesando la precisión potencial de la estimación frente al esfuerzo necesario para desarrollarla.

**Ejemplo 3.77** *Se está planificando un proyecto para diseñar y producir un folleto de empresa. Ya se dispone de la siguiente información:*

- El empleado 1 dedicará 200 h al proyecto, a 30 €/h; el empleado 2, trabajará 100 h a 25 €/h.
- El coste del material de papelería para los folletos será de 1.000 €.
- Los gastos de viaje para visitar a vendedores y proveedores ascenderán a 300 €.
- Se estima pagar a un proveedor 5.000 € por el material gráfico de los folletos.
- La organización tiene una tasa de costes indirectos combinados del 60 % de los costes de mano de obra directa.

*Por tanto, el coste total del proyecto es de 19.900 €, como se muestra en la tabla.*



<i>Categoría de costes</i>	<i>Recurso</i>	<i>Coste unitario</i>	<i>Coste total (€)</i>
<i>Mano de obra directa</i>	<i>Empleado 1</i>	$200 \times 30$	6.000
	<i>Empleado 2</i>	$100 \times 25$	2.500
<i>Costes indirectos</i>		$0,6 \times (6000 + 2500)$	5.100
<i>Otros costes directos</i>	<i>Materiales</i>	1.000	1.000
	<i>Viajes</i>	300	300
	<i>Proveedor</i>	5.000	5.000
<b><i>Coste total del proyecto</i></b>			<b>19.900</b>

En caso de no saber exactamente el coste unitario de algún recurso, puede utilizarse la **estimación basada en tres valores**, que considera la incertidumbre y el riesgo:

$c_M$  Coste más probable (el más esperado).

$c_O$  Coste optimista (el mejor de los casos), estimación según el mejor escenario para esa actividad.

$c_P$  Coste pesimista (el peor de los casos), estimación según el peor escenario para esa actividad.

Con estos tres valores, puede estimarse el coste esperado  $c_E$  de la actividad según una forma triangular o una beta PERT:

- **Triangular.** Existen datos históricos insuficientes o cuando se usan datos subjetivos (por ejemplo, mediante juicio de expertos):

$$c_E = \frac{c_O + c_P + c_M}{3} \quad (3.24)$$

- **Beta PERT.** Se dispone de datos históricos sobre actividades similares en proyectos anteriores:

$$c_E = \frac{c_O + c_P + 4 \cdot c_M}{6} \quad (3.25)$$

**Ejemplo 3.78** Se está gestionando un proyecto para desarrollar un nuevo software de control de calidad para una línea de producción. Hay incertidumbre sobre el coste que llevará completar el desarrollo, por lo que se analizan datos históricos:

$c_O$  80000 €

$c_M$  100000 €

$c_P$  150000 €

Al conseguirse estas estimaciones mediante datos históricos, puede usarse una forma beta PERT:

$$c_E = \frac{c_O + c_P + 4 \cdot c_M}{6} = \frac{80000 + 150000 + 4 \cdot 100000}{6} = 105000 \text{ €}$$

**Ejercicio 3.52** Se está desarrollando un sistema de gestión de inventarios para una empresa. Hay incertidumbre en los costes debido a posibles fallos técnicos o integraciones complejas. Tras consultar con varios expertos, se ha obtenido la siguiente información:

$c_O$  60.000 €

$c_M$  80.000 €

$c_P$  120.000 €

Determinar el tipo de estimación a usar y el valor del coste esperado.

**Ejercicio 3.53** Un mismo equipo de proyecto, organiza un congreso por quinta vez. De proyectos anteriores, saben que:

$c_O$  50.000 €

$c_M$  65.000 €

$c_P$  90.000 €

Determinar el tipo de estimación a usar y el valor del coste esperado.

Finalmente, el presupuesto se consigue añadiendo las **reservas** (ver Figura 3.14). Las reservas implican una cantidad de dinero que se aparta para cubrir costes adicionales. Durante la monitorización y control del proyecto, se hará un seguimiento del consumo de estas reservas, que será un indicador clave del estado de los riesgos del proyecto.

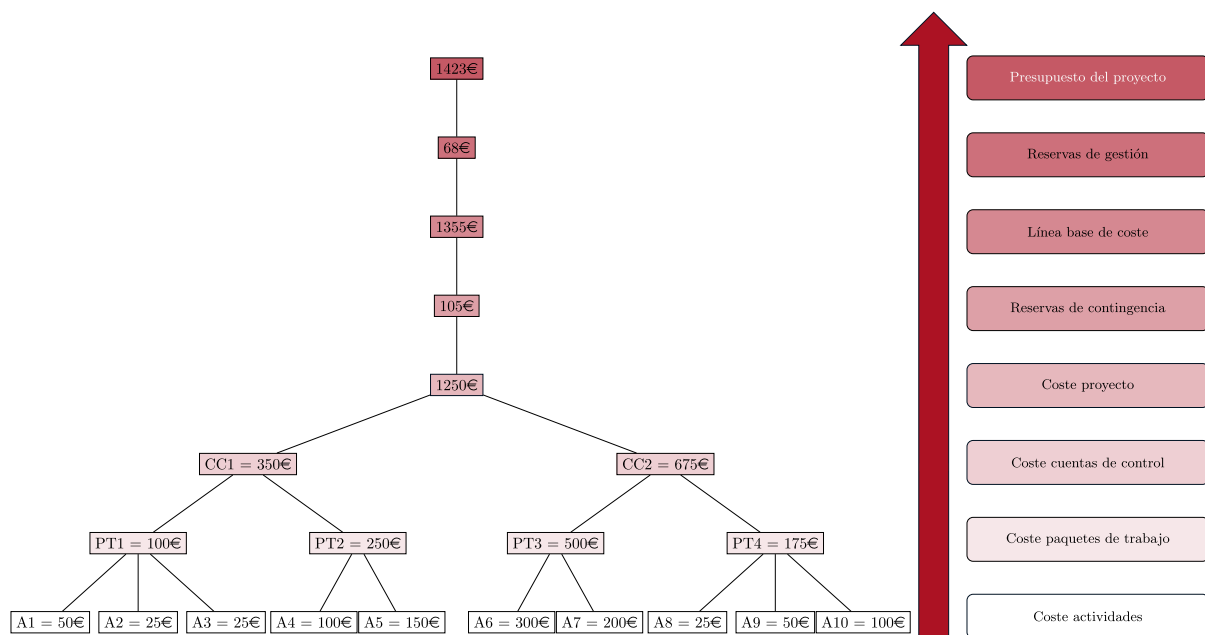


Figura 3.14: Agregación de costes

1. **Reservas de contingencia.** Cantidad de dinero reservado para riesgos identificados en las actividades o paquetes de trabajo ("incógnitas conocidas" –known unknowns–, viene del análisis cuantitativo de riesgos, ver Sección 3.5.2). Si algún riesgo sucede, y no se tienen estas reservas, se alteraría el presupuesto del proyecto. No se trata de añadir contingencias simplemente por guardar dinero sin contemplar el porqué (es una mala práctica y **no se debería usar nunca**), sino que estas contingencias tienen que ir asociadas a riesgos identificados.
2. **Determinar la línea base de costes.** Es el sumatorio de la estimación del coste del proyecto más las reservas de contingencia.
3. **Reservas de gestión.** Cantidad de dinero que se reserva para cambios no planeados en el proyecto (riesgos no previstos). Incluyen todo aquello que puede aparecer, pero no contempla el proyecto porque no se conoce ("incógnitas desconocidas" –unknown unknowns–). Están dentro del presupuesto del proyecto, pero **no dentro de la línea base del coste**.
4. **Determinar el presupuesto del proyecto.** Es la suma de la línea base y las reservas de gestión.

**Ejemplo 3.79** Siguiendo el Ejemplo 3.77, se han estimado que las reservas de contingencia serán de 1.500 € y, las de gestión, de 800 €. Por tanto, la línea base de coste es de 21.400 € y el presupuesto total del proyecto, de 22.200 €, como se muestra en la tabla.

<i>Categoría de costes</i>	<i>Recurso</i>	<i>Coste unitario</i>	<i>Coste total (€)</i>
<i>Mano de obra directa</i>	<i>Empleado 1</i>	$200 \times 30$	6.000
	<i>Empleado 2</i>	$100 \times 25$	2.500
<i>Costes indirectos</i>		$0,6 \times (6000 + 2500)$	5.100
<i>Otros costes directos</i>	<i>Materiales</i>	1.000	1.000
	<i>Viajes</i>	300	300
	<i>Proveedor</i>	5.000	5.000
<b><i>Coste total del proyecto</i></b>			<b>19.900</b>
<i>Reservas de contingencia</i>			1.500
<b><i>Línea base de coste</i></b>			<b>21.400</b>
<i>Reservas de gestión</i>			800
<b><i>Presupuesto total del proyecto</i></b>			<b>22.200</b>

**Ejercicio 3.54** Un equipo de ingenieros está planificando la construcción de una planta de energía solar. La información disponible es la siguiente:

- Coste estimado del proyecto: 4.000.000€
- Coste estimado por paquete de trabajo:
  - Ingeniería: 1.200.000€
  - Construcción: 2.500.000€
  - Equipamiento: 300.000€
- Riesgos identificados:
  - Riesgo A: Incremento en los costes de materiales (impacto: 150.000€, probabilidad: 60 %)
  - Riesgo B: Retrasos en la obtención de permisos (impacto: 100.000€, probabilidad: 40 %)

Además, se estima que hay un 20 % de probabilidad de que ocurran eventos no identificados que podrían incrementar el presupuesto en un 10 % sobre el coste total del proyecto.

1. Utilizando la técnica de agregación de costes, determinar la línea base de costes del proyecto.
2. Calcular las reservas de contingencia necesarias utilizando la probabilidad e impacto de los riesgos identificados:
 
$$RC = Impacto \times Probabilidad$$
3. Determinar las reservas de gestión necesarias considerando el riesgo de eventos no identificados.
4. Calcular el presupuesto total del proyecto, sumando la línea base de coste, las reservas de contingencia y las reservas de gestión.

#### 3.4.4. Línea base de coste

Versión aprobada del presupuesto con fases de tiempo (sin incluir las reservas de gestión). Se usa como una base contra la cual se mide, observa y controla todos los costes del proyecto. Incluye todos los gastos que se tienen a nivel de actividades, paquetes de trabajo y la reserva de contingencia. Cualquier cambio debe pasar por el procedimiento formal de control de cambios. Dado que las estimaciones de costes que dan lugar a la línea base de costes están directamente ligadas a las actividades del cronograma, esto permite disponer de una visión por fases temporales de la línea base de costes, que se representa típicamente como una **curva en S** (ver Figura 3.15). Esta curva es la base para el **análisis de valor ganado**, que se realiza en monitorización y control (Sección 5.7.4).

### 3.5. Riesgos

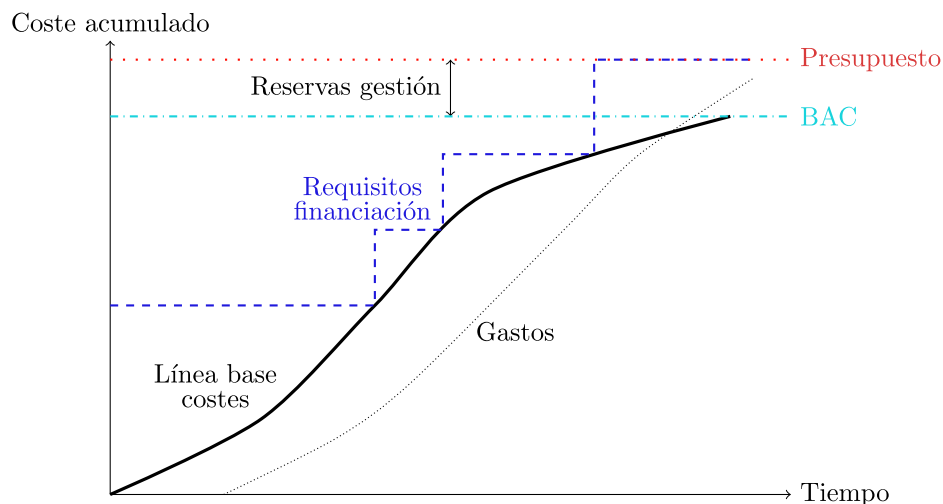


Figura 3.15: Línea base de coste, gastos y requisitos de financiación

**Definición 3.12** Un **riesgo** es cualquier **suceso o evento incierto** que, si ocurre, tiene un impacto al menos sobre un objetivo del proyecto (alcance, tiempo, coste, calidad, ...).

El riesgo es, por tanto, la posibilidad de que no se alcancen los objetivos planteados debido a la ocurrencia de eventos inesperados o a la ausencia de eventos esperados. Todos los proyectos implican un cierto grado de riesgo, ya que predecir el futuro con certeza es imposible. El primer paso para gestionar un proyecto con éxito es elaborar un plan que permita alcanzar los resultados deseados a tiempo y dentro del presupuesto. Si el proyecto es de corta duración y la planificación es minuciosa y realista, las probabilidades de éxito son altas. Sin embargo, a mayor complejidad, tamaño o duración del proyecto, más probable es que surjan desviaciones respecto al plan original. En general, el riesgo de un proyecto aumenta en los siguientes casos:

- Cuanto mayor sea la duración del proyecto.
- Cuanto más tiempo transcurra entre la planificación y el inicio del trabajo.
- Cuanta menos experiencia tenga el equipo o la organización en proyectos similares.
- Cuanto más nueva o desconocida sea la tecnología utilizada.

Aunque los riesgos suelen asociarse a efectos negativos (**amenazas**), también pueden tener consecuencias positivas (**oportunidades**). En este sentido, cualquier suceso que afecte a los objetivos del proyecto, ya sea para bien o para mal, se considera un riesgo. Por ello, es crucial analizar de antemano la posibilidad de que ocurran desviaciones, planificando acciones para minimizar sus consecuencias.

**Hasta el 90 % de las amenazas identificadas durante la planificación del proyecto pueden eliminarse.** Sin embargo, gestionar riesgos implica encontrar el equilibrio entre aceptarlos y evitarlos. Analizar y planificar respuestas a los riesgos requiere tiempo y recursos, por lo que, en ciertos casos, puede no ser rentable actuar sobre riesgos de bajo impacto o baja probabilidad.

Al planificar un proyecto, es habitual identificar factores que pueden influir en cómo se ejecutan ciertas actividades. En ocasiones se dispone de la información necesaria para gestionarlos, pero otras veces no. Esta información desconocida puede clasificarse en:

- **Incógnitas conocidas.** Son aspectos de los cuales se es consciente que no se tiene información, pero se sabe que dicha información existe y puede obtenerse. Es decir, se sabe qué se necesita y que alguien (o alguna fuente) puede proporcionarlo (se necesita información y otra persona la posee; se resuelven averiguando quién tiene la información que se necesita y obteniéndola).

**Ejemplo 3.80** Se estima que se necesitará una semana para seleccionar una muestra de clientes para realizar una encuesta, siempre y cuando el departamento de ventas cuente con una base de datos actualizada que incluya a todos los clientes de la empresa. La existencia de dicha base de datos es una "incógnita conocida": no se sabe si existe, pero, si existe, alguien más lo sabrá. Para resolver esta incógnita, se decide

*contactar a diferentes personas hasta encontrar a alguien que pueda confirmar si la base de datos existe o no.*

- **Incógnitas desconocidas.** Son aspectos de los que no se tiene conocimiento ni se anticipan en la planificación. Se trata de factores inesperados que emergen sin que el equipo los haya considerado previamente, y cuya información no está disponible porque aún no se ha generado o simplemente no se ha contemplado. Como no se puede acceder directamente a la información, se requiere una planificación de contingencia más sofisticada. Las estrategias incluyen:
  - **Planes de contingencia:** Preparar acciones alternativas en caso de que ocurra un evento inesperado.
  - **Seguros:** Contratar coberturas que minimicen el impacto económico en caso de siniestros.
  - **Medidas preventivas:** Reducir la probabilidad de ocurrencia, por ejemplo, estableciendo normas de seguridad o buenas prácticas.
  - **Aceptación del riesgo:** En caso de que el impacto o la probabilidad sea muy baja, se puede optar por no actuar y asumir las consecuencias si se materializa.

**Ejemplo 3.81** *En dos ocasiones durante el último mes, los operadores informáticos de la empresa accidentalmente borraron una base de datos al derramar café sobre sus teclados mientras realizaban tareas. Como parte del proyecto actual, es necesario que un operador informático acceda y manipule la base de datos. Por ello, surge la preocupación de que el operador también pueda cometer un error similar y borrar la base de datos. Si el operador derramara o no café sobre el teclado y causará la pérdida de la base de datos, es una “incógnita desconocida”: no se puede determinar de antemano si el operador cometerá este error porque es un acto no intencionado y no planificado. Dado que no se puede saber con certeza si este incidente ocurrirá o no, se pueden considerar una o más de las siguientes medidas para abordar este riesgo:*

- *Desarrollar un plan de contingencia (por ejemplo, tener copias de seguridad en la nube).*
- *Tomar medidas para reducir la probabilidad de que ocurra un accidente que afecte la base de datos (por ejemplo, el día que se vaya a manipular la base de datos, se puede verificar de antemano la presencia de bebidas abiertas en la sala de informática).*

*Por supuesto, si se considera que las probabilidades de que el operador cometa un error que afecte la base de datos son lo suficientemente pequeñas, se puede optar por no tomar ninguna medida previa y simplemente enfrentar la situación si ocurre.*

No toda información desconocida implica un riesgo, pero sí puede derivar en uno si afecta a los objetivos del proyecto. A partir del grado de conocimiento sobre un riesgo, se distinguen dos grandes categorías:

- **Riesgos conocidos.** Son aquellos que han sido identificados y analizados y para los cuales se pueden planificar respuestas. Suelen derivarse de incógnitas conocidas o de información ya existente pero sujeta a incertidumbre.
- **Riesgos desconocidos.** Son riesgos imprevistos, no identificados durante la planificación. Suelen derivarse de incógnitas desconocidas y no pueden gestionarse de forma proactiva; solo pueden abordarse una vez que se manifiestan.

Además, los riesgos pueden tener diferentes orígenes:

- **Origen externo e imprevisible.** Desastres naturales, nuevas legislaciones, fusiones, ventas, etc.
- **Origen externo previsible.** Disponibilidad de recursos externos, suministro de terceros...
- **Origen interno, calidad de estimaciones.** Errores en las estimaciones de tiempo/coste.
- **Origen interno, técnico.** Problemas de diseño, cambios tecnológicos, mantenimientos...

### 3.5.1. Factores de riesgo y riesgos

El primer paso para planificar los riesgos es identificarlos.

**Ejemplo 3.82** *Un proyecto de gran envergadura fue identificado como una prioridad dentro de una organización. Su éxito dependía casi por completo de una única persona, encargada de llevar a cabo todas las tareas técnicas durante seis meses. Se asumió que no existía riesgo de que esta persona abandonara el proyecto antes de su finalización.*

*Este tipo de enfoque frente al riesgo recuerda al de alguien que, confiando en que no va a perder las llaves de casa, decide no hacer una copia. Aunque se hubiera conseguido el compromiso de que esa persona no asumiría otras tareas durante el proyecto, no se podía garantizar que no enfermara, tuviera un imprevisto o decidiera abandonar la organización.*

**Definición 3.13** Un **factor de riesgo** es una situación que puede dar lugar a uno o varios riesgos del proyecto.

Un factor de riesgo por sí mismo no hace que se retrase el cronograma o se pierda un recurso, pero sí aumenta las posibilidades de que suceda algo para que esos riesgos ocurran. En general, **todas las limitaciones y suposiciones son factores de riesgo potenciales**. Si se puede, se debe tratar de eliminar los posibles factores de riesgo tan pronto como aparezcan.

**Ejemplo 3.83** *Que ni el PM ni la organización hayan emprendido proyectos similares al actual es un factor de riesgo. Al no tener experiencia previa, es posible que se pasen por alto actividades que se deben realizar, o que se subestimen el tiempo y/o los recursos que se necesitan para llevarlas a cabo. No tener experiencia previa no garantiza que se vayan a tener estos problemas, pero sí aumenta las posibilidades de que se tengan.*

En la Tabla 3.6 se muestran posibles factores de riesgo que pueden aparecer durante la evolución del proyecto. Cuantos más factores de riesgo sugieran que puede producirse un determinado riesgo, mayor será la probabilidad de que se produzca.

**Ejemplo 3.84** *Hacer un pedido a un proveedor con el que no se ha trabajado antes aumenta las probabilidades de que se tarde en recibir el pedido más de lo prometido. Sin embargo, la probabilidad de que la entrega tarde más de lo prometido es aún mayor si el artículo es además un pedido especial, si se desea que se entregue durante un periodo de mucho trabajo para el proveedor, o si este tiene que pedir varias piezas a distintos fabricantes para fabricar el artículo.*

Después de reconocer los factores de riesgo, es el momento de **identificar los riesgos específicos que pueden derivarse de cada uno de ellos**. Tener una **lista de categorías de riesgo** puede ayudar a identificar riesgos y evitar puntos ciegos (Tabla 3.7). Para los riesgos externos, las categorías de riesgo pueden basarse en el **análisis PESTLE** (Político, Económico, Social, Tecnológico, Legal y Ecológico). Este análisis permite comprender los factores del entorno que influyen en el contexto del proyecto y que, por su naturaleza, escapan al control directo del equipo de dirección del proyecto. Considerar estos factores en la planificación y ejecución del proyecto aumenta las probabilidades de éxito y facilita la definición de estrategias de respuesta ante riesgos:

- **Factores políticos.** Los factores políticos abarcan la estabilidad del sistema político, la transparencia en la toma de decisiones y la previsibilidad de las políticas públicas. Un entorno político estable y confiable proporciona seguridad jurídica y favorece la ejecución de proyectos a largo plazo. En cambio, contextos con alta volatilidad política pueden generar riesgos asociados a cambios repentinos en la legislación, restricciones regulatorias o influencias de actores con poder. La dirección de proyectos en estos entornos requiere un conocimiento detallado de las leyes, reglamentos y costumbres políticas, así como la capacidad de adaptar las decisiones a posibles variaciones en el entorno político.
- **Factores económicos.** En el análisis económico se evalúan las condiciones macroeconómicas y su impacto potencial sobre el proyecto. Entre los riesgos a considerar se incluyen: inflación, variaciones en tipos de interés, disponibilidad de financiación, fluctuaciones en el mercado laboral y estabilidad fiscal. Asimismo, se debe analizar la competitividad de la región o país, la presencia de empresas complementarias y la solidez de las cadenas de suministro. Estos elementos pueden

<b>Etapas del ciclo de vida</b>	<b>Posible factor de riesgo</b>
Todas	El PM o el equipo no dedica tiempo suficiente a una o más etapas/tareas La información clave no está por escrito El PM o el equipo pasan a una etapa/tarea posterior sin haber completado una o varias de las anteriores
Inicio	Algunos antecedentes y/o planes no están por escrito No se ha realizado un análisis formal de costes y beneficios No se ha realizado un estudio formal de viabilidad
Organización y preparación	Personas no familiarizadas con proyectos similares preparan el plan de proyecto El plan no está por escrito Faltan partes del plan Algunos aspectos del plan no están aprobados por todas las partes interesadas
Realización del trabajo	El equipo del proyecto no ha preparado el plan Los miembros del equipo que no han participado en la elaboración del plan del proyecto no lo revisan No se han desarrollado procedimientos de equipo para resolver conflictos, tomar decisiones o mantener el orden Las necesidades de los clientes principales cambian El PM dispone de información incompleta o incorrecta sobre el cumplimiento del calendario y los recursos Los informes sobre el progreso del proyecto son incoherentes Reasignación de uno o más colaboradores clave del proyecto Sustitución de miembros del equipo Cambian las características o necesidades del mercado Los cambios se gestionan de manera informal, sin un análisis coherente de su efecto en el proyecto global
Cierre	Los resultados del proyecto no son aprobados formalmente por una o varias partes interesadas Los miembros del equipo del proyecto se asignan a nuevos proyectos antes de que finalice el proyecto actual

Tabla 3.6: Posibles factores de riesgo que pueden aparecer durante la evolución del proyecto

<b>Categorías de riesgo</b>	<b>Ejemplo de riesgos</b>
Diseño	Defectos de diseño
Finanzas	Falta de liquidez
Adquisiciones	Quiebra del proveedor
Personal	Cambio de empleo del ingeniero principal
Política	Nuevas restricciones a la importación y exportación
Económico	Inflación/fluctuación tipo de cambio
Social	Brote de enfermedades contagiosas
Tecnología	Inteligencia artificial
Legal	Nuevas normas de cumplimiento
Medio ambiente	Contaminación química

Tabla 3.7: Categorías de riesgos

influir en la viabilidad financiera y en la capacidad para mantener el presupuesto y el calendario previstos.

- **Factores sociales.** Los factores sociales se refieren a las características demográficas, culturales y de comportamiento que pueden generar riesgos en la aceptación o ejecución del proyecto. Esto incluye actitudes hacia el trabajo, nivel educativo, estabilidad social, relaciones entre gobierno, sector privado e instituciones educativas, y apertura a la innovación. Un entorno social desfavorable puede derivar en baja aceptación del proyecto, conflictos laborales o dificultades para captar y retener talento. El análisis debe incluir también variables cuantitativas (composición por edad, distribución de ingresos) y cualitativas (valores culturales, percepción de responsabilidad social).
- **Factores tecnológicos.** El entorno tecnológico influye directamente en la capacidad de ejecutar el proyecto con eficiencia y calidad. Entre los riesgos a evaluar se encuentran: obsolescencia tecnológica, baja capacidad de innovación, dependencia excesiva de un proveedor tecnológico, insuficiente infraestructura logística o limitaciones en la protección de la propiedad intelectual. La disponibilidad de tecnología adecuada y de personal cualificado es crítica para reducir riesgos de retrasos, sobrecostos o incumplimiento de especificaciones técnicas.
- **Factores legales.** Los riesgos legales derivan del marco normativo aplicable al proyecto, incluyendo leyes laborales, medioambientales, de seguridad y salud, comerciales y de protección de datos. Cambios en la legislación, restricciones en importación/exportación o nuevas exigencias regulatorias pueden afectar la continuidad del proyecto. Es esencial establecer un sistema de seguimiento normativo para garantizar el cumplimiento y prevenir sanciones, retrasos o sobrecostos asociados.
- **Factores ecológicos (medioambientales).** El entorno natural puede representar tanto riesgos como oportunidades para el proyecto. Factores como disponibilidad de recursos energéticos y materias primas, condiciones climáticas extremas, vulnerabilidad ante desastres naturales o exigencias de sostenibilidad deben analizarse en detalle. Asimismo, el incremento de regulaciones medioambientales exige una planificación que contemple la reducción del impacto ambiental y el alineamiento con políticas de responsabilidad social corporativa. Ignorar estos riesgos puede generar oposición social, sanciones legales o interrupciones operativas.

Con esta información, se pueden determinar los efectos concretos que cada riesgo puede tener en el proyecto y decidir cómo se quiere gestionar ese riesgo. Debe tenerse en cuenta que **no todos los riesgos suponen el mismo grado de preocupación** para todos los proyectos. Para ello, es interesante **revisar las lecciones aprendidas de proyectos pasados** (si un factor de riesgo dio lugar a un riesgo en el pasado, se debe estar preparado para ello esta vez) y usar diferentes técnicas de **recopilación de datos** (como entrevistas, brainstorming, etc.) con expertos en la materia y otras personas con experiencia.

**Ejemplo 3.85** Una empresa está desarrollando un proyecto para la construcción de una planta de energía solar en una región remota. Se han identificado los siguientes factores de riesgo:

- **Ubicación remota:** La planta estará ubicada en una zona de difícil acceso.
- **Condiciones climáticas extremas:** La región es conocida por tener temperaturas extremas y tormentas de arena.
- **Dependencia de proveedores internacionales:** La empresa depende de la importación de componentes clave desde el extranjero.

De cada uno de esos factores de riesgo, pueden derivarse los siguientes riesgos específicos:

- **Ubicación remota:**
  - Retrasos en la entrega de materiales debido a dificultades logísticas.
  - Aumento de los costes de transporte por la necesidad de utilizar rutas menos convencionales o métodos de entrega especializados.
- **Condiciones climáticas extremas:**
  - Interrupciones en las obras de construcción debido a tormentas de arena.



- Daños en los equipos y materiales expuestos a temperaturas extremas, lo que podría afectar su funcionamiento.
- Dependencia de proveedores internacionales:
  - Retrasos en la recepción de componentes clave debido a problemas en la cadena de suministro internacional.
  - Aumento de los costes por fluctuaciones en las tasas de cambio o tarifas aduaneras inesperadas.

**Ejercicio 3.55** Un equipo de ingeniería está trabajando en el desarrollo de un nuevo prototipo de vehículo eléctrico. Han identificado los siguientes factores de riesgo:

- Tecnología no probada: Están utilizando una nueva tecnología de baterías que aún no ha sido implementada en productos comerciales.
- Plazo de entrega ajustado: El cliente ha solicitado una entrega en un plazo muy corto.
- Dependencia de un único proveedor: Solo hay un proveedor disponible para ciertos componentes críticos.

Identificar los riesgos específicos que podrían derivarse de cada uno de los factores de riesgo mencionados.

**Ejercicio 3.56** Un proyecto de desarrollo de software para una empresa de telecomunicaciones incluye los siguientes factores de riesgo:

- Cambio frecuente de requisitos: El cliente ha mostrado tendencia a modificar los requisitos del software durante el desarrollo.
- Falta de experiencia del equipo: El equipo de desarrollo tiene poca experiencia con la nueva plataforma tecnológica utilizada.
- Integración con sistemas antiguos: El software debe integrarse con varios sistemas antiguos que son críticos para el negocio.

Identificar los riesgos específicos que podrían derivarse de cada uno de los factores de riesgo mencionados.

### 3.5.2. Evaluación de riesgos: probabilidad e impacto

Reconocer los riesgos que amenazan el proyecto es el primer paso para controlarlos. Si se producen, todos los riesgos identificados afectan, de algún modo, al proyecto. Sin embargo, las consecuencias esperadas de un riesgo dependen del efecto del riesgo si se hace realidad y de la probabilidad de que el riesgo se haga realidad. Por ello, hay que analizar las consecuencias esperadas de los distintos riesgos para elegir qué riesgos gestionar activamente y cuáles no, ya que es posible que anticipar y minimizar las consecuencias negativas de algunos riesgos en caso de que se produzcan requiera más tiempo y esfuerzo que limitarse a afrontar las situaciones cuando surgen. Así que el primer paso para desarrollar una estrategia de gestión de riesgos es elegir los riesgos que se quieren abordar proactivamente (desarrollar un plan para abordarlos y a compartir el plan con los destinatarios del proyecto) y los que, simplemente, se aceptarán sin más.

**Ejemplo 3.86** La predicción de un meteorólogo de que puede nevar no es razón suficiente para salir a comprar una quitanieves de 1.000 €. En primer lugar, se deberían saber las probabilidades de que nieve y, en segundo lugar, cuánta nieve es probable que caiga. Si el meteorólogo está seguro de que, si nieva, la acumulación total será de, al menos, medio metro, pero las probabilidades de que nieve son solo de 1/1.000, puede decidirse que no merece la pena gastar 1.000 € en estar preparado para una situación que es tan poco probable que ocurra.

El primer paso para decidir si hay que afrontar un riesgo de forma proactiva es evaluar la **probabilidad** de que se produzca. Para describir las probabilidades de que se produzca un riesgo, se puede utilizar uno de los siguientes esquemas:

- **Probabilidad de ocurrencia.** Se puede expresar la probabilidad de que un riesgo se produzca. La probabilidad es un número entre 0 y 1, en el que 0 significa que una situación nunca ocurrirá y 1 significa que siempre ocurrirá (también puede expresarse la probabilidad como porcentaje).

**Ejemplo 3.87** Una empresa realizó 20 aplicaciones nuevas el año pasado. Cuando presentó el diseño para su aprobación final, los nuevos clientes querían al menos un cambio en 8 ocasiones. Si se tiene previsto diseñar una nueva aplicación para otro nuevo cliente, la probabilidad de que haya que hacer un cambio es del 40 %:

$$\frac{8}{20} \cdot 100 = 40 \%$$

- **Clasificación por categorías.** Los riesgos se pueden agrupar en categorías que representen su similitud, como “alto”, “medio” y “bajo”, o “siempre”, “a menudo”, “a veces”, “raramente” y “nunca”.
- **Clasificación ordinal.** Ordenar los riesgos de modo que el primero sea el más probable, el segundo es el siguiente más probable, y así sucesivamente.
- **Probabilidad relativa de que ocurra.** Si se tienen dos riesgos posibles, se puede expresar cuánto más probable es que ocurra uno que el otro.

**Ejemplo 3.88** Se puede decir que el primer riesgo tiene el doble de probabilidades que el segundo.

Si se dispone de datos objetivos sobre el número de veces que se ha producido un riesgo en situaciones similares en el pasado, se recomienda utilizar el primer esquema para determinar la probabilidad de que el riesgo se repita en el futuro (**análisis objetivo**). Si no se dispone de datos objetivos, cualquiera de los otros es válido, ya que se basan en opiniones personales para describir la probabilidad de que se produzcan riesgos concretos (**análisis subjetivo**). En ese caso, se recomienda buscar opinión de tantos **expertos** como sea posible (personas que hayan trabajado en proyectos similares en el pasado), sin dejar que los encuestados comenten sus estimaciones entre sí. Una vez recopiladas, se puede permitir que los expertos discutan entre sí las razones de sus estimaciones y preguntarles si desean revisarlas por si se han dado cuenta de que no tuvieron en cuenta ciertas consideraciones importantes (**técnica Delphi**).

**Ejemplo 3.89** Al pedir a un grupo de expertos que califiquen la probabilidad de un riesgo concreto como alta, media o baja, 6 personas eligen alto, 2 eligen medio y 2, bajo. Se puede estimar la probabilidad asignando valores de 3, 2 y 1 a alto, medio y bajo, respectivamente, por lo que se puede concluir que la probabilidad de ocurrencia del riesgo es media—alta, ya que está entre 2 y 3:

$$\frac{(6 \cdot 3) + (2 \cdot 2) + (2 \cdot 1)}{10} = 2,4$$

Una vez identificada la probabilidad de que un riesgo concreto afecte al proyecto, se debe determinar la **magnitud** de las consecuencias o efectos que pueden derivarse del riesgo (determinar el efecto potencial que cada riesgo puede tener sobre uno o más de los objetivos del proyecto: cronograma, coste, calidad, desempeño, etc.)). Esa magnitud influye directamente en la forma de afrontar el riesgo. Para evaluar estos efectos:

- **Considerar el efecto de un riesgo sobre el proyecto total y no solo sobre una parte del mismo.**

**Ejemplo 3.90** Tardar una semana más de lo previsto en completar una actividad puede hacer que se pierdan hitos intermedios; el efecto sobre el proyecto es aún mayor si la actividad retrasada se encuentra en la ruta crítica del proyecto, lo que significa que el retraso de una semana en esa actividad también provoca un retraso de una semana en todo el proyecto.

- **Considerar el efecto combinado de los riesgos relacionados.**

**Ejemplo 3.91** La probabilidad de que se produzca un retraso en el calendario es mayor si tres actividades de la misma ruta crítica tienen un riesgo de retraso significativo que si sólo hay una.

Es importante describir los riesgos y sus consecuencias asociadas de la **forma más específica** posible, además de cerciorarse de que el **grado en que los datos sobre los riesgos individuales son precisos y confiables**; ya que estos datos sirven como base para el análisis de riesgos. El uso de datos de baja calidad conlleva un despilfarro de esfuerzo (malgaste de tiempo) al realizar este estudio.

**Ejemplo 3.92** Una pieza clave de un equipo necesario para el proyecto puede llegar más tarde de lo previsto. Este riesgo se puede describir como “La entrega puede llegar tarde” o como “La entrega puede retrasarse dos semanas”.

La mera afirmación de que la entrega puede retrasarse no proporciona información suficiente para evaluar el efecto probable de ese retraso en el proyecto en su conjunto. También dificulta la estimación de la probabilidad de que se produzca ese riesgo. ¿Se trata de un retraso de un día? ¿De un mes?

Afirmar que la entrega puede retrasarse dos semanas permite determinar con mayor precisión el efecto probable que el retraso tendrá en el cronograma y los recursos globales. También ayuda a decidir cuánto se está dispuesto a gastar para evitar ese retraso.

A partir de la probabilidad y el impacto, es más fácil considerar qué hacer con cada riesgo. Puede desarrollarse una **matriz de probabilidad e impacto**, también conocida como matriz de riesgos, donde se incluye la actividad para la que se ha identificado el riesgo, el riesgo en sí, la probabilidad de que aparezca el riesgo, el impacto, y la magnitud (donde se tiene en cuenta todas las medidas anteriores para decidir si es un riesgo bajo, medio o alto), como se muestra en la Tabla 3.8.

Actividad	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Magnitud
Producción	Falta de suministros	Moderada	Medio	Medio
Operaciones	Falla de equipo clave	Baja	Grave	Medio
Operaciones	Accidente laboral	Moderada	Grave	Alto
Administración	Incumplimiento de regulaciones	Alta	Grave	Alto

Tabla 3.8: Matriz de probabilidad e impacto

Asimismo, cuando los riesgos han sido clasificados utilizando más de dos parámetros, no se puede utilizar la matriz de probabilidad e impacto y se requieren otras representaciones gráficas, como **diagramas jerárquicos** donde se muestran tres dimensiones de datos. Entre ellos, destacan los **gráficos de burbujas**, donde cada riesgo se representa como una burbuja, y los tres parámetros están representados por el valor en el eje X, el valor en el eje Y y el tamaño de la burbuja, o bien donde los riesgos aparecen clasificados por categorías según el color del marcador (Figura 3.16).

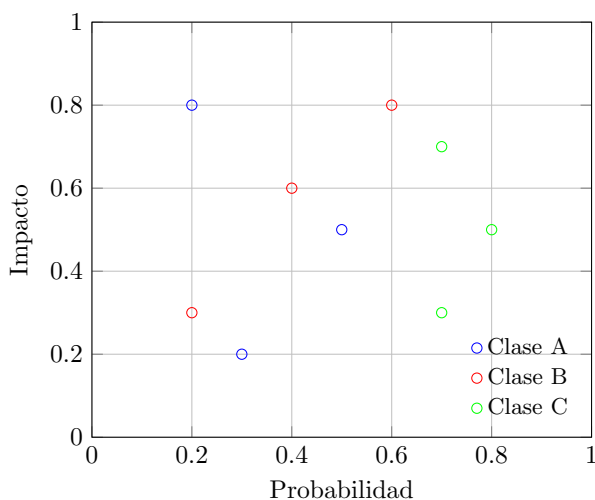


Figura 3.16: Diagrama jerárquico

De manera general:

- Si la probabilidad de que ocurra un riesgo es alta y su impacto es grande, es probable que se quieran desarrollar planes para gestionar ese riesgo para minimizar las consecuencias negativas.
- Si tanto el efecto como la probabilidad son bajos, puede decidirse no preocuparse por él, ya que desarrollar estrategias de mitigación puede requerir más tiempo y esfuerzo que afrontar las situaciones cuando si se producen.
- Cuando el impacto es alto, pero la probabilidad es baja o viceversa, hay que considerar la situación con más cuidado. En estas situaciones más complejas, puede utilizarse un enfoque más formal para considerar el efecto combinado de la probabilidad y el impacto para obtener la **magnitud del riesgo**  $M$  como:

$$M = I \times p \quad (3.26)$$

donde  $M$  es la magnitud del riesgo,  $I$  es el impacto (que debe ser una medida cuantitativa del efecto si el riesgo ocurre) y  $p$  es la probabilidad de que el riesgo se produzca. La magnitud del riesgo será negativa para las amenazas y positiva para las oportunidades.

**Ejemplo 3.93** Se necesitan comprar ciertos materiales para un dispositivo que hay que construir. Cuando se hace el pedido, se considera que hay un 80 % de posibilidades de recibir los materiales en la fecha prometida (por lo que hay un 20 % de posibilidades de que algo vaya mal y haya que pagar un sobreprecio para obtener los materiales de otro proveedor en la fecha en que se necesitan). Los materiales cuestan normalmente 1.000 €, pero habrá que pagar 500 € más para conseguirlos de otro proveedor en el último momento. La magnitud de este riesgo es:

$$M = I \times p = 500 \text{ €} \times 0,2 = 100 \text{ €} \rightarrow \text{añadir 100 € de contingencias}$$

**Ejercicio 3.57** Con el escenario del Ejemplo 3.93, donde se identificó un riesgo en la compra de materiales con una magnitud ( $M$ ) de 100 €, el equipo de gestión de costes ha estimado que el coste total del proyecto (sin considerar reservas de gestión) asciende a 5.000 €.

1. ¿Qué tipo de reserva presupuestaria justifica este riesgo calculado? Explica la diferencia con el otro tipo de reserva.
2. Basándose en el análisis cuantitativo de este riesgo, ¿qué cantidad concreta se debería añadir a la reserva para contingencias? ¿Es esta cantidad suficiente?
3. Si durante la ejecución el riesgo se materializa y el sobre coste final es de 450 €, ¿qué implicaría esto para la gestión del proyecto? ¿Se subestimó el riesgo?

En estos casos, también es necesario decidir si **una consecuencia potencial es tan inaceptable que no se está dispuesto a correr el riesgo**, aunque sea muy improbable que ocurra.

**Ejemplo 3.94** Una empresa quiere construir una nueva planta en una zona que sufre muchos huracanes. El coste estimado de la nueva planta es de 50 millones de €, y la probabilidad de que un huracán destruya totalmente el edificio es del 0,1 %. La magnitud de este riesgo es:

$$M = I \times p = 50000000 \text{ €} \times 0,001 = 50000 \text{ €}$$

**Ejercicio 3.58** Un equipo está evaluando los riesgos asociados con la construcción de una planta industrial. Tras realizar una reunión con expertos y analizar datos históricos, se recopilaron opiniones sobre dos riesgos principales: la posibilidad de un retraso en la entrega de materiales y la posibilidad de accidentes laborales:

- Riesgo de retraso en la entrega de materiales:

- Juicio de expertos: 3 expertos consideran que la probabilidad de retraso es alta, 5 la consideran media y 2 la consideran baja.
  - Impacto: Si ocurre el retraso, se estima que costaría un 15 % del presupuesto total, que asciende a 10 millones de €.
  - Riesgo de accidentes laborales graves:
    - Probabilidad basada en datos anteriores: En proyectos anteriores de características similares, la probabilidad de accidentes graves ha sido del 5 %.
    - Impacto: Un accidente grave podría costar 500.000 € en indemnizaciones y retrasos adicionales.
1. Calcular el valor esperado de cada riesgo.
  2. Evaluar cuál de los dos riesgos es más significativo y justificar si se debería priorizar uno sobre el otro en la planificación de contingencias.

**Ejercicio 3.59** Una empresa de software está desarrollando un sistema crítico para un cliente gubernamental. Existen dos riesgos principales identificados:

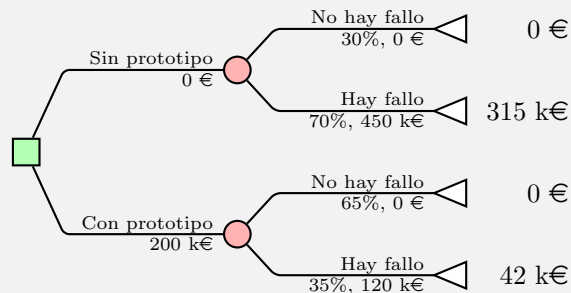
- Riesgo de incumplimiento de requisitos:
    - Juicio de expertos: 4 expertos califican la probabilidad como alta, 4 como media y 2 como baja.
    - Probabilidad basada en datos anteriores: En proyectos anteriores similares, la probabilidad de incumplimiento de requisitos ha sido del 50 %.
    - Impacto: Si no se cumplen los requisitos, se estima un costo adicional de 300.000 €.
  - Riesgo de sobrecarga del servidor:
    - Juicio de expertos: 5 expertos consideran que la probabilidad es alta, 3 la consideran media y 7 la consideran baja.
    - Probabilidad basada en datos anteriores: La probabilidad de sobrecarga del servidor en proyectos anteriores ha sido del 10 %.
    - Impacto: Un fallo en el servidor podría ocasionar pérdidas por 200.000 € debido a la paralización del proyecto.
1. Calcular la probabilidad cualitativa de cada riesgo utilizando el juicio de expertos.
  2. Calcular el valor esperado de cada riesgo, considerando tanto la probabilidad cualitativa como la basada en datos históricos.
  3. Determinar qué riesgo debe ser priorizado en la planificación de contingencias.

Según las necesidades/disponibilidad de tiempo y presupuesto, se puede hacer un análisis más exhaustivo de los riesgos que incluya un **análisis mediante árbol de decisión** para evaluar los escenarios y las respuestas al riesgo, de manera que se puede calcular el valor monetario total de los escenarios individuales, lo que influye directamente en la forma de afrontar el riesgo. Se utilizan para apoyar la selección del mejor curso de acción entre varios alternativos. Estos diagramas ilustran distintas situaciones que pueden darse a medida que se desarrolla el proyecto, la probabilidad de que se produzca cada una de ellas y las consecuencias para el proyecto. Por lo tanto, permite analizar el riesgo de **forma cuantitativa**, determinando qué supondría intentar mitigar este riesgo del proyecto, el coste que tendría y qué ocurriría sin mitigarlo, de manera que se pueda tomar una decisión. El árbol de decisión muestra cómo tomar una decisión entre estrategias cuando el entorno contiene elementos inciertos. Para ello se utilizan:

- **Nudo de decisión.** Indican una decisión que se está tomando en el árbol y se representan con un cuadrado. Todos los árboles de decisiones comienzan con un nudo de decisión.
- **Nudo de oportunidad.** Muestran varios resultados posibles y se representan con un círculo.

- **Nudo terminal/final.** Indican el resultado final de una decisión y se representan con un triángulo. Se calcula el coste de llegar hasta ese nudo final, siguiendo la expresión (3.26). La suma de todos los costes en cada rama representan el coste de riesgo; si lo que quiere es minimizarse, deberá tomarse el menor (si se quiere maximizar, por tratarse de una oportunidad en lugar de una amenaza, debería considerarse el mayor).

**Ejemplo 3.95** Se quiere determinar si construir o no un prototipo para mitigar un riesgo para bajar su exposición. El prototipo tiene un coste de 200.000 €, y reduce la probabilidad del fallo en un 65 %; si ocurriera, el impacto sería de 120.000 €. Si no se hace el prototipo, la probabilidad de que ocurra el fallo es del 70 %, y la empresa incurriría en unos costes de 450.000 €. La figura muestra el árbol de decisión.



Por tanto, la alternativa de no construir prototipo tiene un coste total de 315.000 €, mientras que la de construir el prototipo asciende a 242.000 € (200.000 € por construirlo + 42.000 € por si ocurre el fallo).

El PM debería elegir si construirlo o no viendo estos resultados. La opción de construir el prototipo es 73.000 € más económica y reduce la probabilidad de fallo.

**Ejercicio 3.60** Se quiere tomar la decisión sobre si invertir 120 millones € para construir una nueva planta o invertir 50 millones € para modernizar la planta existente. Para tomar la decisión, se debe tener en cuenta la demanda (que es incierta):

- Para la nueva planta, se estiman unos ingresos de 200 millones € para una demanda fuerte y 90 millones € para una demanda débil.
- Para la planta modernizada, se estiman unos ingresos de solo 120 millones € y de 60 millones para una demanda débil. Estas diferencias se deben a las limitaciones de capacidad.

Sabiendo que la demanda fuerte tiene una probabilidad del 60 %, hacer el árbol de decisión.

**Ejercicio 3.61** Una empresa está decidiendo a qué proveedor comprarle un equipo, con un precio de 50.000 € si se entrega en la fecha acordada. Ambos proveedores han propuesto recibir un incentivo por entrega anticipada y rebajar el precio por una entrega tardía, pero estos importes difieren según cada proveedor:

- Proveedor A: si se entrega antes de tiempo, el equipo costaría un 50 % más (probabilidad del 10 %); si se entrega tarde, el equipo costaría un 50 % menos (probabilidad del 30 %).
- Proveedor B: si se entrega antes de tiempo, el equipo costaría un 80 % más (probabilidad del 30 %); si se entrega tarde, el equipo costaría un 40 % menos (probabilidad del 30 %).

¿Qué proveedor se considera mejor elegir?

**Ejercicio 3.62** Una empresa está considerando implementar un nuevo software de gestión para mitigar un riesgo que podría impactar en su operación. El coste de implementación del software es de 100.000 €, y reduciría la probabilidad del fallo en un 50 %. Si el fallo ocurre, se estima un impacto económico de

300.000 €. Si no se implementa el software, la probabilidad del fallo es del 80 %, con el mismo impacto económico estimado. ¿Debería la empresa implementar el software?

**Ejercicio 3.63** Una empresa constructora está considerando la implementación de un plan de contingencia para un proyecto que tiene un riesgo elevado de retrasos. El coste de implementar el plan es de 50.000 € y reduciría la probabilidad de retraso del 40 % al 10 %. Si ocurre el retraso, el impacto económico es de 200.000 €. ¿Debería la empresa implementar el plan de contingencia?

**Ejercicio 3.64** Una empresa está evaluando si subcontratar una parte del proyecto a un proveedor externo o realizarla internamente. Si se subcontrata, el coste es de 80.000 € con una probabilidad del 10 % de que el trabajo se realice de manera incorrecta, lo que conllevaría un coste adicional de 60.000 € para corregir los errores. Si se realiza internamente, el costo es de 120.000 €, pero con una probabilidad del 5 % de errores, que conllevarían un costo adicional de 40.000 €. ¿Qué opción debería elegir la empresa?

**Ejercicio 3.65** Una empresa constructora está trabajando en la construcción de un puente. Identificaron que hay un riesgo significativo relacionado con posibles retrasos debido a condiciones climáticas adversas. Para mitigar este riesgo, se consideran tres estrategias de mitigación:

- Estrategia A.
  - Probabilidad de éxito (sin retrasos): 85 %
  - Impacto si no se implementa (retraso): 200.000 €
  - Coste: 50.000 €
- Estrategia B.
  - Probabilidad de éxito (sin retrasos): 75 %
  - Impacto si no se implementa (retraso): 300.000 €
  - Coste: 40.000 €
- Estrategia C.
  - Probabilidad de éxito (sin retrasos): 20 %
  - Impacto si no se implementa (retraso): 400.000 €
  - Coste: 0 €

¿Qué estrategia debería elegir?

### 3.5.3. Análisis de la incertidumbre

#### Análisis Monte Carlo

Las posibles consecuencias de los riesgos pueden abordarse desde un enfoque estadístico, comúnmente mediante el uso del **análisis Monte Carlo**. Esta técnica permite estimar cómo la incertidumbre en distintos factores del proyecto (como costes, plazos o recursos) puede afectar los resultados generales. En una simulación, el modelo del proyecto se calcula muchas veces (mediante **iteraciones**), utilizando valores de entrada como estimaciones de costes o duraciones de actividades, seleccionados al azar en cada iteración a partir de las **distribuciones de probabilidad** definidas para esas variables. A partir de esas iteraciones, se genera una **distribución de probabilidad de los resultados clave**, como el coste total del proyecto o la fecha de finalización esperada. Esta técnica permite una adecuada **representación de la incertidumbre**, ya que el rango de posibles valores que pueden tomar los objetivos del proyecto se modela mediante distribuciones probabilísticas (triangular, normal, beta, etc.). Cuanto mayor sea la incertidumbre en los valores de entrada, mayor será el riesgo asociado al resultado del proyecto.

Los resultados típicos del análisis incluyen:

- Un **histograma**, que muestra cuántas veces se alcanza un determinado resultado durante las simulaciones.



- Una curva de distribución acumulada (**curva S**, como se muestra en la Figura 3.17), que representa la probabilidad de alcanzar un determinado valor.

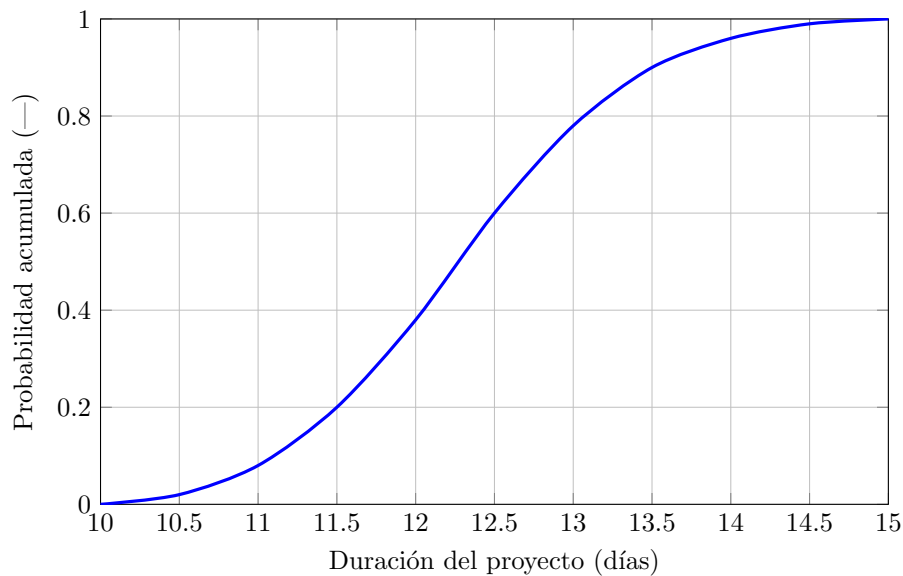


Figura 3.17: Curva en S tras simulación de Monte Carlo

Este enfoque permite al PM cuantificar el riesgo, mejorar la toma de decisiones y preparar planes de contingencia más efectivos.

**Ejemplo 3.96** Se quiere estimar el tiempo total de un proyecto formado por 3 tareas, teniendo en cuenta que la duración de cada tarea puede variar. Para ello, se decide usar una simulación Monte Carlo, asignando una distribución de probabilidad para la duración de cada tarea, basada en las estimaciones mínimas, más probables y máximas:

- **Tarea A:**
  - Mínimo: 2 días
  - Más probable: 4 días
  - Máximo: 6 días
- **Tarea B:**
  - Mínimo: 3 días
  - Más probable: 5 días
  - Máximo: 8 días
- **Tarea C:**
  - Mínimo: 1 día
  - Más probable: 2 días
  - Máximo: 4 días

Se utilizará una distribución triangular para modelar estas estimaciones.

Mediante herramientas informáticas se generan valores aleatorios para la duración de cada tarea siguiendo sus respectivas distribuciones triangulares. Por ejemplo, en una simulación se podría obtener:

- Tarea A: 4.5 días
- Tarea B: 5.2 días
- Tarea C: 3.1 días



Se repite este proceso muchas veces (por ejemplo, 1000 simulaciones), calculando el tiempo total del proyecto para cada conjunto de duraciones:

Simulación 1: Tarea A (4,5 días) + Tarea B (5,2 días) + Tarea C (3,1 días) = 12,8 días

Simulación 2: Tarea A (3,8 días) + Tarea B (6,7 días) + Tarea C (2,3 días) = 12,8 días

⋮

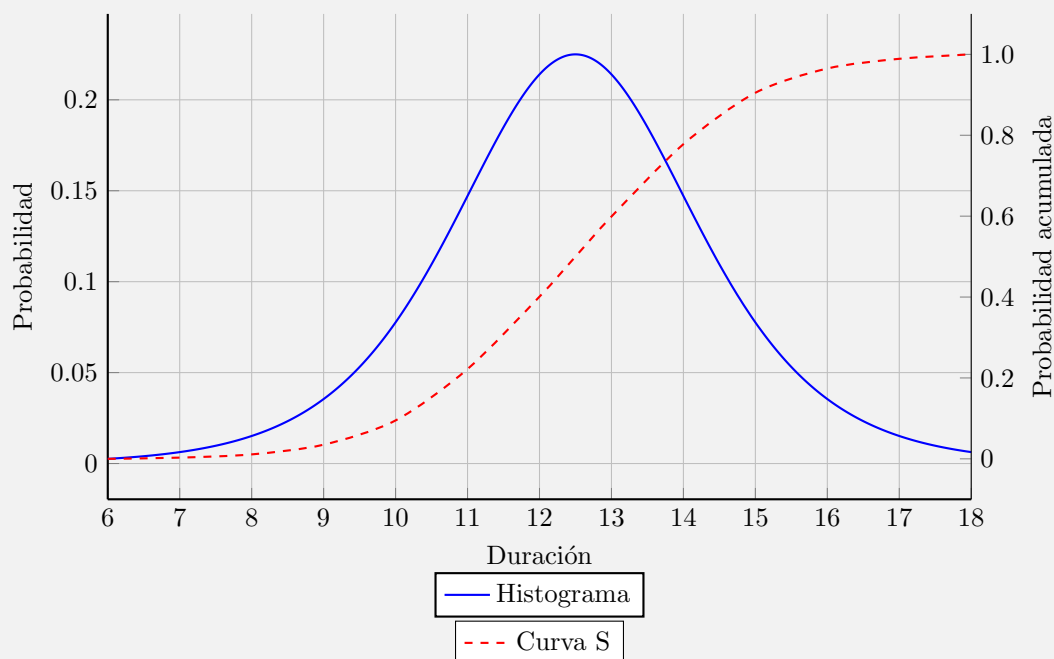
Simulación 1.000: Tarea A (4,1 días) + Tarea B (5,0 días) + Tarea C (2,5 días) = 11,6 días

Tras las 1.000 simulaciones, se obtiene una gran cantidad de tiempos totales del proyecto. Con ellos, se pueden calcular numerosos parámetros estadísticos, como el promedio de todos los tiempos simulados, el percentil 90 (que indica que en el 90 % de los casos, el proyecto tomará hasta cierto número de días), etc. Por ejemplo:

- Promedio: 12.5 días
- Percentil 90: 15 días (esto significa que se tiene un 90 % de confianza de que el proyecto tardará 15 días o menos).

Con estos resultados, se puede informar de que, aunque el tiempo promedio estimado es de 12.5 días, se debería planificar con un margen hasta 15 días para estar seguros en un 90 % de que el proyecto terminará dentro de ese tiempo. La figura muestra el histograma y la curva en S para esta simulación.

El histograma representa la densidad de probabilidad en cada valor. Como el pico se encuentra en 12,5, esa duración es la más probable. La curva S representa la distribución acumulada de probabilidades, por lo que dice cuál es la probabilidad de que el resultado sea menor o igual a un valor dado. Como en 15 hay una probabilidad del 90 %, hay un 90 % de probabilidad de que el resultado sea 15 o menor.



**Ejercicio 3.66** Debido a la incertidumbre en algunos factores clave, no se puede saber con certeza cuál será el coste final de la construcción de una planta industrial, por lo que se decide usar la simulación Monte Carlo para estimar este coste.

Se tienen tres riesgos principales que pueden afectar al coste del proyecto:

- Coste de materiales:
  - Valor más probable: 100.000 €

- Variación posible:  $\pm 10\%$
- Coste de mano de obra:
  - Valor más probable: 50.000 €
  - Variación posible:  $\pm 20\%$
- Coste de equipos:
  - Valor más probable: 20.000 €
  - Variación posible:  $\pm 25\%$

Realizar 1.000 iteraciones para estimar el coste total del proyecto.

**Ejercicio 3.67** Un equipo de ingeniería está planificando el cronograma para el desarrollo de un nuevo componente mecánico. Las estimaciones iniciales, derivadas de la técnica PERT para las actividades críticas, arrojaron una duración total esperada del proyecto de 125 días. Esta cifra se obtuvo sumando las duraciones esperadas ( $t_E$ ) de cada actividad de la ruta crítica.

Sin embargo, conscientes de la incertidumbre en las estimaciones, el PM decide realizar un análisis de Monte Carlo para comprender el riesgo asociado al cronograma. Tras 10.000 iteraciones, la simulación proporciona los siguientes resultados estadísticos para la duración total del proyecto:

- Duración media (valor esperado): 128 días
- Percentil 80 (P80): 140 días
- Percentil 90 (P90): 147 días

Con esta información, y considerando que el contrato con el cliente establece fuertes penalizaciones por retraso:

1. ¿Cuál de las duraciones (125, 128, 140 ó 147 días) debería utilizarse como duración prevista para la planificación interna y la asignación de recursos? ¿Por qué?
2. ¿Cuál debería establecerse como la línea base de cronograma formal, contra la cual se medirá el desempeño del proyecto? ¿Por qué?
3. Si el proyecto se completara en 135 días, ¿se consideraría un retraso respecto a la línea base elegida en el punto anterior? ¿Y si se completara en 145 días?

### Análisis de sensibilidad

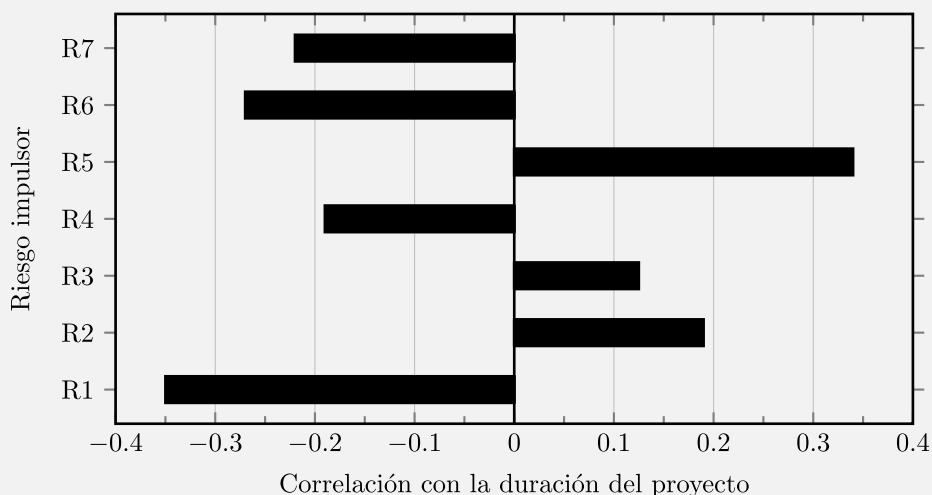
El **análisis de sensibilidad** es una técnica utilizada para identificar qué **riesgos individuales** o **fuentes de incertidumbre** tienen el mayor impacto potencial sobre los resultados de un proyecto. Este análisis correlaciona las variaciones en los resultados del proyecto con las variaciones en los elementos del modelo de análisis cuantitativo de riesgos, generalmente mediante el cálculo del **coeficiente de correlación de Pearson** ( $r$ ) entre cada riesgo y el resultado del proyecto<sup>6</sup>. En general, se recomienda que los riesgos con  $|r| > 0,3$  merecen atención prioritaria, ya que hay una correlación moderada o fuerte.

Una forma común de representar estos resultados es a través de **gráficos de tornado**, que muestran de manera visual y comparativa el **impacto relativo de cada variable o riesgo** en el resultado del proyecto. El gráfico de tornado es útil porque permite comparar la **importancia** y el **impacto** de las variables con mayor incertidumbre frente a aquellas que son más estables.

**Ejemplo 3.97** La figura representa un gráfico de Tornado. Se han identificado 7 riesgos (R1—R7) que podrían afectar a la duración del proyecto. Del gráfico se puede deducir que hay riesgos que pueden reducir la duración del proyecto (los de valores negativos: R1, R4, R6 y R7) y otros que pueden aumentarla (los de valores positivos:

<sup>6</sup>Pueden utilizarse diferentes métodos, como análisis de escenarios, coeficiente de correlación de Spearman, simulación Monte Carlo, regresión lineal... Aquí se habla del coeficiente de correlación de Pearson por su simplicidad.

R2, R3 y R5). Dado que la longitud de la barra muestra el valor de  $r$ , hay que enfocarse en R5 (y también en R1, ya que puede reducir mucho la duración del proyecto, por lo que sería una oportunidad en lugar de una amenaza).



En esencia, el análisis de sensibilidad evalúa **cuánto afecta la incertidumbre de cada elemento** del proyecto al objetivo que se está analizando, manteniendo todos los demás factores en sus **valores base**. De esta manera, se puede determinar qué riesgos requieren **mayor atención y gestión** para minimizar su impacto en el éxito del proyecto.

**Ejercicio 3.68** Una empresa está desarrollando un proyecto de construcción. Uno de los riesgos principales es el “coste del material”. Quieren analizar cómo sus variaciones afectan al coste total del proyecto. Para ello, se tienen los datos que aparecen en la tabla.

Material (€)	Proyecto (€)
1.000	12.000
1.200	12.500
900	11.800
1.100	12.300
950	11.950

Calcular el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ).

**Ejercicio 3.69** Una empresa está evaluando un proyecto. Para 24 escenarios se registraron seis factores de riesgo y el coste total (en miles de euros).

1. Calcular  $r$  entre cada riesgo y el coste total del proyecto.
2. Ordenar los riesgos por  $|r|$ .
3. Construir un gráfico de tornado. ¿Cuáles priorizarías? ¿Alguno implica una oportunidad?

Los datos de 24 escenarios son:

	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R4</i>	<i>R5</i>	<i>R6</i>	<i>Coste k€</i>
1	1	0.095	-0.063	0.13	0.182	0.176	586.5
2	3	0.286	0.149	0.12	0.169	-0.050	841.4
3	2	0.087	-0.054	0.93	-0.057	-0.015	679.3
4	7	0.155	-0.046	0.40	0.062	-0.054	801.0
5	8	0.077	0.080	0.30	0.092	-0.065	836.5
6	9	0.054	0.001	0.53	0.178	-0.088	914.2
7	5	0.234	-0.035	0.67	0.210	-0.068	860.8
8	7	0.201	-0.083	0.18	0.012	-0.031	757.3
9	6	0.299	0.025	0.76	0.040	0.012	891.8
10	4	0.036	-0.020	0.61	0.165	-0.017	768.0
11	8	0.154	0.097	0.52	0.239	-0.020	964.5
12	8	0.044	-0.028	0.96	0.182	-0.074	956.8
13	9	0.095	0.067	0.01	0.035	-0.017	830.2
14	6	0.229	-0.004	0.49	0.217	-0.046	922.5
15	9	0.130	0.168	0.41	0.022	-0.021	889.3
16	0	0.125	0.022	0.47	0.078	0.023	614.2
17	1	0.206	0.050	0.20	0.004	-0.001	671.8
18	1	0.248	0.030	0.62	0.224	0.027	791.7
19	2	0.276	-0.038	0.84	0.087	0.050	743.9
20	5	0.062	-0.074	0.86	0.095	-0.052	807.1
21	4	0.287	0.140	0.69	0.192	-0.027	949.1
22	7	0.017	0.039	0.51	0.177	-0.022	892.0
23	2	0.177	0.182	0.83	0.089	-0.016	902.6
24	1	0.122	0.110	0.11	-0.092	0.012	712.6

### 3.5.4. Estrategias de gestión de riesgos

Con los riesgos priorizados, y una vez decididos cuáles se quiere gestionar, es el momento de ver qué estrategia (**respuesta**) seguir frente a ellos. Hay que darse cuenta de que, al tomar estrategias frente a los riesgos, pueden surgir nuevos, por lo que se debe evitar pasar de una situación mala a otra aún peor. Un **riesgo inherente** es un riesgo previo a la adopción de una respuesta al riesgo; un **riesgo residual** o remanente es un riesgo que permanece después de adoptar una respuesta al riesgo; un **riesgo secundario** es un riesgo que surge al adoptar una respuesta al riesgo. Al desarrollar las respuestas al riesgo, se debe buscar:

- Maximizar las oportunidades y minimizar las amenazas.
- Determinar quiénes son los propietarios de los riesgos identificados y quiénes implementarán los planes de respuesta en caso de que el riesgo aparezca.
- Identificar los recursos que sean necesarios para introducir actividades, tiempos y costes en estos planes de respuesta.
- Definir varias respuestas al riesgo para cada riesgo, de modo que se pueda elegir conscientemente qué medida aplicar.
- Determinar las reservas de contingencia y de gestión.

Para algunos riesgos, resulta apropiado para el equipo del proyecto elaborar un plan de respuesta que solo se ejecutará bajo determinadas condiciones predefinidas (denominadas **disparadores de riesgo**), cuando se prevé que habrá suficientes señales de advertencia para implementar el plan. Estos disparadores son los puntos en que se identifica que el riesgo va a aparecer (o ha aparecido), y hay que utilizar las estrategias definidas. En algunas ocasiones, estas **estrategias de respuesta a contingencias** pueden usarse únicamente si se producen los disparadores de riesgo.

#### Estrategias para amenazas

Incluyen:

- **Evitar.** Cambiar lo que se haya planificado para eliminar la amenaza.

**Ejemplo 3.98** *Cambiar de emplazamiento, eliminar un paquete de trabajo si este no es crítico, decidir no usar un procedimiento nuevo no probado, ampliar el cronograma, disminuir el alcance, etc.*

- **Mitigar.** Tomar medidas para reducir la probabilidad y/o el impacto de un riesgo a un umbral aceptable, sin eliminarlo del todo. Es más efectivo adoptar acciones de mitigación que tratar de reparar el daño después de que haya ocurrido la amenaza.

**Ejemplo 3.99** *Hacer un prototipo para mitigar el impacto de este riesgo, realizar más pruebas, o seleccionar un proveedor más estable o conocido.*

**Ejemplo 3.100** *Si en el proyecto hay una persona que es nueva en la organización, y se piensa que la persona puede tardar más de lo previsto en realizar la tarea que se le ha asignado (riesgo), para reducir las posibilidades de que ocurra este riesgo, se le puede explicar muy claramente la tarea y los resultados deseados antes de que empiece a trabajar en ella, se pueden establecer hitos frecuentes y controlar a menudo el rendimiento de la persona para poder resolver cualquier problema en cuanto se produzca, o se puede hacer que asista a cursos de formación para refrescar las habilidades y los conocimientos que necesita para realizar la tarea.*

- **Transferir.** Trasladar el impacto negativo de la amenaza a una tercera parte (externalizar, contratar otra compañía o recurso para que mitigue el riesgo), lo que, generalmente, añade un coste extra. Da a otra parte la responsabilidad de la gestión del riesgo, pero no lo elimina. Las herramientas son bastante diversas: seguros, garantías de cumplimientos, cauciones, certificados de garantía, etc.

**Ejemplo 3.101** *Se decide seguir adelante con la construcción de la nueva instalación de 50 millones de € (ver el Ejemplo 3.94). Se puede contratar un seguro contra catástrofes para que la empresa no tenga que asumir toda la carga de una pérdida total si un huracán destruye las instalaciones.*

- **Escalar.** La amenaza se encuentra fuera del alcance del proyecto o la respuesta propuesta excede la autoridad del PM. Los riesgos escalados se gestionan a nivel de programa, nivel de portafolio, u otra parte relevante de la organización, y no al nivel de los proyectos, puesto que se trata de un riesgo no asociado directamente al proyecto, sino que toca más a la cartera de productos/programa de la organización.
- **Aceptar.** Reconocer la existencia de la amenaza sin tomar ninguna acción al respecto, es decir, si aparece el riesgo se acepta el impacto que tiene; normalmente esto se hace con riesgos de bajo impacto o cuando no es posible/rentable hacer frente a una amenaza de ninguna otra manera: se tiene registrada, pero no se van a tomar acciones de respuesta si aparece. La aceptación puede ser **pasiva** (no requiere acción alguna, dejando en manos del equipo del proyecto la gestión de la amenaza si se produce) o **activa** (la más común es establecer una **reserva para contingencias** que incluya tiempo, dinero o recursos necesarios para manejar la amenaza conocida).

Para cada amenaza, se deben identificar varias estrategias, evaluar su efectividad y seleccionar la mejor, por ejemplo, usando **análisis de alternativas**, **análisis de coste-beneficio** o **análisis de decisiones con múltiples criterios**.

### Estrategias para oportunidades

Incluyen:

- **Explotar.** Para oportunidades con alta prioridad, se quiere asegurar que esta ocurra. Busca eliminar la incertidumbre asociada a una oportunidad haciendo que ésta se concrete.
- **Mejorar.** Incrementar la probabilidad y/o el impacto de la oportunidad, e identificando y maximizando las fuerzas impulsoras clave de estas oportunidades.
- **Compartir.** Trasladar la propiedad de una oportunidad a una tercera parte que está mejor capacitado para capturar la oportunidad para beneficio del proyecto.

**Ejemplo 3.102** *Formar equipos, empresas con finalidades especiales o uniones temporales de empresas, que se pueden establecer con la finalidad expresa de gestionar oportunidades.*

- **Escalar.** La oportunidad se encuentra fuera del alcance del proyecto o la respuesta propuesta excede la autoridad del PM. Se gestionan a nivel de programa, nivel de portafolio, u otra parte relevante de la organización, y no al nivel de los proyectos.
- **Aceptar.** Aceptar que puede aparecer esta oportunidad y no tomar medidas proactivas. Apropia para oportunidades de baja prioridad o si no es posible/rentable hacer frente a una oportunidad de ninguna otra manera.

Para cada oportunidad, se deben identificar varias estrategias, evaluar su efectividad y seleccionar la mejor, por ejemplo, usando **análisis de alternativas**, **análisis de coste-beneficio** o **análisis de decisiones con múltiples criterios**.

#### 3.5.5. Registro de riesgos

Cuando se han identificado y evaluado los riesgos, y se han planificado las respuestas, se recomienda recopilarlos en un **registro de riesgos**, un documento que captura los detalles de los riesgos individuales del proyecto, incluyendo su estado, historial y respuestas, así como su coste, tiempo y/o recursos necesarios para implementarlos.

Aunque la mayor parte de la identificación de riesgos ocurre durante la fase de planificación, esta tarea debe continuar a lo largo de todo el proyecto, ya que pueden aparecer nuevos riesgos en cualquier momento. Estos deben ser documentados y añadidos al **registro de riesgos** para su seguimiento, por lo que se trata de un documento vivo a lo largo del proyecto que se revisa de forma periódica, evaluando la evolución de los riesgos existentes (actualizando su probabilidad, impacto y estado) y analizando los riesgos emergentes.

Durante la fase de ejecución, es crucial vigilar de cerca los **disparadores** o indicadores predefinidos para cada riesgo. Estos disparadores actúan como sistemas de alerta temprana, señalando que un riesgo es inminente o se ha materializado. Cuando un disparador se activa, se debe ejecutar de inmediato el plan de respuesta correspondiente detallado en el registro, movilizándolo los recursos y las acciones previamente planificadas para mitigar la amenaza o explotar la oportunidad.

Asimismo, la monitorización debe extenderse más allá de los riesgos iniciales. Es imperativo prestar especial atención a los **riesgos residuales** (aquella porción del riesgo original que permanece tras la implementación de una respuesta) y, muy especialmente, a los **riesgos secundarios** (nuevos riesgos que surgen como consecuencia directa de haber puesto en marcha una estrategia de respuesta). Ambos tipos deben ser identificados, evaluados e incorporados al registro de riesgos para ser gestionados con el mismo rigor, cerrando así el ciclo de la gestión continua y adaptativa de los riesgos del proyecto.

### 3.6. Calidad

**Definición 3.14** La **calidad** es el grado en el que un conjunto de características inherentes de un producto, servicio, proceso o resultado del proyecto cumple con los **requisitos** establecidos y satisface las necesidades y expectativas de las partes interesadas.

La planificación de la calidad es una actividad **preventiva** que se realiza para definir **cómo** se garantizará que los entregables cumplan con los requisitos, estableciendo los procesos, estándares, métricas y criterios de aceptación **antes** de que comience el trabajo de ejecución. Una planificación robusta de la calidad reduce los costes de retrabajo, mitiga riesgos y aumenta la probabilidad de éxito del proyecto. Por ello, se integra la calidad en cada fase del proyecto.

#### 3.6.1. Metodologías para la gestión de la calidad

**Total Quality Management (TQM)**

**Definición 3.15 TQM (Gestión de Calidad Total)** es un enfoque de gestión integral que busca la participación de todos los miembros de una organización para lograr la calidad en todos los procesos y actividades, con el objetivo de satisfacer al cliente y mejorar continuamente.

Las características principales de TQM son:

- **Enfoque al cliente:** Todo el esfuerzo se orienta a satisfacer sus necesidades.
- **Mejora continua:** Busca la optimización constante de procesos (ciclo PDCA).
- **Participación total:** Implica a todos los niveles de la organización.
- **Toma de decisiones basada en datos:** Utiliza herramientas estadísticas.

**Ejemplo 3.103** Una empresa de desarrollo de software aplica TQM cuando establece revisiones de código obligatorias para todos los desarrolladores (participación total), realiza encuestas de satisfacción al cliente una vez al mes (enfoque al cliente) y utiliza gráficos de control para monitorizar la densidad de defectos (decisión basada en datos).

### Six Sigma

**Definición 3.16 Six Sigma** es una metodología basada en datos cuyo objetivo es eliminar defectos y reducir la variabilidad en los procesos, aspirando a lograr un nivel de rendimiento de hasta 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO).

3.4 DPMO es una aspiración a la **casi perfección**. Significa que un proceso es tan bueno y está tan bien controlado que sólo comete 3.4 errores por cada millón de oportunidades de cometerlo. Esto equivale a un **índice de éxito del 99.99966 %**. El nombre proviene de la estadística. “Sigma” ( $\sigma$ ) representa la **desviación estándar**, una medida de la variación en un proceso. Un proceso “seis sigma” es aquel cuya variación es tan pequeña que seis desviaciones estándar ( $6\sigma$ ) caben entre el centro del proceso y el límite de especificación más cercano (Tabla 3.9).

Nivel sigma	DPMO	Tasa de acierto
1 $\sigma$	691462	30.85 %
2 $\sigma$	308538	69.15 %
3 $\sigma$	66807	93.32 %
4 $\sigma$	6210	99.38 %
5 $\sigma$	<b>233</b>	<b>99.977 %</b>
6 $\sigma$	<b>3.4</b>	<b>99.99966 %</b>

Tabla 3.9: Niveles sigma y su rendimiento correspondiente

**Ejemplo 3.104** Una aerolínea que factura 10 millones de maletas al año y opera a  $3\sigma$ , perdería aproximadamente  $10000000 \times 66807 / 1000000 = 668070$  maletas al año.

Si la misma aerolínea consigue mejorar su nivel a  $6\sigma$ , perdería sólo  $10000000 \times 3,4 / 1000000 = 34$  maletas al año.

La diferencia es abismal.

Las características principales de Six Sigma son:

- **Enfoque DMAIC:** Define, Measure, Analyze, Improve, Control (Tabla 3.10).
- **Énfasis en la variación:** Busca procesos predecibles y estables.
- **Uso intensivo de herramientas estadísticas.**

### Lean

Fase DMAIC	Actividades clave
<b>Define</b>	Identificar el problema, el cliente y los requisitos. Formar el equipo
<b>Measure</b>	Medir el proceso actual para establecer una línea base de rendimiento
<b>Analyze</b>	Analizar datos para identificar las causas raíz de los defectos
<b>Improve</b>	Desarrollar, probar e implementar soluciones para eliminar las causas raíz
<b>Control</b>	Establecer controles para mantener las mejoras a lo largo del tiempo

Tabla 3.10: Fases de la metodología DMAIC en Six Sigma

**Definición 3.17** Lean es una filosofía de gestión centrada en la **eliminación de desperdicios** (actividades que no agregan valor) para optimizar los flujos de trabajo y crear más valor para el cliente con menos recursos.

Los tipos de desperdicio comunes son:

- **Sobreproducción:** Hacer más de lo necesario o antes de que se necesite.
- **Tiempo de espera:** Tiempos de inactividad entre procesos.
- **Transporte:** Movimiento innecesario de materiales o información.
- **Sobreprocesamiento:** Hacer más trabajo del requerido por el cliente.
- **Inventario:** Exceso de materiales o trabajo en progreso.
- **Movimientos:** Movimientos innecesarios de personas.
- **Defectos:** Productos o servicios que no cumplen los requisitos, generando retrabajo.

**Ejemplo 3.105** En un proyecto de construcción, aplicar Lean podría implicar:

- *Coordinar las entregas de materiales justo a tiempo para reducir inventario en sitio.*
- *Rediseñar la disposición de la obra para minimizar el transporte de materiales.*
- *Utilizar técnicas de construcción modular para reducir el sobreprocesamiento y los defectos.*

**Metodología 5S** Una herramienta básica en Lean es **5S**, una metodología de organización y orden del espacio de trabajo para mejorar la eficiencia, seguridad y productividad. Su nombre viene de cinco palabras japonesas que comienzan con S:

- **Seiri** (clasificar): Separar lo necesario de lo innecesario en el área de trabajo y eliminar todo aquello que no se necesita para realizar la tarea.
- **Seiton** (ordenar): Organizar de manera lógica e intuitiva los elementos necesarios para que cualquiera pueda encontrarlos y usarlos fácilmente. “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.
- **Seiso** (limpiar): Mantener limpio el entorno de trabajo, eliminando la suciedad y los desechos. La limpieza también sirve como una forma de inspección.
- **Seiketsu** (estandarizar): Crear normas y procedimientos para mantener las tres primeras S de manera consistente. Establecer horarios y responsabilidades.
- **Shitsuke** (mantener, disciplina): Fomentar el hábito de seguir los procedimientos establecidos y mantener las mejoras a lo largo del tiempo mediante compromiso y autodisciplina.

**Ejemplo 3.106** En una oficina de proyectos:

- **Seiri:** Desechar documentos antiguos y archivos digitales obsoletos del servidor.
- **Seiton:** Etiquetar armarios y estanterías, y crear una estructura de carpetas digital clara y lógica.



- **Seiso:** Limpiar las estaciones de trabajo y realizar una limpieza regular de los equipos.
- **Seiketsu:** Crear una guía de “orden y limpieza” para la oficina con normas para todos (ej., cómo nombrar archivos, dónde guardar materiales).
- **Shitsuke:** Realizar auditorías 5S mensuales para asegurar que se siguen las normas.

**Value Stream Mapping (VSM) / Mapeo de la Cadena de Valor** Es una herramienta visual para analizar y diseñar el flujo de materiales e información necesarios para llevar un producto o servicio desde su concepción hasta la entrega al cliente.

- **Propósito:** Identificar y eliminar **desperdicios** (tiempos de espera, inventarios, movimientos innecesarios, etc.) en todo el proceso, no solo en un paso individual.
- **Resultado:** Un diagrama (el “mapa”) que muestra todos los pasos del proceso, tanto los que agregan valor como los que no, junto con datos clave como tiempos de ciclo, tiempos de espera y cantidad de trabajo en progreso.

### Lean Six Sigma

**Definición 3.18** **Lean Six Sigma** es una metodología integradora que combina la filosofía **Lean** de eliminación de desperdicios con las herramientas **Six Sigma** de reducción de la variación y los defectos. Su objetivo es mejorar la velocidad, eficiencia y calidad de los procesos.

Al abordar tanto la **eficiencia** (hacer las cosas rápido, eliminando desperdicios) como la **eficacia** (hacer las cosas bien, reduciendo defectos), se consigue una **ventaja clave** (Tabla 3.11).

Aportación de Lean	Aportación de Six Sigma
Identificar y eliminar desperdicios (MUDA)	Reducir la variabilidad en los procesos
Mejorar el flujo y reducir el tiempo de ciclo	Utilizar datos y análisis estadístico
Value Stream Mapping, 5S	DMAIC, control estadístico

Tabla 3.11: Sinergia entre Lean y Six Sigma

### Selección de la metodología adecuada

La elección de una metodología u otra (o una combinación) depende del contexto del proyecto y de los objetivos de calidad prioritarios. La Tabla 3.12 muestra algunas recomendaciones entre estas 4 metodologías de calidad.

Metodología	Objetivo principal	Contexto de proyecto apropiado
<b>TQM</b>	Mejora continua y satisfacción total del cliente	Organizaciones que buscan un cambio cultural profundo hacia la calidad
<b>Six Sigma</b>	Reducir defectos y variación (precisión)	Proyectos con procesos repetitivos y problemas complejos de calidad
<b>Lean</b>	Eliminar desperdicios y mejorar la velocidad (eficacia/calidad)	Proyectos donde el tiempo y la eficiencia de recursos son críticos
<b>Lean Six Sigma</b>	Mejorar eficiencia (velocidad) y eficacia (calidad)	Proyectos que requieren optimizar tanto el flujo como la calidad del output

Tabla 3.12: Guía para la selección de metodologías de calidad

**Ejercicio 3.70** Para cada uno de los siguientes escenarios, indicar qué metodología de calidad (TQM, Six Sigma, Lean o Lean Six Sigma) sería la más apropiada y justificar brevemente por qué.

1. Una fábrica de automóviles quiere reducir el número de vehículos que salen de la línea de producción con defectos de pintura.

2. *Una startup de software ágil quiere mejorar radicalmente la satisfacción de sus usuarios finales con la usabilidad de su app.*
3. *Una consultora quiere reducir el tiempo total que transcurre desde que un cliente solicita una propuesta hasta que esta es entregada.*
4. *Un hospital quiere reducir simultáneamente el tiempo de espera en urgencias y el porcentaje de errores en la administración de medicamentos.*

#### 3.6.2. Normas y reglamentos de calidad

La diferencia entre una norma y un reglamento radica en que el usuario está obligado a aplicar el reglamento, pero es libre de aplicar la norma. Sin embargo, una norma generalmente reconocida sí ejerce cierto grado de influencia:

- **Norma:** conjunto de reglas que las partes acuerdan voluntariamente sobre sus productos, servicios o procesos. Estos acuerdos suelen realizarse a través de un organismo nacional o internacional.
- **Reglamento:** disposición obligatoria con base jurídica dictada por una autoridad administrativa. Puede ser de ámbito local, nacional o internacional. Muchas normas se convierten en reglamentos.

La elección de las normas/reglamentos adecuados depende del sector, el tamaño de la organización y sus objetivos estratégicos. Muchas organizaciones optan por implementar sistemas integrados que combinen varios, ya que esto les da ciertas ventajas sobre otras organizaciones de la competencia:

- **Mejora de la consistencia:** Los procesos estandarizados conducen a resultados predecibles y de mayor calidad.
- **Mayor satisfacción del cliente:** El enfoque en cumplir requisitos y mejorar continuamente aumenta la confianza y lealtad del cliente.
- **Ventaja competitiva:** La certificación en estándares reconocidos es a menudo un requisito para participar en licitaciones y acceder a nuevos mercados.
- **Reducción de costes:** Al prevenir errores y reducir desperdicios, se optimiza el uso de recursos.
- **Toma de decisiones basada en datos:** Los estándares fomentan la medición y el análisis para guiar las mejoras.

#### 3.6.3. Herramientas básicas de planificación de la calidad

Independientemente de la metodología elegida, estas herramientas son fundamentales en la fase de planificación:

- **Diagrama de flujo:** Permite visualizar y entender un proceso, identificando pasos, puntos de decisión y potenciales ineficiencias o riesgos de calidad.
- **Análisis de coste-beneficio:** Se evalúa el balance entre el coste de implementar las actividades de calidad y el beneficio esperado (menos retrabajo, mayor satisfacción). Se aplica la **regla 1-10-100**.
- **Análisis del coste de la calidad:** El grado óptimo de calidad se alcanza cuando el beneficio incremental de las mejoras, iguala al coste en que se incurre (Figura 3.18). El cruce entre ambas líneas sería el punto óptimo, puesto que llega un momento en el que por mucho que se mejore o intente mejorar la calidad dentro del proyecto, el beneficio que se obtiene es inferior frente al coste que implica. Por tanto, llegado ese punto se debe dejar de establecer el proceso de calidad y no seguir ampliándolo, porque es contraproducente para el propio proyecto.
- **Benchmarking:** Comparar las prácticas de calidad planificadas con las de proyectos similares para establecer objetivos ambiciosos pero realistas.
- **Análisis de alternativas:** Evaluar diferentes enfoques, herramientas o metodologías de calidad para seleccionar la más adecuada para el proyecto.

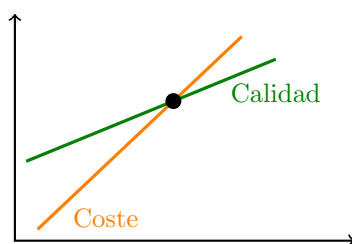


Figura 3.18: Análisis marginal calidad—costes

- **Brainstorming:** Utilizada para generar ideas sobre posibles problemas de calidad, sus causas y soluciones, involucrando al equipo del proyecto.
- **Matriz de priorización:** Partiendo de proyectos pasados similares, esta matriz ayuda a clasificar los problemas o riesgos de calidad identificados en función de su impacto y probabilidad, para focalizar los esfuerzos de planificación donde más se necesitan.

### 3.6.4. Expectativas, criterios de aceptación y métricas

Además de la estrategia general de calidad (metodologías, normas, reglamentos, etc.), es necesario especificar las expectativas de calidad, los criterios de aceptación y las métricas de calidad.

**Definición 3.19** Una **expectativa de calidad** es un deseo o declaración sobre la calidad que se espera de la salida del proyecto.

Un criterio de aceptación es un valor requerido en una escala definida que la salida del proyecto debe cumplir para ser aceptable con un resultado claro de aprobado/no aprobado (ver la Sección 3.1.3). Debe formularse **al menos un criterio de aceptación para cada expectativa de calidad** con el fin de determinar si se ha cumplido dicha expectativa.

**Ejemplo 3.107** *Expectativa y criterio de aceptación sobre un software:*

- **Expectativa:** “El software debe ser fácil de usar.”
- **Criterio de aceptación:** “El 90 % de los usuarios del grupo de prueba debe poder completar las 5 tareas principales sin ayuda en menos de 3 minutos cada una.”

**Ejemplo 3.108** *Expectativa y criterio de aceptación sobre un informe:*

- **Expectativa:** “El informe final debe ser conciso.”
- **Criterio de aceptación:** “El documento no excederá las 20 páginas, incluyendo anexos.”

**Ejemplo 3.109** *Expectativa y criterio de aceptación sobre un material:*

- **Expectativa:** “El material de construcción debe ser seguro.”
- **Criterio de aceptación:** “El material deberá contar con la certificación ISO 45001 y un índice de resistencia al fuego Clase A según la normativa EN 13501-1.”

Las **métricas de calidad** describen de manera específica un atributo del producto o del proyecto, y la manera en que el proceso de control de la calidad verificará su cumplimiento. Es decir, las métricas hacen medibles los criterios de aceptación, especificando **con qué y cómo** se va a validar el cumplimiento de la calidad.

**Ejemplo 3.110** Según el elemento que se quiera verificar:

- **Sensibilidad a defectos:** Porcentaje de defectos detectados vs. defectos totales.
- **Ratios de fallo:** Número de incidencias por unidad de tiempo o uso.
- **Disponibilidad:** Tiempo de funcionamiento correcto respecto al tiempo total.
- **Fiabilidad:** Probabilidad de funcionamiento sin fallos en un período determinado.

Por tanto, las expectativas, criterios de aceptación y métricas permiten definir cómo se **validará** y **verificará** la calidad de los entregables:

- **Verificación:** ¿Se está construyendo el producto correctamente? (cumplimiento de especificaciones)
- **Validación:** ¿Se está construyendo el producto correcto? (cumplimiento de necesidades del cliente)

Son el puente crucial entre los requisitos del cliente y las métricas específicas que el equipo del proyecto debe cumplir. Su correcta definición durante la planificación es fundamental para:

- **Evitar ambigüedades:** Transformar deseos subjetivos en requisitos medibles.
- **Gestionar expectativas:** Alinear las expectativas de todas las partes interesadas.
- **Prevenir conflictos:** Establecer condiciones claras para la aceptación final.
- **Facilitar la medición:** Proporcionar base objetiva para el control de calidad.

**Ejercicio 3.71** Para un proyecto de desarrollo de una plataforma de comercio electrónico:

1. Identifica TRES expectativas de calidad clave para el cliente.
2. Para cada expectativa, define un criterio de aceptación medible.
3. Propón una métrica específica para verificar el cumplimiento de cada criterio.
4. ¿Qué método de verificación utilizarías para cada métrica?

La definición temprana de expectativas, criterios de aceptación y métricas asociadas es la base para una gestión de calidad efectiva, permitiendo una verificación objetiva y una validación alineada con las necesidades reales del cliente.

### 3.6.5. Actividades de calidad

En la planificación de la calidad, además de definir metodologías, estándares y métricas, es fundamental identificar **qué actividades de aseguramiento (QA)** y de **control (QC)** se van a realizar, en qué **momentos** del ciclo de vida del proyecto, y qué **responsables** estarán asignados.

- **Aseguramiento de la calidad (QA - Preventivo):** actividades centradas en los procesos para evitar que se introduzcan defectos.
  - Auditorías de proceso planificadas.
  - Revisiones de diseño y arquitectura.
  - Sesiones de formación del equipo en estándares.
  - Definición de checklists de verificación en cada fase.
- **Control de la calidad (QC - Correctivo)<sup>7</sup>:** actividades centradas en el producto/servicio para detectar defectos y corregirlos.

<sup>7</sup>En planificación, se definen **qué** pruebas se harán y **cuándo**, no cómo se ejecutarán ni qué hacer con los resultados.

- Inspecciones y pruebas planificadas.
- Revisiones de entregables por pares.
- Pruebas de aceptación con el cliente.
- Verificación de materiales o resultados contra los criterios de aceptación.

Las actividades de QA y QC deben incorporarse explícitamente en el cronograma del proyecto, de manera que no se perciban como “costes ocultos” ni tareas secundarias. Asimismo, a dichas actividades habrá que asignarles recursos con sus correspondientes roles y responsabilidades, para lo que se puede usar una matriz RAM (ver Sección 3.3.1).

**Ejemplo 3.111** *Ejemplos de integración de actividades de calidad en el cronograma:*

- *Planificar auditorías de calidad al cierre de cada fase (ej., fin de análisis, fin de diseño, fin de desarrollo).*
- *Incluir hitos específicos de revisiones de entregables antes de la aprobación de cliente.*
- *Asignar tiempos y recursos a la ejecución de pruebas y validaciones.*
- *Reservar buffers de tiempo para corrección de defectos detectados en las pruebas de control.*



---

## Tema 4

# Ejecución del proyecto

---

La fase de ejecución es donde el plan del proyecto se convierte en acción. Implica movilizar y coordinar todos los recursos (humanos, materiales, financieros) para realizar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto, con el objetivo de producir los entregables. Por tanto, es fundamental que el PM sepa **dirigir y gestionar el trabajo y el conocimiento generado**. Esto asegura que el trabajo se lleve a cabo de manera coordinada y que el aprendizaje se capture para beneficio del proyecto actual y los futuros.

### 4.1. Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto

**Definición 4.1** Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto consiste en **liderar y llevar a cabo el trabajo** definido e **implementar los cambios aprobados** para alcanzar los objetivos del proyecto.

Por tanto, se **supervisa, coordina y garantiza que todo lo planificado** se lleve a cabo según el plan, asegurando que se realice de **manera exitosa**.

Durante la ejecución del proyecto, la responsabilidad principal del PM es **hacer que el trabajo se desarrolle según lo establecido**, integrando toda la ejecución del trabajo en un esfuerzo coordinado que produzca los entregables y, en última instancia, el producto/servicio resultado. En este proceso están involucrados el PM y el equipo de trabajo<sup>1</sup>, y requiere:

- Realizar las actividades para conseguir los objetivos del proyecto (es decir, ejecutarlo). De aquí se obtendrán los **entregables**, cualquier producto, resultado o capacidad único y verificable para ejecutar un servicio que se produce para completar un proceso, una fase o un proyecto. Por lo general, los entregables son los resultados del proyecto. Una vez completada cada versión de un entregable, esta debe ser validada por el cliente para, en caso de no estar satisfecho, poder aplicar cambios.
- Entrenar y gestionar a los miembros del equipo asignados al proyecto.
- Implementar los métodos y estándares planeados en la planificación.
- Gestionar los contratos.
- Generar **datos de desempeño del trabajo** para analizar en la monitorización y control. Estos datos son observaciones y mediciones brutas identificadas durante las actividades ejecutadas para llevar a cabo el trabajo del proyecto (fechas reales de comienzo y finalización de las actividades planificadas, estado de los entregables, número de solicitudes de cambio, avance del cronograma, costes reales incurridos, duraciones reales, etc.). Los datos se recopilan a través de la ejecución de los trabajos y se pasan a los procesos de control para su posterior análisis. En general, son **datos indicativos** de lo que se está ejecutando en cuanto a cronograma, coste, alcance, etc.

---

<sup>1</sup>El equipo de trabajo es el que va a facilitar los datos de las actividades que se están realizando, que se analizarán después en la monitorización y el control para ver el rendimiento.

- Gestionar los riesgos.
- Cuando se detectan problemas durante la ejecución del trabajo del proyecto, se pueden presentar **solicitudes de cambio**, propuestas formales para modificar cualquier documento, entregable o línea base. Cualquier parte interesada del proyecto puede solicitar un cambio. Las solicitudes de cambio se procesan para su revisión y tratamiento por medio del **control integrado de cambios** (Sección 5.2). Las solicitudes de cambio pueden incluir:
  - **Acciones correctivas:** Acciones que hay que realizar para volver a alinear el rendimiento del proyecto al plan. En general, **cuando hay desviaciones en el proyecto, hay que aplicar acciones correctivas**.
  - **Acciones preventivas:** Acciones que se realizan para reducir la probabilidad de sufrir consecuencias negativas que afecten al buen desarrollo del proyecto. Suelen ir asociadas a prevenir riesgos (a su impacto o a su probabilidad).
  - **Acciones de reparación de defectos:** Cuando se identifica formalmente un defecto en un entregable del proyecto, este cambio implica una recomendación de reparar dicho defecto o reemplazarlo completamente.
  - **Actualizaciones:** Cambios en los documentos del proyecto para recoger los cambios que han sido aprobados, planes o documentos que se han modificado o añadido.

Como resultado a estas solicitudes, los cambios pueden aprobarse, aplazarse o rechazarse. Las solicitudes de cambio aprobadas se implementarán, mientras que las solicitudes de cambio aplazadas o rechazadas se comunican a la persona o grupo que solicita el cambio. El estado de todas las solicitudes de cambio se debería registrar en un **registro de cambios**.

- Recoger y documentar el **registro de incidentes**. El PM normalmente enfrentará problemas, brechas, inconsistencias o conflictos que ocurren de manera inesperada y que requieren alguna acción para que no impacten el desempeño del proyecto. El registro de incidentes es un documento del proyecto en el que se registra y da seguimiento a todos los incidentes. Los datos sobre los incidentes pueden incluir:
  - Tipo de incidente.
  - Quién planteó el incidente y cuándo.
  - Descripción.
  - Prioridad.
  - ...

El registro de incidentes ayuda al PM a realizar el seguimiento y la gestión de los incidentes de manera efectiva, asegurando que sean investigados y resueltos.

- Recoger y documentar las **lecciones aprendidas**. Esto se consigue **gestionando el conocimiento del proyecto**, utilizando el conocimiento existente y **creando nuevo conocimiento** para alcanzar los objetivos del proyecto y contribuir al aprendizaje organizacional. Este “conocimiento” hace referencia al **conocimiento explícito** (conocimiento que puede codificarse fácilmente mediante palabras, imágenes y números) y también al **conocimiento tácito** (conocimiento que tienen las personas del proyecto, es personal y difícil de expresar como creencias, percepciones, experiencia y el “saber hacer”). El conocimiento explícito se relaciona con la **gestión de la información** a través de:
  - Servicios de biblioteca.
  - Recopilación de información (búsquedas web, lectura de artículos...).
  - Registro de lecciones aprendidas de proyectos pasados.
  - ...

Sin embargo, desde un punto de vista de gestión, lo importante no es tan solo gestionar el conocimiento “escrito” (es decir, las lecciones aprendidas), sino crear un entorno favorable de comunicación y participación que permita y facilite la compartición del mismo. Esta gestión del conocimiento conecta a los miembros del equipo del proyecto mediante:



- Creación de relaciones de trabajo mediante interacción social informal o redes sociales en línea (por ejemplo, foros donde los participantes puedan formular preguntas abiertas).
- Reuniones, presenciales o virtuales.
- Talleres o aprendizaje por observación (“work shadowing”<sup>2</sup>) y observación invertida (“reverse shadowing”<sup>3</sup>).
- Ferias y cafés del conocimiento.
- ...

Se trata de que **el PM cree este entorno favorable** para que haya comunicación y participación por parte de todos los miembros del equipo y que este conocimiento **se difunda a todos los niveles** (puede incluir a las partes interesadas cuando sea necesario), para que todo el mundo esté informado de lo que está pasando en el proyecto.

El **registro de lecciones aprendidas** es un documento donde se van registrando las lecciones aprendidas que se van encontrando durante el proyecto. Puede incluir la categoría y la descripción de la situación, el impacto, las recomendaciones y las acciones propuestas relacionadas con la situación, puede registrar desafíos, problemas, riesgos y oportunidades realizados, u otro contenido según corresponda. Al final de un proyecto o fase, la información se transfiere a un “repositorio de lecciones aprendidas”.

Para poder hacer todo esto de manera adecuada, es necesario que el PM gestione de manera adecuada la **comunicación** dentro del proyecto, que tenga **liderazgo situacional** (ver la Sección 4.4.1) y gestione los planes del proyecto como un todo cohesionado, no solo como planes individuales sueltos.

## 4.2. Partes interesadas y comunicaciones

En la fase de ejecución del proyecto, la gestión de las partes interesadas y las comunicaciones adquiere un papel crítico para asegurar el éxito. Un proyecto no se desarrolla en aislamiento: está influenciado por las necesidades, expectativas y percepciones de las personas y organizaciones que, de una u otra forma, se ven afectadas por él. Por ello, resulta esencial **recopilar, crear, distribuir, almacenar, recuperar, gestionar, monitorizar y disponer adecuadamente de la información del proyecto** de manera oportuna y eficaz.

La comunicación efectiva no solo consiste en transmitir datos, sino en asegurar que la información llegue **en el momento justo, al destinatario correcto y con la claridad necesaria** para que pueda ser comprendida y utilizada en la toma de decisiones. Esto implica establecer canales claros, definir responsabilidades y mantener un flujo constante de información bidireccional.

El PM debe mantener la **estrategia de comunicación con las partes interesadas** que se planificó. Este plan describe para cada parte interesada (o grupo):

- El **porqué** de la comunicación (**objetivo**).
- El contenido del mensaje (**qué**), así como el nivel de detalle requerido. Es fundamental, pues el mensaje debe alinearse con las expectativas de cada parte interesada y estar orientado a fomentar su compromiso con el proyecto.
- El responsable de emitir la comunicación (**quién**).
- La frecuencia y el momento adecuado (**cuándo**).
- El canal o medio (**cómo**), determinando si será escrito/oral, formal/informal, “push”/“pull”, tecnología de la comunicación adecuada... Se deben considerar diferentes factores, destacando:

<sup>2</sup>Práctica en la que un individuo observa y sigue a otro en su trabajo diario para aprender de sus actividades, procesos y habilidades. Por lo general, el individuo que observa es alguien menos experimentado o que busca adquirir conocimientos específicos relacionados con el trabajo del otro individuo. Durante el proceso de shadowing, el observador puede hacer preguntas, tomar notas y participar en actividades menores, pero principalmente está allí para absorber y aprender de la experiencia del otro. En el contexto de la gestión del conocimiento de un proyecto, el work shadowing puede ser una herramienta valiosa para transferir conocimientos y habilidades entre miembros del equipo.

<sup>3</sup>Se refiere a la práctica en la que un individuo menos experimentado o más joven guía, enseña o asesora a un individuo más experimentado. En el contexto de la gestión del conocimiento de un proyecto, el reverse shadowing puede ser beneficioso al fomentar el intercambio de conocimientos bidireccional dentro del equipo. Permitir liderar sesiones de reverse shadowing donde comparten su conocimiento con colegas más experimentados puede ayudar a introducir nuevas ideas y perspectivas en el equipo.

- **Urgencia de la necesidad de información** (cada cuánto se necesita que la información vaya fluyendo).
- **Disponibilidad y confiabilidad de la tecnología.**
- **Experiencia de los interlocutores** (usar canales/medios/herramientas que todos sepan usar, fácil y accesible).
- **Entorno del proyecto** (si se va a reunir cara a cara o en un entorno virtual, diferencias horarias, etc.).
- **Sensibilidad y confidencialidad de la información** (incluir medidas de seguridad adicionales, tener políticas para los empleados...).

Se priorizará siempre que se puedan los canales que permitan obtener **retroalimentación** (información sobre las reacciones a las comunicaciones, que apoya la comunicación interactiva). Se incluyen a continuación algunas recomendaciones:

- **Comunicación escrita:** incluye cartas, informes, correos electrónicos y otros medios digitales de comunicación, en los que falta la comunicación no verbal. El texto debe ser comprensible, preciso, conciso y atractivo para el receptor:
  - *Comprensible:* se adapta el mensaje al grupo destinatario, por ejemplo, mediante frases cortas, resúmenes lógicos (preferiblemente presentados en forma de lista de viñetas), evitando palabras difíciles y abreviaturas poco comunes.
  - *Preciso:* el mensaje no plantea dudas.
  - *Conciso:* se escribe con eficacia, evitando las palabras superfluas y, si es posible, expresando el significado en una sola palabra o frase.
  - *Atractivo:* el texto resulta atractivo cuando se personaliza, se utilizan ejemplos reconocibles y se varían la estructura de las frases y la elección de las palabras.
- **Presentaciones:** al presentar, se transmite oralmente información a un grupo, usualmente con apoyo audiovisual. El PM suele tener que hacer presentaciones con regularidad. La eficacia se consigue con una preparación (adaptado al tema y al público), una ejecución y un apoyo visual adecuados.
  - *Ejecución:* cuidar el ritmo y el volumen de la voz, variar el tono, articular correctamente, hacer pausas breves y establecer interacción con el público desde el inicio, formular preguntas en momentos oportunos... Se recomienda estructurar la presentación como un sándwich: primero anunciar lo que se va a comunicar, luego desarrollarlo y finalmente resumir lo expuesto. La calidad del orador determina aproximadamente el 70 % del impacto de la presentación, mientras que generalmente la audiencia recuerda menos del 10 % de la información. Por ello, al finalizar, es esencial resumir el contenido para reiterar el mensaje principal que se desea transmitir.
  - *Apoyo visual:* Es útil mostrar la estructura de la presentación al inicio y asegurarse de que la audiencia sepa en todo momento en qué parte del discurso se está. Se recomienda que haya un tema por diapositiva.

Las partes interesadas son un factor determinante: su feedback puede impulsar el proyecto hacia resultados positivos o, por el contrario, convertirse en un obstáculo si no se atienden sus preocupaciones. La clave está en construir relaciones de confianza, mantenerlos informados y lograr su implicación, asegurando así una ejecución fluida y orientada al éxito.

### 4.2.1. Escucha activa

Trabajar con las partes interesadas también implica **escuchar activamente** para entender el mensaje con claridad, ya que se centra en querer entender a la otra persona. Para ello, se pueden utilizar varias técnicas, siendo las más conocidas:

- **Fórmula LSQ:** LSQ son las siglas en inglés de escuchar, resumir y preguntar (listening, summarising and asking questions). Hay que escuchar lo que dice el emisor, resumir el mensaje para comprobar si se ha entendido correctamente y hacer preguntas para comprenderlo mejor.

- **Parafrasear/Paparrotear:** al parafrasear, se resume con las propias palabras lo que ha dicho el emisor, transmitiéndole que se ha entendido la intención del mensaje. Paparrotear consiste en repetir las palabras al pie de la letra, haciendo saber al emisor que se ha entendido perfectamente lo que ha dicho y que no se están tergiversando sus palabras. Hay que decidir qué es lo que mejor se adapta a cada situación.

#### 4.2.2. Niveles de comunicación

Toda comunicación consta de múltiples niveles de mensaje, que son importantes para **atender las inquietudes** de las partes interesadas y **fomentar su participación** en las decisiones clave. Estos niveles son:

- **Nivel de información factual:** el contenido literal.
- **Nivel de autorrevelación:** sentimientos y actitudes del emisor.
- **Nivel relacional:** la forma en que se percibe y juzga del emisor.
- **Nivel apelativo:** las expectativas o demandas hacia el receptor.

Los niveles autorrevelación y relacional aportan carga emocional a los otros niveles, pudiendo marcar la diferencia entre el compromiso y la oposición. Reconocer y gestionar estas dimensiones es clave para anticipar conflictos y reducir riesgos.

**Ejemplo 4.1** *Tras las pruebas, resulta que el diseño no cumple los requisitos del cliente. El PM, molesto, dice al diseñador:*

*“Es la SEGUNDA vez que entregas un diseño equivocado. Toda la producción se ha paralizado”.*

*Los mensajes transmitidos son:*

- **Información factual:** *“Es la segunda vez que entregas un diseño equivocado. Toda la producción se ha paralizado”.*
- **Autorrevelación:** *“Estoy enfadado e indignado”.*
- **Relacional:** *“No puedo confiar en ti”.*
- **Apelativo:** *“Corrige el diseño y mejora tu trabajo de inmediato”.*

#### 4.2.3. Gestión de reuniones

**Definición 4.2** Las **reuniones** son encuentros planificados, con un plazo determinado, cuyo propósito es debatir temas específicos y llegar a acuerdos o tomar decisiones.

En el contexto de la ejecución de un proyecto, una correcta gestión de las reuniones es fundamental para evitar pérdidas de tiempo y asegurar que contribuyan de forma efectiva al avance del trabajo. Es importante mantener una frecuencia de reuniones que permita disponer de toda la información necesaria para la toma de decisiones y el seguimiento, pero sin que sean tan frecuentes que interfieran o ralenticen la ejecución de las tareas del proyecto.

Para que una reunión sea **efectiva**, es necesario establecer normas y procedimientos que aseguren el cumplimiento de los objetivos previstos sin penalizar la productividad del equipo. Esto implica, entre otras cosas, definir con antelación su propósito, el orden del día, los participantes necesarios y las reglas básicas de funcionamiento.

**Ejemplo 4.2** *No permitir el uso del móvil, pedir turno de palabra, evitar interrupciones...*

A continuación, se detallan las **fases** de la gestión de reuniones junto con las principales recomendaciones para que sean eficaces:

##### 1. Preparación

- Definir claramente la finalidad de la reunión, los objetivos y las expectativas para que cada participante sepa qué debe aportar.
- Determinar los puntos del orden del día junto con el tiempo asignado a cada uno, diseñando una estructura clara para el orden del día.

**Ejemplo 4.3** *Comenzar por puntos informativos, reservar tiempo para la toma de decisiones y dejar para el final los temas destinados a la formación de opiniones.*

- Decidir el lugar, la fecha y la hora de inicio y fin de la reunión.
- Invitar únicamente a los participantes esenciales (que a la reunión acudan las personas necesarias para tratar ese tema y no todos los interesados) y garantizar su asistencia.
- Reunir y preparar la documentación necesaria, enviándola con el orden del día y las notas con la debida antelación.
- Coordinar con quienes deseen proponer puntos adicionales para acordar su contenido, enfoque y tiempos.

### 2. Desarrollo

- Nombrar un moderador (puede ser el PM) que abra la reunión, presente el orden del día y controle el tiempo, el foco y las posibles desviaciones.
- Revisar y aprobar las actas de la reunión anterior.
- Abordar los temas en el orden previsto, fomentando la participación y asegurando la escucha activa. Si surgen temas que no estaban planeados en la reunión, pero que se consideran importantes, se debería agendar otra reunión para verlo.
- Respetar las reglas acordadas.
- Cumplir los tiempos asignados y evitar que la reunión se prolongue innecesariamente.
- Establecer tareas y responsables al trabajo resultado de la reunión.
- Resumir al final los acuerdos y, si procede, fijar la fecha y hora de la próxima reunión.

### 3. Seguimiento

- El secretario redacta el acta, registrando las decisiones, las líneas de acción acordadas, los responsables y los plazos, enviándosela al presidente para su aprobación.
- Distribuir el acta a los participantes y personas relevantes en un plazo breve.
- Si no es posible enviar el acta “inmediatamente”, remitir primero una lista de acciones acordadas.

## 4.3. Adquirir recursos y gestionar adquisiciones

En la ejecución del proyecto hay que ir “adquiriendo” los diferentes recursos (miembros del equipo, instalaciones, equipamiento, materiales, suministro, etc.) que se vayan a necesitar para llevar a cabo el trabajo del proyecto. Para las adquisiciones, será necesario conocer qué, cómo, cuándo, dónde y cuánto adquirir, teniendo en cuenta el tipo de contrato, la planificación y los riesgos identificados. Además, es fundamental mantener un control preciso de los gastos. Los datos de coste suelen obtenerse de documentos como solicitudes de compra, órdenes de compra, facturas de proveedores y comprobantes de pago.

### 4.3.1. Adquisiciones de recursos

Es necesario seguir una serie de pasos para adquirir los recursos (bienes, servicios o recursos humanos) necesarios para completar el proyecto, desde el análisis estratégico inicial hasta la gestión operativa de los contratos y costes.

### Análisis de “hacer o comprar”

El primer paso estratégico es determinar si el trabajo se realizará con recursos internos de la organización (**hacer**) o si se obtendrá de proveedores externos (**comprar** o subcontratar). Esta decisión es resultado de un análisis que considera diversos factores:

- Asignación actual de recursos de la organización y sus habilidades/capacidades.
- Necesidad de habilidades especializadas no disponible internamente.
- Deseo de no ampliar las obligaciones laborales permanentes.
- Necesidad de experiencia independiente para auditorías o validaciones críticas.
- Evaluación de los riesgos involucrados en cada opción (control interno vs. dependencia externa).

En algunos casos, ciertos recursos (especialmente miembros del equipo) pueden ser **preasignados** debido a una demanda del cliente, a la dependencia de su pericia específica o porque formaban parte de la propuesta inicial del proyecto.

### Selección de proveedores

Una vez decidido “comprar”, se debe realizar un **análisis de selección de proveedores**. El método de selección depende de la naturaleza de la adquisición:

- **Menor coste.** Para adquisiciones de carácter estándar o rutinario en las que existen prácticas y estándares bien establecidos y de las que se espera un resultado específico y bien definido, el cual puede ejecutarse a diferentes costes.
- **Por calificaciones.** El tiempo y el coste de un proceso completo de selección no tendría sentido, porque el valor de la adquisición es relativamente bajo. El comprador establece una lista breve y selecciona al oferente con la mejor credibilidad, calificaciones, experiencia, pericia, áreas de especialización y referencias.
- **Por coste y calidad.** Cuando el riesgo y/o la incertidumbre del proyecto son mayores, la calidad debería ser un elemento clave en comparación con el coste.
- **Por propuesta técnica superior/basada en calidad.** Se pide a las empresas oferentes que presenten una propuesta con detalles técnicos y de costes; si la propuesta técnica resulta ser aceptable, se les invita a negociar el contrato. Según este método, las propuestas técnicas se evalúan primero en base a la calidad de la solución técnica ofrecida. Se selecciona al vendedor que presentó la propuesta técnica con mayor puntuación, siempre que su propuesta financiera pueda ser negociada y aceptada.
- **Presupuesto fijo.** Se da a conocer el presupuesto disponible a los vendedores invitados y se selecciona la propuesta técnica mejor calificada dentro del límite del presupuesto. Debido a que los vendedores están sujetos a una restricción de coste, adaptarán el alcance y la calidad de su oferta a ese presupuesto. Por tanto, debe asegurarse de que el presupuesto es compatible con el enunciado del trabajo y que el vendedor será capaz de realizar las tareas dentro del presupuesto. Este método solamente es adecuado cuando el enunciado del trabajo está definido de manera precisa, no se prevén cambios, y el presupuesto es fijo y no puede ser superado.
- **Proveedor único.** Un único proveedor prepara las propuestas técnicas y financieras que luego se negocian. Al no existir competencia, este método sólo es aceptable cuando está debidamente justificado (debe entenderse como una excepción).

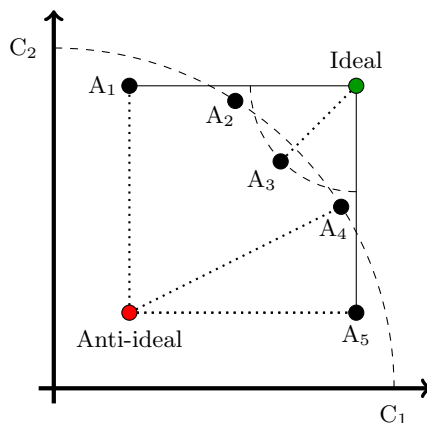


Figura 4.1: Conjunto de alternativas frente a dos criterios

### Herramientas para la toma de decisiones: TOPSIS

Al ser necesario considerar diferentes factores (como coste, capacidad, experiencia, conocimiento, disponibilidad...) para determinar cuál es el recurso óptimo, las herramientas de **análisis de decisiones con múltiples criterios** vuelven a ser de gran utilidad al hacer un análisis desde varios puntos de vista y elegir la alternativa que más convenga de acuerdo a las necesidades identificadas y los criterios considerados. Además de AHP (ver Sección 3.1.3), otra metodología de MCDM muy extendida es la **Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)**, que trata de buscar la "alternativa ideal", entendiendo esta como la mejor solución de compromiso (la más próxima a la alternativa ideal y la más lejana a la anti-ideal, Figura 4.1).

La metodología de TOPSIS es la siguiente:

1. **Establecer la matriz de decisión.** Este método evalúa una matriz de decisión como la mostrada en la Tabla 4.1, donde hay  $m$  alternativas ( $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_m$ ), las cuales se evalúan en función de  $n$  criterios ( $C_1, C_2, \dots, C_j, \dots, C_n$ ). Los valores de  $x_{ij}$  indican la valoración de la  $i$ -ésima alternativa en términos del  $j$ -ésimo criterio y  $w = [w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n]$  es el vector de pesos asociado con  $C_j$ . Dado que los pesos de los criterios no tienen el mismo significado y no todos tienen la misma importancia, estos pesos pueden obtenerse de diferentes modos, como asignación directa, el método AHP, etc. En cualquier caso, debe cumplirse que  $\sum w_j = 1$ .

	$w_1$	$w_2$	$\dots$	$w_n$
	$C_1$	$C_2$	$\dots$	$C_n$
$A_1$	$x_{11}$	$x_{12}$	$\dots$	$x_{1n}$
$A_2$	$x_{21}$	$x_{22}$	$\dots$	$x_{2n}$
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
$A_m$	$x_{m1}$	$x_{m2}$	$\dots$	$x_{mn}$

Tabla 4.1: Matriz de decisión

2. **Normalizar la matriz de decisión.** Hay que convertir los valores  $x_{ij}$  en valores no dimensionales  $\bar{n}_{ij}$ . Esta matriz de decisión normalizada se calcula como:

$$\bar{n}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij})^2}} \quad (4.1)$$

3. **Construir la matriz de decisión normalizada ponderada.** Se calculan los valores normalizados ponderados  $\bar{v}_{ij}$ :

$$\bar{v}_{ij} = w_j \cdot \bar{n}_{ij} \quad (4.2)$$

4. **Determinar la solución ideal positiva y la solución ideal negativa.** El valor ideal positivo  $\bar{A}^+$  y el valor ideal negativo  $\bar{A}^-$  se determina como:

$$\bar{A}^+ = \{\bar{v}_1^+, \dots, \bar{v}_n^+\} = \{(\max_i \bar{v}_{ij}, j \in J)(\min_i \bar{v}_{ij}, j \in J')\} \quad (4.3)$$

$$\bar{A}^- = \{\bar{v}_1^-, \dots, \bar{v}_n^-\} = \{(\min_i \bar{v}_{ij}, j \in J)(\max_i \bar{v}_{ij}, j \in J')\} \quad (4.4)$$

donde  $J$  está asociado con los criterios a maximizar y  $J'$  está asociado con los criterios a minimizar.

5. **Calcular las medidas de distancia.** La separación de cada alternativa de la solución ideal positiva y a la solución ideal negativa se determina, en este caso, como la distancia Euclídea  $m$ -multidimensional.

La distancia a la solución ideal positiva  $\bar{A}^+$  está dada por:

$$\bar{d}_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\bar{v}_{ij} - \bar{v}_j^+)^2} \quad (4.5)$$

y de la solución ideal negativa  $\bar{A}^-$  por:

$$\bar{d}_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\bar{v}_{ij} - \bar{v}_j^-)^2} \quad (4.6)$$

6. **Calcular la proximidad relativa a la solución ideal.** La proximidad relativa  $\bar{R}_i$  a la solución ideal puede expresarse como:

$$\bar{R}_i = \frac{\bar{d}_i^-}{\bar{d}_i^+ + \bar{d}_i^-} \quad (4.7)$$

Si  $\bar{R}_i = 1$ , la alternativa  $A_i = \bar{A}^+$ ; por el contrario, si  $\bar{R}_i = 0$ , la alternativa  $A_i = \bar{A}^-$ .

7. **Ordenar las preferencias.** Según el valor de  $\bar{R}_i$ , cuanto más próximo está el valor de  $\bar{R}_i$  a 1, mejor es la alternativa. Por tanto, se ordenan las alternativas en orden descendente.

**Ejemplo 4.4** Se necesita seleccionar un proveedor de software para un proyecto crítico. Los factores a considerar son disponibilidad, coste, capacidad, experiencia y conocimientos técnicos.

- C1: Disponibilidad (alta deseable)
- C2: Coste (bajo deseable)
- C3: Capacidad (alta deseable)
- C4: Experiencia (alta deseable)
- C5: Conocimiento técnico (alta deseable)

Los candidatos A, B, C y D tienen las siguientes valoraciones:

	C1	C2	C3	C4	C5
A	8	7	9	6	8
B	6	8	7	7	7
C	9	6	8	5	9
D	7	9	6	8	6

Suponiendo que la ponderación de los 5 criterios es idéntica (20 %), determinar cuál es el mejor proveedor.

1. **Normalización de la matriz de decisión:** Se hace para el elemento  $n_{11}$ :

$$n_{11} = \frac{8}{\sqrt{8^2 + 6^2 + 9^2 + 7^2}} = 0,528$$

$$\text{Matriz Normalizada} = \begin{pmatrix} 0,528 & 0,462 & 0,593 & 0,455 & 0,528 \\ 0,396 & 0,528 & 0,462 & 0,531 & 0,462 \\ 0,593 & 0,396 & 0,528 & 0,379 & 0,593 \\ 0,462 & 0,593 & 0,396 & 0,606 & 0,396 \end{pmatrix}$$

2. *Matriz de decisión normalizada ponderada.* En este caso, los pesos son idénticos en todos los criterios (0,2), obteniéndose la matriz:

$$\text{Matriz Normalizada Ponderada} = \begin{pmatrix} 0,106 & 0,092 & 0,119 & 0,091 & 0,106 \\ 0,079 & 0,106 & 0,092 & 0,106 & 0,092 \\ 0,119 & 0,079 & 0,106 & 0,076 & 0,119 \\ 0,092 & 0,119 & 0,079 & 0,121 & 0,079 \end{pmatrix}$$

3. *Determinar la solución ideal positiva y negativa.* Se calcula para el criterio 1, que se quiere maximizar según el enunciado:

$$C_{1,A+} = \text{máx}(0,106, 0,079, 0,119, 0,092) = 0,119$$

$$C_{1,A-} = \text{mín}(0,106, 0,079, 0,119, 0,092) = 0,079$$

El conjunto de soluciones ideales positivas y negativas son:

$$A^+ = (0,119 \quad 0,079 \quad 0,119 \quad 0,121 \quad 0,119)$$

$$A^- = (0,079 \quad 0,119 \quad 0,079 \quad 0,076 \quad 0,079)$$

4. *Cálculo de las medidas de distancia.* Se calcula  $\bar{d}_A^+$  (para la alternativa A):

$$\bar{d}_A^+ = \sqrt{(0,119 - 0,106)^2 + (0,079 - 0,092)^2 + (0,119 - 0,091)^2 + (0,092 - 0,106)^2} = 0,038$$

El conjunto de medidas son:

$$\begin{pmatrix} 0,038 & 0,062 \\ 0,062 & 0,109 \\ 0,047 & 0,106 \\ 0,073 & 0,122 \end{pmatrix}$$

5. *Proximidad relativa a la solución ideal.* Se calcula para la alternativa A:

$$\bar{R}_A = \frac{0,062}{0,038 + 0,062} = 0,621$$

El resto de proximidades son:

$$\begin{pmatrix} 0,621 \\ 0,635 \\ 0,690 \\ 0,624 \end{pmatrix}$$

Por tanto, el mejor proveedor según TOPSIS es el C.

**Ejercicio 4.1** Se deben contratar ingenieros para un proyecto de infraestructura. Los factores son disponibilidad, coste, habilidades, actitud y experiencia, con la siguiente importancia:

- C1: Disponibilidad (alta deseable), importancia del 40 %
- C2: Coste (bajo deseable), importancia del 10 %
- C3: Habilidades (alta deseable), importancia del 20 %
- C4: Actitud (alta deseable), importancia del 10 %
- C5: Experiencia (alta deseable), importancia del 20 %

Los candidatos X, Y y Z tienen las siguientes puntuaciones:



	C1	C2	C3	C4	C5
X	7	5	9	8	6
Y	6	7	8	9	7
Z	8	6	7	7	9

Determinar cuál sería el mejor candidato según TOPSIS.

**Ejercicio 4.2** Un equipo de proyecto debe decidir cuál de las cuatro máquinas disponibles adquirir para una operación específica. Los factores considerados son coste, capacidad, fiabilidad, y disponibilidad, con las importancias mostradas a continuación:

- C1: Coste (bajo deseable), importancia del 5 %
- C2: Capacidad (alta deseable), importancia del 30 %
- C3: Fiabilidad (alta deseable), importancia del 50 %
- C4: Disponibilidad (alta deseable), importancia del 15 %

Las máquinas A, B, C y D tienen las siguientes puntuaciones:

	C1	C2	C3	C4
A	6	9	7	8
B	5	8	9	7
C	7	6	8	9
D	8	7	6	8

Determinar cuál sería la mejor máquina según TOPSIS.

**Ejercicio 4.3** Una empresa quiere decidir qué móvil comprar a sus empleados. Está analizando 5 alternativas (A—E) y considerando 4 criterios: precio (C1, €), almacenamiento (C2, GB), cámara de fotos (C3, MP) y aspecto (C4, escala 1—5). Estos datos pueden verse en la tabla:

	C1	C2	C3	C4
A	250	16	12	5
B	200	16	8	3
C	300	32	16	4
D	275	32	8	4
E	225	16	16	2

La gerencia ha establecido que el vector de ponderación de los criterios es  $w = [0,35; 0,25; 0,25; 0,15]$ . Determinar cuál es la mejor alternativa según TOPSIS.

#### 4.3.2. Adquisiciones y costes

El proceso formal de adquisición a menudo implica la emisión de solicitudes a proveedores:

- **Solicitud de propuesta (RFP - Request For Proposal):** Invitación a presentar una oferta completa para un servicio o producto específico. Suele involucrar entrevistas y negociaciones.
- **Solicitud de oferta (RFQ - Request For Quotation):** Invitación a presentar un precio basado en especificaciones fijas. Se utiliza para comparar precios entre proveedores calificados.

Para garantizar equidad y transparencia, se recomienda celebrar **conferencias con los oferentes**, donde todos los proveedores potenciales reciben la misma información y pueden aclarar dudas. El acta de esta reunión se distribuye a todos los participantes.

El **análisis de las propuestas** recibidas debe verificar que sean completas y cumplan con todos los requisitos, utilizando comúnmente criterios ponderados para evaluar por separado los aspectos técnicos y económicos. Para mejorar la exactitud de los datos de gastos del proyecto, se recomienda:

- **Cerrar o eliminar las órdenes de compra** una vez recibida la factura o verificado el pago, para evitar contabilizar dos veces el mismo gasto.
- **Incluir siempre el código de cargo correcto** del paquete de trabajo en cada solicitud y orden de compra, para garantizar una correcta imputación de costes.
- **Depurar periódicamente** las solicitudes y órdenes de compra canceladas o anuladas de los listados de documentos pendientes.
- Solicitar **copias de facturas e informes de pagos** al departamento financiero para verificar y conciliar los gastos del proyecto. Estos datos de coste reales recogidos son los que se compararán con la línea base de costes en la monitorización y control.

Las adquisiciones culminan a través de un contrato o acuerdo. Este documento es la piedra angular de la relación con el proveedor, ya que establece los derechos, obligaciones y expectativas de todas las partes involucradas. Comprender los elementos clave que pueden formar parte de estos acuerdos es esencial para el PM, no solo para asegurar los intereses del proyecto, sino también para prevenir disputas y gestionar riesgos de manera efectiva. A continuación, se presentan algunos conceptos y instrumentos contractuales fundamentales que frecuentemente entran en juego durante este proceso.

- **Letter of Intent (Carta de Intenciones):** Documento no vinculante que expresa la intención de contratar a un proveedor. Se utiliza cuando es necesario iniciar trabajos antes de tener el contrato definitivo.
- **Privity (Relación Contractual):** Establece que las relaciones contractuales son directas entre las partes firmantes. Si un subcontratista del proveedor incumple, se debe tratar con el proveedor, no con el subcontratista.
- **Modalidades no competitivas:**
  - **Single Source:** Se elige a un proveedor preferido entre varios disponibles.
  - **Sole Source:** Solo existe un proveedor posible en el mercado.

La **negociación** final es un paso crucial para concretar los términos del contrato. Los puntos clave a negociar incluyen:

- Responsabilidades y autoridad de cada parte.
- Legislación aplicable y jurisdicción.
- Soluciones técnicas y niveles de servicio (SLAs).
- Acuerdos financieros (precio, modo de pago, penalizaciones).
- Plazos de entrega y hitos.

### 4.4. Desarrollar y gestionar al equipo

El liderazgo, la motivación, la promoción de la cooperación, el desarrollo continuo, el empoderamiento, la construcción del equipo y la gestión de la resistencia son claves para optimizar el desempeño y fortalecer la cohesión y el compromiso de los miembros, desarrollando el equipo durante la ejecución del proyecto. Asimismo, es importante que el PM sepa cómo gestionar los conflictos y crisis que pueden ocurrir durante el desarrollo del proyecto.

#### 4.4.1. Liderazgo

**Definición 4.3** El **liderazgo** es la capacidad de movilizar a las personas hacia el logro de objetivos comunes, guiados por una visión clara y compartida, indicando no solo **qué hay que hacer**, sino también **por qué debe hacerse**.

El objetivo es dirigir eficazmente a personas y equipos para alcanzar los objetivos establecidos y obtener los resultados acordados, por lo que expresar una **visión convincente** y **motivar a los demás** para que sean firmes en sus propias funciones son importantes cualidades de liderazgo. A lo largo del tiempo, se han propuesto diferentes modelos y enfoques para entender cómo los líderes influyen en sus equipos, destacando:

- **Enfoques clásicos**, que describen filosofías globales de liderazgo:
  - **Laissez-faire**: Delegar plenamente en el equipo, dejar que el equipo tome sus propias decisiones.
  - **Transaccional**: Basado en objetivos, recompensas y feedback.
  - **Transformacional**: Inspira y motiva hacia el cambio y la innovación.
  - **Servicial (Servant Leader)**: Pone el crecimiento y bienestar de las personas en el centro, “sirve” al equipo para la consecución de sus necesidades.
  - **Carismático**: Motiva a través de la energía y el entusiasmo personal.
  - **Interaccional**: Integra elementos del liderazgo transaccional, transformacional y carismático.
- **Seis estilos de Goleman**, centrados en el impacto emocional del liderazgo sobre el clima del equipo:
  - **Autoritario**: Inspira con una visión clara y convincente, lo que da al equipo un fuerte sentido de dirección y motivación para seguirle. Estos líderes confían en su visión, la hacen medible con objetivos concretos y delegan la forma en que el equipo la lleva a cabo (otorga autonomía para alcanzarla).
  - **Relacional**: Se basa en la empatía y en la capacidad del líder para escuchar y compartir experiencias con su equipo. Favorece la confianza y la cohesión, porque el líder alinea sus ideas con las de los demás y genera un sentido de comprensión compartida, por lo que requiere alta inteligencia emocional. A veces, puede resultar poco concreto, lo que limita el rendimiento si no se acompaña de objetivos claros.
  - **Democrático**: Se basa en involucrar al equipo e interesados en la toma de decisiones. El líder escucha activamente las ideas y preocupaciones de los miembros, facilita el diálogo y busca que todos se sientan parte del proceso. De esta forma, las soluciones no se imponen, sino que surgen del grupo, lo que genera compromiso y motivación. Su punto fuerte es que fomenta la participación y la identificación con las decisiones; su riesgo es que puede ser más lento, ya que requiere tiempo y paciencia para llegar a acuerdos.
  - **Entrenamiento/Coaching**: Parte de la idea de que las personas pueden crecer si son conscientes de su desempeño y están abiertas a aprender. El líder no da las respuestas, sino que ayuda a que cada persona descubra sus propias oportunidades de mejora y se responsabilice de ellas. Para lograrlo, escucha con atención, formula preguntas abiertas que invitan a reflexionar y utiliza el modelo GROW como guía:
    - G (Goals): ¿qué metas se quieren alcanzar?
    - R (Reality): ¿cuál es la situación actual?
    - O (Opportunities): ¿qué opciones se tienen para avanzar?
    - W (Way): ¿qué pasos concretos se van a dar?
  - **Marcar el ritmo**: Funciona mejor con equipos muy competentes y motivados. El líder fija metas exigentes, da ejemplo con su propio trabajo y espera que el equipo mantenga el mismo nivel de calidad sin necesidad de muchas instrucciones. Es eficaz para obtener resultados rápidos, pero si se prolonga demasiado, puede generar presión, agotamiento y una caída del rendimiento.
  - **Coercitivo**: Es útil en situaciones de crisis o emergencia, porque exige acción rápida y decisiones inmediatas. El líder indica con precisión qué hay que hacer y cómo hacerlo. Sin embargo, fuera de esos contextos puede resultar negativo, ya que limita la iniciativa de los empleados, reduce su sentido de responsabilidad y genera un clima rígido y poco motivador.

Estos estilos no deben entenderse como marcos excluyentes, sino como **herramientas complementarias** que el líder puede alternar en función de la situación. De esta visión surge el **liderazgo situacional**, desarrollado por Hersey, Blanchard y Johnson. Este modelo parte de la premisa de que la eficacia del liderazgo depende de la capacidad de **adaptar el comportamiento a las condiciones del entorno y a la preparación del equipo**:

- **Preparación para el desempeño.** La preparación de un empleado combina su **capacidad** para realizar una tarea con su **disposición o confianza** para llevarla a cabo. Se distinguen cuatro niveles:
  - R1 Incapaz e inseguro o poco dispuesto.
  - R2 Incapaz pero confiado o dispuesto.
  - R3 Capaz pero inseguro o poco dispuesto.
  - R4 Capaz y confiado o dispuesto.
- **Estilos de liderazgo situacional.** En correspondencia, el líder puede aplicar cuatro estilos:
  - S1 **Contar:** Alta orientación a la tarea y bajo apoyo relacional; adecuado para R1. El líder proporciona instrucciones claras y paso a paso, supervisa de cerca el progreso, corrige desviaciones, refuerza la confianza asignando tareas sencillas y reconoce los logros, al tiempo que aborda dudas o resistencias para asegurar la correcta ejecución de la tarea.
  - S2 **Vender:** Alta orientación a la tarea y alto apoyo relacional; apropiado para R2. El líder reduce la distancia de poder, explica claramente las tareas y verifica su comprensión, mostrando interés y apertura al diálogo. Fomenta la participación mediante ideas y sugerencias, alinea los intereses personales y del proyecto, y toma decisiones finales convenciendo al equipo con información clara y atendiendo las dificultades que puedan surgir.
  - S3 **Participativo:** Baja orientación a la tarea y alto apoyo relacional; eficaz para R3. El líder escucha y muestra empatía, atendiendo a las circunstancias personales, facilita el trabajo y crea un clima de confianza, dejando la responsabilidad en manos del empleado. Se busca resolver problemas conjuntamente, fomentar la autoconfianza y asegurar el acuerdo sobre las decisiones, tratando abiertamente las consecuencias si las tareas no se cumplen.
  - S4 **Delegar:** Baja orientación a la tarea y bajo apoyo relacional; ideal para R4. El líder delega responsabilidades y otorga autonomía al empleado para realizar el trabajo a su manera, acordando solo los procedimientos básicos. Su rol es de acompañamiento: escucha y muestra interés, pero permite que el empleado resuelva sus propios problemas. Mantiene cierta distancia sin descuidar la relación y fomenta que el empleado apoye o mentorice a compañeros con menos experiencia.

Este enfoque resalta que el líder debe:

- Evaluar el contexto y las condiciones externas.
- Identificar la motivación y capacidad del equipo.
- Ser flexible y ajustar su estilo en cada situación.
- Usar la **inteligencia emocional** para percibir y responder adecuadamente.

En definitiva, el **liderazgo situacional** constituye un **marco integrador** que articula los enfoques clásicos, los estilos de Goleman y las fases de preparación del desempeño de Hersey y Blanchard. No se trata de elegir un único modelo, sino de disponer de la **flexibilidad necesaria para combinarlos y aplicarlos en el momento oportuno**. La Tabla 4.2 resume comparativamente estos estilos y su vinculación con la práctica del liderazgo situacional.

La Tabla 4.2 resume los distintos estilos y su relación con el liderazgo situacional.

**Ejemplo 4.5** *Un líder situacional puede alternar entre estilos relacionales y democráticos en momentos de construcción de confianza, utilizar un estilo de marcar el ritmo para proyectos exigentes o aplicar un estilo coercitivo en una crisis.*

### 4.4.2. Motivación

Enfoque / Estilo	Características principales	Relación con liderazgo situacional
Laissez-faire	Máxima autonomía para el equipo	Puede funcionar con equipos muy maduros y autogestionados
Transaccional	Recompensas, sanciones, cumplimiento de objetivos	Apropiado en contextos rutinarios o muy estructurados
Transformacional	Inspiración, motivación, visión de futuro	Se complementa con estilos autoritario, democrático o relacional
Servicial	Bienestar y crecimiento del equipo como prioridad	Sintoniza con estilos relacional y coaching
Carismático	Energía personal, entusiasmo contagioso	Refuerza motivación y compromiso, cercano al estilo autoritario inspirador
Interaccional	Integra transaccional, transformacional y carismático	Compatible con la flexibilidad del liderazgo situacional
Autoritario	Claridad de visión, dirección firme, delega ejecución	Útil cuando se necesita alinear al equipo con una visión compartida
Relacional	Empatía, escucha, creación de confianza	Adecuado para consolidar cohesión y resolver conflictos
Democrático	Participación en decisiones, búsqueda de consenso	Eficaz cuando se requiere compromiso y creatividad colectiva
Entrenamiento	Desarrollo personal, preguntas abiertas, largo plazo	Ideal para fortalecer competencias y autonomía del equipo
Marcar el ritmo	Altos estándares, ejemplo personal, presión por resultados	Útil en equipos expertos y motivados, pero desgasta si se mantiene demasiado
Coercitivo	Control estricto, acción inmediata	Adecuado en emergencias o crisis, pero negativo si se usa en exceso

Tabla 4.2: Tipos de liderazgo y liderazgo situacional

**Definición 4.4** La **motivación** es el deseo interior y la determinación de trabajar de forma disciplinada para obtener resultados concretos.

En el caso de los equipos, la motivación se logra **empoderándolos** para participar en la toma de decisiones y animándolos a trabajar de forma independiente. Es esencial comprender qué motiva a las personas, puesto que se puede utilizar ese conocimiento para impulsarlas de forma positiva.

### Jerarquía de las necesidades de Maslow

Esta teoría sostiene que la motivación de las personas está organizada en una jerarquía, donde las necesidades más básicas deben ser satisfechas antes de que puedan atenderse las de niveles superiores (Figura 4.2). Según este enfoque, cuando una necesidad queda satisfecha, deja de ser el principal motivador y la atención se desplaza hacia el siguiente nivel. No obstante, **la jerarquía no es rígida**: los individuos pueden perseguir distintas necesidades simultáneamente o en un orden distinto, dependiendo de sus circunstancias culturales, sociales y personales.

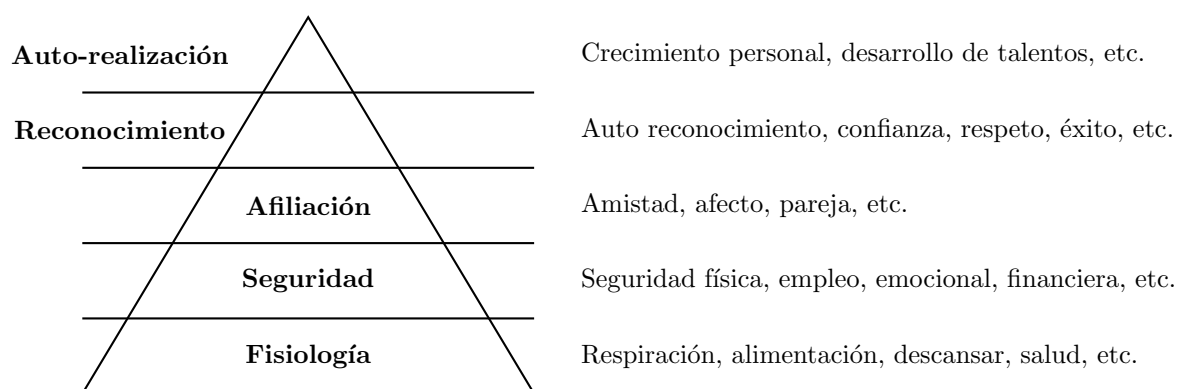


Figura 4.2: Pirámide de jerarquía de necesidades de Maslow

En términos generales, las personas que viven en condiciones difíciles se concentran primero en sobrevivir y asegurar su seguridad. Una vez que estas necesidades están cubiertas, dirigen sus esfuerzos hacia el amor y la pertenencia, después al reconocimiento y respeto, y finalmente a la autorrealización. La jerarquía, de abajo hacia arriba, se describe de la siguiente manera:

- **Necesidades fisiológicas:** Son las más básicas para la supervivencia, como respirar, alimentarse, hidratarse, descansar, y mantener la salud. Constituyen el fundamento natural de la vida humana.
- **Necesidades de seguridad y protección:** Incluyen la seguridad física, la estabilidad emocional, el acceso a la salud, el empleo, la protección de la familia y el bienestar básico. Una vez satisfechas las necesidades fisiológicas, las personas buscan protegerse de peligros y garantizar una vida estable.
- **Necesidades sociales o de afiliación/pertenencia:** Abarcan el amor, el afecto, la amistad y la integración en grupos sociales como la familia, los amigos o la comunidad. La satisfacción de estas necesidades permite a las personas construir y mantener relaciones significativas.
- **Necesidades de estima o reconocimiento:** Se dividen en dos categorías: la estima por uno mismo (autoestima, que incluye la confianza, logros, independencia y libertad) y el respeto de los demás (reputación, estatus, prestigio y atención). Alcanzar este nivel implica sentirse valorado y aceptado por uno mismo y por la sociedad.
- **Necesidades de autorrealización:** Representan el nivel más alto de la pirámide. Se refieren al deseo de alcanzar el máximo potencial y convertirse en la mejor versión de uno mismo. Incluyen el crecimiento personal, la creatividad, la búsqueda de conocimientos, el desarrollo de talentos y la resolución de problemas. Constituyen un proceso continuo y abierto de desarrollo.

#### Teoría de la motivación e higiene de Herzberg

En su modelo de dos factores, Herzberg distingue entre dos conjuntos de elementos que influyen en la motivación de los empleados: los **factores de higiene** y los **factores de motivación**. Según esta teoría, los factores higiénicos no generan motivación intrínseca, pero son necesarios para evitar la insatisfacción; mientras que los factores motivacionales están relacionados con el contenido del trabajo y fomentan la satisfacción y el crecimiento personal. En otras palabras, **primero deben satisfacerse los factores higiénicos para luego poder alcanzar los motivacionales**:

- **Factores higiénicos:** Se relacionan con el contexto en el que se desarrolla el trabajo. Su presencia no motiva de manera significativa, pero su ausencia provoca insatisfacción y quejas. Incluyen necesidades extrínsecas que garantizan condiciones laborales mínimas aceptables:
  - **Salario**<sup>4</sup>: La compensación económica y los beneficios.
  - **Condiciones de trabajo:** El entorno físico, la infraestructura y el ambiente laboral.
  - **Políticas de la empresa:** Normas, procedimientos administrativos y prácticas organizacionales.
  - **Relaciones interpersonales:** La calidad de las interacciones con compañeros, supervisores y subordinados.
  - **Supervisión:** El estilo de liderazgo y la calidad de la supervisión recibida.
  - **Seguridad en el empleo:** La estabilidad laboral y la protección frente a riesgos de despido.
  - **Equilibrio trabajo-vida:** Conciliación de la vida personal y laboral.
- **Factores motivacionales:** Están relacionados con el contenido y el significado del trabajo. Cuando se encuentran presentes, generan satisfacción, motivación intrínseca y fomentan el desarrollo profesional y personal. Son también conocidos como *satisfactores*, ya que impulsan la motivación positiva:
  - **Logro:** La satisfacción de alcanzar metas y objetivos.
  - **Reconocimiento:** Ser valorado y apreciado por el trabajo realizado.
  - **Trabajo en sí mismo:** La naturaleza interesante, desafiante y significativa de las tareas.
  - **Responsabilidad:** La autonomía y el grado de control sobre las decisiones laborales.

---

<sup>4</sup> Aunque en términos generales el salario se considera un factor de higiene, en ciertos contextos personales puede convertirse también en motivador, sobre todo cuando es esencial para el sustento propio y de la familia.

- *Avance*: Oportunidades de promoción y crecimiento profesional.
- *Crecimiento*: Posibilidades de aprendizaje y desarrollo de nuevas competencias.

Por tanto, si se busca motivar a un equipo, se deben potenciar los factores de motivación, mientras que para evitar quejas e insatisfacciones es fundamental garantizar los factores higiénicos. Es importante señalar que esta clasificación no es absoluta ni universal, ya que las circunstancias personales y el contexto influyen en cómo cada individuo percibe estos factores.

### Teoría X—Y de McGregor

McGregor describe dos enfoques de gestión que denomina **Teoría X** y **Teoría Y**, que dependen en parte de su propia visión de la naturaleza humana. Si se considera que los empleados no harán nada por voluntad propia, es más probable que el PM adopte un estilo de liderazgo autoritario. Pero si se cree que las personas se motivan solas, lo habitual es darles autonomía:

- **Teoría X.** Parte de la suposición de que los empleados, por naturaleza, desean trabajar lo menos posible. Incluso evitan el trabajo si pueden. Por tanto, un PM con esta visión da instrucciones claras, controla las tareas y ejerce una supervisión estricta. Los PM que creen que la teoría X es correcta:
  - Suelen tener muchos empleados “desmotivados”.
  - No esperan aportaciones constructivas de los trabajadores.
  - Necesitan ejercer mucha autoridad y poder para dirigir.
  - Requieren oportunidades para castigar o recompensar a los empleados.
- **Teoría Y.** Asume que los empleados están motivados de forma intrínseca y que, en general, disfrutan trabajando. Según este enfoque, los trabajadores pueden autodirigirse, asumir responsabilidades y tomar la iniciativa si están comprometidos con los objetivos de la organización. Por ello, el PM fomenta la autonomía y confía en la capacidad de su equipo para resolver problemas y tomar decisiones. Los PM que creen que la teoría Y es correcta:
  - Están atentos a lo que motiva a los empleados.
  - Identifican las condiciones y recursos necesarios para que el personal sobresalga.
  - Adoptan una actitud de apoyo hacia los trabajadores.
  - Procuran un entorno de trabajo adecuado, con herramientas y espacios apropiados.

La teoría X—Y de McGregor destaca que las personas actúan en función de las creencias y supuestos de quienes las dirigen. Estos supuestos orientan la forma en que los líderes interactúan con sus equipos y, en un nivel más amplio, moldean la cultura organizacional. La utilidad de este enfoque radica en que ayuda a reconocer que lo que se percibe en el entorno laboral (incluido el comportamiento de los equipos) está determinado **en gran medida** por la visión del propio directivo. Este planteamiento fue un punto de partida para el desarrollo de metodologías posteriores, como el **liderazgo situacional**, que combina ambos enfoques y los adapta según las circunstancias y el nivel de madurez del equipo.

### Teoría de las expectativas de Vroom

El psicólogo Víctor Vroom publicó en 1964 su Teoría de las Expectativas, que viene a representar la motivación mediante la siguiente fórmula:

$$M = V \times E \times U \quad (4.8)$$

donde *V* es la valencia (nivel de deseo que tiene la persona de conseguir una meta, oscilando entre -1 (la persona no pretende lograr el objetivo) y +1 (la persona sí pretende lograr el objetivo)), *E* es la expectativa (grado de convicción que tiene la persona de que el esfuerzo empleado dará los frutos esperados, oscilando entre 0 (el individuo considera que no posee la capacidad necesaria) y 1 (el individuo considera que sí posee la capacidad necesaria)) y *U* es la utilidad (valor de la recompensa y el reconocimiento que la persona estima obtener por su esfuerzo, variando entre 0 (sin recompensa) y 1 (máxima recompensa)).

Las diferentes combinaciones de estos tres elementos darán distintos niveles de motivación. Jugando con las variables y utilizando valores extremos, se puede ver que habrá momentos en los que la

motivación se maximizará y otros en los que se hará nula. En otras ocasiones, la motivación se vuelve negativa a través de la variable “valencia”, lo que puede suponer un sentimiento de asqueo y desagrado. Obviamente, este modelo, más que una manera de obtener mediciones fiables (que no son posibles), aporta otra forma de entender los procesos mentales de las personas que realizan una labor dentro de una organización o empresa.

### 4.4.3. Inteligencia emocional

**Definición 4.5** La **inteligencia emocional** es la capacidad de reconocer las propias emociones y las de los demás y de manejarlas bien en las relaciones sociales

La inteligencia emocional tiene un gran peso y es muy importante para **conseguir equipos de alto rendimiento y buenos resultados en los proyectos** (saber trabajar de manera colaborativa y no tener puntos de conflicto, etc.). La inteligencia emocional cuenta con 4 aspectos fundamentales (ver Figura 4.3):

- **Autoconciencia (reconocer, conocer y admitir las propias emociones):** reconocer y admitir las propias emociones y tener una visión real de las cualidades personales. La autoconciencia surge al comprender el origen de las emociones y examinar su efecto en las acciones. Por último, profundizar en el conocimiento de uno mismo permite gestionar las emociones de forma más eficaz.
- **Autogestión (aprender a regular las propias emociones):** se pueden regular y manejar los propios sentimientos, lo que facilita el autocontrol y mantenerse fiel a los valores y normas vitales de cada uno. Una habilidad importante es percibir y describir con precisión las emociones que se sienten. De este modo, se aprende a distinguirlas de las opciones de comportamiento que se pueden aplicar para tratar con los demás.
- **Conciencia social (reconocimiento empático de las emociones del otro):** se empatiza con los sentimientos, necesidades y preocupaciones de la otra persona. Este proceso empieza por comprender a la otra persona. ¿Cuál es su perspectiva? ¿Qué necesita conseguir en términos de interés? ¿Qué preocupaciones hay que abordar? Una actitud sincera para comprender al otro crea espacio para oportunidades que sirvan a intereses comunes. Por lo tanto, se necesitan habilidades sociales para aprovechar estas oportunidades.
- **Habilidades sociales.** se centran en ejercer una influencia consciente para provocar respuestas mutuamente deseadas. La capacidad de estar en sintonía con el otro individuo y con uno mismo también garantiza que se puedan regular más fácilmente los posibles conflictos. Esto, a su vez, refuerza la capacidad de trabajar juntos con eficacia, que es la base para alcanzar los resultados del proyecto y los objetivos relacionados.

En situaciones profesionales, la inteligencia emocional facilita la discusión de temas, proporcionar y recibir retroalimentación, y se revela en situaciones difíciles.

### 4.4.4. Desarrollo del equipo

**Definición 4.6** Un **equipo** es un conjunto de personas comprometidas con unos objetivos comunes y que dependen unas de otras para hacer su trabajo.

A lo largo del ciclo de vida de un proyecto, las personas colaboran intensamente en equipos para definir y crear el resultado del proyecto. Una buena composición del equipo es un requisito previo para crear un equipo que funcione bien. Para ello, el equipo debe estar formado por miembros que pueden y deben aportar una contribución valiosa y única al proyecto, personas que entienden su profesión y se complementan. Además, es importante conseguir tener un equipo de **alto rendimiento**, mejorando las habilidades técnicas de los miembros para completar las actividades del proyecto y las relaciones sociales entre ellos. Así, se obtiene una mayor productividad y calidad en el desarrollo de las tareas. Los miembros del equipo se comprometen con su proyecto cuando creen que su participación puede ayudarles a alcanzar objetivos profesionales y personales que merecen la pena.



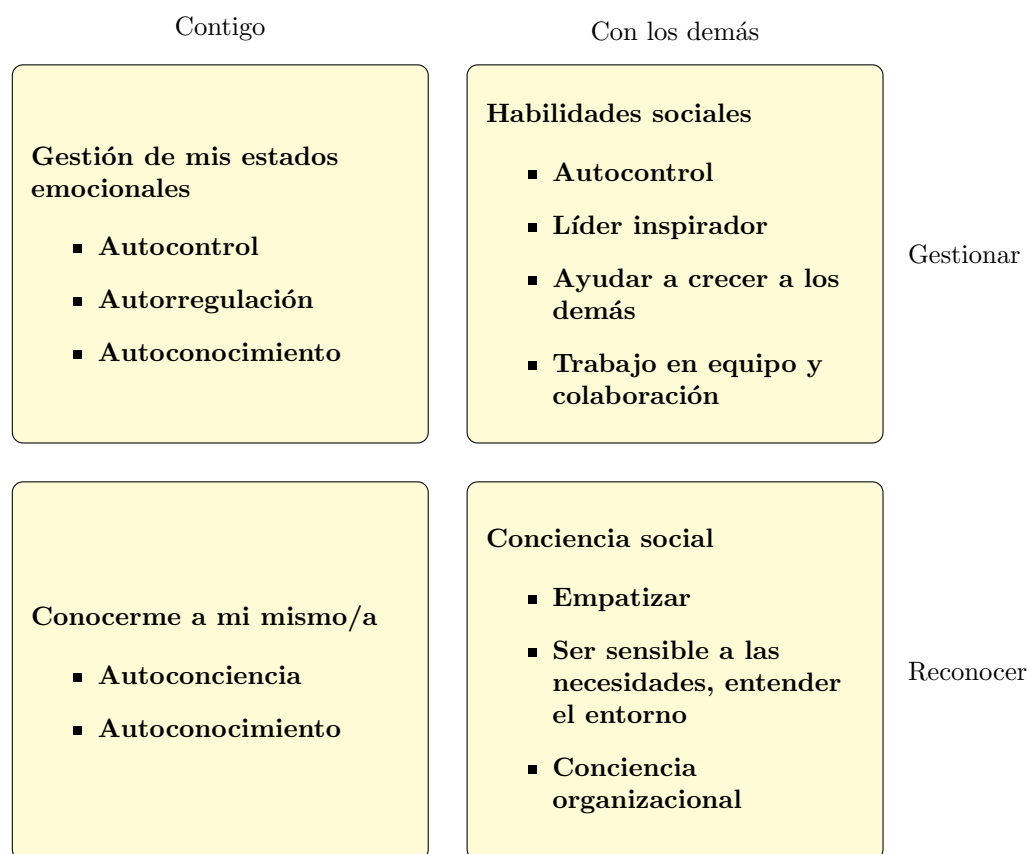


Figura 4.3: Cuadrantes de la inteligencia emocional

**Ejemplo 4.6** Talleres internos de mejora de habilidades, retrospectivas quincenales y sesiones de formación en competencias transversales fortalecen la capacidad del equipo y mejoran la colaboración.

### Formación técnica

La formación técnica representa una inversión estratégica en el capital humano del proyecto, que debe integrarse formalmente en su planificación como una actividad más, con asignación específica de recursos y tiempo. Lejos de ser un mero trámite, su verdadero valor reside en **diseñar programas que potencien las competencias del equipo** de manera alineada con los objetivos del proyecto y los planes de carrera individuales. Sin embargo, esta capacitación solo cobra sentido cuando se implementan mecanismos robustos de evaluación que midan su efectividad real (es decir, cómo se traducen los nuevos conocimientos en mejoras tangibles en el desempeño, la productividad y la calidad del trabajo). Desafortunadamente, este análisis post-formación suele obviarse, lo que puede dar lugar a capacitaciones irrelevantes que no aportan valor ni al proyecto ni al desarrollo profesional de los miembros. Por el contrario, cuando se ejecuta de manera estratégica y medible, la formación no solo eleva las capacidades técnicas, sino que también fortalece el compromiso, reduce dependencias críticas, fomenta la innovación y contribuye decisivamente a la retención del talento, transformándose así en una palanca clave para el éxito del proyecto y la organización.

Los **beneficios de la formación** dentro de los proyectos u organizaciones son:

- Mejora la satisfacción con las partes interesadas, porque se mejoran las capacidades del equipo, por lo que harán un mejor trabajo.
- Mejora la planificación del proyecto y su implementación.
- Reduce fallos del proyecto.
- Mejora la calidad.

- Crecimiento personal.
- Mejora la productividad.
- Mejora el “time to market”<sup>5</sup>, pudiendo sacar antes algunas cosas.

Se reitera que lo más importante es la evaluación de la efectividad de la formación:

1. **Reacción de los participantes a la formación cursada:** Una vez se ha hecho una formación, hacer entrevistas, cuestionarios de satisfacción, etc. para ver cómo ha sido aceptado esto por parte de la gente que ha ido a esa formación (si ha gustado, si han encontrado que es útil, etc.).
2. **Aprendizaje:** Poner test, certificaciones, etc., para validar que se han adquirido los conocimientos/objetivos de formación que se esperaban.
3. **Comportamiento:** Analizar si se usan los nuevos conocimientos adquiridos; se podría hacer a través de evaluaciones o de feedback de los miembros para ver si se usa o no durante la carrera de esta persona.
4. **Resultados:** Analizar el impacto de esa formación en el negocio/organización, resultados del proyecto, tomar decisiones, etc. Es decir, analizar si después de haber hecho estas formaciones se aprecia que se tiene un mayor rendimiento o ha servido de alguna manera para que estas personas dentro de los proyectos tengan unas competencias más avanzadas, aportando un mayor valor a los proyectos, etc.

El **modelo de Dreyfus para adquisición adulta de habilidades** pretende sentar unas bases para entender cómo se va pasando por las etapas de adquisición de habilidades:

- **Novato:** Adhesión rígida a las **reglas o planes enseñados y sin ejercicio de “juicio prudencial”** (se le dice que haga X y lo hace, no tiene conocimiento de si está bien/mal).
- **Principiante:** Empieza a tener una **“percepción situacional” limitada** de lo que está haciendo, pero todos los aspectos de **trabajo los trata con igual importancia**, no es capaz de determinar qué es más importante, qué hay que priorizar, etc.
- **Competente:** Es capaz de hacer esta “multitarea” (**actividades múltiples, acumulación de información**), empieza a tener **percepción de las acciones** respecto a los objetivos del proyecto, tiene una **planificación premeditada** y ya formula **rutinas** de trabajo.
- **Profesional:** Tiene una **visión global** de la situación, **prioriza la importancia** de los aspectos y **percibe desviaciones** del patrón normal. Hasta aquí, nadie es capaz de ver cuándo hay desviaciones de lo planificado, si se va bien o mal, pero el profesional sí que tiene esa visión de identificar puntos de inflexión, puntos erróneos del proyecto para tomar acciones y corregirlas. Ya es capaz de saber lo que tendría que haber costado hacer eso y darse cuenta de que algo está yendo mal.
- **Experto:** Tiene una **comprensión intuitiva** de situaciones basadas en un **conocimiento profundo** y una **visión de lo que es posible** y de lo que no (es muy importante este conocimiento porque muchas veces, el cliente/stakeholders piden cosas que no se tiene la capacidad de hacer, y hay que encontrar otro modo de conseguir algo parecido). Utiliza **enfoques analíticos** en situaciones nuevas o en caso de problemas.

Novato y principiante **se mueven por reglas**, mientras que profesional y experto **se mueven por intuición**. Competente estaría en un punto intermedio entre ambos (ver Figura 4.4).

#### Teoría del desarrollo grupal

Para lograr una colaboración efectiva y orientada a resultados, todo equipo atraviesa **diversas fases de desarrollo**. Aunque cada grupo presenta su propia dinámica y nivel de complejidad, la mayoría sigue un proceso similar hacia la madurez. El psicólogo Bruce Tuckman describió este proceso en su **teoría del desarrollo grupal**, identificando cinco etapas: *formación, conflicto, normalización, desempeño y clausura*. Cada fase presenta características y retos específicos, por lo que reconocer en cuál se encuentra el equipo y aplicar las intervenciones adecuadas es clave para su crecimiento y alto rendimiento. Por eso, la forma de liderazgo del PM debe adaptarse a la etapa y al grado de cohesión del equipo, ajustando el equilibrio entre **dirección** y **apoyo** según las necesidades (**liderazgo situacional**) (Figura 4.5):

---

<sup>5</sup>Período de tiempo que transcurre desde que se concibe una idea para un producto hasta que dicho producto está disponible para la venta en el mercado.

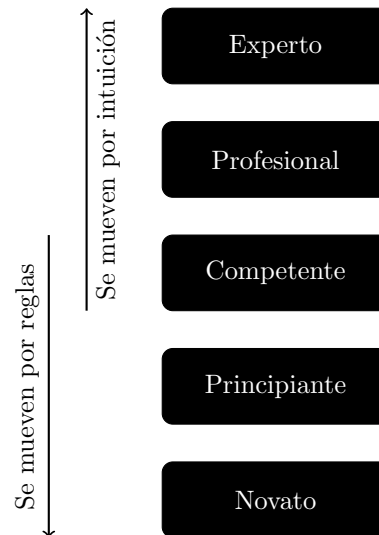


Figura 4.4: Modelo de Dreyfus

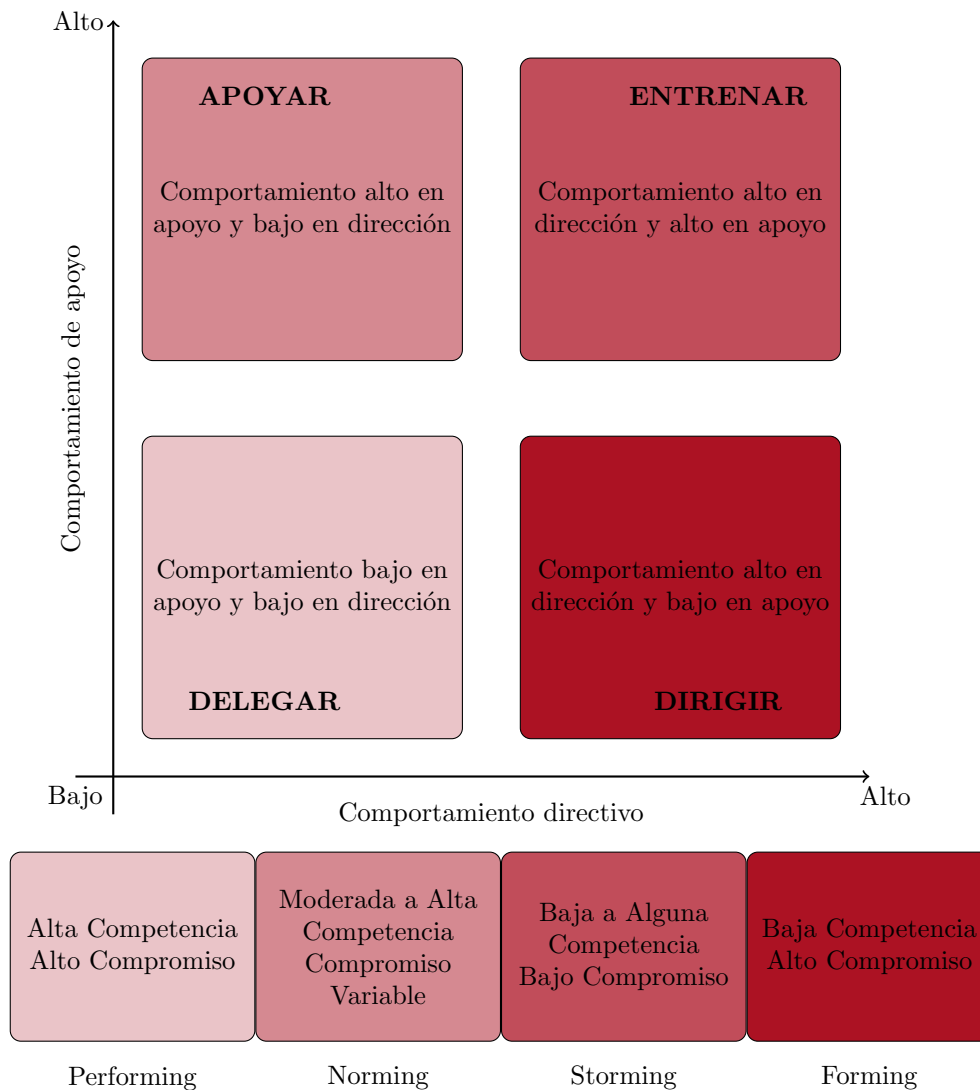


Figura 4.5: Liderazgo situacional del PM

1. **Formación (Forming):** El equipo está en su etapa inicial, explorando funciones, responsabilidades y expectativas. El contacto social es limitado y predomina la observación. Existe alta dependencia del PM y poca claridad en roles y procedimientos:

- Incertidumbre sobre roles y responsabilidades.
- Relaciones iniciales cordiales, evitando conflictos.
- Orientación a tareas básicas debido a la falta de experiencia conjunta.

El PM debe tener un comportamiento **alto en dirección y bajo en apoyo** (dirigir). Se indican claramente tareas y procedimientos, actuando como guía principal para poner en marcha el trabajo.

2. **Conflicto (Storming):** Surgen discrepancias entre expectativas y realidad: tensiones por reparto de tareas, diferencias de valores, desafíos a la autoridad o formación de subgrupos. La cohesión se ve comprometida si no se gestionan los conflictos:

- Competencia por influencia y control.
- Cuestionamiento de reglas y estructuras.
- Desconfianza temporal entre miembros.

El PM debe hacer una **dirección combinada con apoyo** (entrenar). Se siguen marcando pautas, pero fomentando que el equipo participe en la toma de decisiones y comprenda el contexto global.

3. **Normalización (Norming):** El equipo establece normas, acuerdos y métodos de trabajo aceptados por todos. Surge la responsabilidad compartida y el foco pasa a los objetivos comunes:

- Cohesión y confianza crecientes.
- Colaboración activa y disposición para aprender.
- Productividad en aumento.

El PM hace un liderazgo **alto en apoyo y bajo en dirección** (apoyar, actúa como facilitador), ayudando a que el equipo tome decisiones y resuelva problemas por sí mismo.

4. **Desempeño (Performing):** El equipo es competente, comprometido y autosuficiente. Opera de forma autónoma, gestionando cambios y resolviendo problemas con eficacia:

- Alta sinergia y motivación.
- Resolución constructiva de problemas.
- Toma de decisiones independiente.

La dirección del PM es **baja en apoyo y dirección** (delegar). El PM confía en el equipo, delegando tareas y supervisando de forma mínima.

5. **Clausura (Adjourning):** El equipo finaliza su trabajo y se disuelve. Puede haber sentimientos de logro y también de pérdida, especialmente si la colaboración ha sido exitosa:

- Cierre de tareas y reflexión sobre aprendizajes.
- Reconocimiento de logros individuales y colectivos.
- Reasignación de miembros a nuevos proyectos.

El PM debe facilitar el cierre formal, reconocer los logros y apoyar la transición hacia nuevos retos.

El PM debe ser consciente de que el progreso por las fases no es automático ni necesariamente lineal. Cambios en la composición del equipo o en el contexto pueden requerir retroceder a etapas anteriores.

**Ejemplo 4.7** Si un miembro clave deja el equipo y se incorpora una persona nueva, la dinámica cambia. El equipo resultante es diferente y puede requerir reiniciar el ciclo de desarrollo, dependiendo de la magnitud del cambio, la personalidad del recién llegado y su integración con el grupo.

### Actividades de construcción de equipo

es un proceso continuo orientado a fomentar la cooperación, comunicación efectiva y cohesión grupal mediante dinámicas específicas y actividades de aprendizaje colaborativo. Su propósito fundamental es facilitar que los miembros trabajen conjuntamente de manera eficaz y eficiente. Estas actividades buscan mejorar las relaciones interpersonales dentro del equipo y establecer un ambiente de trabajo colaborativo que genere confianza y fortalezca las relaciones laborales. Si bien son especialmente críticas durante las fases iniciales del proyecto, deben implementarse de manera continua a lo largo de todo el ciclo de vida. El PM debería monitorizar continuamente el funcionamiento y el desempeño del equipo, identificando necesidades de intervención para prevenir o corregir problemas que puedan afectar la dinámica grupal.

Las actividades pueden ser:

- Juegos introductorios para conocer habilidades, experiencias y motivaciones de los miembros.
- Momentos de distensión, como cafés, paseos o excursiones.
- Formación especializada en habilidades de cooperación, debate, negociación y retroalimentación.
- Simulaciones de cooperación futura para analizar roles y procesos.
- Retrospectivas periódicas sobre el trabajo en equipo y mejoras en métodos de colaboración.

**Ejemplo 4.8** *Incluir en el acta del equipo momentos de ocio y relajación ayuda a establecer límites y mejora la cohesión. Incluso equipos consolidados pueden necesitar dinámicas de formación o tormenta cuando hay cambios o conflictos internos.*

### Promoción de la cooperación e interconexión del equipo

Estimular la cooperación implica fomentar activamente que los miembros del equipo trabajen juntos, compartiendo conocimientos, ideas y experiencias para alcanzar los objetivos del proyecto. La interconexión entre los miembros refuerza la comunicación, la confianza y la productividad. El PM debe mantener un ambiente de trabajo respetuoso y productivo durante discusiones o desacuerdos. Cuando algún miembro actúa de forma divisionista o contraproducente, el PM debe intervenir, corrigiendo la conducta o, en casos extremos, reemplazando al miembro.

**Ejemplo 4.9** *Organizar una sesión virtual donde cada miembro explique un problema reciente y cómo lo resolvió, permitiendo al resto del equipo aportar alternativas y mejoras.*

La incorporación de nuevos miembros al equipo es una oportunidad clave para reforzar la alineación y el entendimiento colectivo del proyecto. El proceso recomendado es el siguiente:

1. **Revisión del plan:** Todo nuevo recurso debe revisar el plan de proyecto aprobado. El objetivo de esta revisión es:
  - Comprender los objetivos y el alcance del trabajo.
  - Validar la viabilidad de las estimaciones (tiempo y costos).
  - Identificar posibles problemas o inconsistencias desde una nueva perspectiva.
2. **Reunión de alineación:** Tras la revisión individual, se debe organizar una sesión grupal para:
  - Discutir las impresiones y preguntas de los nuevos integrantes.
  - Permitir que los miembros originales recuerden el contexto, los objetivos y las funciones definidas inicialmente.
3. **Reevaluación colaborativa:** Este debate conjunto sirve para:
  - Identificar cambios en el contexto del proyecto desde la elaboración de la propuesta inicial.
  - Revisar y actualizar la matriz de riesgos con nuevos puntos de vista.
  - Aclarar dudas sobre asignaciones, plazos y presupuestos, fortaleciendo el compromiso común con el éxito del proyecto.

### Responsabilidad y empoderamiento

Delegar tareas y responsabilidades aumenta la implicación y el empoderamiento, tanto individual como colectivo. La delegación debe adecuarse a la madurez y competencias de los miembros, acompañada de medición de resultados y retroalimentación constante.

**Ejemplo 4.10** *Si un miembro coordina un subproyecto, se recomienda realizar reuniones de seguimiento semanales. Los errores detectados se analizan, identificando la causa raíz y aplicando medidas correctivas para prevenir su repetición.*

#### 4.4.5. Gestión de equipos distribuidos/virtuales

Siempre que se pueda, es más adecuado poder tener un equipo ubicado en el mismo sitio (**coubicación**), ya que esto mejora su capacidad de desempeñarse en equipo; sin embargo, en la actualidad es habitual trabajar en **equipos virtuales**, cuyos miembros realizan sus tareas personales de grupo desde distintos lugares, a veces incluso desde otros países o zonas horarias. En ese caso, hay que prestar atención a lo siguiente:

- **Descripciones claras de las tareas:** trabajar a distancia dificulta perfeccionar las descripciones de las tareas durante el trabajo. También es más difícil dar una retroalimentación sencilla sobre los resultados de los miembros del equipo. Por eso, es esencial formular de antemano descripciones claras de las tareas y discutir las a fondo con todos los implicados.
- **Conocimiento y uso eficaz de la tecnología:** utilizar un espacio de trabajo digital compartido donde los miembros del equipo pueden compartir documentos y hacer un seguimiento de los progresos. Esto requiere la disponibilidad de la tecnología y la capacidad de todos los miembros del equipo para hacer un buen uso de ella.
- **Creación y mantenimiento de la confianza a distancia:** La confianza, piedra angular de cualquier equipo de alto rendimiento, no se construye de forma espontánea en entornos virtuales y debe ser cultivada intencionadamente. Esto se logra mediante:
  - **Confianza basada en la tarea (Task-based Trust):** Asegurando que los compromisos se cumplan sistemáticamente. Se recomienda utilizar herramientas compartidas, donde el progreso sea visible para todos, son esenciales para demostrar responsabilidad.
  - **Confianza basada en la relación (Relationship-based Trust):** Creando espacios para interacciones no relacionadas con el trabajo, como iniciar reuniones con “check-ins personales”<sup>6</sup>, habilitar canales de comunicación informal para temas sociales (“cafés virtuales”).
- **Los miembros del equipo deben trabajar de forma independiente y ser autosuficientes:** pedir ayuda a distancia es mucho más complejo, sobre todo si además hay una diferencia horaria significativa entre las ubicaciones geográficas. Los miembros del equipo tienen que resolver todo tipo de problemas prácticos de forma independiente.
- **Gestión eficaz de zonas horarias (Follow-the-Sun):** La disparidad horaria puede ser un obstáculo, pero también una oportunidad para una productividad extendida.
  - Identificar y comunicar claramente las **ventanas de superposición** horaria para reuniones sincronas y colaboración inmediata.
  - **Rotar los horarios de las reuniones** recurrentes para no penalizar siempre a los mismos miembros.
  - Establecer normas explícitas de respeto por el tiempo personal, evitando expectativas de disponibilidad 24/7 y utilizando la **comunicación asíncrona** como norma por defecto.
  - La **comunicación sincrónica** se reserva para situaciones que la justifican (resolución de conflictos, brainstorming, etc.). Las reuniones virtuales deben tener una agenda clara, designar un facilitador, utilizar el vídeo siempre que sea posible y grabarse (con consentimiento) para quienes no puedan asistir.

<sup>6</sup>Dedicar los primeros minutos de una reunión de trabajo a que cada participante comparta brevemente algo sobre su estado anímico, su contexto personal o simplemente cómo se siente en ese momento, antes de entrar en los temas formales del orden del día.

- **Seguimiento a distancia:** los informes de progreso deben establecerse formalmente para que la comunicación sobre los avances se convierta en un hábito regular y predecible. La mayoría de los sistemas virtuales actuales disponen de herramientas que ayudan al equipo a visualizar las tareas planificadas y distribuidas, lo que favorece un control eficaz del progreso por parte de todo el equipo.
- **Comprender las diferencias culturales:** la forma de relacionarse de las personas difiere según el país y la empresa. Es bueno centrarse en estas diferencias culturales durante las sesiones de formación y las reuniones presenciales para reforzar el entendimiento mutuo y garantizar que los miembros del equipo conozcan mejor las costumbres de los demás. Se trata de llegar a acuerdos de comportamiento concretos que tengan en cuenta conscientemente las diferencias y preferencias culturales. La base de estos acuerdos tendrá que ser siempre el respeto mutuo.

El rol del PM en este caso se desplaza hacia el de un facilitador que diseña y mantiene activamente el ecosistema (herramientas, normas, cultura) que permite al equipo prosperar a distancia.

#### 4.4.6. Dirigir al equipo

**Definición 4.7** Dirigir al equipo consiste en hacer seguimiento del **desempeño de los miembros del equipo**, proporcionar retroalimentación, resolver problemas y gestionar cambios en el equipo a fin de optimizar el desempeño del proyecto.

Esta labor de dirección va más allá de la simple asignación y supervisión de tareas; implica guiar, motivar y apoyar al equipo para navegar los desafíos inherentes a cualquier proyecto. Uno de los aspectos más críticos es la capacidad de gestionar de manera efectiva los desacuerdos y obstáculos que surgen naturalmente durante el trabajo colaborativo. El manejo proactivo de estas situaciones es esencial para mantener la cohesión del grupo y encauzar su energía hacia los objetivos comunes.

#### Manejo de la resistencia

Uno de los primeros desafíos es la resistencia al cambio o a nuevas ideas. La resistencia surge de diferencias de opinión, valores o intereses y puede ser constructiva si se gestiona adecuadamente. El PM debe abordarla estratégicamente, trabajando desde su propio rol y desde la perspectiva del miembro resistente.

- **Trabajar desde el propio rol:** reconocer la necesidad de colaboración, ser claro sobre límites y opciones, actuar de manera coherente y predecible, establecer contacto sincero y mantener flexibilidad.
- **Trabajar desde la perspectiva del otro:** observar hechos sin juzgar, explicar cómo afectan a emociones y preocupaciones, preguntar y escuchar activamente, discutir opciones y soluciones.

**Ejemplo 4.11** Si un miembro se resiste a usar una nueva herramienta digital:

1. Escuchar sus preocupaciones.
2. Explicar los beneficios de la herramienta.
3. Organizar una formación práctica para experimentar la herramienta y expresar retroalimentación.

#### Conflicto y crisis

**Definición 4.8** Un **conflicto** es un desacuerdo entre partes con intereses, valores u objetivos opuestos.

Los conflictos son a veces inevitables, pero resolverlos puede conducir a una mejor resolución y comprensión, lo que beneficia al proyecto:

- **Conflicto funcional:** Desacuerdo o diferencia de opiniones que contribuye positivamente al equipo o a la organización. Se centra en el contenido o proceso del trabajo, fomenta la colaboración, el diálogo y la búsqueda de mejores soluciones, y puede mejorar el rendimiento y la creatividad del grupo.

**Ejemplo 4.12** *Discutir distintas formas de organizar una tarea para optimizar tiempos y resultados.*

- **Conflicto disfuncional:** Es un conflicto que afecta negativamente a las relaciones y al desempeño del equipo. Se centra en lo personal, genera enfado, insatisfacción o tensiones entre las personas y obstaculiza la colaboración y la toma de decisiones. Para solucionarlo, es necesario abordar primero los problemas emocionales o relacionales antes de retomar la discusión sobre el trabajo.

Siempre que se pueda, los conflictos deben afrontarse de **manera directa y a modo individual**, antes que de manera colaborativa.

**Prevención y rol del PM** El PM debe estar alerta a situaciones que puedan generar desacuerdos, identificando y gestionando los conflictos **antes de que se expandan**. Esto incluye:

- Detectar posibles conflictos de manera temprana.
- Prevenir problemas separando a personas con intereses o caracteres conflictivos.
- Delegar asuntos sensibles a personas específicas.
- Reconocer y reducir el estrés individual, que aumenta la probabilidad de conflictos.

**Fases de un conflicto** Una **fase de conflicto** es una etapa distintiva que refleja la gravedad y profundidad de un conflicto. Louis Pondy (un destacado especialista en estudios de gestión y organización) distinguió 4 fases de conflicto y su seguimiento:

1. **Fase latente (fase 0):** Aún no existe un conflicto abierto, pero hay indicios como tono agresivo, repetición de argumentos o falta de escucha. Los desacuerdos pueden permanecer ocultos o surgir más tarde.
2. **Fase percibida (fase racional):** Las partes reconocen el conflicto y empiezan a distanciarse. Aparecen culpas mutuas, sospechas y distorsión de opiniones. Otros miembros pueden involucrarse formando coaliciones.
3. **Fase sentida (fase emocional):** Las emociones negativas predominan. Se centra la atención en los errores o defectos del otro, se utilizan palabras duras y se refuerzan alianzas. El objetivo deja de ser resolver el conflicto y pasa a ser “ganar” a la otra parte.
4. **Fase de manifestación (fase de batalla):** El conflicto se vuelve abierto y destructivo. Hay pérdida de respeto, intrigas y acciones agresivas, y el equipo puede fragmentarse. Las partes buscan imponerse y eliminar al contrario.

La prevención y vigilancia del PM actúa principalmente en las **fases tempranas** (latente y percibida), antes de que el conflicto se intensifique.

**Desescalada en las fases del conflicto** La **desescalada** de conflictos hace referencia a las intervenciones necesarias para resolver un conflicto. Cada fase necesita un estilo adecuado para resolver y desescalar el conflicto:

1. **Fase latente:** El conflicto aún no se ha arraigado en emociones negativas. Es importante reconocerlo y fomentar la comunicación abierta, donde los miembros puedan expresar sus ideas y escucharse. Ignorar los conflictos latentes puede hacer que resurjan más adelante.
2. **Fase percibida:** La confianza y el respeto pueden haberse debilitado. Ahora es necesario que las partes se escuchen y reconstruyan la relación. Un facilitador (por ejemplo, el PM) puede ayudar a que compartan su visión de colaboración y busquen soluciones beneficiosas para todos.



3. **Fase sentida:** Las emociones ya son fuertes, y sentarse a hablar directamente no basta. Es recomendable usar un mediador. Primero se escucha a cada parte por separado, se verifica la información y luego se inicia un diálogo conjunto para buscar soluciones que favorezcan a ambas partes.
4. **Fase de manifestación:** El conflicto es abierto y puede afectar a todo el equipo. La intervención de un mediador profesional es obligatoria. Se debe permitir que las partes expresen sus emociones y luego trabajar de manera guiada para encontrar soluciones conjuntas.
5. **Cuidados posteriores:** Una vez resuelto el conflicto, es importante supervisar que la cooperación continúe y prevenir recaídas. Esto incluye apoyar a las partes y vigilar la incorporación de nuevos miembros al equipo para evitar que el conflicto resurja.

**Diversos papeles del PM en los conflictos** El PM puede estar implicado en un conflicto o actuar como mediador entre las partes. Cada función requiere aptitudes y estrategias específicas.

- **Participante en un conflicto:** Debe prestar atención a sus propios conflictos y saber cuándo se necesita la mediación de un tercero. Reflexionar sobre el conflicto permite identificar la fase y elegir un enfoque adecuado:
  - **Fase latente:** Examinar la propia posición, observar desde la perspectiva del otro, escuchar y crear comprensión y espacio para opciones aceptadas conjuntamente.
  - **Fase percibida:** Explicar cómo afecta la actitud de la otra persona e invitarla a hacer lo mismo para aumentar la comprensión mutua y fomentar la colaboración.
  - **Fase sentida:** Reducir las emociones mediante la reflexión para abordar el problema desde una perspectiva más justa. Se recomienda la intervención de un mediador y comunicar al patrocinador del proyecto los pasos a seguir.
  - **Fase de manifestación:** Contratar un mediador profesional y elevar el conflicto al patrocinador. Reflexionar sobre emociones y juicios permite comprender mejor el propio papel y actuar de manera consciente y auténtica.
- **Funciones del PM como tercera parte en un conflicto:** El PM puede asumir diversos roles según la situación:
  - **Experto:** Aporta una solución. Útil si el conflicto sigue siendo funcional, pero se debe escuchar a las partes para no agravar el conflicto.
  - **Autoridad:** Decide sobre una cuestión conflictiva y supervisa su aplicación, prestando atención al factor humano y a los conflictos internos.
  - **Árbitro:** Toma decisiones vinculantes que las partes deben aceptar. Normalmente no es adecuado para conflictos propios del proyecto.
  - **Abogado:** Apoya a una de las partes, explicando claramente su rol y las razones de su apoyo.
  - **Facilitador del proceso:** Centra su acción en la prevención de conflictos y en la gestión del proceso donde se desarrollan las tensiones.
  - **Moderador:** Dirige la conversación y el debate, organiza el orden del día, hace preguntas y resume conclusiones.
  - **Mediador:** Apoya activamente a las partes para encontrar una solución aceptable, siendo necesario reconocimiento de experiencia e independencia.

Si el PM actúa como tercera parte, antes de intervenir debe:

- Determinar quién solicita la intervención y con qué motivos, evitando ser usado con fines sin integridad.
- Explorar con las partes las causas, efectos y emociones del conflicto.
- Identificar la naturaleza y fase del conflicto, adaptando su enfoque.
- Asegurarse de ser aceptado en su rol y actuar dentro de su autoridad formal.
- Mantener la neutralidad, excepto en casos donde el apoyo a una parte sea necesario y se justifique claramente.

## 4.5. Cronograma

El seguimiento del avance en el cronograma de una actividad puede realizarse de dos formas principales:

- Anotando las **fechas reales de inicio y finalización** de cada actividad, así como las fechas en las que se alcanzan los hitos.
- Describiendo la **cantidad de trabajo realizado** en %. Se debe tener especial cuidado al utilizarlo, ya que, en la mayoría de los casos, no existe una forma objetiva y clara de determinarlo.

**Ejemplo 4.13** *Afirmar que “el diseño de un nuevo producto está completado en un 30 %” carece prácticamente de sentido, ya que es imposible medir objetivamente el avance de un proceso creativo y reflexivo.*

*Sugerir que se ha completado el 30 % del diseño porque se han invertido 30 de las 100 horas presupuestadas, o porque han transcurrido 3 de los 10 días asignados, es igualmente incorrecto. El primer caso es una medida del consumo de recursos y el segundo del tiempo transcurrido; ninguno de los dos indica la cantidad real de trabajo sustantivo realizado.*

Si una actividad está compuesta por segmentos bien definidos que requieren una cantidad de tiempo y esfuerzo similar, sí puede ser viable calcular una medida precisa de avance.

**Ejemplo 4.14** *Si la actividad planificada consiste en realizar 20 entrevistas telefónicas idénticas y ya se han completado 10, entonces se puede afirmar razonablemente que la actividad está un 50 % completada.*

Los datos que se obtengan aquí se compararán con la línea base del cronograma en la monitorización y control del proyecto.

## 4.6. Riesgos

Cuando se está ejecutando el proyecto y salta algún **disparador de riesgo**, es necesario implementar alguna de las respuestas (estrategias) que se habían planificado (ver Sección 3.5.4):

- Si el **riesgo está identificado**, se implementa el plan de respuesta que se tenga.
- Si el **riesgo no está identificado** (ni analizado), se debe hacer un **workaround** (solventar el riesgo sobre la marcha, tomar acciones para mitigarlo). Esto implicará identificar el riesgo que ha aparecido y no estaba contemplado, analizarlo (cualitativa y cuantitativamente, si fuera necesario), y aplicar un plan de respuesta.

Este proceso se va repitiendo durante el proyecto cada vez que se identifica un disparador de riesgo. Independientemente de que el riesgo que aparezca estuviera identificado o no, se debe analizar el plan que se debe hacer y cómo esto va a **afectar a las líneas base** (Figura 4.6):

- Si el riesgo estaba identificado y no tenía asignada reserva de contingencia, simplemente se implementa el plan de respuesta.
- Si el riesgo estaba identificado y tenía asignada reserva de contingencia, el comité de control de cambios<sup>7</sup> debe evaluar si utilizarla o no.
- Si el riesgo no estaba identificado, hay que crear una petición de cambio para especificar a qué líneas base va a afectar (cronograma/costes/alcance) y hacer el **workaround** para analizarlo. Entonces, este se introduce en los registros de riesgos, se analiza y se describe el plan de respuesta a ese riesgo que se va a implementar una vez se tenga el visto bueno de la petición de cambio.

La decisión del Comité de Control de Cambios (CCB) sobre una solicitud de cambio puede ser de **aprobación, aplazamiento o rechazo**:

<sup>7</sup>El **Comité de Control de Cambios (CCB)** es un grupo formal constituido por partes interesadas clave. Su función principal es **revisar, evaluar, aprobar, aplazar o rechazar** las solicitudes de cambio que afecten a las líneas base del proyecto (alcance, cronograma, coste) o a otros documentos críticos. Su intervención es crucial para gestionar el impacto de los riesgos materializados en las restricciones fundamentales del proyecto, asegurando que cualquier modificación se realice de manera controlada y alineada con los objetivos globales, se entra en más detalle en la Sección 5.2.

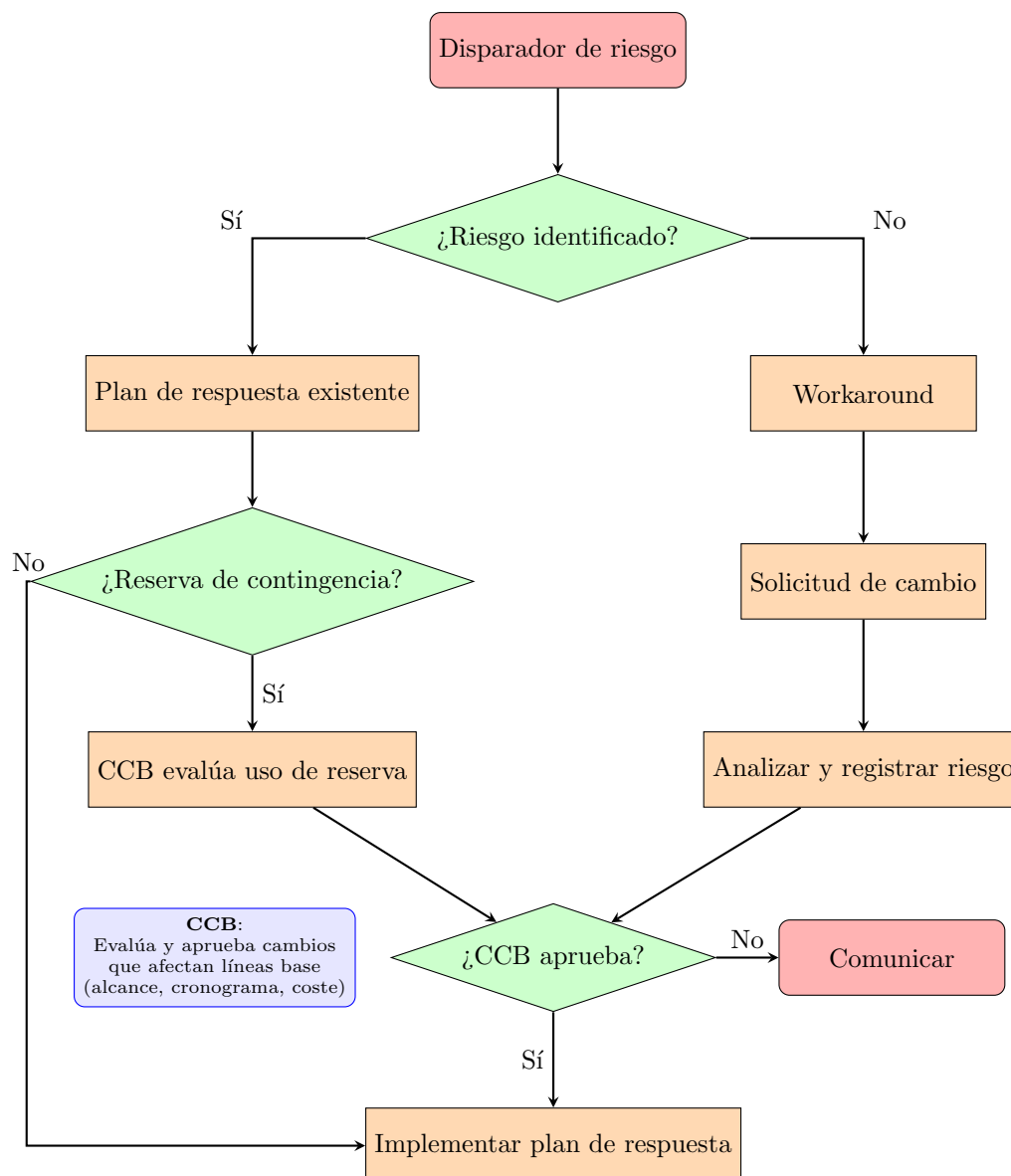


Figura 4.6: Diagrama de flujo cuando aparecen riesgos en la ejecución

- **Aprobación:** Se procede a implementar el plan de respuesta asociado al riesgo, actualizando las líneas base y los documentos del proyecto según corresponda.
- **Aplazamiento:** El CCB puede decidir no tomar una decisión inmediata, usualmente por falta de información. La solicitud de cambio queda en estado de **pendiente** y se reevaluará en una reunión futura. Mientras tanto, el PM debe gestionar el impacto del riesgo con los recursos disponibles **sin modificar las líneas base**.
- **Rechazo:** Si el CCB rechaza la solicitud de cambio, significa que **no se autorizan modificaciones** a las líneas base (alcance, cronograma, coste) para abordar el riesgo. En este caso:
  - El proyecto debe continuar ejecutándose según las líneas base originales aprobadas.
  - El PM y el equipo **deben buscar alternativas** dentro de las restricciones existentes para mitigar el impacto del riesgo materializado. Esto podría implicar:
    - Reasignar recursos de otras actividades menos críticas.
    - Aplicar soluciones creativas que no requieran cambio formal de alcance o presupuesto.
    - Aceptar una degradación controlada en los objetivos de desempeño (ej., menor calidad en una funcionalidad no crítica) como nuevo riesgo aceptado.

- El riesgo y el rechazo de la solicitud de cambio deben quedar **documentados en el registro de riesgos y lecciones aprendidas**, junto con el plan de acción alternativo. Esto es crucial para la transparencia y para justificar futuros desvíos en el desempeño.
- En última instancia, si el impacto del riesgo no mitigado es severo y amenaza el éxito fundamental del proyecto, el PM podría necesitar **eleva el problema** al patrocinador (*sponsor*) o a la organización para una resolución estratégica, que podría incluso llevar a la reconsideración del proyecto en su conjunto.

La gestión del rechazo de un cambio por el CCB prueba la resiliencia del plan del proyecto y la habilidad del equipo para adaptarse bajo restricciones inflexibles.

### 4.7. Calidad

Durante la ejecución, se implementan las actividades de **aseguramiento de la calidad (QA)** definidas. Recordar que el **aseguramiento de la calidad** se enfoca en **los procesos** (*¿se están haciendo las cosas de la manera correcta?*) mientras que el **control de calidad (QC)** se enfoca en **los entregables** (*¿se obtuvo el resultado correcto?*). Durante la ejecución, el aseguramiento de la calidad actúa como una actividad preventiva y proactiva que asegura que los procesos se siguen adecuadamente, mientras que el control de calidad (que pertenece a Monitorización y Control, Tema 5) verifica los resultados específicos.

El QA aplica sistemáticamente las políticas, procedimientos y estándares establecidos para garantizar que todos los procesos del proyecto se llevan a cabo de acuerdo con los requisitos acordados y las mejores prácticas organizacionales. El objetivo principal del QA es **verificar el cumplimiento de los procesos**, focalizándose en:

- Asegurar que el trabajo se realiza siguiendo los estándares y metodologías definidas.
- Cumplir con las normativas aplicables (ISO, políticas internas, regulaciones sectoriales).
- Identificar oportunidades de mejora en los procesos de la organización.
- Prevenir defectos mediante la adherencia a procesos de calidad.

Para ello, se incluyen actividades como:

- Realizar **auditorías** de procesos para verificar el cumplimiento; una auditoría es un proceso sistemático, independiente y documentado para determinar si los procesos cumplen las directrices, normas y procedimientos de calidad y son eficientes y eficaces.
- Implementar las herramientas y técnicas de calidad planificadas. Para verificar que se están cumpliendo, es habitual el uso de **checklists** para validar todas aquellas políticas, reglas... que se hayan planificado en el QA.
- Documentar desviaciones procesales y proponer **acciones correctivas** según los hallazgos y recomendaciones del control de calidad, los resultados de las auditorías de calidad o la resolución de problemas. Las dos herramientas más utilizadas para analizar y evaluar las oportunidades de mejora son el ciclo de Deming (ciclo PDCA) y Six Sigma.
- Facilitar reuniones de revisión de calidad con el equipo del proyecto.
- Recopilar datos sobre la efectividad de los procesos de calidad.

---

## Tema 5

# Monitorización y control del proyecto

---

El plan de proyecto representa la **hoja de ruta inicial** que se cree que funcionará. No obstante, un plan no se ejecuta por sí solo ni puede predecir el futuro con exactitud. Los proyectos exitosos requieren una **gestión activa y continua** para asegurar que se siguen los planes establecidos y, lo que es más importante, que se producen los **resultados deseados**. Cuando surgen imprevistos, el PM debe reaccionar con agilidad para reajustar los esfuerzos y mantener el proyecto encaminado hacia sus objetivos.

La monitorización y control abarca un conjunto de actividades que se realizan a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto para garantizar que este evoluciona según lo previsto. Este proceso se basa en el **ciclo de Deming**:

1. **Planificar (Plan)**: Establecer la línea base (alcance, tiempo, coste).
2. **Hacer (Do)**: Ejecutar el trabajo según el plan.
3. **Verificar (Check)**: Monitorizar y medir el rendimiento frente a la línea base.
4. **Actuar (Act)**: Tomar acciones correctivas sobre las desviaciones.

Las actividades clave en la monitorización y control son:

- **Reconfirmación del plan**: Al inicio de cada ciclo o iteración de trabajo, es crucial realinear al equipo reconfirmando:
  - Las **actividades** asignadas y comprometidas.
  - Las **fechas** de inicio y fin acordadas.
  - El **esfuerzo** (horas/persona) estimado para cada tarea.

Esta práctica previene malentendidos y refuerza el compromiso.

- **Evaluación del rendimiento y seguimiento**: Durante la ejecución, es imperativo recopilar datos objetivos sobre el avance. Los miembros del equipo deben registrar:
  - Entregables completados (intermedios y finales) e **hitos** alcanzados.
  - Fechas reales de **inicio y fin** de las actividades.
  - **Horas trabajadas y recursos consumidos** en cada tarea.
  - **Gastos** incurridos.

Al final de cada periodo, estos datos se **comparan con el plan** (líneas base) para cuantificar desviaciones en tiempo, coste y alcance, buscando analizar sus **causas raíz**.

- **Implementación de acciones correctivas**: Basándose en el análisis de las desviaciones, se deben tomar decisiones:
  - **Corregir** el rumbo para alinearse con el plan original (si es viable).

- **Adaptar** el plan (*re-planificar*) para reflejar la nueva realidad, actualizando la línea base si es necesario y gestionando los cambios formalmente.
- **Comunicación:** El PM debe mantener informados a los *stakeholders* de forma regular y transparente, comunicando:
  - **Logros** y progreso (*avance*).
  - **Problemas** y **riesgos** materializados.
  - **Acciones** correctivas en curso o planificadas.
  - Pronósticos de finalización (*forecasting*).

La frecuencia óptima de seguimiento depende de factores como la **duración total** del proyecto, su **complejidad**, el **nivel de riesgo** y la **proximidad a hitos críticos**. Aunque actividades de alto riesgo pueden requerir supervisión diaria, se recomienda realizar una evaluación formal del rendimiento global del proyecto **al menos una vez al mes**. Esto permite identificar y abordar desviaciones a tiempo, antes de que se conviertan en problemas irreversibles. La experiencia demuestra que esperar más tiempo:

- Hace que la gente pierda la concentración y el compromiso con la actividad, aumentando las posibilidades de que la actividad no termine en la fecha prevista.
- Proporciona más tiempo para que los pequeños problemas pasen desapercibidos y, por tanto, se conviertan en problemas mayores.

### 5.1. Proceso integrado de monitorización y control

El ciclo PDCA se sustenta en tres pilares interconectados que se repiten de forma iterativa a lo largo del proyecto:

- **Monitorización (verificación):** Implica la recolección sistemática de datos sobre el desempeño del trabajo. Las actividades clave incluyen la reconfirmación del plan al inicio de cada ciclo, la evaluación del rendimiento mediante el registro de entregables, horas y gastos, y el análisis de datos utilizando técnicas como el análisis de valor ganado, tendencias o causa raíz para transformar los datos en información significativa.
- **Control (actuación):** Consiste en evaluar la información obtenida de la monitorización y determinar la respuesta adecuada. El mecanismo central para ello es el control integrado de cambios (ver Sección 5.2), un proceso formal para revisar, aprobar o rechazar solicitudes de cambio. Estas pueden ser correcciones, acciones preventivas o actualizaciones a los documentos del proyecto. Las decisiones de control las toma el PM para cambios menores o el comité de control de cambios (CCB) para aquellos que afectan a las líneas base.
- **Comunicación (información):** Es el elemento que cierra el ciclo y lo alimenta. El proceso no está completo hasta que la información sobre el desempeño, las desviaciones identificadas y las acciones tomadas o recomendadas se comunica a las partes interesadas. Esto se realiza principalmente a través de informes de desempeño (de estado, de avance, de tendencias, etc.), que deben ser claros, concisos y adaptados a su audiencia.

La frecuencia de este ciclo de monitorización y control no es fija; depende de la duración, complejidad y nivel de riesgo del proyecto. Si bien actividades de alto riesgo pueden requerir supervisión diaria, se recomienda realizar una evaluación formal del rendimiento global del proyecto **al menos una vez al mes**. Esta periodicidad permite identificar y abordar desviaciones a tiempo, antes de que se conviertan en problemas irreversibles, manteniendo el enfoque y el compromiso del equipo.

### 5.2. Control integrado de cambios

Cuando se detectan problemas durante la ejecución del trabajo del proyecto, se pueden presentar **solicitudes de cambio** que pueden modificar las políticas o los procedimientos del proyecto, el alcance del proyecto o del producto, el coste o el presupuesto del proyecto, el cronograma del proyecto o la calidad del proyecto o los resultados del producto.

**Definición 5.1** Una **solicitud de cambio** es una propuesta formal para modificar cualquier documento, entregable o línea base del proyecto.

Cualquier interesado del proyecto puede solicitar un cambio. Las solicitudes de cambio pueden incluir:

- **Acciones correctivas:** Acciones que hay que realizar para volver a alinear el rendimiento del proyecto al plan para la dirección del proyecto. En general, *cuando hay desviaciones en el proyecto, hay que aplicar acciones correctivas.*
- **Acciones preventivas:** Acciones que se realizan para reducir la probabilidad de sufrir consecuencias negativas que afecten al buen desarrollo del proyecto. Suelen ir asociadas a prevenir riesgos (a su impacto o a su probabilidad).
- **Acciones de reparación de defectos:** Cuando se identifica formalmente un defecto en un entregable/parte del proyecto, este cambio implica una recomendación de reparar dicho defecto o reemplazarlo completamente.
- **Actualizaciones:** Cambios en los documentos del proyecto para recoger los cambios que han sido aprobados, planes o documentos que se han modificado o añadido.

Estas solicitudes de cambio son procesadas mediante el **control integrado de cambios**. Como resultado, los cambios pueden aprobarse, aplazarse o rechazarse.

**Definición 5.2** El **control integrado de cambios** implica **revisar las solicitudes de cambio, aprobar y gestionar cambios** a entregables, documentos del proyecto y al plan para la dirección del proyecto, y **comunicar** las decisiones.

Los proyectos rara vez cumplen el plan fijado por el plan inicial; ese documento **indica las bases**, pero es muy raro que todo salga perfecto. Entonces, se tiene que ir controlando lo que realmente está ocurriendo y, si no se sigue el plan, hacer los cambios necesarios para ajustarse lo máximo posible a lo que se había desarrollado en la planificación. El control integrado de cambios hay que implementarlo **durante todo el proyecto**, desde que se empieza la ejecución. Debe hacerse siempre que se tenga una propuesta de cambio, puesto que analiza las solicitudes para ver si realmente tiene sentido hacerlo o no.

El control de cambios puede verse resumido en la Figura 5.1:

1. Durante la ejecución del proyecto, se sacan los diferentes datos de desempeño del trabajo al dirigir y gestionar el trabajo del equipo.
2. Durante la monitorización y control del trabajo se analizan estos datos y se contrastan con lo planificado: si va bien, se continúa igual; si hay desvíos, puede ser necesario abrir una solicitud de cambio.
3. Si fuera el caso, se lleva al control integrado de cambios para hacer el cambio.

Mientras que la supervisión y control del proyecto están a cargo del PM y su equipo de dirección, el proceso de control integrado de cambios supera al PM y requiere de un **comité de control de cambios (CCB)**.

**Definición 5.3** El **comité de control de cambios (CCB)** es un grupo formalmente constituido, responsable de **revisar, evaluar, aprobar, aplazar o rechazar** los cambios en el proyecto, así como de registrar y comunicar dichas decisiones.

Este grupo de personas puede incluir al PM, patrocinador, expertos, etc. Es importante destacar en este punto que, si el PM forma parte del CCB, tiene voz, pero no voto.

Sin embargo, no todos los cambios propuestos pasan por el CCB. Cuando al hacer la monitorización y control se ve que hay un desvío, se abre una **petición de cambio**. Aparecen entonces dos casos (ver Figura 5.2):

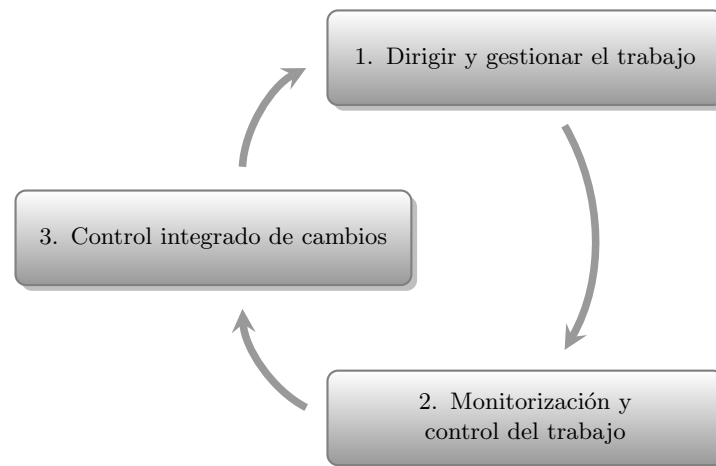


Figura 5.1: Control integrado de cambios

1. **SÍ afecta al plan para la dirección del proyecto, líneas base (alcance, cronograma y costes), procedimientos de la empresa, contratos y/o acta de constitución del proyecto:** El cambio tiene que aprobarlo el CCB para que valide si se debe hacer o no. Todos estos elementos están relacionados con el triángulo de las restricciones (ver Figuras 1.1 y 1.11) donde, si se cambia algo de uno de ellos, seguramente se deba cambiar también los otros dos. Por lo tanto, es algo **crítico** que debe aprobar un CCB con las personas que tengan implicación dentro del proyecto a más alto nivel.

**Ejemplo 5.1** Se propone agregar una nueva funcionalidad al producto final del proyecto, que consiste en la integración de un módulo de chat en tiempo real para mejorar la comunicación entre los usuarios. Al aumentar el alcance del proyecto, es posible que haya que extender el cronograma y ajustar el presupuesto, pudiendo requerir recursos técnicos y humanos adicionales para el desarrollo, prueba e integración del módulo de chat en el producto. Por tanto, este cambio debería pasar por el CCB.

2. **NO afecta al plan para la dirección del proyecto, líneas base (alcance, cronograma y costes), procedimientos de la empresa, contratos y/o acta de constitución del proyecto:** El PM puede aprobar o rechazar el cambio, sin necesidad de pasar por el CCB.

**Ejemplo 5.2** Un recurso va a estar de baja por una enfermedad de larga duración, el cambio de ese recurso no va a afectar a las líneas base, porque es cambiar un recurso por otro. Por tanto, el PM puede aprobar el cambio sin necesidad de pasar por el CCB.

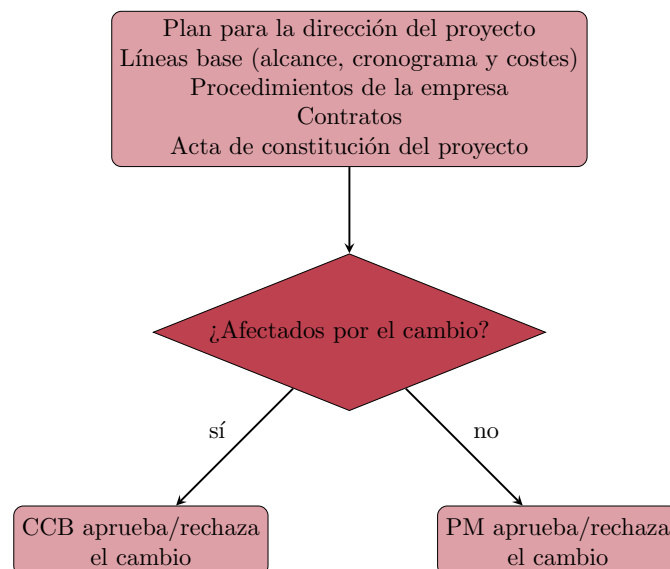


Figura 5.2: Cambios que pasan o no por el CCB



Durante este control, se incluyen las siguientes actividades:

- Identificar los cambios a ejecutar.
- Revisar los cambios solicitados.
- Mantener la integridad de las líneas base siempre que se pueda.
- Controlar y actualizar las líneas de los planes de alcance, coste y cronograma según los cambios aprobados que les afecten. Si se aprueba un cambio que afecta a la planificación, habrá que actualizarlo.
- Prevenir los cambios antes de que estos sean necesarios, es decir, realizar **acciones preventivas** (viendo o anticipándose a que se pueda tener un problema).
- Documentar el impacto de los cambios que se han requerido.

Para gestionar los cambios, se recomienda seguir la secuencia siguiente (Figura 5.3):

1. **Prevención:** Identificar y abordar las causas raíz que generan la necesidad de cambios.
2. **Identificación:** Especificar claramente el cambio propuesto y sus beneficios esperados.
3. **Análisis:** Evaluar el impacto integral del cambio en todas las dimensiones del proyecto, utilizando **análisis de alternativas** o **análisis coste-beneficio**. Si es necesario tomar decisiones, se puede hacer mediante **votación** (para la toma de decisiones colectiva, pudiendo requerirse que la votación termine con unanimidad (todos están de acuerdo), mayoría (con apoyo de más del 50 % de los miembros del grupo) o pluralidad (el conjunto de personas más numeroso del grupo toma la decisión, aun cuando no se alcance la mayoría; recomendable cuando el número de opciones propuestas es superior a dos), **toma de decisiones autocrática** (una persona asume la responsabilidad de tomar la decisión en nombre de todo el grupo) o **análisis de decisiones con múltiples criterios** (MCDM).
4. **Documentación:** Formalizar la solicitud de cambio con toda la información relevante.
5. **Evaluación:** Realizar el control integrado de cambios, involucrando al CCB cuando corresponda. **Las solicitudes de cambio aprobadas se implementarán.** Las solicitudes de cambio aplazadas o rechazadas se comunican a la persona o grupo que solicita el cambio.
6. **Actualización:** Modificar el plan para la dirección del proyecto y documentos relacionados.
7. **Comunicación:** Informar a todos los stakeholders afectados sobre los cambios aprobados.
8. **Implementación:** Gestionar el proyecto de acuerdo con el plan actualizado.



Figura 5.3: Gestión de los cambios

### 5.3. Monitorizar y controlar el trabajo del proyecto

**Definición 5.4** Monitorizar y controlar el trabajo del proyecto consiste en hacer **seguimiento, revisar e informar** del avance general a fin de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el plan para la dirección del proyecto.

Es decir, consiste en monitorizar, analizar y regular el avance. Se desarrolla a lo largo de todo el proyecto y proporciona información al equipo de gestión del proyecto sobre cómo va el proyecto, pudiendo identificar áreas que requieren una atención especial. El proceso general de monitorización y control del trabajo es:

1. En la fase de ejecución, se saca el dato del desempeño del trabajo (ver la Sección 4.1).

2. En la fase de monitorización y control, se analiza este dato y se contrasta con lo planificado. Esta comparación da una indicación del desempeño del trabajo. Las métricas específicas de desempeño del trabajo para el alcance, el cronograma, el presupuesto y la calidad se definen al comienzo del proyecto como parte de la planificación.

**Ejemplo 5.3** *Los datos de desempeño del trabajo relativos al coste pueden incluir fondos que se han gastado. Sin embargo, para ser útiles, los datos deben compararse con el presupuesto, el trabajo realizado, los recursos utilizados, etc., para llevar a cabo el trabajo y el cronograma de financiación. Esta información adicional proporciona el contexto para determinar si el proyecto está dentro del presupuesto o si existe una variación. También indica el grado de variación con respecto al plan, y al compararla con los umbrales de variación del plan, puede indicar si es necesaria una acción preventiva o correctiva.*

La interpretación de los datos de desempeño del trabajo y de la información adicional en su conjunto proporciona un contexto que brinda una base sólida para las decisiones del proyecto. Si el desempeño está yendo bien, se continúa igual; si hay desvíos, puede ser necesario abrir una solicitud de cambio.

3. Si fuera el caso, se lleva al control integrado de cambios (Sección 5.2) para analizar el cambio y, si es aprobado, se realizará en la fase de ejecución.

Por ello, es necesario difundir los datos que se han obtenido de la ejecución, analizarlos en esta fase de monitorización y control y, por último, generar un informe para que se difunda a las partes interesadas necesarias.

Por tanto, para monitorizar y controlar el trabajo del proyecto, lo más importante es el **análisis de datos**, que permite pronosticar resultados potenciales sobre la base de posibles variaciones en las variables del proyecto o ambientales y sus relaciones con otras variables. Pueden usarse:

- **Análisis de alternativas:** Se utiliza para seleccionar las acciones correctivas o una combinación de acciones correctivas y preventivas a implementar cuando ocurre una desviación.
- **Análisis coste-beneficio:** Herramienta de análisis financiero utilizada para estimar las fortalezas y debilidades de las alternativas, a fin de determinar la mejor alternativa en términos de los beneficios que ofrecen. El análisis coste-beneficio ayuda a determinar la mejor acción correctiva en términos de coste en caso de desviaciones del proyecto.
- **Análisis del valor ganado:** El valor ganado proporciona una perspectiva integral del alcance, el cronograma y el desempeño del coste. Se explica en detalle en la Sección 5.7.4.
- **Análisis de causa raíz:** Se centra en identificar las razones principales de un problema. Se puede utilizar para identificar las razones de una desviación/variación/defecto y las áreas en las que el PM debería centrarse a fin de alcanzar los objetivos del proyecto. Teóricamente, cuando se eliminan todas las causas raíz de un problema (si están correctamente identificadas), el problema no se repite.
- **Análisis de tendencias:** El análisis de tendencias se utiliza para pronosticar el desempeño futuro en función de los resultados pasados. Examina el futuro del proyecto en busca de retrasos esperados y advierte con antelación al PM que, si las tendencias establecidas persisten, podrían ocurrir problemas más tarde en el cronograma. Esta información se pone a disposición lo suficientemente temprano en la línea de tiempo del proyecto, para que el equipo del proyecto tenga tiempo de analizar y corregir cualquier anomalía. Los resultados del análisis de tendencias pueden utilizarse para recomendar acciones preventivas, en caso de ser necesario.
- **Análisis de variación:** El análisis de variación revisa las diferencias (o variaciones) entre el desempeño planificado y el real. Esto puede incluir estimaciones de la duración, estimaciones de costes, utilización de recursos, tarifas de recursos, desempeño técnico y otras métricas. En este caso, revisa las variaciones desde una perspectiva integral, considerando las variaciones de coste, tiempo, técnicas y de recursos relacionadas entre sí, para obtener una visión general de la variación del proyecto. Esto permite iniciar las acciones preventivas o correctivas adecuadas.

A partir del análisis de datos, el PM y su equipo deben **tomar decisiones**, usando principalmente la **votación** para la toma de decisiones colectiva; es un proceso de evaluación que maneja múltiples alternativas, con un resultado esperado en forma de acciones futuras. Puede requerirse que la votación

termine con unanimidad (todos están de acuerdo), mayoría (con apoyo de más del 50 % de los miembros del grupo) o pluralidad (el conjunto de personas más numeroso del grupo toma la decisión, aun cuando no se alcance la mayoría; recomendable cuando el número de opciones propuestas es superior a dos).

## 5.4. Seguimiento del proyecto

El seguimiento de los resultados del proyecto no identifica los problemas, sino los síntomas. Cuando se identifica un síntoma, hay que investigar la situación para **determinar la naturaleza de los problemas y las formas de solucionarlos**. Pero no puede hacerse una idea exacta de la situación del proyecto controlando sólo uno o dos aspectos del mismo, sino que se debe tener en cuenta el rendimiento del proyecto en sus tres dimensiones: los resultados producidos (alcance), los plazos de las actividades (cronograma) y los recursos utilizados (costes) para determinar las razones de cualquier incoherencia identificada.

Tras confirmar que existe un problema, hay que entender qué lo causó para volver a encarrilar el proyecto. Las siguientes circunstancias pueden causar retrasos en el cronograma:

- Durante el período de ejecución, las personas dedican menos tiempo a la actividad de lo acordado.
- La actividad requiere más esfuerzo de trabajo del que se planificó.
- Las personas amplían el alcance de la actividad sin las revisiones y aprobaciones necesarias.
- Completar la actividad requiere pasos que no se identificaron en la planificación.
- Las personas que trabajan en la actividad tienen menos experiencia en actividades similares de lo que se consideró.

Además, también es posible que gaste más o menos dinero en las actividades del proyecto de lo que se había planificado por las siguientes razones:

- Se reciben las facturas de los bienes o servicios más tarde de lo previsto, por lo que se pagan más tarde de lo previsto.
- Se paga por adelantado determinados artículos para beneficiarse de descuentos especiales.
- No se necesitan determinados bienes o servicios que se habían presupuestado.
- Se necesitan bienes o servicios que no se habían presupuestado en el plan.
- Las personas asignadas al equipo del proyecto tienen más o menos experiencia de la prevista, lo que implica variaciones de lo que cuesta su trabajo.
- Han subido los precios reales de los bienes y servicios que se quieren adquirir debido a las fluctuaciones del mercado.
- Algunos recursos ya no están disponibles cuando se necesitan.
- Los clientes quieren resultados del proyecto adicionales o diferentes a los que se acordaron en un principio.

## 5.5. Informes de desempeño

Cuando se está ejecutando el proyecto, se obtienen los datos de lo que se está ejecutando en la realidad; estos datos se utilizan durante la monitorización y control para comparar contra las líneas base y, una vez se tiene esa información analizada, se deben ir generando **informes de desempeño del proyecto** donde se recopile y distribuya esa información del proyecto entre las partes interesadas. Por tanto, estos informes constituyen la representación física o electrónica de la información sobre el desempeño del trabajo, constituyendo una **herramienta fundamental para la comunicación formal** en la gestión de proyectos. Además, ofrece ventajas significativas frente a la comunicación oral informal:

- **Precisión factual:** Permiten presentar datos concretos de manera estructurada.
- **Claridad deliberada:** Facilitan la elección cuidadosa de palabras para minimizar malentendidos.

- **Registro histórico:** Proporcionan constancia documental de la información compartida.
- **Difusión amplia:** Permiten distribuir el mismo mensaje consistentemente a múltiples destinatarios (comunicación “push”). Sin embargo, hay que buscar adaptar cada informe para proporcionar información a un nivel de detalle adecuado para cada parte interesada.

Sin embargo, los informes escritos presentan ciertas limitaciones que deben gestionarse:

- **Falta de interacción inmediata:** No permiten aclaraciones en tiempo real.
- **Verificación limitada:** Dificultan confirmar la correcta interpretación del mensaje.
- **Ausencia de retroalimentación no verbal:** Imposibilitan captar reacciones de la audiencia.
- **Dificultad para debates interactivos:** No facilitan la discusión colaborativa.
- **Incertidumbre de recepción:** No garantizan que la audiencia haya leído el contenido (comunicación “push”).

Para maximizar la **efectividad** de los informes escritos, se recomienda:

- **Mantener el enfoque** mediante informes breves y específicos por tema, **limitando la extensión** preferiblemente a una página.
- **Minimizar jerga técnica** y acrónimos para asegurar comprensión universal.
- **Incluir contactos claros** para consultas y aclaraciones adicionales.
- **Especificar acciones requeridas** de manera concreta y explícita.
- **Utilizar recursos visuales** como color o figuras para destacar información clave.
- **Realizar seguimiento personal** para verificar recepción y comprensión.

Existen multitud de tipos de informes, destacando:

- **Informe de estado:** Estado actual del proyecto.
- **Informe de avance:** Avance durante un periodo.
- **Informe de tendencia:** Análisis de tendencias.
- **Informe de previsiones:** Análisis a futuro.
- **Informe de varianza:** Comparación/desviación de las líneas base respecto al estado real.
- **Informe de análisis de valor ganado.**
- **Lecciones aprendidas.**

Entre ellos, el **informe de avance del proyecto** representa la comunicación escrita más común en la gestión de proyectos. Su propósito fundamental es:

- Revisar actividades realizadas durante el período de ejecución.
- Describir problemas encontrados y medidas correctivas implementadas o planificadas.
- Anticipar planes y objetivos para el período siguiente.

En general, este informe incluye:

- **Resumen ejecutivo:** Aspectos destacados del período (máximo una página).
- **Detalles de desempeño:** Actividades, resultados, hitos, horas y gastos detallados.
- **Problemas y soluciones:** Cuestiones surgidas y medidas correctivas propuestas.
- **Cambios aprobados:** Modificaciones al plan del proyecto formalmente aceptadas.
- **Estado de riesgos:** Actualización de supuestos, probabilidades e impactos.
- **Planes futuros:** Principales trabajos y logros planeados hasta el envío del siguiente informe de avance.

## 5.6. Cronograma

El control del cronograma es un proceso continuo esencial para asegurar que el proyecto finalice dentro del **plazo establecido**. Dado que el plan inicial es una previsión sujeta a incertidumbre, la monitorización activa permite detectar desviaciones a tiempo y tomar acciones correctivas para mantener el proyecto alineado con sus objetivos temporales. Este control se sustenta en sistemas implementados desde el inicio de la ejecución, como registros de tiempo y reuniones periódicas de seguimiento, donde el progreso real se compara de forma sistemática con la línea base del cronograma.

Para una supervisión efectiva y eficiente, es crucial **priorizar la atención** en las actividades más sensibles. Se recomienda evaluar las tareas con base en los siguientes factores:

- **Criticidad de la ruta:** La máxima prioridad la tienen las actividades en la **ruta crítica**, ya que cualquier retraso en ellas impacta directamente en la fecha de fin del proyecto. Asimismo, es esencial monitorizar aquellas en **rutas próximas a ser críticas** (actividades con poca holgura), ya que un pequeño retraso puede convertirlas en críticas.
- **Nivel de riesgo:** Las actividades con un **alto riesgo** identificado deben ser monitorizadas más frecuentemente para detectar incidencias de inmediato.
- **Historial de la actividad:** Si una actividad **ya ha tenido problemas** en el pasado, existe una mayor probabilidad de que vuelvan a surgir, por lo que merece una atención continuada.
- **Proximidad a la finalización:** Las actividades que **se acercan a su fecha de finalización** deben ser seguidas de cerca para asegurar que se abordan todos los detalles finales y se cumple el plazo comprometido.

Es fundamental recordar que la **ruta crítica es dinámica**. A medida que el proyecto avanza, los retrasos y adelantos pueden hacer que la ruta crítica inicial cambie, y una ruta que no era crítica se convierta en la nueva ruta crítica. Por ello, el control del cronograma no es una mera comparación de fechas, sino un análisis activo que implica determinar el estado actual, investigar las causas profundas de cualquier desviación y gestionar los cambios necesarios en la línea base del cronograma.

Para llevar a cabo este control, el PM se apoya en un conjunto de técnicas. El **análisis de valor ganado** (Sección 5.7.4) ofrece una visión integrada del rendimiento del alcance, el tiempo y el coste. Las **revisiones de desempeño** permiten una comparación detallada de las fechas reales con las planificadas, mientras que los **análisis de tendencias y variación** ayudan a entender el desempeño a lo largo del tiempo y la magnitud de las desviaciones. Ante posibles problemas, los **análisis “¿Qué pasa si...?”** pueden ser muy valiosos para evaluar la viabilidad de diferentes cursos de acción.

Si se identifican desviaciones, las opciones para recuperar el tiempo perdido incluyen el uso de **retrasos y adelantos** entre actividades, la **optimización de la asignación de recursos** o la aplicación de técnicas de **compresión del cronograma** (**crashing** o **fast tracking**). El **método de la ruta crítica** es fundamental en esta fase para recalcular y entender el impacto de cualquier cambio en la red del proyecto. En caso de que se haya utilizado el **método de la cadena crítica**, en lugar de monitorizar cada actividad individualmente, se supervisa el consumo de los *buffers*, los cuales se dividen en tres zonas (Figura 5.4):

- **Zona verde:** No se requiere acción.
- **Zona ámbar:** Se evalúa la situación y se planifican acciones correctivas potenciales.
- **Zona roja:** Se ejecutan las acciones correctivas planificadas, ya que el *buffer* está críticamente consumido.

Este método cambia el foco del cumplimiento de fechas de tareas individuales a la protección de la fecha final del proyecto a través de la gestión de sus márgenes de seguridad agregados.

Como resultado de esta monitorización continua, se generan **pronósticos actualizados** de la fecha de finalización, que informan a los interesados sobre la salud temporal del proyecto. Si las desviaciones son tales que se requiere una modificación formal de los objetivos de plazo, se deben generar **solicitudes de cambio** para su evaluación y aprobación, asegurando que cualquier ajuste a la línea base se realice de forma controlada y documentada.

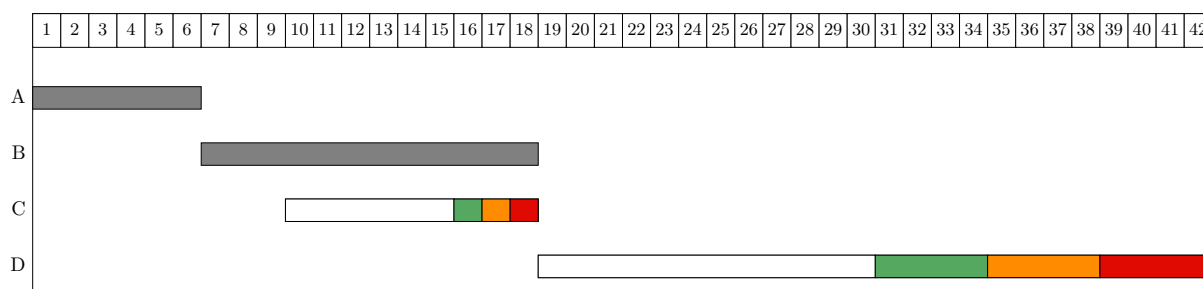


Figura 5.4: Monitorización y control con la cadena crítica

## 5.7. Costes y adquisiciones

### 5.7.1. Seguimiento de compromisos y gastos

Supervisar los gastos del proyecto es fundamental para garantizar que se mantengan alineados con la línea base del coste. Por eso, hay que hacer un seguimiento meticuloso no solo del dinero ya desembolsado, sino también de los fondos que ya se han **comprometido** gastar, lo que proporciona una visión real de la situación financiera del proyecto.

El proceso de gasto de los fondos del proyecto es gradual. Comprender cada paso es crucial para un control preciso, ya que en cada etapa se obtiene una imagen más clara del coste final y del saldo restante:

1. **Presupuestación:** Se incluye una estimación de coste en el presupuesto del proyecto. Esta previsión se basa en experiencia previa, información histórica o consultas preliminares, sin identificar proveedores específicos.
2. **Solicitud de compra:** Se presenta una solicitud formal al departamento de compras. Este documento, que debe ser aprobado por el PM o la persona que éste designe, y cualquier otra persona que controle el gasto de los fondos del proyecto, especifica el artículo necesario y establece un límite financiero que no debe ser superado.
3. **Emisión de orden de compra:** El departamento de compras selecciona un proveedor y emite una orden de compra (OC). La OC formaliza la intención de compra y fija un precio estimado. En este punto, los fondos se consideran **comprometidos**.
4. **Confirmación del proveedor:** El proveedor acepta la orden, confirmando por escrito el precio final (incluyendo impuestos y gastos) y la fecha de entrega.
5. **Recepción y aceptación:** Se recibe el bien o servicio y se verifica que cumple con lo especificado. Si hay problemas, se pueden rechazar, lo que podría llevar a la cancelación de la OC y a reiniciar el proceso, buscando otro proveedor. Hasta que no se acepta, no se genera la factura.
6. **Facturación:** Se recibe la factura del proveedor, que detalla el coste final a pagar. Este documento se coteja con la OC y el albarán de recepción para verificar su exactitud.
7. **Pago:** El departamento financiero desembolsa los fondos para liquidar la factura, deduciendo finalmente el importe del presupuesto del proyecto.

Para el PM, este ciclo significa que debe monitorizar activamente el estado de todas sus solicitudes y órdenes de compra. La clave es distinguir entre:

- **Coste presupuestado:** La estimación inicial.
- **Compromiso de coste:** El valor de las órdenes de compra emitidas (dinero “reservado”).
- **Coste devengado/acumulado:** El valor de los bienes/servicios recibidos y aceptados (gasto contablemente reconocido).
- **Coste real/Gasto:** El dinero que ya ha salido de la cuenta del proyecto (pago efectivo).

El análisis periódico de los gastos mediante informes que contrasten los valores planificados con los reales permite evaluar el desempeño financiero del proyecto y tomar decisiones informadas.

### 5.7.2. Conciliación del límite de financiación

La gestión financiera del proyecto debe integrar todos estos aspectos mediante la **conciliación del límite de financiación**. Esto consiste en vigilar que el pago se mantenga dentro del presupuesto, y si no es así, reorganizar el cronograma del proyecto para controlar mejor los pagos. Por tanto, hay que coordinar que, en el momento del proyecto en que se quieren hacer ciertas actividades, se disponga del dinero necesario para realizarlas.

**Ejemplo 5.4** *En un momento concreto, una empresa no tiene capacidad para ejecutar ciertos fondos, y algunas tareas tienen que posponerse hasta que sea posible realizar la inversión.*

**Ejercicio 5.1** *Se está gestionando un proyecto de construcción de un nuevo centro de investigación para una universidad. El proyecto se ha dividido en cuatro fases principales, cada una con un presupuesto específico y fechas programadas de inicio y fin. Los detalles del proyecto son los siguientes:*

- Presupuesto total del proyecto: 10.000.000 €

- Fase 1 - Planificación:

- Fecha de inicio: enero 2025
- Fecha de fin: marzo 2025
- Coste estimado: 2.000.000 €

- Fase 2 - Diseño:

- Fecha de inicio: abril 2025
- Fecha de fin: agosto 2025
- Coste estimado: 3.000.000 €

- Fase 3 - Construcción:

- Fecha de inicio: septiembre 2025
- Fecha de fin: junio 2026
- Coste estimado: 4.500.000 €

- Fase 4 - Finalización:

- Fecha de inicio: julio 2026
- Fecha de fin: septiembre 2026
- Coste estimado: 500.000 €

*La universidad ha comprometido los siguientes límites de financiamiento para el proyecto, con base en la disponibilidad de fondos:*

- Primer trimestre (enero-marzo de este año): 1.500.000 €

- Segundo trimestre (abril-junio de este año): 1.500.000 €

- Tercer trimestre (julio-septiembre de este año): 2.000.000 €

- Cuarto trimestre (octubre-diciembre de este año): 2.500.000 €

- Primer trimestre (enero-marzo del siguiente año): 1.000.000 €

- Segundo trimestre (abril-junio del siguiente año): 1.000.000 €

- Tercer trimestre (julio-septiembre del siguiente año): 500.000 €

1. *Analizar si los gastos planificados para cada fase del proyecto concilian con los límites de financiamiento comprometidos por la universidad.*

2. Si se identifican variaciones entre los límites de financiamiento y los gastos planificados, proponer un plan para reprogramar el trabajo, de modo que se mantenga dentro de los límites de financiamiento en cada trimestre.
3. Calcular el nuevo cronograma de gastos trimestrales que concilie con los límites de financiamiento.

### 5.7.3. Control de adquisiciones

Una vez establecido el marco para el seguimiento de compromisos y gastos, el siguiente aspecto crítico es la gestión activa de las relaciones contractuales con los proveedores.

**Definición 5.5 Controlar las adquisiciones** consiste en gestionar las relaciones contractuales, monitorizar el cumplimiento de los contratos y realizar los ajustes necesarios durante la ejecución del proyecto.

Es decir, se asegura que las dos partes del contrato están cumpliendo con las condiciones definidas.

#### Gestión de reclamaciones contractuales

Cuando surgen reclamaciones por parte del proveedor o comprador, es esencial documentarlas y abordarlas mediante un proceso escalonado:

1. Resolución amistosa mediante negociación directa.
2. Escalación a mecanismos de resolución alternativa de conflictos.
3. Intervención del departamento legal como último recurso.

Los contratos suelen incluir cláusulas específicas que establecen los procedimientos para la resolución de disputas.

#### Monitorización del desempeño contractual

La supervisión del cumplimiento contractual se realiza mediante:

- **Revisiones de desempeño:** Evaluación de calidad, recursos, cronograma y costes frente a lo acordado.
- **Inspecciones:** Verificación física del trabajo realizado.
- **Auditorías:** Evaluación sistemática del proceso de adquisiciones.

El cierre formal de las adquisiciones se realiza mediante notificación escrita una vez que se han cumplido todas las obligaciones contractuales y ya no se requieren los servicios del proveedor.

### 5.7.4. Control de costes

Complementando el control administrativo de gastos y adquisiciones, es necesario realizar el control de costes.

**Definición 5.6 Controlar los costes** consiste en monitorizar el estado del proyecto para **actualizar los costes del proyecto** y gestionar cambios a la línea base de costes.

El objetivo es identificar las causas de las desviaciones y tomar acciones correctivas. En general, controlar los costes incluye:

- Actuar en los factores causantes de cambios en la línea base de costes.
- Asegurar que todas las peticiones de cambios son tratadas a tiempo.
- Gestionar los cambios a medida que estos suceden.



- Asegurar que los costes incurridos (parciales, totales) no exceden los fondos autorizados (estimados en la planificación/línea base de coste).
- Monitorizar la evolución de los costes para detectar y entender las variaciones en esta línea base.
- Actuar para hacer que las desviaciones de coste no superen los límites aceptables.

Para hacer esta evaluación, lo más habitual es utilizar el **análisis del valor ganado** (EVA), un método eficaz para reconocer el rendimiento de los costes y el cronograma del proyecto. El método responde a la pregunta de si los gastos y el avance se ajustan a lo previsto, e indica las consecuencias para el proyecto si se mantiene el rendimiento actual. Con el EVA es posible estimar el gasto total y el tiempo de ejecución de todo el proyecto basándose en el rendimiento actual. Los principales elementos para hacer el análisis del valor ganado son (ver Figura 5.5):

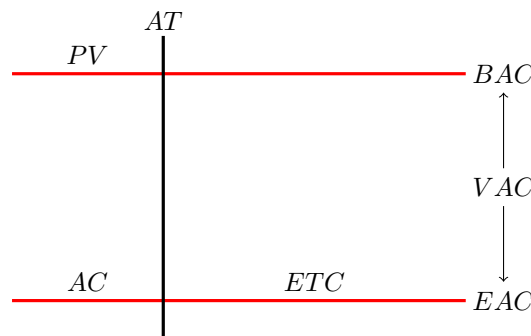


Figura 5.5: Principales elementos del análisis de valor ganado

- **Fecha actual (AT):** Fecha en que se realiza el control de costes.
- **Duración prevista (PD):** Fecha en que se planifica que se acaba el proyecto.
- **Porcentaje completado (PC):** Porcentaje de trabajo real que se ha realizado en un periodo de tiempo.
- **Presupuesto a la conclusión (BAC):** Sumatorio de todos los valores presupuestados establecidos por el trabajo a ser realizado (lo que se espera gastar al final del proyecto/fase/actividad), es decir, el presupuesto total aprobado para todo el proyecto.
- **Valor planificado (PV):** Coste presupuestado para el trabajo programado a ser completado hasta un punto de tiempo determinado. Es decir, es el coste total que se había planificado (aprobado) del trabajo que se había programado, que debía estar realizado para una determinada fecha de control.
- **Coste real (AC):** Coste total incurrido en trabajo alcanzado durante un periodo de tiempo determinado (coste que verdaderamente ha supuesto la realización del trabajo realizado hasta la fecha de control).
- **Valor ganado (EV):** Valor del trabajo completado durante un periodo de tiempo determinado, es decir, es el presupuesto asociado con el trabajo autorizado que se ha completado. En otras palabras, se trata de una estimación del valor del **trabajo físico realmente completado** (coste del trabajo realizado hasta la fecha de control, al coste que se había presupuestado inicialmente). Es importante resaltar el hecho de que se refiere exclusivamente al valor del trabajo, es decir, al coste relacionado con la realización de actividades (mano de obra, materias primas, etc.) y no al coste relacionado con inversión en compra de terrenos o maquinaria, aunque también sean costes del proyecto. El valor ganado de un proyecto a una determinada fecha de control, es la suma de los valores ganados de todas las actividades del proyecto a dicha fecha.
- **Variación del coste (CV):** Mide la variación que ha habido en el coste respecto a lo que se gastó para ejecutarlo en términos absolutos. Si es negativo, se está sobre el presupuesto (se ha gastado más de lo estimado), si es positivo, se está por debajo del presupuesto (se ha gastado menos de lo que se había presupuestado).

- **Índice de rendimiento del coste (CPI):** Mide la eficiencia del coste para el trabajo completado. Si es menor que 100, se ha gastado más de lo que se esperaba; si es mayor que 100, se ha tenido un coste inferior con respecto al desempeño hasta la fecha.
- **Desviación del cronograma (SV):** Mide la variación que ha habido en cuanto a la planificación del cronograma (comparación entre el avance realizado en el trabajo y el avance que se había planificado para ser ejecutado)<sup>1</sup>. Si es negativo, se está por detrás del cronograma (hay retrasos en el trabajo), si es positivo, se está por delante del cronograma (el trabajo va adelantado).
- **Índice de rendimiento del cronograma (SPI):** Mide la eficiencia con que el trabajo se ha ido cumpliendo según lo planificado (eficiencia con que el equipo del proyecto está llevando a cabo el trabajo). Si es menor que 100, se va con retraso (la cantidad de trabajo llevada a cabo es menor que la prevista); si es mayor que 100, se va adelantado (la cantidad de trabajo efectuada es mayor a la prevista).
- **Estimación a la conclusión (EAC):** Valorar el coste total previsto para completar todo el trabajo programado.
- **Estimación hasta la conclusión (ETC):** Estimación del coste previsto para terminar el trabajo restante.
- **Variación a la conclusión (VAC):** Diferencia entre la cantidad presupuestada y los costes de finalización. Cuando es negativo, se está por encima del coste presupuestado; cuando es positivo, se espera gastar menos de lo presupuestado.

A partir de estos datos, se puede calcular fácilmente el avance del proyecto y el rendimiento de los costes hasta la fecha, tanto en valores absolutos como en porcentaje, lo que permite monitorizar las variaciones con respecto a la línea base de coste:

- **¿Se ha gastado menos o más de lo presupuestado?:**

- En valor absoluto, se determina el CV:

$$CV = EV - AC \quad (5.1)$$

- En porcentaje, se determina el CPI:

$$CPI = \frac{EV}{AC} \cdot 100 \quad (5.2)$$

- **¿Se va adelantado o retrasado respecto al cronograma?:**

- En valor absoluto, se determina el SV:

$$SV = EV - PV \quad (5.3)$$

- En porcentaje, se determina el SPI:

$$SPI = \frac{EV}{PV} \cdot 100 \quad (5.4)$$

Como se puede comprobar por las ecuaciones (5.1) y (5.3), tanto la variación en coste como en cronograma se miden en unidades monetarias, lo cual puede parecer ilógico cuando se refiere a variación del cronograma. Para demostrar la validez de este concepto, véase el Ejemplo 5.5.

**Ejemplo 5.5** Se tiene una actividad cuya medida de su avance se realiza por unidades completadas (por ejemplo, número de pilares encofrados). Los cálculos del análisis del valor ganado para este caso son:

$$PV = n \cdot u$$

$$EV = n' \cdot u$$

$$AC = n' \cdot u'$$

<sup>1</sup>Cuando el proyecto termina, este será 0, dado que todos los valores planificados serán ganados.

siendo  $n$  el número de pilares que se deberían haber realizado para la fecha de control,  $n'$  el número de pilares que verdaderamente se han realizado hasta la fecha de control,  $c$  el coste presupuestado por cada pilar y  $c'$  el coste al que verdaderamente ha resultado cada pilar.

Si se calculan las variaciones de plazo y cronograma, se obtienen los siguientes resultados:

$$CV = EV - AC = n' \cdot c - n' \cdot c' = n' \cdot (c - c')$$

$$SV = EV - PV = n' \cdot c - n \cdot c = c \cdot (n' - n)$$

La variación en coste indica la diferencia entre el coste por pilar presupuestado y el coste por pilar que realmente ha resultado, por lo que se aprecia claramente que indica una variación en coste.

El signo de la variación de plazo viene condicionado por la diferencia entre los pilares verdaderamente realizados y los que estaban programados, por lo que, aunque resulta un valor en unidades monetarias, sí refleja verdaderamente una variación en plazo.

Aunque los 4 índices son importantes y, por lo tanto, es necesario controlarlos a lo largo de todo el proyecto, **los índices relacionados con el coste (CV, CPI) son más importantes**, ya que cuando toma un valor negativo (o inferior al 100 %, en función de si se usa CV o CPI), esta desviación no se puede compensar más adelante, a no ser que se comprometa el alcance y la calidad, debido a que el coste de las diferentes actividades es independiente. Sin embargo, el retraso de un proyecto es más fácil de compensar, generalmente a costa de más gastos. Además, la desviación del cronograma y el índice de rendimiento del cronograma (SPI) son importantes especialmente en las primeras fases, ya que al final del proyecto siempre es 100 %, debido a que al final del proyecto el EV y el PV son iguales.

El análisis del valor ganado también permite hacer **estimaciones/predicciones** basadas en la información disponible. Si resulta evidente que el BAC deja de ser viable, el PM debe hacer pronósticos, lo que implica realizar proyecciones de condiciones y eventos futuros para el proyecto, basándose en la información de desempeño y el conocimiento disponibles en el momento de realizar el pronóstico.

- **Extrapolación multiplicativa:** Se utiliza cuando se considera que lo que el proyecto ha experimentado hasta la fecha puede seguir siendo esperado en el futuro (los problemas que han generado retrasos o sobrecostes no son puntuales, sino estructurales, por mala planificación, baja productividad, errores repetitivos...). Es la extrapolación más habitual (ver Ejemplo 5.6). Las estimaciones son:

- **Estimación a la conclusión (EAC):**

$$EAC = \frac{BAC}{CPI} = \frac{AC}{PC}. \quad (5.5)$$

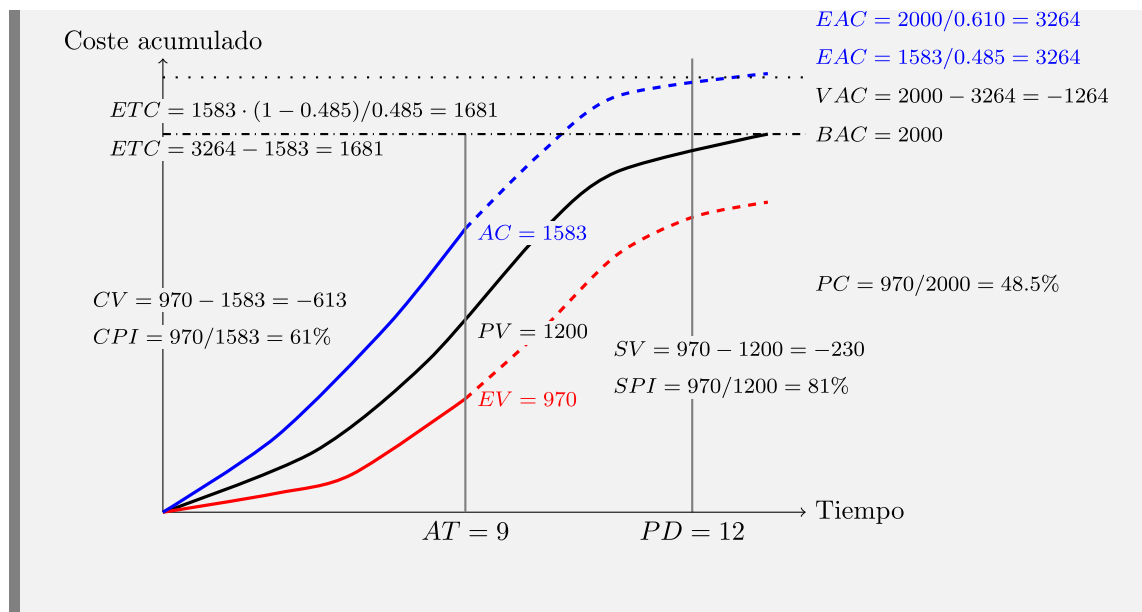
- **Estimación hasta la conclusión (ETC):**

$$ETC = \frac{AC \cdot (1 - PC)}{PC} = EAC - AC. \quad (5.6)$$

- **Variación a la conclusión (VAC):**

$$VAC = BAC - EAC. \quad (5.7)$$

**Ejemplo 5.6** Se hace el control a fecha 9, obteniendo que  $EV = 970$  y  $AC = 1583$ , mientras que se estimaba haber gastado  $PV = 1200$ . Si el presupuesto total era  $BAC = 2000$ , se pueden determinar el resto de parámetros y predicciones.



- **Extrapolación aditiva:** Se considera que el trabajo futuro será realizado al ritmo previsto, asumiendo que los retrasos o sobrecostos hasta el momento son una excepción (los problemas fueron circunstanciales) y que a partir de entonces el proyecto se ejecutará conforme al plan original. En este caso, se tiene que **acelerar dos veces:** una vez desde el rendimiento actual al previsto y luego aún más rápido para ponerse al día, lo cual no es fácil. Por eso, después del 10-20 % del trabajo, el EVA suele dar ya una predicción muy fiable de los resultados finales del proyecto.

- **Estimación a la conclusión (EAC):**

$$EAC = BAC + \underbrace{(AC - EV)}_{CV} \quad (5.8)$$

- **Estimación hasta la conclusión (ETC):**

$$ETC = EAC - AC = BAC - EV. \quad (5.9)$$

- **Variación a la conclusión (VAC):**

$$VAC = CV. \quad (5.10)$$

**Ejemplo 5.7** Se tiene previsto realizar una serie de entrevistas telefónicas. Se tiene preparada la guía de entrevistas y cada entrevista telefónica es independiente de las demás. En el plan de proyecto se establece lo siguiente:

- El proyecto durará diez meses.
- Se realizarán 100 entrevistas al mes.
- Se gastarán 300€ para realizar cada entrevista.
- El presupuesto total del proyecto es de 300.000€.

Al acabar el primer mes:

- Se han hecho 75 entrevistas
- Se ha gastado un total de 15.000€.

Como se había planificado realizar 100 entrevistas al mes y solo se realizaron 75, se tiene retraso. Pero como se había previsto gastar 300 € por entrevista y solo se gastó 200 € ( $15000 / 75 = 200$  € por entrevista), se ha gastado menos de lo esperado. Para calcular e interpretar la información con el análisis del valor ganado:

1. Determinar el valor planificado (PV, importe presupuesto planificado para las entrevistas del primer mes), el valor ganado (EV, importe presupuestado para las 75 entrevistas que realizó realmente en el

primer mes) y el coste real (AC, coste real gastado en el primer mes) del mes de la siguiente manera:

$$PV = 100 \text{ entrevistas} \cdot 300 \text{ €/entrevista} = 30000 \text{ €}$$

$$EV = 75 \text{ entrevistas} \cdot 300 \text{ €/entrevista} = 22500 \text{ €}$$

$$AC = 15000 \text{ €}$$

2. Determinar la variación del cronograma (SV) y del coste (CV), y los índices de rendimiento del cronograma (SPI) y del coste (CPI):

$$SV = EV - PV = 22500 - 30000 = -7500 \text{ €}$$

$$CV = EV - AC = 22500 - 15000 = 7500 \text{ €}$$

$$SPI = \frac{EV}{PV} = \frac{22500}{30000} = 0,75$$

$$CPI = \frac{EV}{AC} = \frac{22500}{15000} = 1,5$$

El SPI y el CPI tienen sentido cuando se observan las cifras reales del mes. En un principio, se tenía previsto realizar 100 entrevistas en el primer mes, pero solo se terminaron 5, lo que significa que se realizó el 0,75 del trabajo previsto para el mes, tal y como indica el SPI. Originalmente, se había previsto gastar 300 € por entrevista, pero en el primer mes solo se gastó 200 € por entrevista (15000€/75 entrevistas realizadas = 200€). Así pues, por las entrevistas realizadas en el primer mes, se tuvo un “beneficio” igual a 1,50 veces el dinero que se gastó, tal como indica el CPI.

3. Determinar la estimación a la conclusión (EAC). Al no tener más información, se considera que se va a mantener el mismo CPI hasta el final, por lo que:

$$EAC = \frac{BAC}{CPI} = \frac{300000}{1,5} = 200000 \text{ €}$$

**Ejemplo 5.8** Se tiene un proyecto para construir una valla. Esta valla formará un cuadrado. Cada lado debe hacerse en un día y el presupuesto es de 1000 € por lado. Los lados se construirán secuencialmente, cuando se termine uno, se empieza el siguiente. Sabiendo que al final del día 3, se han completado los lados 1 y 2, con un gasto de 1000 € y 1200 €, respectivamente, y que el lado 3 está al 50 % con un gasto de 600 €, calcular los siguientes datos:

1. PV: Valor planificado. Cada lado iba a costar 1000€, dedicando un día a cada lado. Por tanto, al final del día 3, se habían planificado 3 lados a 1000 € por lado:

$$PV = 3 \cdot 1000 = 3000 \text{ €}$$

2. EV: Valor ganado. Cantidad de trabajo hecha en la realidad al precio al que se había planificado inicialmente. Se han hecho 2 lados completos y 50 % del 3º, a 1000€/lado según precio planificado:

$$EV = 2,5 \cdot 1000 = 2500 \text{ €}$$

3. AC: Coste real del trabajo realizado en la fecha de control. El lado 1 costó 1000€, el lado 2 fueron 1200 € y lo que se lleva del lado 3, han sido 600 €:

$$AC = 1000 + 1200 + 600 = 2800 \text{ €}$$

4. BAC: El presupuesto planificado inicialmente eran 4 lados a 1000 €/lado:

$$BAC = 4 \cdot 1000 = 4000 \text{ €}$$

5. CV:

$$CV = EV - AC = 2500 - 2800 = -300 \text{ €}$$

*Ya se ha gastado más de lo planificado hasta este punto.*

6. CPI:

$$CPI = \frac{EV}{AC} = \frac{2500}{2800} = 0,893$$

*Como la medida es menor que 1, se va peor que lo planificado (se ha gastado más de lo planificado).*

7. SV:

$$SV = EV - PV = 2500 - 3000 = -500 \text{ €}$$

8. SPI:

$$SPI = \frac{EV}{PV} = \frac{2500}{3000} = 0,833$$

*Como es menor que 1, se va peor que en la planificación, con retraso.*

9. EAC:

$$EAC = \frac{BAC}{CPI} = \frac{4000}{0,893} = 4479 \text{ €}$$

10. ETC:

$$ETC = EAC - AC = 4479 - 2800 = 1679 \text{ €}$$

*Esto es lo que queda a final del día 3 para poder acabar la valla del cuadrado.*

11. VAC:

$$VAC = BAC - EAC = -479 \text{ €}$$

*Tras el día 3, se tiene una desviación del coste de 479 €.*

*Con estos resultados, se puede analizar si hacer algunas peticiones de cambio para cambiar la línea base de costes, o para hacer compresión de actividades para ver si se puede rectificar la desviación. Pero son pronósticos en ese día concreto, porque igual al día siguiente se acaba el tercer lado, y el cuarto se acaba antes de tiempo y al final se cumple con lo acordado/planificado.*

**Ejercicio 5.2** Se tiene un proyecto para el que se había planeado un presupuesto total de 120.000 € y una dedicación de 12 días para producir 24 unidades de un producto (2 unidades al día). A los 6 días, se han gastado 70.000 € y se han producido 10 unidades. Determinar el BAC, PV, EV y AC en esa fecha, e indicar cómo se va con relación al gasto y cronograma. Calcular también los índices de rendimiento.

**Ejercicio 5.3** Un proyecto tiene que terminarse en el mismo día a las 5 de la tarde, con un coste total programado de 1.000 €. Al hacer una verificación a las 4, donde la obra debía estar al 90 %, solo se había ejecutado al 85 %, y se habían gastado 950 €. Calcular BAC, PV, EV y AC, y determinar cómo se va con relación al gasto y cronograma. Calcular también los índices de rendimiento.

**Ejercicio 5.4** Un proyecto consta de una sola actividad que dura 4 días, y en cada uno de los días se necesitan 10 € para poder concluir con el trabajo.

1. Con estos datos y en un escenario ideal (sin imprevistos y cumpliendo con los objetivos cada uno de los días): ¿Cuánto debería costar el proyecto?
2. Al finalizar el segundo día de trabajo, solo se ha realizado el 49 % del trabajo y se han gastado 19 €.
  - a) ¿Se ha gastado de más o menos que lo que se debería haber gastado?
  - b) ¿El proyecto va adelantado en cronograma o va atrasado?
  - c) ¿Cuánto costará realmente el proyecto, si el índice de rendimiento de coste se mantiene constante?

**Ejercicio 5.5** Un proyecto consiste en la realización de una instalación informática (servidores, redes, seguridad, actualización de aplicaciones y software), en 5 ordenadores. Para la ejecución de este trabajo, se cuenta con un técnico en mantenimiento e instalaciones informáticas, que trabajará 5 horas cada día, necesitando 5 días para completar la instalación. El coste del proyecto es el coste por hora del instalador (100 €/h). Al final del tercer día, se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Día 1.** El técnico asignado tuvo que atender una urgencia y el que lo sustituyó trabajó 7 h sin conseguir actualizar ningún ordenador.
- **Día 2.** Se completó la instalación de 1 PC, trabajando 4 h. Las primeras 2 h, coincidieron dos técnicos, y posteriormente, continuó el técnico inicialmente previsto 2 h más.
- **Día 3.** El técnico previsto inicialmente actualizó 1 PC en 5 horas de trabajo.

Rellenar la tabla para cada uno de los días:

Día	1	2	3
PV			
AC			
EV			
CV			
SV			
CPI			
SPI			

**Ejercicio 5.6** Un proyecto consta de dos actividades. La primera tiene una duración prevista de 4 días y un coste de 5.000 €; la segunda depende de la primera (fin-comienzo), tiene una duración prevista de 6 días y un coste de 20.000 €. El coste de las actividades se reparte de manera uniforme durante la duración de las mismas. Tras el día 7 de trabajo, la realidad muestra que la actividad 1 está terminada, pero duró 5 días en lugar de 4, y costó 5.500 € realizarla. La actividad 2 empezó un día después (por el retraso de la primera), lleva 2 días de trabajo con un coste de 9.000 €, y se estima que queda trabajo para otros 6 días. ¿Cómo va el proyecto en plazo y coste?

**Ejercicio 5.7** Se quiere hacer la instalación de un servidor. Se ha planificado que se realizará en una semana, con un coste total de 10.000 €. Después de una semana, la instalación del servidor se ha completado al 50 % y se han gastado 15.000 €. Determinar CV, SV, CPI y SPI.

**Ejercicio 5.8** La duración de la tarea A de un proyecto se estima en 5 días seguidos, asignada a Juan, que tiene una jornada laboral de 8 h/día, a un coste de 20 €/h. Al finalizar el día 4, la realidad era que Juan trabajó 8 h el lunes y el jueves, pero martes y miércoles no asistió al trabajo por estar enfermo. El martes nadie avanzó en la tarea, y el miércoles lo hizo su compañera Rosa, que cobra 25 €/h, durante 8 h. Determinar la pérdida por cada € invertido y el atraso respecto al cronograma, así como el coste al final del proyecto si el trabajo se realiza al ritmo previsto.

**Ejercicio 5.9** Determinar la estimación a la conclusión y la variación a la conclusión si SPI y CPI influyen en el proyecto, sabiendo que:

- BAC = 22.000 €
- EV = 13.000 €
- PV = 14.000 €

- $AC = 15.000 \text{ €}$

**Ejercicio 5.10** *Un proyecto se encuentra en su sexto mes de ejecución. Al revisar el estado del proyecto, se ha comprobado que lleva retraso. El coste real de la actividad A es de 2.000 € y el de la actividad B es de 1.000 €. El valor planificado de estas actividades es de 1.800 € y 800 €, respectivamente. La actividad A se ha completado al 100 %. Sin embargo, la Actividad B solo se ha completado en un 75 %. Calcular los índices de rendimiento del proyecto hasta la fecha de revisión, y el índice de rendimiento del trabajo por completar si se prevé que se complete con la EAC actual.*

**Ejercicio 5.11** *En un proyecto de construcción de casitas de pájaros, se ha estimado que se van a construir 2 casitas al mes durante 12 meses, cada una de ellas con un precio de 100 €. Al iniciar el mes 10, se han construido 20 casitas y el CPI es de 0.9091.*

1. *¿Cómo va el proyecto respecto a presupuesto y cronograma?*
2. *¿Cuál es el coste real del proyecto en estos momentos?*
3. *Suponiendo que continúe la variación de costes experimentada hasta ahora, ¿cuánto más dinero se necesitará para completar el proyecto?*
4. *Si la variación experimentada hasta ahora se detuviera, ¿cuál es la estimación del proyecto al finalizar?*

En el caso de ver que no se siguen las líneas base, o que ha habido problemas y se necesita hacer modificaciones, se hará una **solicitud de cambio**. Dependiendo de si afecta a la línea base (costes/cronograma) o no, deberá pasar por el CCB. Pueden ser modificaciones a nivel de los costes o cronograma, como que haya que hacer algún tipo de técnica de compresión para terminar a tiempo.

### 5.8. Riesgos

La gestión efectiva de riesgos requiere un enfoque proactivo donde la monitorización no sea una actividad periódica, sino un proceso continuo integrado en todas las actividades del proyecto. Todas las acciones y decisiones del proyecto conllevan inherentemente aspectos de riesgo que deben ser identificados, evaluados y gestionados sistemáticamente. Este seguimiento debe incluir tanto los riesgos identificados inicialmente como aquellos que puedan surgir durante la ejecución, así como la reevaluación periódica de la pertinencia de las respuestas seleccionadas. La revisión regular de las estrategias generales de gestión de riesgos asegura que el proyecto mantenga su resiliencia frente a la incertidumbre y esté preparado para responder efectivamente tanto a amenazas como a oportunidades que puedan surgir durante su ejecución.

#### 5.8.1. Naturaleza evolutiva de los riesgos

Los riesgos y oportunidades no son estáticos, sino que su probabilidad e impacto pueden cambiar significativamente durante el proyecto debido a:

- Nueva información disponible.
- Cambios en el entorno del proyecto.
- Aparición de riesgos y oportunidades no identificados inicialmente.
- Modificación en la efectividad de las respuestas implementadas.

Es crucial destacar que **riesgos inicialmente clasificados como de bajo o moderado impacto** (ver Sección 3.5.2) deben mantenerse bajo vigilancia, ya que pueden escalar a categorías de mayor impacto conforme el proyecto avanza.



### 5.8.2. Monitorización de los riesgos

**Definición 5.7** Monitorizar los riesgos implica verificar que se implementan los planes acordados de respuesta a los riesgos, se hace el seguimiento a los riesgos identificados, se identifican y analizan nuevos riesgos y se evalúa la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a lo largo del proyecto.

La monitorización debe abarcar:

- **Disparadores:** Indicadores que alertan sobre la materialización inminente de riesgos.
- **Riesgos residuales:** Aquellos que persisten después de aplicar respuestas.
- **Riesgos secundarios:** Nuevos riesgos generados como consecuencia de la implementación de respuestas a riesgos primarios.

**Ejemplo 5.9** Un riesgo secundario común ocurre cuando al actualizar un software para corregir un bug (mitigación del riesgo primario), se reduce la autonomía de la batería en un 20 %, generando así un nuevo riesgo que debe gestionarse.

- **Nuevos riesgos:** Para analizarlos, se puede realizar un **análisis del desempeño técnico**, donde se comparen los logros técnicos reales con los planificados. Las desviaciones detectadas pueden indicar el impacto potencial de amenazas u oportunidades no previstas.
- **Efectividad de los planes de contingencia:** Evaluación continua de la adecuación de las respuestas. El **análisis de reservas**, que evalúa la adecuación de los fondos de contingencia disponibles en relación con el nivel de riesgo remanente del proyecto, puede dar una idea de la efectividad de las respuestas implementadas.

**Ejemplo 5.10** Cuando las reservas de contingencia resultan insuficientes debido a la identificación de nuevos riesgos críticos, se deben generar solicitudes de cambio para ampliar dichas reservas.

## 5.9. Calidad, alcance, partes interesadas y comunicaciones

La monitorización y el control de la calidad, el alcance, las partes interesadas y las comunicaciones no actúan de forma aislada, sino que forman un sistema interconectado donde se retroalimentan mutuamente. Un **alcance controlado** asegura que se construye lo correcto; un **control de calidad riguroso** asegura que se construye bien; una **validación exitosa** obtiene la aceptación del cliente; y una **comunicación e involucramiento activos** garantizan el **entorno de apoyo necesario y la alineación** necesarios para que todo lo anterior sea posible. Gestionar estos elementos de forma coordinada es la clave para entregar con éxito.

La monitorización y el control en estas áreas son fundamentales para asegurar que el proyecto no solo entregue lo prometido, sino que lo haga con la aceptación explícita del cliente y manteniendo el apoyo y la alineación de todas las partes interesadas. Este proceso integrado garantiza que el **alcance** cumple con lo planeado, que las **comunicaciones** son efectivas y que el **involucramiento de los interesados** se gestiona proactivamente, creando un ciclo de retroalimentación esencial para el éxito.

### 5.9.1. Controlar la calidad: la base para la aceptación

**Definición 5.8** Controlar la calidad es la base interna que valida los entregables contra los requisitos y estándares acordados.

Se focaliza en el producto o servicio mismo, asegurando su integridad técnica y funcional antes de presentarlo al cliente. Esta labor es habitualmente responsabilidad de un **departamento de calidad** especializado o, en su defecto, del PM y su equipo.

Para llevar a cabo esta evaluación, tras la **recopilación de datos** metódica, es necesario identificar desviaciones y tendencias. La técnica central es la **inspección**, un examen metódico del producto, que a menudo se complementa con **pruebas y evaluaciones** específicas para verificar el cumplimiento de los

criterios establecidos. Además, la **representación visual** de los datos mediante gráficos es fundamental para interpretar los hallazgos y comunicarlos efectivamente. Entre los más útiles se encuentran:

- **Diagrama de Ishikawa (o de espina de pescado/causa-efecto):** Ideal para analizar un problema complejo y visualizar las múltiples causas potenciales (ya sean métodos, materiales, mano de obra, etc., Figura 5.6) que contribuyen a un efecto no deseado, facilitando la identificación de la causa raíz.

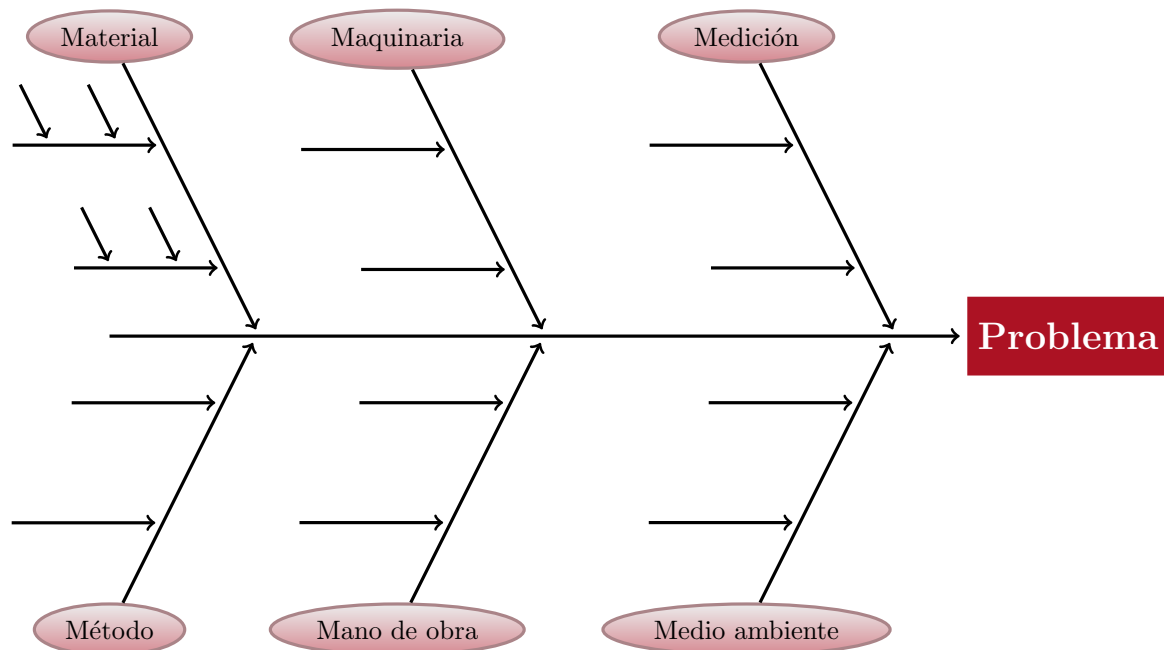


Figura 5.6: Diagrama de Ishikawa

- **Gráficos de control:** Determinan si un proceso es estable o posee una variación anormal. Al representar una variable con sus límites de control superior e inferior y su línea media, permiten identificar cuándo un proceso se sale de control estadístico (Figura 5.7). La **regla de los siete** (siete puntos consecutivos por encima o por debajo de la media) es una señal clara para investigar una causa asignable.

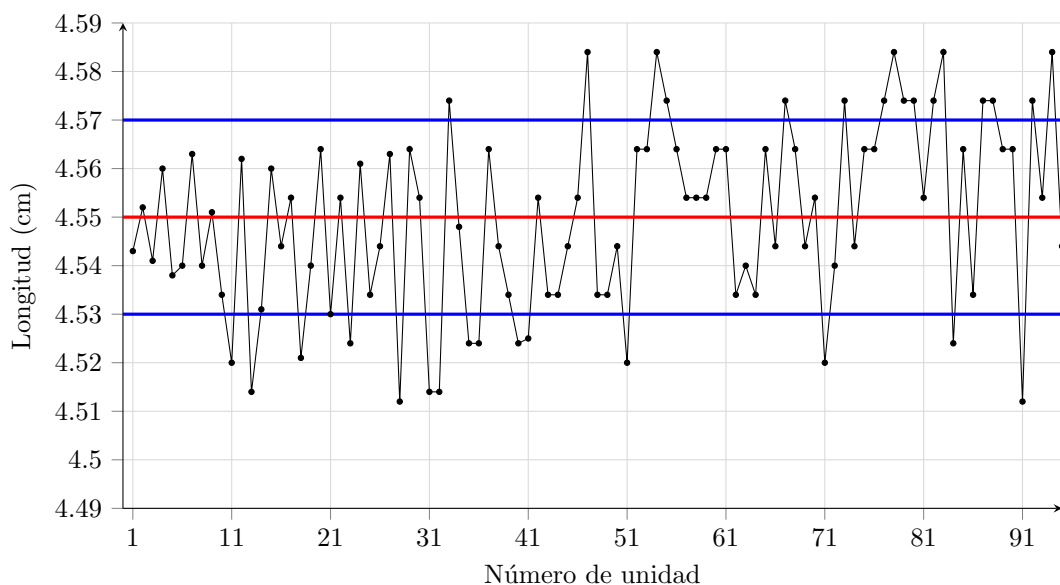


Figura 5.7: Gráfico de control

- **Histogramas:** Organizan los datos en columnas ordenadas por frecuencia, permitiendo aplicar el **principio de Pareto** para focalizar los esfuerzos en resolver el 20 % de las causas que generan el 80 % de los problemas (Figura 5.8). Son particularmente útiles para priorizar acciones de mejora.

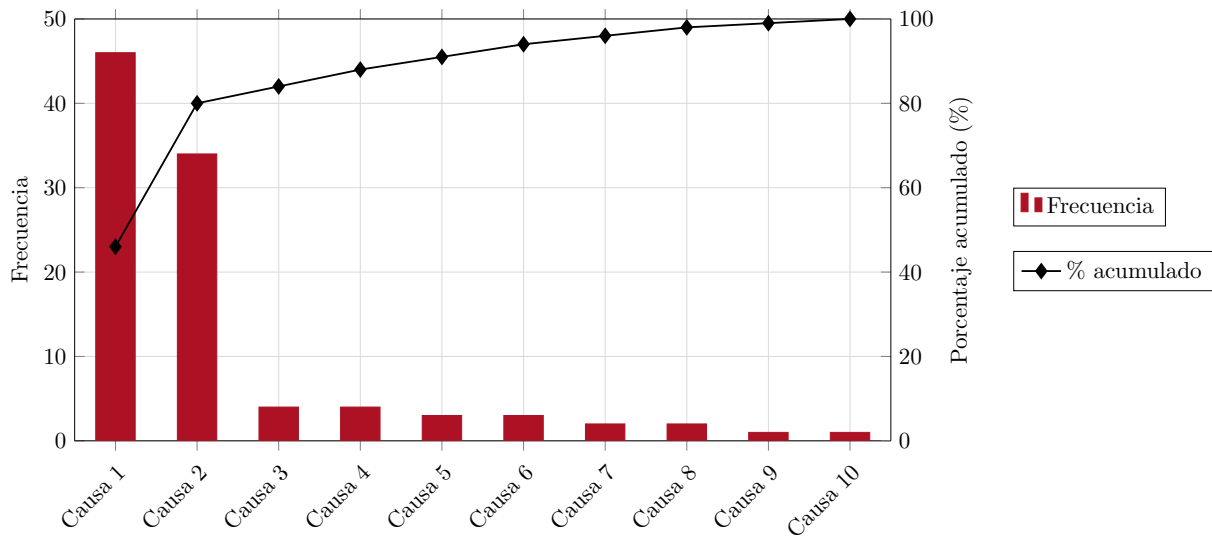


Figura 5.8: Histograma — diagrama de Pareto

- **Diagramas de dispersión:** Muestran la relación (correlación) entre dos variables, ayudando a identificar si los cambios en una afectan a la otra (Figura 5.9). Esta relación puede ser:
  - **Correlación positiva:** Cuando crece X, crece Y.
  - **Correlación negativa:** Cuando crece X, disminuye Y.
  - **Correlación positiva débil/compleja:** Cuando el valor de Y parece estar relacionado positivamente con el valor de X, pero esta relación no es simple o lineal.
  - **Correlación negativa débil/compleja:** Cuando el valor de Y parece estar relacionado negativamente con el valor de X, pero esta relación no es simple o lineal.
  - **Sin correlación:** Cuando a todo el valor de X puede corresponder a cualquier valor de Y (dispersión de datos).

El tipo de correlación proporciona pistas valiosas sobre las interacciones dentro del proceso.

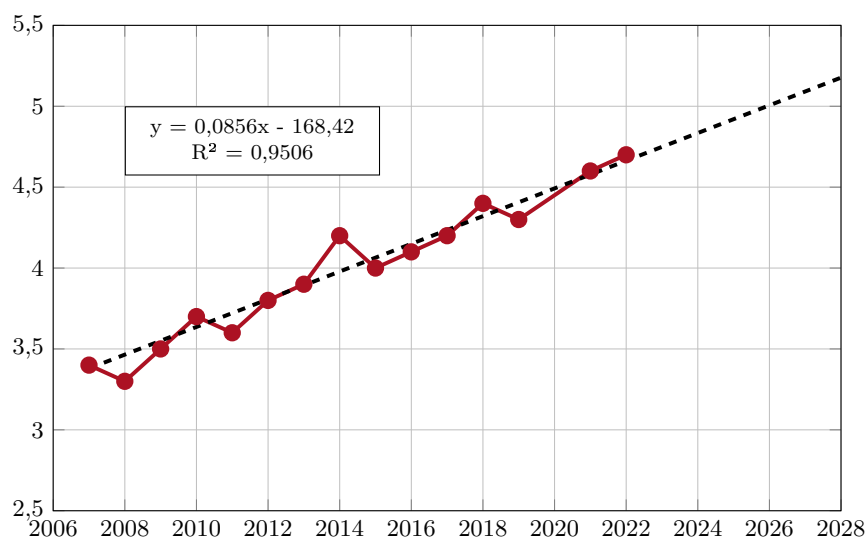


Figura 5.9: Diagrama de dispersión, correlación positiva

A partir de esto, se obtienen **mediciones de control de calidad** concretas que documentan el desempeño. Si los entregables superan la evaluación, se convierten en **entregables verificados**, el producto listo para ser sometido a la validación formal del cliente. Sin embargo, si el análisis revela desviaciones significativas respecto a la calidad planificada, se generan **solicitudes de cambio** para abordar las no conformidades y realizar las modificaciones pertinentes. En este caso, debe asegurarse que la línea base refleje la realidad del trabajo y que las lecciones aprendidas se incorporen para fases futuras.

### 5.9.2. Validar el alcance: la aceptación formal

El camino hacia la aceptación formal de un entregable tiene dos etapas críticas y diferenciadas: una interna (**control de calidad**, Sección 5.9.1) y otra externa (**validar el alcance**), que implica la **aceptación de los entregables** del proyecto por parte del cliente. Por tanto, ningún entregable debe ser presentado al cliente para su validación sin haber pasado primero por un riguroso control de calidad interno. Las diferencias clave entre ambos procesos se resumen en la Tabla 5.1.

Aspecto	Control de calidad (interno)	Validar el alcance (externo)
<b>Propósito</b>	Verificar que el entregable cumple con los requisitos técnicos y estándares definidos	Obtener la aceptación formal del cliente de que el entregable cumple con sus necesidades y criterios
<b>Responsable</b>	Equipo del proyecto; Departamento de calidad; PM	Cliente; Patrocinador; Interesados
<b>Cuándo se realiza</b>	Continuamente durante y al final de la construcción del entregable	Tras completarse el control de calidad interno
<b>Resultado</b>	Entregable verificado (listo para ser presentado)	Entregable aceptado (aceptación formal)

Tabla 5.1: Comparativa entre el control de calidad y validar el alcance

El proceso de validación se inicia con los **entregables verificados** resultantes del control de calidad. La técnica principal es la **inspección** (examen metódico para confirmar el cumplimiento de los criterios de aceptación). Los resultados son:

- **Entregables aceptados:** Pasan a ser la base para el cierre de fases o del proyecto.
- **Solicitudes de cambio:** Para los entregables rechazados, que deben ser documentados, analizados y procesados a través del proceso de control de cambios.

### 5.9.3. Controlar el alcance: evitar el desvío

Paralelamente a la validación, es crucial **controlar el alcance**, un proceso de vigilancia continua que asegura que se ejecuta todo el trabajo planificado (y solo ese trabajo), gestionando cualquier cambio de forma integrada. El mayor riesgo aquí es el **desvío del alcance**, la tendencia a que el alcance crezca de forma incremental y no autorizada debido a pequeños cambios o peticiones aparentemente insignificantes que, acumuladas, alteran significativamente el proyecto, generando excesos imprevistos de **tiempo** y **coste** y afectando a otros paquetes de trabajo o proyectos.

Una **exclusión del alcance** bien definida y una **comunicación constante** con los interesados para gestionar expectativas son las mejores defensas contra este fenómeno. Ante cualquier discrepancia o petición fuera de alcance, debe plantearse de inmediato como una solicitud de cambio formal, evitando su implementación informal. Incluso con tiempo y presupuesto disponibles, ampliar el alcance no siempre es la solución óptima, ya que aumenta la complejidad y puede desviar el foco del objetivo original.

La herramienta fundamental para controlar el alcance es el **análisis de datos**, que permite tomar decisiones objetivas basadas en el desempeño real del proyecto. Las técnicas más relevantes incluyen:

- **Análisis de variación:** Consiste en comparar el desempeño real del proyecto contra la **línea base del alcance**. Se trata de una medición cuantitativa de las desviaciones para identificar **cómo de significativa** es una desviación.

**Ejemplo 5.11** *Diferentes opciones de análisis de variación para controlar el alcance son:*

- Comparar el número de requisitos completados frente a los planificados en un momento dado.

- *Medir el progreso real (avance en la EDT) contra el cronograma planificado.*
- *Utilizar el método del valor ganado.*

- **Análisis de tendencias:** Examina los datos de desempeño a lo largo del tiempo para predecir si las desviaciones actuales mejorarán o empeorarán en el futuro si no se interviene. Su objetivo es prever **dónde** se estará en el futuro según la trayectoria actual, permitiendo acciones proactivas.

**Ejemplo 5.12** *Si la tasa de adición de requisitos no planificados (desvío del alcance) ha sido de 2 por semana, se puede predecir el impacto en el coste y cronograma para la finalización.*

- **Análisis de causa—raíz:** Técnica utilizada cuando el análisis de variación identifica una desviación significativa. Su propósito es investigar **por qué** ocurrió el problema para poder abordar la causa subyacente y no solo el síntoma, evitando que se repita. Cuando se eliminan todas las causas—raíz de un problema, el problema no se repite.

**Ejemplo 5.13** *El problema pudo venir por tener requisitos ambiguos, comunicación deficiente con el cliente o presiones externas.*

La aplicación sistemática de estas técnicas permite al PM mantener el control del alcance, proporcionando alertas tempranas y fundamentos sólidos para tomar decisiones correctivas o preventivas, o para recomendar cambios formales a la línea base cuando sea necesario.

#### 5.9.4. Monitorizar el involucramiento y las comunicaciones: el factor humano

El mejor plan de alcance fracasa sin el apoyo de las partes interesadas. Por ello, monitorizar el compromiso y la comunicación es tan vital como controlar las tareas.

**Definición 5.9 Monitorizar el involucramiento de los interesados** implica supervisar las relaciones del proyecto y adaptar las estrategias para **mantener o mejorar el nivel de apoyo y compromiso** de las partes interesadas.

**Definición 5.10 Monitorizar las comunicaciones** consiste en asegurar que el flujo de información satisface las necesidades del proyecto y de sus interesados, evaluando su eficacia.

Estos dos procesos están profundamente interconectados: una comunicación ineficaz es habitualmente la causa raíz de un bajo involucramiento. Para gestionar esto de forma proactiva, el PM emplea un conjunto de herramientas:

- **Análisis de datos:** como el **análisis de alternativas** (para evaluar las opciones para responder a las variaciones en los resultados deseados del involucramiento de los interesados) o el **análisis de causa raíz** (para determinar el motivo básico por el que el involucramiento de los interesados no está teniendo el efecto planificado).
- **Toma de decisión:** Usando métodos estructurados como el *análisis multicriterio*.
- **Representación de datos:** Matrices de evaluación de involucramiento para visualizar brechas entre el estado actual y el deseado.
- **Habilidades blandas:** **comunicación** (feedback, presentaciones), **negociación** y **liderazgo** son críticas para realinear expectativas y compromisos.
- **Reuniones:** El foro esencial para el diálogo directo y la realineación.

Como resultado, es posible que haya **solicitudes de cambio** para ajustar planes de comunicación, estrategias de involucramiento o incluso el alcance si las expectativas de los interesados han evolucionado.

### 5.10. Recursos

**Definición 5.11** Controlar los recursos implica asegurar que los recursos físicos asignados y adjudicados al proyecto **están disponibles** tal como se planificó, así como **monitorizar su utilización planificada frente a la real** y tomar acciones correctivas según sea necesario.

Su objetivo es garantizar que los recursos adecuados estén en el lugar correcto en el momento exacto, evitando paralizaciones por falta de suministros o períodos de inactividad de equipos o personal especializado (con su coste asociado).

Durante la ejecución, los datos de desempeño del trabajo proporcionan la realidad objetiva a contrastar. Con estos datos, el PM utiliza una serie de técnicas para transformar estos datos en información útil:

- **Análisis de datos:** Es la piedra angular del análisis, y destaca:
  - **Análisis de tendencias:** permite prever necesidades futuras de recursos basándose en el consumo actual.

**Ejemplo 5.14** *Si el consumo de cemento supera sistemáticamente lo planificado, se puede anticipar un desabastecimiento.*

- **Revisiones del desempeño:** Las revisiones del desempeño miden, comparan y analizan la utilización planificada de los recursos con la utilización real de los mismos. La información de desempeño del trabajo en cuanto a costes y cronograma también puede ser analizada para ayudar a identificar incidentes que puedan influir en la utilización de los recursos.
- **Análisis de alternativas y análisis coste-beneficio:** se vuelven cruciales cuando se identifica una escasez, evaluando diferentes soluciones.

**Ejemplo 5.15** *Alquilar equipo adicional vs. reprogramar tareas vs. comprar material premium que rinda más*

- **Resolución de problemas:** Cuando el análisis revela una desviación es necesario un enfoque estructurado. Esto suele implicar:
  1. Definir el problema con precisión.
  2. Identificar su causa raíz (usando, por ejemplo, un diagrama de Ishikawa).
  3. Generar soluciones potenciales
  4. Seleccionar la mejor opción,
  5. Implementarla
  6. Verificar su efectividad

**Ejemplo 5.16** *El problema puede surgir desde dentro de la organización (máquinas o infraestructura utilizadas por otro departamento de la organización y no liberadas a tiempo, materiales que han resultado dañados debido a condiciones de almacenamiento inadecuadas, etc.), o desde fuera de la organización (proveedor importante que ha entrado en quiebra o condiciones climáticas desfavorables que han deteriorado los recursos).*

Si las desviaciones son significativas y no pueden resolverse dentro de los márgenes del plan actual, se generan **solicitudes de cambio** formales. Estas pueden ir desde ajustar el cronograma (nivelación de recursos) o el presupuesto, hasta modificar los procesos de adquisición o incluso el alcance del proyecto.

---

## Tema 6

# Cierre del proyecto

---

Una característica fundamental que distingue a un proyecto de las operaciones continuas de una organización es su **naturaleza temporal**: debe tener un inicio y un final claramente definidos. El cierre del proyecto representa la culminación formal de todos los esfuerzos y actividades desarrollados a lo largo de su ciclo de vida. No llevar los proyectos a su fin completo perjudica tanto a la organización como a las personas que realizaron el trabajo. Un cierre bien ejecutado garantiza que los beneficios del proyecto se materialicen, que no se sigan invirtiendo recursos en trabajo completado y que la organización capitalice las experiencias obtenidas para mejorar iniciativas futuras. Además, permite a los miembros del equipo experimentar la satisfacción del logro y realizar una transición ordenada.

### 6.1. Cierre

Después de completar el proyecto o una fase del mismo, se lleva a cabo un proceso de cierre formal, tras la entrega de los resultados. Este proceso engloba dos cierres esenciales: el **cierre administrativo** y el **cierre contractual**.

#### 6.1.1. Cierre administrativo

Incluye todas las actividades relacionadas con la finalización de los **procesos de gestión**: recopilación de archivos del proyecto, análisis de éxito/fracaso, documentación de lecciones aprendidas y liberación formal de recursos del equipo. Su objetivo es **verificar que se hayan alcanzado los objetivos y se hayan satisfecho las expectativas del cliente**, asegurando que el trabajo no autorizado no continúe.

#### 6.1.2. Cierre contractual

Se centra en la **finalización de todos los contratos y acuerdos establecidos**. Implica la verificación formal del producto entregable, la aceptación por parte del cliente o patrocinador, la resolución de disputas pendientes con proveedores, el pago de facturas finales y la formalización de la finalización de todos los compromisos. Si existe un contrato formal, esto incluye la **transferencia de responsabilidades**, el inicio del período de garantía y la facturación de los pagos finales.

Se genera la **documentación de entrega** (también conocida como “conforme a obra” o “as built”) y proporcionar formación a aquellos que usarán los resultados del proyecto. Estos pasos son esenciales para asegurarse de que se obtengan los beneficios de la inversión realizada. Se evalúan los resultados del proyecto y la experiencia adquirida, y se documentan las **lecciones aprendidas** para mejorar futuros proyectos. Los miembros del equipo serán reclamados para nuevas asignaciones y deben ser liberados formalmente de sus funciones.

### 6.2. Mantener el rumbo hasta el final

El seguimiento del proyecto hasta su finalización garantiza que todos obtengan el máximo beneficio de los resultados, permitiendo determinar estos beneficios y compararlos con los costes incurridos para confirmar el retorno de la inversión.

Finalizar un proyecto suele implicar resolver una multitud de pequeños detalles y asuntos pendientes. Las siguientes situaciones pueden dificultar su finalización:

- Falta de una lista detallada y escrita de todas las actividades de cierre. Esta lista suele incluirse en el acta de recepción provisional como un anexo.
- Pérdida de motivación del personal a medida que el interés general disminuye.
- Resistencia del equipo a finalizar debido a relaciones personales/profesionales o falta de entusiasmo por sus próximas asignaciones.
- Desinterés de los clientes (internos/externos) en completar los detalles finales.

Para reducir el impacto de estas situaciones y aumentar las probabilidades de éxito, se debe planificar el cierre desde el inicio, identificando todas las tareas y reorientando al equipo.

### 6.2.1. Planificar con antelación el cierre del proyecto

Es crucial comenzar a planificar la finalización al mismo tiempo que se prepara la planificación general del proyecto. Esperar hasta el final puede ser demasiado tarde para reunir la información y los recursos necesarios. Las tareas principales en la planificación del cierre son:

1. **Preparar una lista de verificación exhaustiva.** Incluir todo lo que se debe hacer antes del cierre oficial.

**Ejemplo 6.1** *Una lista de verificación de cierre puede incluir:*

- *Completar cualquier actividad del proyecto no terminada y todos los entregables requeridos.*
- *Obtener todas las aceptaciones y aprobaciones necesarias (validación del alcance).*
- *Evaluar el grado de cumplimiento de objetivos y expectativas.*
- *Realizar todas las tareas administrativas (cierres de cargos, conciliación financiera).*
- *Cerrar todos los contratos relacionados con bienes y servicios.*
- *Gestionar la transición de los miembros del equipo a sus nuevas asignaciones.*
- *Asegurar el archivo de toda la documentación y entregables.*
- *Actualizar la base de datos de gestión de la configuración y preparar documentos “conforme a obra”.*
- *Elaborar el **informe final de proyecto** y el **informe de lecciones aprendidas**.*

2. **Asignar responsabilidades y recursos.** Para cada elemento de la lista, especificar quién lo realizará, cuándo y qué recursos necesitará.
3. **Integrar las actividades en el plan del proyecto.** Incluir las tareas de cierre en la EDT, asignándoles tiempo y recursos específicos en el cronograma y el presupuesto.

### 6.2.2. Preparar al equipo para la meta

A medida que el proyecto avanza, el enfoque del equipo puede pasar de los objetivos globales a las tareas individuales. Para reforzar el enfoque y el interés. Se recomienda:

- **Recordar el valor del proyecto.** Analizar frecuentemente los beneficios organizacionales e individuales que se obtendrán.
- **Reafirmar el compromiso mutuo.** Reunir al equipo para explicar la importancia del proyecto y fomentar compromisos personales con su éxito.
- **Supervisar de cerca y brindar retroalimentación.** Establecer hitos frecuentes y plazos para informar el progreso. Mantener un contacto cercano para identificar y abordar problemas a tiempo.
- **Mantenerse accesible.** Reafirmar el interés en el trabajo del equipo estando disponible para conversar.



### 6.3. Asuntos administrativos y contractuales

El cierre formal **rescinde la autorización para dedicar recursos** al proyecto.

#### 6.3.1. Cierre administrativo

Con el cierre administrativo se pretende finalizar el proyecto desde el punto de vista de la organización ejecutante, a fin de poder dedicar sus recursos y esfuerzos a nuevos proyectos. Para realizar un cierre administrativo de proyecto es necesario:

- **Obtener aprobaciones necesarias.** Aprobación por escrito de que el proyecto superó las pruebas de rendimiento y cumple con las normas (**control de calidad**). Aceptación formal del cliente (**validar el alcance**). Esto se realiza con la firma del acta de recepción provisional.
- **Conciliar transacciones pendientes.** Resolver disputas con proveedores, pagar facturas pendientes y asegurar que se ha cumplido con el alcance de cada contrato.
- **Cerrar oficialmente las cuentas.** Ajustar cualquier esfuerzo o gasto contabilizado en cuentas incorrectas.
- **Cerrar categorías de cargos.** Obtener confirmación oficial de que no se podrán realizar cargos futuros en las cuentas del proyecto.
- **Archivar documentación.** Asegurar que toda la documentación se actualice, cierre y archive según los protocolos organizativos y los requisitos legales (periodos de retención).

#### 6.3.2. Cierre contractual y entrega

Este proceso es crítico, especialmente cuando el proveedor es una entidad externa.

- **Acta de recepción y elementos residuales:** El cliente debe emitir una declaración explícita de que el producto cumple los criterios de aceptación. Esta declaración suele incluir una **lista de elementos residuales** (puntos pendientes menores) que el proveedor debe resolver en un plazo acordado. Debe ser firmada por ambas partes.
- **Protocolo de entrega y transferencia:**
  - **Transferencia legal:** Ambas partes redactan y firman un **protocolo de entrega** que hace referencia a las declaraciones de aceptación. Al firmarlo, la propiedad legal (o dominio de la propiedad) de la salida del proyecto se transfiere del proveedor al cliente.
  - **Transferencia física:** Implica la entrega física (llaves, accesos, etc.) y la firma de un **recibo** por la transferencia de elementos adicionales (documentación, planos, permisos, documentación “as built”).

Los **documentos de entrega** son el conjunto de estos documentos (declaraciones, protocolo, recibos).

- **Consideraciones clave:**
  - **Puesta en marcha anticipada:** Evitar que el cliente use el producto antes de la entrega formal. Si es necesario, entregar por partes y registrar el trabajo pendiente como elementos residuales.
  - **Acuerdo de nivel de servicio (SLA):** Si el proveedor es responsable del mantenimiento posterior, un SLA separado debe comenzar **después** de la entrega formal.
  - **Segunda entrega:** Es común programar una segunda entrega para verificar que todos los elementos residuales de la primera se hayan resuelto satisfactoriamente. Se firma el acta de recepción definitiva.
  - **Periodo de mantenimiento y garantía:** Periodo posterior a la entrega donde el proveedor es responsable de reparar defectos a su coste. Puede ser un periodo fijo o vinculado a un evento (como al final de la primera temporada de uso). La **garantía** es una limitación contractual de los derechos del cliente, mientras que el **principio de conformidad** establece que el producto debe funcionar por un periodo acorde a su precio y vida útil esperada, pudiendo el cliente reclamar incluso después de vencida la garantía.

**Ejemplo 6.2** *Una instalación de generación fotovoltaica se finaliza y se firma el acta de recepción provisional, entrando en funcionamiento. Al cabo de dos años, finaliza el periodo de garantía y, tras verificar la correcta resolución de los defectos menores pendientes en el anexo al acta de recepción provisional, se firma el acta de recepción definitiva. Sin embargo, al cabo del quinto año se detecta una degradación prematura de los paneles solares por encima del límite establecido, reduciendo la energía producida, por lo que se genera una reclamación por no conformidad.*

- **Defectos ocultos:** Defectos no reconocibles en una inspección razonable al momento de la entrega. El proveedor puede ser responsable de repararlos incluso después del período de mantenimiento, si impiden el uso normal del producto.

### 6.4. Proporcionar una buena transición para el equipo

Gestionar la transición del equipo de forma ordenada les permite concentrarse en completar sus tareas. Se recomienda realizar las siguientes tareas de transición para el equipo:

- **Reconocer y documentar contribuciones.** Expresar agradecimiento y compartir evaluaciones de desempeño. Comentarios positivos en público, constructivos en privado, y siempre seguidos por escrito.
- **Ayudar a planificar la transición.** Ayudar a los miembros a encontrar su próximo proyecto, desarrollar un calendario para reducir gradualmente su participación y celebrar una reunión o almuerzo final de despedida.
- **Anunciar el cierre a la organización.** Por email, intranet o reunión, para: 1) Anunciar que los resultados están disponibles, 2) Confirmar el éxito a los que apoyaron, y 3) Indicar que ya no se pueden dedicar recursos al proyecto.
- **Dar a conocer los resultados.** Motivar al equipo contándoles los resultados positivos de su trabajo.

### 6.5. Evaluación posterior al proyecto y lecciones aprendidas

La evaluación posterior al proyecto y las **lecciones aprendidas** son una valoración que sienta las bases para repetir éxitos y evitar errores. Permite:

- Reconocer logros y el trabajo de las personas.
- Identificar técnicas y enfoques que funcionaron (o no) para diseñar medidas que aseguren (o eviten) su uso futuro.

#### 6.5.1. Preparación a lo largo del proyecto

La evaluación posterior al proyecto debe considerarse en todas las fases del proyecto:

- **Inicio:** Determinar los beneficios esperados por los patrocinadores. Documentar la situación actual si el proyecto busca cambiarla (línea base).
- **Planificación:** Identificar todas las partes interesadas clave. Desarrollar descripciones claras de los objetivos. Incluir la actividad “Realizar evaluación posterior” en la EDT con su tiempo y recursos.
- **Ejecución:** Informar al equipo sobre la evaluación futura. Animarles a registrar contratiempos, problemas y éxitos en un registro. Mantener archivos de costes, horas e informes de rendimiento.
- **Cierre:** Medir la situación final si se buscaba un cambio. Obtener informes finales de costes y cronograma. Realizar encuestas de satisfacción a partes interesadas clave.

### 6.5.2. Preparar y realizar la reunión de evaluación

La calidad de la evaluación posterior del proyecto depende de la información recopilada (resultados, gastos, rendimiento, problemas, cambios, satisfacción).

- **Fuentes:** Informes de progreso, registros del proyecto, informes de costes/cronograma, notas de reuniones, entrevistas y encuestas.
- **Participantes:** Invitar a todos los que participaron en el proyecto. Si son muchos, realizar sesiones separadas primero (por departamentos o áreas de gestión).
- **Desarrollo:** Declarar que es una experiencia de aprendizaje, no una búsqueda de culpables. El PM debe facilitar la sesión, redirigiendo ataques personales hacia preguntas constructivas (“¿Qué podemos hacer diferente en el futuro?”). Animar a identificar lo que se hizo bien y a la autoevaluación. Considerar celebrarla fuera de la oficina.
- **Documentación:** Asignar a una persona para tomar notas, que deben incluir acuerdos y responsables de acciones futuras.

### 6.5.3. Seguimiento de la evaluación

Al igual que cualquier otro documento o tarea en gestión de proyectos, la evaluación posterior del proyecto también está sometida a un proceso de monitorización y control, que consta de:

- Preparar y distribuir un informe de lecciones aprendidas que aborde:
  - Prácticas a incorporar en futuros proyectos y medidas para fomentarlas.
  - Prácticas a evitar y medidas para desalentarlas.
- Utilizar este informe al planificar proyectos futuros.
- Transmitir las lecciones de interés organizacional a los organismos correspondientes.

## 6.6. Informe final de cierre

Elaborar un **informe final de proyecto** (o informe de clausura) que sirva como rendición de cuentas formal y registro histórico. Debe incluir:

- Confirmación de la entrega y lista de elementos residuales.
- Revisión del cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- Caso de negocio actualizado.
- Revisión del desempeño en cuanto a calidad, cronograma y presupuesto.
- Revisión del rendimiento del equipo.
- Resumen de las recomendaciones de acciones de seguimiento.
- Resumen del plan de revisión de beneficios.
- Resumen de las lecciones aprendidas.
- Un informe resumido del director del proyecto.

## 6.7. Cierre formal y descarga

Basándose en el informe final, el **patrocinador del proyecto** debe realizar el cierre formal:

- Notificar formalmente a todos los proveedores y partes interesadas que el proyecto ha finalizado.
- Conceder al PM y al equipo una **liberación oficial** de sus obligaciones.
- Asegurar el cierre oportuno de los registros de tiempo y costes del proyecto.

Este acto formal cierra definitivamente el ciclo de vida del proyecto y libera cualquier recurso restante.



## **Parte II**

# **Gestión de proyectos ágiles**

**Para la gestión de proyectos ágiles, se organizan XXXXX temas, uno introductorio para todas las metodologías y uno específico para cada metodología**

