

- 1.4. Si el cambio es aceptado, se comunica y se realizan las actualizaciones correspondientes en los productos del trabajo.
2. Controlar versiones.
  - 2.1. Definir un esquema de identificación de documentos del proyecto.
  - 2.2. Definir un esquema de identificación de versiones.
  - 2.3. Registrar y controlar versiones de documentos del proyecto.
3. Trazar enlaces de requisitos con otros elementos. Elaborar las matrices de rastreo de requisitos (G9).
4. Registrar y reportar el estado de los elementos de la configuración.

#### Salidas

- Reporte del análisis del impacto en cambio de requisitos
- Documentos actualizados con los cambios y sus versiones
- Matrices de rastreo
- Matriz de estado de requisitos actualizada

## 2.2.4 Desarrollo de *software* de aplicación

- 
1. Especificación de requisitos
  2. Análisis y diseño
  3. Implementación
  4. Pruebas
- 

**Tabla 2.4** Método de desarrollo de *software* del proceso unificado

Los métodos empleados en proyectos de desarrollo de *software* han evolucionado constantemente. Entre los que más se han aplicado encontramos los métodos *ad hoc*; los centrados en datos popularizados por Warnier, Orr y Jackson; los de descomposición funcional y estructurados [DeMarco 78] [Gane y Sarson 79] [Ward y Mellor 85] [Yourdon 91], los métodos formales como Cleanroom [Mills 85], los orientados a objetos [Wirfs-Brock et al., 90] [Jacobson et al., 99] y los métodos ágiles [Ambler y Jeffries 02] [Beck et al., 91] [Larman 04], así como una variada combinación de los anteriores.

Hoy en día los más empleados son los métodos orientados a objetos. Éstos son aplicados en el marco de trabajos como el de Pressman [Pressman 06] o el del Proceso unificado [Jacobson et al., 99]. En estos métodos, según los autores de referencia, el *software* se organiza como clases de objetos relacionados. Éstos pueden ser de diferente índole: abstracciones del dominio del problema (un alumno, una factura, un producto); objetos que encapsulan procedimientos para administrar otros objetos; interfaces con usuario o con dispositivos, etc. Cada clase de objetos contiene una implementación de sus datos y su comportamiento. Esto

se respeta desde las primeras fases del análisis hasta la prueba del producto, de manera que el método se basa en una refinación sucesiva de los objetos desde su modelado conceptual hasta su implementación en código y prueba. Bajo este paradigma la descomposición es por objetos y no por funciones.

La metodología de trabajo del Proceso unificado, de acuerdo con los autores, emplea un ciclo de vida iterativo e incremental con cuatro fases: iniciación, elaboración, construcción y transición. Dentro de este ciclo se desarrollan actividades asociadas con nueve procesos, también llamados *disciplinas*. De estos nueve procesos, seis se clasifican como clave y tres como procesos de soporte.

A continuación describiremos el método de desarrollo de *software* empleado por el Proceso unificado<sup>1</sup> para cuatro de sus procesos clave, que están directamente relacionados con el desarrollo de *software*: requisitos, análisis y diseño, implementación y pruebas. Se han dejado fuera los procesos clave de modelado del negocio y de despliegue que aplican otros tipos de métodos.

### 1. Especificación de requisitos

- Definir el alcance y los objetivos del negocio.
- Determinar riesgos.
- Especificar requisitos funcionales modelados con actores y casos de uso.
- Especificar otros requisitos no funcionales.

### 2. Análisis y diseño 2

- Elaborar el modelo de análisis. 3
  - Especificar y modelar clases y sus relaciones.
  - Especificar y modelar la vista de comportamiento o modelo dinámico (interacciones entre clases de objetos). 2
- Elaborar el modelo de diseño (refinando el modelo de análisis) hasta lograr que sea un prototipo de código.
  - Estructurar clases en paquetes y subsistemas de diseño (se convertirán en componentes durante la implementación).
  - Definir interfaces entre paquetes y subsistemas.

### 3. Implementación

- Definir la organización del código en términos de subsistemas estructurados en capas.
- Implementar (codificar y reusar) clases y objetos en términos de componentes (código fuente, ejecutables, bases de datos, etcétera).

<sup>1</sup> El Proceso unificado es un marco de trabajo (*framework*) que incluye la descripción del ciclo de vida, los procesos del mismo, y los métodos y herramientas más importantes. Aquí sólo hacemos referencia al método orientado a objetos.

- Ejecutar pruebas de componentes como unidades.
- Integrar los resultados producidos por desarrolladores individuales y equipos en un sistema ejecutable.<sup>2</sup>

#### 4. Pruebas

- Verificar las interacciones entre objetos.
- Verificar la integración adecuada de todos los componentes del *software*.
- Verificar que todos los requisitos se hayan implementado adecuadamente.
- Asegurarse de que todos los defectos se hayan identificado y corregido antes de la liberación.

El método de desarrollo de *software* empleado por el Proceso unificado, por otra parte, incluye el uso de UML<sup>2</sup> como lenguaje para especificar, visualizar y construir los artefactos del sistema de *software*.

### EJEMPLO

#### DESARROLLO DE SOFTWARE DE APLICACIÓN

MAPOSA es un sistema de *software* que, utilizando tecnología GPS, puede crear y almacenar mapas en tres dimensiones de cualquier terreno. Los mapas se crean mientras se recorre el camino. MAPOSA permite ir guardando toda la información clave para reconstruir el mapa completo junto con información extra (puntos de interés, comentarios, etc.). También permite crear, de manera fácil y económica, una diversidad de sistemas útiles para la vida diaria que apoyen a agencias como la policía o contesten preguntas de ciudadanos como "¿cuál es la gasolinera más cercana a mi domicilio?".

Para su desarrollo se aplicó el método antes descrito con los siguientes resultados.

##### 1. Especificación de requisitos

Al aplicar el método descrito se desarrolló primero un documento de visión y alcance que contiene requisitos de alto nivel del negocio, visión, oportunidad y objetivos del mismo, entre otros elementos generales previos a la definición detallada de requisitos. Posteriormente se obtuvo una especificación de requisitos que cumple con el estándar IEEE 830 [IEEE 830] y con el estándar vigente de UML.

Cada requisito se especificó usando una plantilla como la del siguiente ejemplo:

---

<sup>2</sup> Unified Modeling Language

<b>Identificador</b>	RSTD-005
<b>Nombre</b>	Formato de la información del GPS
<b>Tipo</b>	Estándares
<b>Descripción</b>	MAPOSA debe basarse en el formato NMEA para el intercambio de información entre el GPS y el sistema.
<b>Propósito</b>	Que el sistema pueda obtener la información necesaria para el posicionamiento del aparato GPS.
<b>Dependencias</b>	-
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Criterio de éxito</b>	Todos los datos de posicionamiento en formato NMEA.
<b>Referencias</b>	-
<b>Responsable</b>	NC
<b>Estado</b>	Modificado
<b>Fecha de captura</b>	2004.12.1, 2005.2.2

Se especificaron 49 requisitos clasificados en las categorías funcionales y no funcionales (interfaces externas, desempeño, almacenamiento de datos, restricciones de diseño, estándares, disponibilidad, seguridad y otros). Los requisitos funcionales fueron modelados con actores y casos de uso.

Finalmente se desarrolló un prototipo para su aprobación por el cliente.

## 2. Análisis y diseño

El modelo de análisis consistió en el refinamiento de los casos de uso y su especificación, determinando cada una de las clases que intervienen en su realización, así como los atributos y operaciones de cada una. Además, se modeló un diagrama de secuencia por escenario de cada caso de uso.

En la figura 2.2 se muestra uno de los diagramas de este tipo.

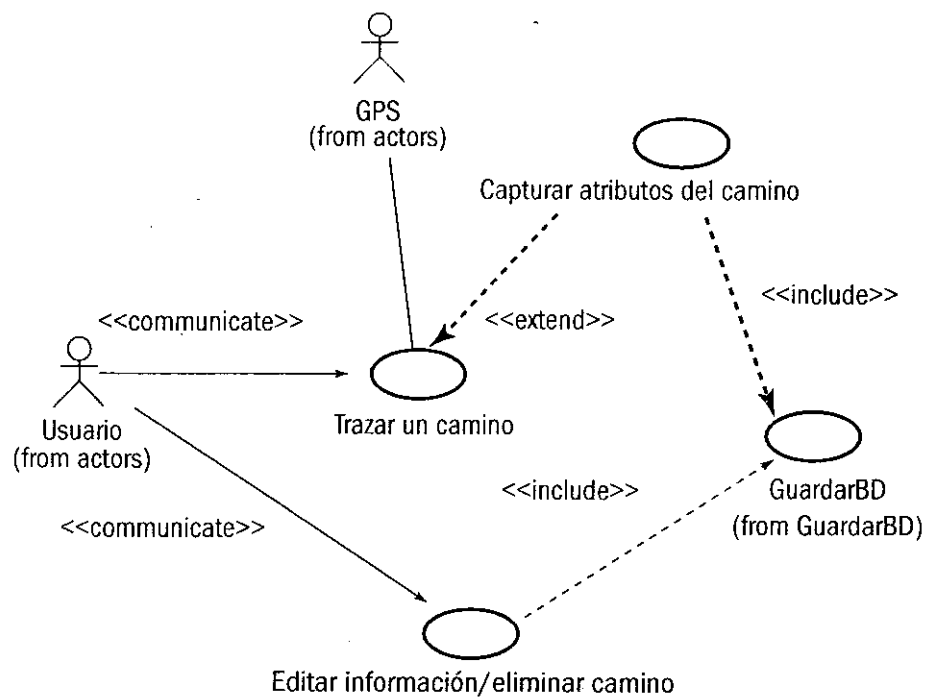


Figura 2.2 Diagrama de caso de usos refinados en el análisis

El modelo de análisis se refinó para obtener el modelo de diseño, que resultó en seis paquetes o módulos. El primero de ellos es un módulo de interfaz, que contiene las clases para la conexión al receptor gps; el segundo es un paquete de control para análisis de los mensajes; el tercero se encarga de la conexión con la base de datos; el cuarto es responsable de toda la interfaz con el usuario, y los otros dos módulos contienen la codificación de las clases del dominio del problema e implementan casi todos los requerimientos del usuario.

### 3. Implementación

En esta fase se codificó el sistema en lenguaje Java tomando como entrada el modelo de diseño y el prototipo aprobado. El tamaño del producto fue de 6 000 líneas de código Java estructuradas en tres capas: interfaces, control y negocio.

Las pruebas de unidad y la depuración de las anomalías resultantes se realizaron en tres semanas.

### 4. Pruebas

Las pruebas de integración y de estrés se realizaron externamente.

Como podemos apreciar, esta forma de trabajo propuesta tiene elementos en común con el método de desarrollo de productos. Considerando en este caso actividades propias de la ingeniería de *software* podemos ver también que el desarrollo de *software* constituye una labor muy compleja y, en consecuencia, de riesgo.

## 2.2.5 Implantación de *software* de aplicación

- 
- Fase 1. Preparar un ambiente operacional y uno de prueba separados
- 
- Fase 2. Ofrecer capacitación a los usuarios, administradores y técnicos
- 
- Fase 3. Realizar la conversión de datos y el cambio del sistema
- 
- Fase 4. Efectuar una evaluación luego de la instalación del sistema
- 
- Fase 5. Presentar un reporte final a la administración
- 

Tabla 2.5 Método de implantación de *software*

De acuerdo con Shelly, por *ambiente* o *plataforma* se entiende la combinación específica de *hardware* y *software* que nos permite correr un sistema; por *ambiente operacional*, la plataforma donde corre el sistema actual, y por *ambiente de test* o *de prueba*, la plataforma utilizada para desarrollar y dar mantenimiento a los sistemas. El tener el ambiente operacional y el de prueba separados permite proteger el sistema y evitar problemas que pudieran dañar los datos o interrumpir las operaciones durante las tareas de prueba.

La plataforma operacional del sistema de información incluye las configuraciones de *hardware* y *software* apropiadas, utilidades del sistema, recursos de telecomunicaciones y otros componentes. A esta plataforma operacional sólo tienen acceso los usuarios, bajo un control estricto. Los analistas de sistemas y programadores no tienen acceso. El ambiente de test, reducido probablemente a una estación de trabajo o a un servidor, contiene copias de todos los programas y procedimientos, así como de los archivos de datos de prueba.

Para realizar las pruebas del sistema se necesita un proceso de test muy efectivo. Después de cada modificación al sistema se deben repetir las mismas pruebas de aceptación corridas cuando éste fue desarrollado.

La fase de entrenamiento, de acuerdo con Shelly, debe incluir a los usuarios, administradores y personal del equipo de TI.

- a) A los usuarios debe ofrecérseles una visión general del sistema y los términos o palabras clave; los procedimientos de inicio y apagado del sistema; el menú principal y los submenús; las funciones principales del sistema; una guía para sacar adelante los problemas que se presenten y una lista de preguntas frecuentes.
- b) A los administradores, entre otros, debe capacitárseles en la obtención de los objetivos del negocio, los principales reportes que ofrece el sistema y cómo requerir mejoras al mismo.
- c) Al equipo de TI se le debe entrenar en la arquitectura del sistema y su documentación, la resolución de problemas, y en el entrenamiento de los usuarios y del personal administrativo.

La fase de conversión de los datos a la nueva tecnología es una parte importante de la implantación o instalación del sistema y consiste en cargar en el nuevo sistema los datos existentes. Dependiendo del sistema, puede hacerse antes, durante o después de completar el ambiente operacional. El autor recomienda, ya que puede tratarse de un proceso lento y tardado, hacer un plan de conversión de los datos y llevar a cabo la tarea tan pronto como

sea posible. El proceso de conversión debe ser probado una vez que se cuente con el ambiente de test.

El proceso de cambio del sistema consiste en poner en línea el nuevo sistema y en retirar el anterior. Puede realizarse de forma directa, en paralelo, mediante un piloteo o por etapas intercaladas, dependiendo del riesgo implícito y del tiempo disponible para realizar la tarea.

La fase de evaluación, una vez instalado el sistema, debe permitir observar la calidad del nuevo sistema de información de forma integral. Se pone énfasis en determinar si el sistema efectivamente cumple ciertos requisitos, permite lograr los objetivos de los usuarios y produce los beneficios para los cuales fue aprobado.

Por último se realiza un reporte final que debe incluir las versiones definitivas de toda la documentación del sistema, las modificaciones o mejoras a realizar a futuro que fueron detectadas, la recapitulación de los presupuestos y cronogramas utilizados durante la instalación, y los resultados de los test correspondientes a la evaluación final.

## EJEMPLO

### IMPLANTACIÓN DE SOFTWARE DE APLICACIÓN

Implantación del software de aplicación Agil 90 y Agil 180 (módulos de Agil 360®) en la Incubadora de Empresas de Base Tecnológica PROGINNT.

#### Fase 1. Preparar un ambiente operacional y uno de prueba separados

##### Ambiente operacional actual

Una parte de los procesos se ejecuta de forma manual (los correspondientes a la actualización de las cuentas individuales de cada incubando-cobros y pagos).

Los procesos de adquisición y pago de servicios se realizan a través del sistema e-Procurement, de Oracle.

El mantenimiento de los archivos de incubandos, proyectos, consultores y otros proveedores se realiza en un sistema de software en plataforma Web hecho a la medida, llamado Incuweb®.

Se emplea la infraestructura de hardware y software de la universidad. Contamos con un servidor de datos propio.

**Ambiente de prueba.** Servidor Intel Quad Core Duo de 6 Gb en RAM, arreglo de discos 1 + 0 Mac OS X Leopard, con sistema automático de respaldos. La plataforma de software del sistema es Apache 2.x, PHP 5.x MySQL 5.x y máquina virtual de Java, y un certificado autofirmado para transacciones seguras en SSL.

Los clientes requieren las siguientes especificaciones, tanto en el ambiente de pruebas como en el ambiente operacional final.

##### Comunicaciones

- Internet de banda ancha o WiFi.
- Para que el sistema notifique eventos y alarmas a su celular deberá contratar el servicio de mensajes con su proveedor de telefonía celular.
- Deberá contar con una cuenta de correo electrónico para la notificación de eventos y alarmas.

## Seguridad

- SSL/128 bits.

## Requerimientos mínimos del sistema

- Computadora con un mínimo de 256 MB de memoria RAM.
- Navegador FireFox o Internet Explorer 6 en adelante para Windows.
- Procesador Pentium III en adelante.

**Ambiente operacional final.** Sólo se actualizó el servidor de datos agregándole un disco duro para crear un arreglo de disco con el fin de poner la información en espejo, pues era un requisito de disponibilidad. Se agregó además un disco duro para respaldos.

## Fase 2. Ofrecer capacitación a los usuarios, administradores y técnicos

Los usuarios principales del sistema están clasificados como sigue: coordinador incubadora, administrador, incubando, monitor, instructor, proveedor, gobierno, contabilidad universidad.

La capacitación se realizó en dos modalidades: taller presencial introductorio para cada tipo de rol (tres horas cada uno) y autodidacta a través de los manuales y videos en línea. Para adquirir un nivel de destreza básico se requirieron dos semanas de uso.

## Fase 3. Realizar la conversión de datos y el cambio del sistema

Los datos actualmente están en diferentes plataformas. Los relacionados con incubandos, proyectos y consultores están en sql Server® de Microsoft, en un servidor de bases de datos de uso exclusivo de PROGINNT. Los relacionados con transacciones contables de la incubadora se gestionan en el sistema e-Procurement de Oracle de la universidad.

La información referente a pagos a consultores, financiamientos recibidos de los gobiernos estatal y federal, presupuesto anual de la universidad por partidas, así como cobros a incubandos y otros clientes, se encuentra en varios archivos de Excel de los años 2006 a la fecha. La información anterior a 2006 no se va a migrar.

El inventario físico de activos está en papel.

La estrategia de conversión incluyó:

1. Análisis de datos en Excel para su normalización.
2. Programación de rutina de conversión en Visual Basic®.
3. Ejecución de la rutina, por única vez, para subir todos los datos al servidor.

Los datos en papel relativos a los activos fijos fueron capturados con un esfuerzo de 62 horas-hombre.

Los que están en otras plataformas de bases de datos serán consultados en línea a través de servicios Web.

Las pruebas del sistema por módulos y de manera integral se hicieron con casos normales y con excepciones, mismos que se habían modelado con casos de uso en la fase de requisitos del sistema. Una vez que las salidas esperadas fueron validadas, se liberó el sistema y se inició el pilotaje en paralelo con los procedimientos actuales.

Dos meses después se realizó el cambio del sistema con éxito.



**Fase 4. Efectuar una evaluación luego de la instalación del sistema**

El sistema contó con seis meses de garantía durante los cuales se reportaron algunos defectos de interacción hombre-máquina y se requirió modelar e incluir tres casos de excepción de procesos que no se habían considerado durante los requisitos. En general, la evaluación fue satisfactoria.

**Fase 5. Presentar un reporte final a la administración**

Se realizó un reporte de cierre de contrato de implantación que incluyó la memoria técnica actualizada, *password*, configuración y manuales. Se ejecutó el pago final. Al cliente se le entregó una evaluación final de proyecto.

**2.2.6 Formulación y evaluación de proyectos**

- |                        |
|------------------------|
| 1. Análisis de mercado |
| 2. Estudio técnico     |
| 3. Estudio económico   |
| 4. Estudio financiero  |
| 5. Análisis de riesgos |

**Tabla 2.6** Método 5<sup>2</sup> de formulación y evaluación de proyectos

Estos autores consideran que el tema de la formulación y evaluación de proyectos de inversión es muy extenso y multidisciplinario, y contempla aspectos de mercado, técnicos, económicos y financieros, así como análisis de riesgos. Actualmente este tema ha sido ampliamente tratado en innumerables libros, ensayos, tesis y artículos especializados. La mayoría, sin embargo, se limita a tratar el aspecto financiero del problema. En este espacio haremos un resumen de la propuesta integral de Arreola y Zambrano para evaluar proyectos. Hay que mencionar que este método de trabajo está respaldado por un *software* llamado DECIDE® que facilita la evaluación.

Si el lector requiere tomar una decisión respecto de algún proyecto de inversión, si va a tramitar algún financiamiento, apoyo de gobierno o su actividad es la consultoría, los autores recomiendan que estructure y tome en cuenta los pasos que se indican en las tablas 2.7 a la 2.11, lo que le permitirá formular y analizar adecuadamente su proyecto.

Independientemente de la cuantía del proyecto, si éste fracasa, se pone en riesgo el capital social de una empresa o el patrimonio de una o varias personas, de ahí la importancia de aplicar siempre un método como el descrito para cualquier proyecto de inversión.

El Método 5<sup>2</sup> de Arreola y Zambrano pretende ser una guía con los elementos indispensables para la toma de decisiones. Es posible adicionar otros temas, lo cual enriquecería el análisis. Sin embargo, si se omite alguno de los que aquí se mencionan, el proyecto carecerá de un soporte sólido. Ahora bien, eso no implica que no se puedan tratar los diversos temas paulatinamente.

Según el estadio del proyecto y su complejidad y riesgos, se puede ir evaluando y aprobando el aspecto de mercado, el técnico, el financiero, etc., por partes, uno después del otro.

Frecuentemente los proyectos elaborados por consultores o ejecutivos están desarrollados conforme al perfil profesional de cada ejecutivo. Por ejemplo, aquéllos con formación en mercadotecnia, comercio internacional y afines detallan el estudio de mercado y descuidan los demás aspectos; los ingenieros agrónomos, civiles y médicos veterinarios ponen especial énfasis en el análisis técnico; y los contadores y administradores financieros se inclinan por el estudio económico y financiero. Esto de alguna manera —de acuerdo con los autores— sesga y limita el análisis, puesto que existe una interrelación entre todos los factores que, si no es considerada, hará endeble cualquier decisión que se tome.

De aquí que el Método 5<sup>2</sup> busque un equilibrio entre todos los componentes. Esperamos que sea de utilidad para el lector.

A continuación presentamos una serie de tablas donde se listan los temas y subtemas que los autores nos proponen analizar para lograr la evaluación integral de un proyecto.

La formulación del proyecto contempla los temas de mercado, técnico y económico; su evaluación incluye los aspectos financieros y de riesgos de la inversión.

Tema	Subtemas
<b>1. Análisis de mercado</b>	<b>1.1.</b> Descripción del bien o servicio
	<b>1.2.</b> Análisis de la oferta
	<b>1.3.</b> Análisis de la demanda
	<b>1.4.</b> Análisis de los precios
	<b>1.5.</b> Esquemas de comercialización

**Tabla 2.7** Análisis de mercado

- 1. Análisis de mercado.** De acuerdo con Arreola y Zambrano, para desarrollar el tema de análisis de mercado, una vez que se haya descrito el producto en términos precisos, es necesario realizar una serie de estudios en fuentes primarias y secundarias que nos permitan conocer la oferta histórica y proyectada, los factores de influencia del contexto, sean favorables o desfavorables, y los principales competidores previstos en el mercado en que se va a incidir. Luego, de manera similar, se estudia la demanda histórica proyectada y sus elementos de influencia; los principales clientes previstos, y las condiciones de venta del bien o servicio. Se continúa enseguida con el análisis de los precios históricos y con el estudio de los precios con que se saldrá al mercado y de los factores que influirán en ellos.

Asimismo, en el rubro de esquemas de comercialización se define primero el mercado meta que nos interesa y los nichos, si los hay; luego se procede a especificar los convenios o contratos de comercialización existentes, si los hay, y las regulaciones legales que hay que tomar en cuenta. De esta manera tendremos una visión clara y precisa del mercado en el que vamos a introducir el producto.

Hecho lo anterior, analizamos los diversos componentes antes mencionados para saber si el proyecto es factible desde el punto de vista del mercado y decidir si continuamos o no con la evaluación.

Tema	Subtemas
2. Estudio técnico	2.1. Análisis de la organización 2.2. Localización del proyecto 2.3. Infraestructura 2.4. Procesos y parámetros productivos 2.5. Necesidad de inversiones fijas

Tabla 2.8 Estudio técnico del proyecto

**2. Estudio técnico.** El llamado *estudio técnico* o *de ingeniería del proyecto* inicia con el aspecto organizacional describiendo la figura legal de la organización que desarrollará el producto, sea persona física o moral; su misión, visión y valores empresariales; su estructura, empleados, forma de gobierno, y a los accionistas. Se considera relevante aclarar la educación y competencias del personal participante en el proyecto, empleados directos o asesores, así como la experiencia de la empresa en el desarrollo de proyectos similares. Conviene además especificar a este nivel los riesgos legales que enfrenta la empresa.

Posteriormente se continúa con el análisis de localización del proyecto a nivel micro y macro. Aquí se toman en cuenta factores como el clima, la humedad, la hidrografía, los servicios públicos y de salud, la vivienda, la comunicación y el transporte, y los elementos políticos y económicos, entre otros. A este nivel conviene además añadir el estudio de impacto ambiental del proyecto.

En cuanto a la infraestructura necesaria, es preciso describir los procesos productivos que conlleva el proyecto, definir enseguida los activos indispensables y, en su caso, las inversiones en infraestructura por hacer. Se consideran para el análisis fincas y terrenos, almacenes y bodegas, maquinaria y equipo, y otro tipo de activos que sean obligados.

El estudio técnico nos permite sentar algunas bases para realizar los estudios económico, financiero y de riesgos. Sin embargo, considerando los aspectos tratados antes, podemos darnos cuenta desde ahora de la factibilidad técnica del proyecto y decidir si continuamos o no con él.

Tema	Subtemas
3. Estudio económico	3.1. Análisis de ingresos y egresos 3.2. Determinación de la necesidad de capital de trabajo 3.3. Proyección del flujo de efectivo 3.4. Estados financieros 3.5. Proyecciones financieras

Tabla 2.9 Estudio económico

**3. Estudio económico.** Para efectuar el llamado por estos autores *estudio económico* necesitamos estimar volumen de producción, precio de venta, costos variables y costos fijos, lo que nos permitirá conocer los ingresos y egresos del proyecto a desarrollar.

Luego podemos calcular el capital de trabajo necesario por medio del método del déficit acumulado máximo, considerado el más preciso entre otros disponibles. Si el proyecto no contempla el estudio del capital necesario para financiar los desfases de caja durante su operación, probablemente fracase. Este método está basado en la estimación del máximo déficit que se produce en el tiempo entre los egresos y los ingresos previstos, debido por ejemplo a estacionalidades. Por otro lado, podemos obtener la proyección del flujo de efectivo por medio de las condiciones de financiamiento y las tablas de amortizaciones.

Los estados financieros están constituidos por los activos y pasivos, el capital, los estados de resultados y las razones financieras. Finalmente, las proyecciones financieras nos permiten saber cómo se comportarán los ingresos y egresos, el financiamiento y las amortizaciones.

De manera similar a los estudios previos, a estas alturas podemos ya percibir si con los datos aquí trabajados es sensato continuar con el proyecto desde el punto de vista económico, más aún, si los estudios previos nos indicaban ya una precaria factibilidad del esfuerzo desde los puntos de vista de mercado y técnico.

Tema	Subtemas
4. Estudio financiero	4.1. Determinación de la TREMA
	4.2. Valor presente neto
	4.3. Tasa interna de rendimiento
	4.4. Punto de equilibrio
	4.5. Periodo de recuperación

Tabla 2.10 Estudio financiero

**4. Estudio financiero.** A partir de los datos obtenidos en el estudio técnico se puede realizar el análisis financiero del proyecto. Este estudio, según nos proponen los autores, incluye determinar diversos indicadores que nos permitirán evaluar el proyecto, como son la tasa de rentabilidad esperada mínima aceptable (TREMA), la cual nos dice si la inversión que nos ocupa es más interesante que una tasa de interés seleccionada y que la inflación; el valor presente neto (VPN), que nos ayuda a comparar flujos de efectivo a futuro y determinar cuál es el que proporciona el mejor rendimiento para nuestra inversión; la tasa interna de rendimiento (TIR), que es una medida del rendimiento de un flujo de efectivo por periodo; el punto de equilibrio económico (PEE), que nos indica en qué momento los ingresos del proyecto serán iguales a sus costos; el periodo de recuperación de la inversión (PRI), cuya finalidad es establecer en qué tiempo se recuperará el monto invertido en el proyecto.

El estudio financiero suele ser determinante. Si los números no dan los valores deseados, el proyecto no avanza.

Tema	Subtemas
5. Análisis de riesgos	5.1. Escenarios optimistas
	5.2. Escenarios pesimistas
	5.3. Análisis de riesgo empírico
	5.4. Asignación de pesos específicos
	5.5. Evaluación final

Tabla 2.11 Análisis de riesgos

**5. Análisis de riesgo.** Para realizar este estudio se utilizan todos los datos previamente obtenidos durante la formulación y evaluación del proyecto. Se busca entretejerlos con los valores anteriormente obtenidos y hacer un análisis final. Las técnicas que se emplean son las de análisis de sensibilidad y análisis de riesgo empírico. La primera nos indica qué tan sensibles son los indicadores financieros, como el periodo de recuperación, la tasa de rendimiento, el valor presente neto y el punto de equilibrio a los cambios que se pudieran presentar en las variables del proyecto, como volumen y precio de ventas, por ejemplo. El riesgo empírico se estima con base en la experiencia, analizando los diversos aspectos descritos en el apartado de análisis organizacional y técnico del proyecto. Para ambas técnicas los autores nos sugieren realizar el análisis bajo un escenario optimista y otro pesimista.

Como es de esperarse, este proceso se termina con una síntesis de las evaluaciones y estimaciones de riesgos realizadas hasta aquí, la cual se expone en un reporte final.

Para mayor información sobre los conceptos manejados y las técnicas a emplear en este proceso, principalmente en lo que toca al aspecto financiero, se recomienda al lector remitirse a *Evaluación de proyectos de inversión*, Joaquín De la Torre y Berenice Zamarrón [De la Torre y Zamarrón, 02].

### EJEMPLO

#### FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN PROYECTO CON DECIDE®

**Objetivo del proyecto.** Determinar la conveniencia de invertir en un sistema de riego por goteo considerando que se cuenta con un sistema de riego rodado. Si el proyecto es factible económicamente, se solicitará financiamiento.

**Cliente.** Persona física con actividad empresarial. Productor de limón del estado de Colima, México, con más de 10 años de experiencia. Cuenta con una huerta de 10 hectáreas. Tiene un total de seis empleados.

**Misión y valores.** Producir limón de primera calidad, utilizar los productos químicos menos dañinos para el medio ambiente y un proceso de empaque y transporte que no afecte el producto.

### Infraestructura

- Bodega de 20 × 30 m para almacenamiento de insumos, fertilizantes, insecticidas y herbicidas.
- Tejabán para resguardo de maquinaria y equipo.
- Equipo de bombeo para pozo profundo.

**Procesos productivos.** Control fitosanitario, fertilización, corte y recolección, limpia de terreno.

### Inversión fija a evaluar

<b>Concepto</b>	Sistema de riego por goteo
<b>Cantidad</b>	1
<b>Precio unitario</b>	60,000 pesos

**Nichos de mercado.** Mercado de abasto (60%), centros comerciales (30%), otros del occidente (10%).

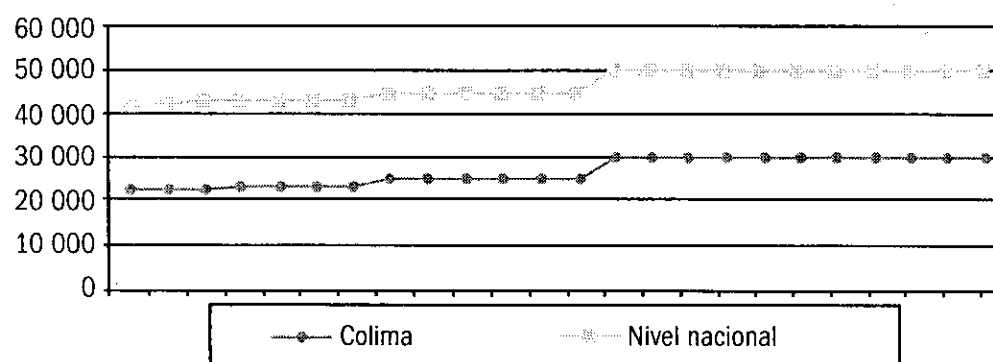


Figura 2.3 Oferta proyectada en toneladas por mes

**Principales competidores.** Productores de limón de Colima y de Veracruz.

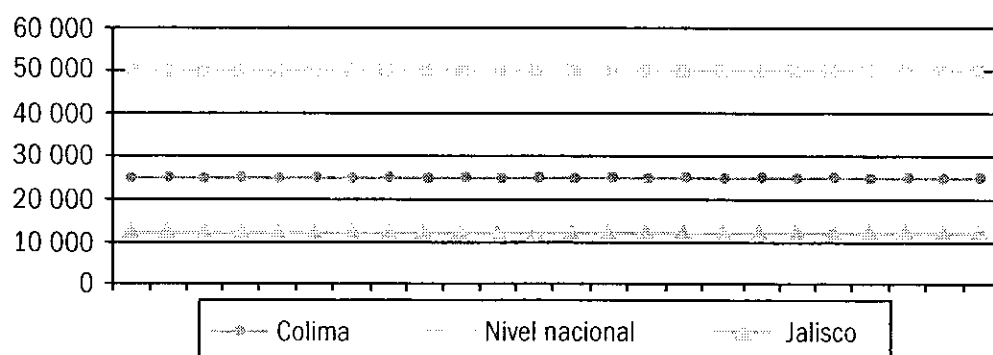


Figura 2.4 Demanda proyectada en toneladas por mes

**Condiciones de venta.** Al mercado de abastos y al mercado de La Merced se les vende al contado; sólo a otros se les vende 50% con crédito y 50% de contado; el crédito es mensual.

**Precios proyectados.** En la mayoría de los meses se mantiene un precio promedio de \$1,400/tonelada; sin embargo, a partir de noviembre y hasta el mes de abril se mantienen oscilando los precios debido a lo que se denomina *ventana de invierno*.

**Factores que influyen en los precios.** Altos niveles de productividad y fenómenos meteorológicos.

#### Plan de inversiones

1. Requerimientos de inversiones fijas: \$60,000.00.
2. Requerimientos de capital de trabajo: \$64,673.33.

#### Plan de financiamiento

##### Para cubrir las inversiones fijas

	Crédito		Aportación	
Tipo de crédito	Refaccionario		A corto plazo	
Importe	\$48,000.00		\$12,000.00	
Tasa de interés	14.00%		0.00%	
	Fecha	Monto	Fecha	Monto
Ministraciones	01-may-08	\$48,000.00	01-may-08	\$12,000.00
Vencimientos	30-abr-09	\$24,000.00	No se consideran amortizaciones	
	30-abr-10	\$24,000.00		

##### Para cubrir requerimientos de capital de trabajo

	Crédito		Aportación	
Tipo de crédito	Avío		A largo plazo	
Importe	\$48,300.00		\$16,500.00	
Tasa de interés	14.00%		0.00%	
	Fecha	Monto	Fecha	Monto
Ministraciones	01-may-08	\$30,000.00	01-ago-08	\$8,000.00
	01-ago-08	\$18,300.00	01-sep-08	\$8,500.00
Vencimientos	31-dic-08	\$24,150.00	30-abr-09	\$16,500.00
	31-ene-09	\$24,150.00		

**Proyección financiera**

	<b>Situación actual</b>	<b>May 08-abr 09</b>	<b>May 09-abr 10</b>
<b>Ingresos</b>			
Ingresos venta de limón	\$253,000.00	\$238,000.00	\$255,000.00
Total de ingresos	\$253,000.00	\$238,000.00	\$255,000.00
<b>Costos</b>			
<b>Costos de operación</b>			
Costos fijos	\$38,200.00	\$112,380.00	\$112,380.00
Total variables	\$160,000.00	\$79,275.00	\$84,937.50
<b>Total costos</b>	<b>\$5904.00.00</b>	<b>\$51321.00.00</b>	<b>\$522.500</b>
<b>Utilidad operativa</b>	<b>\$54,800.00</b>	<b>\$46,345.00</b>	<b>\$57,682.50</b>
Amortizaciones			
Intereses de créditos a corto plazo		\$4,373.89	0.00
Intereses de créditos a largo plazo		\$7,253.27	\$3,637.27
Capital de créditos a largo plazo		\$24,000.00	\$24,000.00
<b>Total de amortizaciones</b>		<b>\$52374.16</b>	<b>\$5664.27</b>
Impuestos			
<b>Utilidad neta</b>	<b>\$54,800.00</b>	<b>\$10,717.84</b>	<b>\$30,045.23</b>

**Análisis financiero**

**Método utilizado en la forma de cálculo:** Costo ponderado de capital

<b>Fuente</b>	<b>Participación</b>	<b>%</b>	<b>Costo financiero</b>	<b>Costo ponderado</b>
Crédito capital de trabajo (banco de los pobres)	\$48,300.00	38.70	14.00%	5.52%
Crédito refaccionario (banco de los pobres)	\$48,000.00	38.46	14.00%	5.38%
Complemento a capital de trabajo	\$16,500.00	13.22	0.00%	0.00%
Complemento a inversiones fijas	\$12,000.00	9.61	0.00%	0.00%
<b>Total</b>	<b>\$924.00</b>	<b>100</b>		<b>10.80%</b>



**Forma de cálculo.** Fue seleccionado el método del costo ponderado de capital, ya que existe una mezcla de recursos de crédito y financiamiento propio.

**Premio al riesgo.** Se determina 6% como premio al riesgo, ya que el inversionista desea que su dinero no pierda poder adquisitivo, por lo que lo está planteando solamente para superar la inflación.

**TREMA.** La TREMA obtenida es de 16.80% y será utilizada para calcular los indicadores financieros.

#### Valores residuales considerados para los indicadores financieros

Periodo	Valor residual
Abr-2010	\$15,000

Los cálculos de los indicadores financieros fueron realizados con base en el método del análisis incremental. Para determinarlos es necesario restar la utilidad operativa de la situación actual a los saldos operativos proyectados.

#### Cálculo del valor presente neto (VPN)

Con una TREMA de 16.80% el valor presente neto es de -6,455.21 pesos mexicanos. Al ser negativo no se recomienda realizar la inversión.

#### Cálculo de la tasa interna de rendimiento (TIR)

La TIR resultante fue de 9.15%. El presente proyecto muestra una **rentabilidad inferior a la TREMA** determinada, que es de 16.80%, por lo que se recomienda declinar el proyecto.

#### Cálculo del punto de equilibrio económico (PEE)

El punto de equilibrio para el primer año es de 130 unidades y representa 92.86% de la producción estimada para ese periodo, lo que se considera riesgoso; sin embargo, esto es en parte por las amortizaciones estimadas. El punto de equilibrio del segundo año disminuye a 82.33% respecto de la producción estimada, lo que se considera adecuado y de bajo riesgo.

#### Cálculo del periodo de recuperación de la inversión (PRI)

Si todas las utilidades se destinaran para amortizar las inversiones fijas, el periodo de recuperación de la inversión calculado es de 1.38 años, aun con flujos descontados.

#### Cálculo de la relación beneficio/costo

El resultado del cálculo fue  $RB/C = 1:1.27$

Esta relación beneficio-costo ratifica la rentabilidad que presenta el resto de los parámetros.

**Análisis de riesgo****Resultado de la sensibilización al volumen de ventas**

	VPN	TIR	PEE	PRI	RB/c
Resultados del proyecto	-\$6,455.21	9.15%	130.55 un	1.19 años	1: 1.27
Escenario positivo (120%)	\$45,655.48	69.45%	130.55 un	0.77 años	1: 1.40
Escenario negativo (95%)	-\$19,482.89	-6.80%	130.55 un	1.44 años	1: 1.23

Un incremento en el volumen de ventas de 20% definitivamente traería muchos beneficios, pero es muy difícil que suceda, a menos que las condiciones climáticas y fitosanitarias sean extraordinarias. Sin embargo, el escenario de disminuir a 95% la producción estimada puede ser probable, sobre todo porque existen condiciones climáticas no controladas.

**Resultado de la sensibilización al precio de venta**

	VPN	TIR	PEE	PRI	RB/c
Resultados del proyecto	-\$6,455.21	9.15%	130.55 un	1.19 años	1: 1.27
Escenario positivo (120%)	\$71,682.10	98.35%	100.43 un	0.64 años	1: 1.52
Escenario negativo (95%)	-\$25,989.55	-14.90%	141.13 un	1.43 años	1: 1.20

Un incremento en el precio de venta de 20% es poco probable, a menos que sucedan fenómenos meteorológicos que disminuyan considerablemente la oferta. Es más probable que el precio disminuya 5%.

**Resultado de la sensibilización a los costos variables**

	VPN	TIR	PEE	PRI	RB/c
Resultados del proyecto	-\$6,455.21	9.15%	130.55 un	1.19 años	1: 1.27
Escenario positivo (95%)	\$51.44	16.85%	127.37 un	1.13 años	1: 1.29
Escenario negativo (110%)	-\$19,468.52	6.75%	137.41 un	1.34 años	1: 1.22

Con esta sensibilización se aprecia que realmente un decremento de 5% en los costos variables hace viable el proyecto, por lo que es muy recomendable revisarlos para hacer eficientes los procesos productivos y volver viable el proyecto.

**Resultado de la sensibilización a los costos fijos**

	VPN	TIR	PEE	PRI	RB/C
Resultados del proyecto	-\$6,455.21	9.15%	130.55 un	1.19 años	1: 1.27
Escenario positivo (95%)	\$2,474.40	19.80%	125.59 un	1.10 años	1: 1.31
Escenario negativo (110%)	-\$24,314.44	-12.75%	140.46 un	1.41 años	1: 1.20

Con esta sensibilización se aprecia que realmente un decremento de 5% en los costos fijos hace viable el proyecto, por lo que es muy recomendable revisarlos para hacer eficientes los procesos productivos y volver viable el proyecto.

**Conclusiones**

El proyecto presenta bajo riesgo debido en parte a la experiencia que se tiene en la actividad y a la infraestructura con que se cuenta; sin embargo, tomando en cuenta la rentabilidad del proyecto, se concluye que no es viable desde el punto de vista económico y financiero.

**Dictamen**

Rechazado

## 2.3 Estándares

Entendemos por **estándar** una forma de realizar un trabajo, o de estructurar un producto, que ha sido aceptada por la comunidad nacional o internacional en un área de aplicación específica. La aceptación pudo haberse hecho de manera consensuada o *de facto*. Existen estándares de proceso o de producto. Si éstos son de uso obligatorio, entonces les llamamos *norma*.

Para generar un estándar normalmente se convoca a un grupo de especialistas reconocidos y se obtiene información de ellos para redactarlo. De esta manera se logra elaborar un compendio de buenas prácticas en relación con la forma de realizar el trabajo o de estructurar el producto de que se trate, y constituyen una excelente fuente de métodos de trabajo para aplicar en los proyectos.

**EJEMPLO**

El Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) adoptó la *Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos* (PMBOK) del PMI como estándar IEEE Std 1490-1998. Con ello la industria electrónica busca que sus proyectos se realicen de manera robusta y uniforme, facilitando el entendimiento entre las organizaciones del sector y la realización de proyectos colaborativos internacionales, entre otras ventajas.

Algunos de los beneficios de trabajar de forma estandarizada son la reducción del tiempo y costo de desarrollo de un proyecto; uso de prácticas de administración o ingeniería sólidas; incremento de la calidad y seguridad de los productos a obtener; reducción de riesgos de mercado; posibilidad de crecimiento para las tecnologías nuevas o emergentes; decrecimiento de los costos de comercialización y de las barreras comerciales de los productos, y protección contra su obsolescencia, sin considerar que la estandarización facilita la comunicación y el trabajo en equipo de manera globalizada.

Por ello recomendamos ampliamente a nuestros lectores el uso de estándares en el desarrollo de proyectos. Aunque algunos pueden resultar —para un alumno de licenciatura por ejemplo—, un poco áridos o engorrosos, o demasiado extensos, se recomienda hacer inicialmente una selección de algunas de las prácticas recomendadas y aplicarlas en sus proyectos.

Al final del capítulo hemos incluido una serie de páginas Web de organismos nacionales e internacionales que ofrecen estándares y normas para diversas áreas de aplicación.

## 2.4 Ciclos de vida de los proyectos [PMID8a], [Thayer], [Peña, 01]

El ciclo de vida de un proyecto está constituido, según indica la *Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos*, por una serie de fases, que generalmente son secuenciales, cuyos nombres y números son determinados por las necesidades de control de la organización u organizaciones involucradas en el proyecto. Es más común encontrar los ciclos de vida en los libros que tratan de procesos de *software*, pero en realidad se incorporan a proyectos en cualquier área de aplicación.

Los ciclos de vida más comunes son los de cascada, incremental, evolutivo y en espiral, los cuales permiten combinaciones donde, por ejemplo, podemos encontrar un proyecto con un ciclo de vida incremental donde cada fase se realiza en cascada. A continuación revisaremos cada uno de ellos.

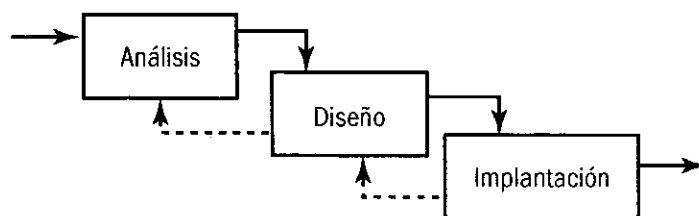


Figura 2.5 Ciclo de vida en cascada

### Ciclo de vida en cascada

Es el modelo más sencillo y nos dice que un proyecto puede ser entendido como una simple secuencia lineal de fases. En la figura 2.5 se muestra este ciclo de vida para el ejemplo de un proyecto de mejora de procesos, donde se realizan las fases de análisis, diseño e implantación para todos los procesos que incluye el alcance del proyecto. Cada fase tiene

un conjunto de objetivos bien definidos, y las actividades que incluye contribuyen a la consecución de esos objetivos. Las flechas indican el sentido del flujo de la información entre las fases.

Esta forma de trabajo puede admitir actividades de retroalimentación —indicadas por las flechas punteadas—, y entonces hablamos del ciclo de vida en cascada retroalimentado.

Se recomienda utilizar este ciclo de vida, como podemos apreciar en la tabla 2.6, cuando en un caso específico se dispone de tiempo y recursos suficientes para efectuar el proyecto, se tienen conocimientos de la tecnología a aplicar y experiencia en el área de aplicación, y el riesgo implícito en el esfuerzo es relativamente bajo.

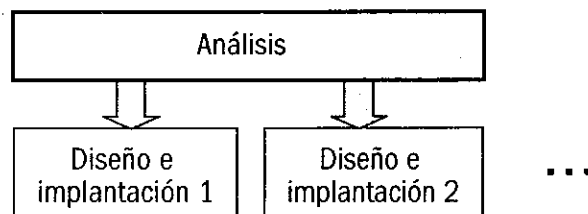


Figura 2.6 Ciclo de vida incremental

## Ciclo de vida incremental

Consiste en el proceso de ejecutar un proyecto por subconjuntos de requisitos o necesidades previamente identificadas. En la figura 2.6 se muestra el ciclo de vida para la situación en que se realiza el análisis de todos los procesos considerados en el proyecto, y luego se procede al diseño e implantación de la mejora por subconjuntos de procesos.

Se sugiere elegir este ciclo de vida, como se ve en la tabla 2.6, en el caso en que no se disponga de los recursos necesarios para ejecutar todo el proyecto de una sola vez, o cuando se tienen que atender ciertas prioridades dictadas por el cliente en un tiempo perentorio. Se puede usar también en proyectos grandes en que hay implícito un riesgo por el tamaño y la complejidad del esfuerzo, ya que permite reducir la incertidumbre al trabajar sólo una parte del proyecto a la vez.

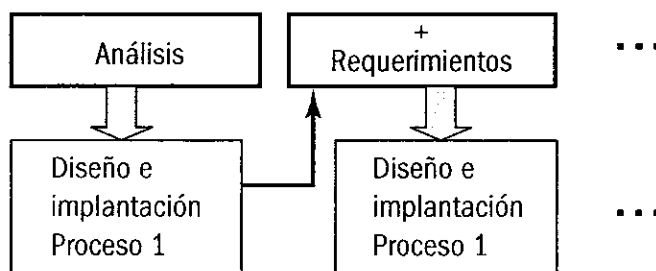


Figura 2.7 Ciclo de vida evolutivo

## Ciclo de vida evolutivo

Consiste en un proceso mediante el cual se van obteniendo versiones más grandes o más adecuadas de un proceso o de un sistema. A diferencia del ciclo de vida incremental, en este caso no se conocen todos los requisitos a satisfacer desde un inicio, sino que se van

obteniendo conforme se avanza en el desarrollo. Este ciclo de vida modela un proceso de aprendizaje del equipo del proyecto que se va dando sobre la marcha sobre el área de aplicación del proyecto o de las tecnologías a aplicar.

Se sugiere utilizar este ciclo en proyectos en los que no se tiene dominio sobre la tecnología o es relativamente escasa la experiencia en el área de aplicación.

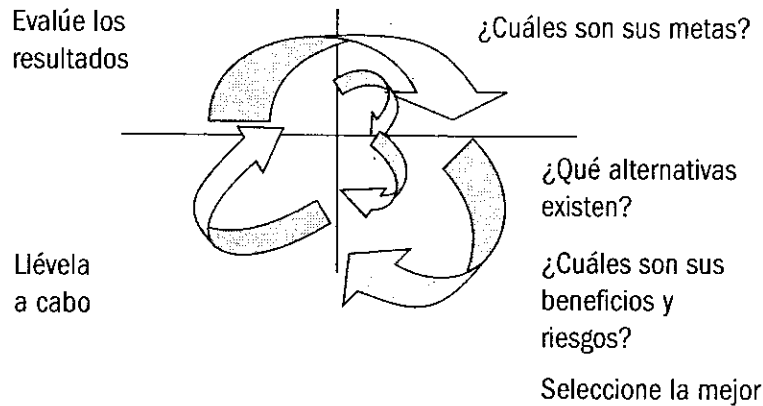


Figura 2.8 Ciclo de vida en espiral

## Ciclo de vida en espiral

En este modelo el esfuerzo de desarrollo es de tipo iterativo. Las flechas cada vez mayores indican la acumulación de costos del desarrollo. Cada vez que se cierra un ciclo, consistente en las etapas de definición de metas, generación de alternativas de solución y selección de una de ellas, ejecución de la misma y evaluación, se inicia otro. Este modelo no es restrictivo del tipo de método, técnica o ciclo de vida a utilizar para cada iteración en la etapa correspondiente a la ejecución.

Se sugiere utilizarlo principalmente en proyectos de riesgo.

Ciclo de vida	Factores				
	Recursos	Conocimientos	Experiencia	Tiempo	Riesgo
Cascada	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Incremental	No	Sí	Sí	No	Sí
Evolutivo	Sí	No	No	Sí	Sí
Espiral	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Tabla 2.12 Factores que influyen en la selección de un ciclo de vida

A este nivel es conveniente reflexionar sobre si se elige un ciclo de vida para el proyecto o si éste nos es impuesto; y si es así, por quién. También es útil preocuparse por los elementos que debemos atender en la selección del ciclo de vida; entre otros: prioridades, incertidumbre, disponibilidad de recursos, urgencias, dominio del área de aplicación, dominio de la tecnología a usar, riesgos y aprendizajes. Y, adicionalmente, prevenir: ¿qué pasa si decidimos mal el ciclo de vida para un proyecto?