



# Estudio de las metodologías de gestión de proyectos para la integración de sistemas de información en entornos fabriles de mediano tamaño

---

Nombre Estudiante:  
Antón Ezama Lago

Plan de Estudios:  
Grado en Ingeniería Informática

Nombre Consultor:  
Ana Cristina Domingo Troncho  
Fecha de entrega  
Enero 2015



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada [3.0 España de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

## FICHA DEL TRABAJO FINAL

Título del trabajo:	Estudio de las metodologías de gestión de proyectos para la integración de sistemas de información en entornos fabriles de mediano tamaño
Nombre del autor:	Antón Ezama Lago
Nombre del consultor:	Ana Cristina Domingo Troncho
Fecha de entrega (mm/aaaa):	01/2015
Área del Trabajo Final:	Gestión de proyectos
Titulación:	Grado en Ingeniería Informática
Resumen del Trabajo:	
<p>Este documento es el resultado del trabajo fin de grado realizado por el alumno. El trabajo ha consistido en una investigación sobre las metodologías de gestión de proyectos de integración de sistemas de información, con el objetivo de sintetizar una metodología específica alineada con el modelo de gestión de proyectos definido en el PMBOK® [1], y su aplicación para la definición de un proyecto de integración de sistemas de una fábrica.</p> <p>En el capítulo introductorio presenta la justificación del trabajo, sus objetivos, el</p>	

enfoque, la planificación y un resumen de los resultados obtenidos.

A continuación se desarrollan dos capítulos de contextualización. El primero de ellos presenta algunos conceptos sobre la integración de sistemas de información. El segundo revisa el caso práctico sobre el que se mostrará la metodología definida.

Los siguientes 5 capítulos presentan las actividades a llevar a cabo en cada una de las etapas del proyecto: iniciación, planificación, ejecución, cierre y gestión. Al final de los capítulos dedicados a la iniciación y a la planificación se verá la aplicación de la metodología al caso práctico.

El trabajo finaliza con un apartado de conclusiones, puntos abiertos y posibles líneas futuras de trabajo.

Abstract:

This document is the result of the end of grade work done by the student. The work has involved research on methodologies on project management for Enterprise Information Systems Integration, in order to synthesize a specific methodology aligned with the project management model defined in PMBOK® [4] and its application for the definition of an integration project for a factory.

The introductory chapter presents the rationale of the work, its objectives, the scheduling, the approach and the summary of the results.

The following two chapters are contextualization chapters. The first one presents some concepts on systems integration. The second presents a case study to demonstrate the use of the methodology.

The next five chapters show the activities to be performed in each of the project stages: initiation, planning, execution, closure and management. At the end of the chapters devoted to the initiation and planning we will see the application of

the methodology to a case study.

In the last chapter of the document we will see the conclusions, open points and possible future lines of the work.

Palabras clave:

Enterprise Information System Integration, MES, Manufacturing Execution System, Enterprise Integration, Project Management, Application Integration.

## Contenido

<b><u>1.</u></b>	<b><u>INTRODUCCIÓN .....</u></b>	<b><u>1</u></b>
1.1.	CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO .....	1
1.2.	OBJETIVOS DEL TRABAJO .....	2
1.3.	ENFOQUE Y MÉTODO SEGUIDO .....	3
1.4.	PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO .....	4
1.5.	BREVE SUMARIO DE PRODUCTOS OBTENIDOS .....	8
1.6.	BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS OTROS CAPÍTULOS DE LA MEMORIA. ....	9
<b><u>2.</u></b>	<b><u>CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS .....</u></b>	<b><u>10</u></b>
2.1.	INTEGRACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL.....	10
2.2.	MODELOS DE INTEGRACIÓN .....	11
2.3.	RETOS Y PARTICULARIDADES EN LOS PROYECTOS DE INTEGRACIÓN DE SISTEMAS.....	12
<b><u>3.</u></b>	<b><u>PLANTEAMIENTO DEL CASO PRÁCTICO.....</u></b>	<b><u>13</u></b>
<b><u>4.</u></b>	<b><u>VISIÓN GENERAL DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO .....</u></b>	<b><u>15</u></b>
<b><u>5.</u></b>	<b><u>ETAPA DE INICIACIÓN .....</u></b>	<b><u>20</u></b>
5.1.	CASO PRÁCTICO .....	23
<b><u>6.</u></b>	<b><u>ETAPA DE PLANIFICACIÓN .....</u></b>	<b><u>37</u></b>
6.1.	CASO PRÁCTICO .....	40
<b><u>7.</u></b>	<b><u>ETAPA DE EJECUCIÓN.....</u></b>	<b><u>46</u></b>
<b><u>8.</u></b>	<b><u>ETAPA DE CIERRE .....</u></b>	<b><u>49</u></b>
<b><u>9.</u></b>	<b><u>GESTIÓN DEL PROYECTO .....</u></b>	<b><u>50</u></b>
<b><u>10.</u></b>	<b><u>CONCLUSIONES.....</u></b>	<b><u>51</u></b>

<b>11.</b>	<b><u>BIBLIOGRAFÍA.....</u></b>	<b><u>52</u></b>
<b>12.</b>	<b><u>ANEXOS I: RIESGOS POR ETAPA.....</u></b>	<b><u>53</u></b>

## **LISTADO DE ILUSTRACIONES**

ILUSTRACIÓN 1: PROCESO DE PLANIFICACIÓN .....	4
ILUSTRACIÓN 2: DETALLE DE TAREAS .....	5
ILUSTRACIÓN 3: CALENDARIO DE TRABAJO.....	6
ILUSTRACIÓN 4: DIAGRAMA GANTT CON TAREAS PRINCIPALES E HITOS .....	7
ILUSTRACIÓN 5: OBJETIVOS DE LAS ETAPAS.....	16
ILUSTRACIÓN 6: ACTIVIDADES POR ETAPA.....	17
ILUSTRACIÓN 7: ENTREGABLES POR ETAPA.....	18
ILUSTRACIÓN 8: ESQUEMA DE VALIDACIONES .....	19
ILUSTRACIÓN 9: PLANIFICACIÓN INICIAL .....	29
ILUSTRACIÓN 10: EQUIPO DEL PROYECTO .....	30
ILUSTRACIÓN 11: TABLA RACI.....	30
ILUSTRACIÓN 12: ESTIMACIÓN DE COSTE .....	31
ILUSTRACIÓN 13: RESUMEN BENEFICIOS ECONÓMICOS ESPERADOS .....	32
ILUSTRACIÓN 14: PAY-BACK PROYECTO .....	33
ILUSTRACIÓN 15: MATRIZ DE EVALUACIÓN DE NIVEL DE RIESGO.....	34
ILUSTRACIÓN 16: CLASIFICACIÓN DE STAKEHOLDERS .....	35

## **LISTADO DE TABLAS**

TABLA 1: EJEMPLO ESQUEMA CHECK-LIST DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	20
---	----

# 1. Introducción

El presente documento es la memoria del trabajo fin de grado (TFG en adelante) llevado a cabo durante el primer semestre del curso 2014-2015 por el alumno.

El trabajo ha consistido en el estudio y síntesis de varias de las metodologías de gestión de proyectos de integración de sistemas empresariales, su relación con en el ciclo de gestión de proyectos presentado en el PMBOK® [1] (estudiado en la asignatura Gestión de proyectos PID\_00153547 [2]), y la posterior aplicación a un hipotético proyecto de integración de sistemas de una fábrica de un grupo multinacional.

El estudio se centra principalmente en las etapas iniciales de la gestión de proyectos: iniciación y planificación, que como se verá, son las que presentan mayores diferencias frente a las metodologías de gestión de proyectos informáticos tradicionales.

## 1.1. Contexto y justificación del Trabajo

La utilización de soluciones informáticas para dar soporte a las diferentes actividades de las empresas ha mejorado la productividad y la cantidad y calidad de la información disponible. Sin embargo, estas soluciones se han desarrollado de un modo aislado, generando lo que se conoce como islas de información.

La consolidación de la información de estas islas para alimentar las operaciones o para apoyar la toma de decisiones, ha llegado a convertirse en una amenaza para las empresas, ya que genera problemas de eficiencia, altos costes de estructura y poca agilidad [3] cuando el volumen de información, o el número de aplicaciones supera determinados umbrales.

La integración de sistemas es una disciplina informática que intenta dar solución a este problema. Para ello trabaja en la interconexión de sistemas y el intercambio de datos, con el fin de que estén disponibles



en el momento y lugar necesario, para las personas que deben tomar decisiones en base a ellos o para los sistemas que los usan.

Los proyectos de integración de sistemas se desarrollan a caballo de tres ejes:

- Los procesos de negocio y su organización.
- La tecnología, los sistemas y el intercambio de datos.
- Las personas, la gestión del cambio y la formación.

De los tres ejes, los métodos tradicionales de gestión se centran principalmente en los aspectos tecnológicos. Sin embargo, las aproximaciones actuales centran los esfuerzos desde el inicio en los procesos y en la implementación, en muchos casos de soluciones prefabricadas en las que el peso del eje tecnológico es mínimo.

Este modelo de gestión de proyectos ha sido poco desarrollado a lo largo de la carrera, aun siendo la integración de sistemas, un sector en crecimiento con una previsión de TCAC (Tasa de crecimiento anual compuesto) de 10,9% para el período 2014 -2020, según el último informe de Transparency Market Research<sup>1</sup>.

Con este trabajo se pretende compensar esta carencia en la parte que supone la gestión de proyectos.

## 1.2. Objetivos del Trabajo

El objetivo principal de este trabajo es profundizar en las metodologías de gestión de proyectos de integración de sistemas de información.

El resultado esperado es la presentación de una metodología elaborada que demuestre la comprensión del alumno y su aplicación a un caso práctico.

Otros objetivos específicos de los trabajos del área son la capacidad de planificar y gestionar un proyecto en el entorno de las TIC y la habilidad

---

<sup>1</sup> <http://www.transparencymarketresearch.com/pressrelease/system-integration-market.htm>

para evaluar diferentes soluciones tecnológicas en base a las necesidades y recursos concretos.

De forma genérica, los TFG deben servir para demostrar una capacidad de comunicación oral y escrita, acorde con el ámbito académico y profesional, el uso de las TIC para la elaboración del trabajo, y de más competencias transversales.

### 1.3. Enfoque y método seguido

El interés por la temática surge en el segundo semestre del curso 2011- 2012 con la lectura del libro Enterprise Integration de Sandoe et al [3] como parte del material de la asignatura integración de sistemas de información.

Paralelamente, entre 2012 y 2013 se duplica la producción de la planta en la que trabaja el alumno, lo que provoca que en 2013 se ejecuten algunos proyectos de modernización de los sistemas de automatización. En este nuevo escenario se reflejan los problemas de las islas de automatización estudiados en la asignatura.

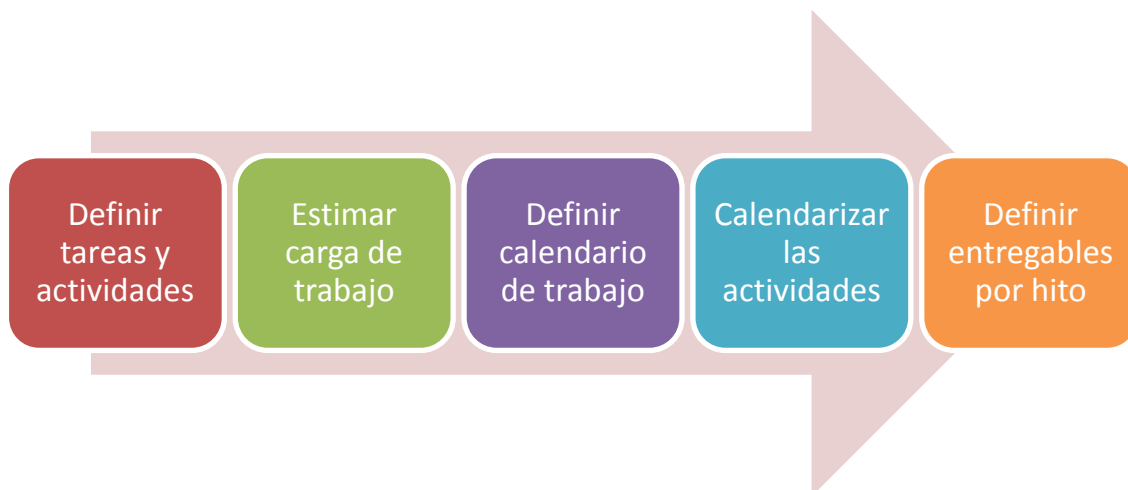
En este marco, surge la idea de desarrollar el trabajo de fin de grado planteando cuál sería la metodología a seguir en un proyecto de integración de los sistemas de la planta.

Para llevar a cabo el estudio, se ha realizado una búsqueda bibliográfica y un trabajo de síntesis de las diferentes propuestas, intentando crear un modelo coherente y alineado con la metodología de gestión de proyectos definida en el PMBOK®.

A partir de este modelo se ha hecho una simulación de las etapas de iniciación y planificación en base a la situación de la planta.

## 1.4. Planificación del Trabajo

Como parte de la primera entrega, se elabora la planificación del trabajo. En la Ilustración 1 se puede ver un esquema de proceso seguido, y a continuación la descripción de cada paso.



**Ilustración 1: Proceso de planificación**

Primeramente se determinan las tareas a realizar. Se definen sus objetivos, entregables y relación de actividades que comprenden.

En base a la experiencia en trabajos anteriores, el conocimiento de las diferentes materias y la carga lectiva de la asignatura, se realiza una estimación de la carga de trabajo.

Una vez establecido el trabajo a realizar, y teniendo en cuenta el período para la realización y la disponibilidad horaria del alumno, se define el calendario de trabajo.

Seguidamente, se calendarizan las actividades en base a la carga estimada y el calendario de trabajo.

Por último se determina el contenido de cada entrega según las fechas fijadas en el calendario de la asignatura y el calendario de actividades.

Como síntesis de la planificación puede verse en la Ilustración 2 el detalle de tareas y trabajo esperado, en la Ilustración 3 el calendario de trabajo y

en la Ilustración 4 el diagrama de Gantt con el calendario de actividades e hitos.

<b>Tarea/actividad</b>	<b>Trabajo en horas</b>
<b>Definición y planificación del proyecto</b>	<b>50</b>
Obtención y lectura de la documentación inicial.	8
Definición del tema de proyecto	4
Estructuración de la información y elaboración de esquema de contenidos.	8
Definición del plan de trabajo	10
Planificación de tareas	6
Redacción del plan de proyecto	14
<b>Estudio inicial del contexto del proyecto.</b>	<b>52</b>
Recopilación de documentación	10
Estudio de la documentación	24
Redacción del borrados del estudio inicial del contexto	14
Corrección del borrador	4
<b>Ejemplo de aplicación</b>	<b>46</b>
Iniciación	10
Planificación	10
Análisis y diseño	10
Realización	10
Transición	6
Operación	6
Elaboración del borrador de la documentación	8
Corrección del borrador	4
<b>Elaboración de la Memoria</b>	<b>24</b>
Redacción del borrador de la Memoria.	16
Corrección ortográfica, gramatical y de estilo y entrega del borrador de la Memoria	4
Integración de correcciones a la Memoria	4
<b>Elaboración de la Presentación</b>	<b>46</b>
Elaboración del borrador del guión de la presentación.	10
Elaboración de la presentación de apoyo.	12
Corrección ortográfica, gramatical y de estilo del material de la presentación.	4
Grabación de la presentación	6
Montaje y entrega del previo de la presentación.	10
Integración de las correcciones a la presentación.	4
<b>Total trabajo en horas</b>	<b>218</b>

Ilustración 2: Detalle de tareas

Sem.	Inicio Semana	Fin Semana	Trabajo (h)	Comentarios
38	17/09/2014	21/09/2014	10	Revisión del material del aula y otros proyectos del área
39	22/09/2014	28/09/2014	14	Propuesta del proyecto
40	29/09/2014	05/10/2014	14	
41	06/10/2014	12/10/2014	14	
42	13/10/2014	19/10/2014	14	
43	20/10/2014	26/10/2014	14	
44	27/10/2014	02/11/2014	14	
45	03/11/2014	09/11/2014	14	
46	10/11/2014	16/11/2014	14	
47	17/11/2014	23/11/2014	14	
48	24/11/2014	30/11/2014	14	
49	01/12/2014	07/12/2014	14	
50	08/12/2014	14/12/2014	14	
51	15/12/2014	21/12/2014	14	
52	22/12/2014	28/12/2014	10	Dos días libres: navidad y noche buena
1	29/12/2014	04/01/2015	15	Vacaciones con dos días libres: fin de año y año nuevo
2	05/01/2015	11/01/2015	21	Vacaciones
3	12/01/2015	13/01/2015	4	Fin del proyecto
<b>Total</b>			<b>242</b>	

Ilustración 3: Calendario de trabajo

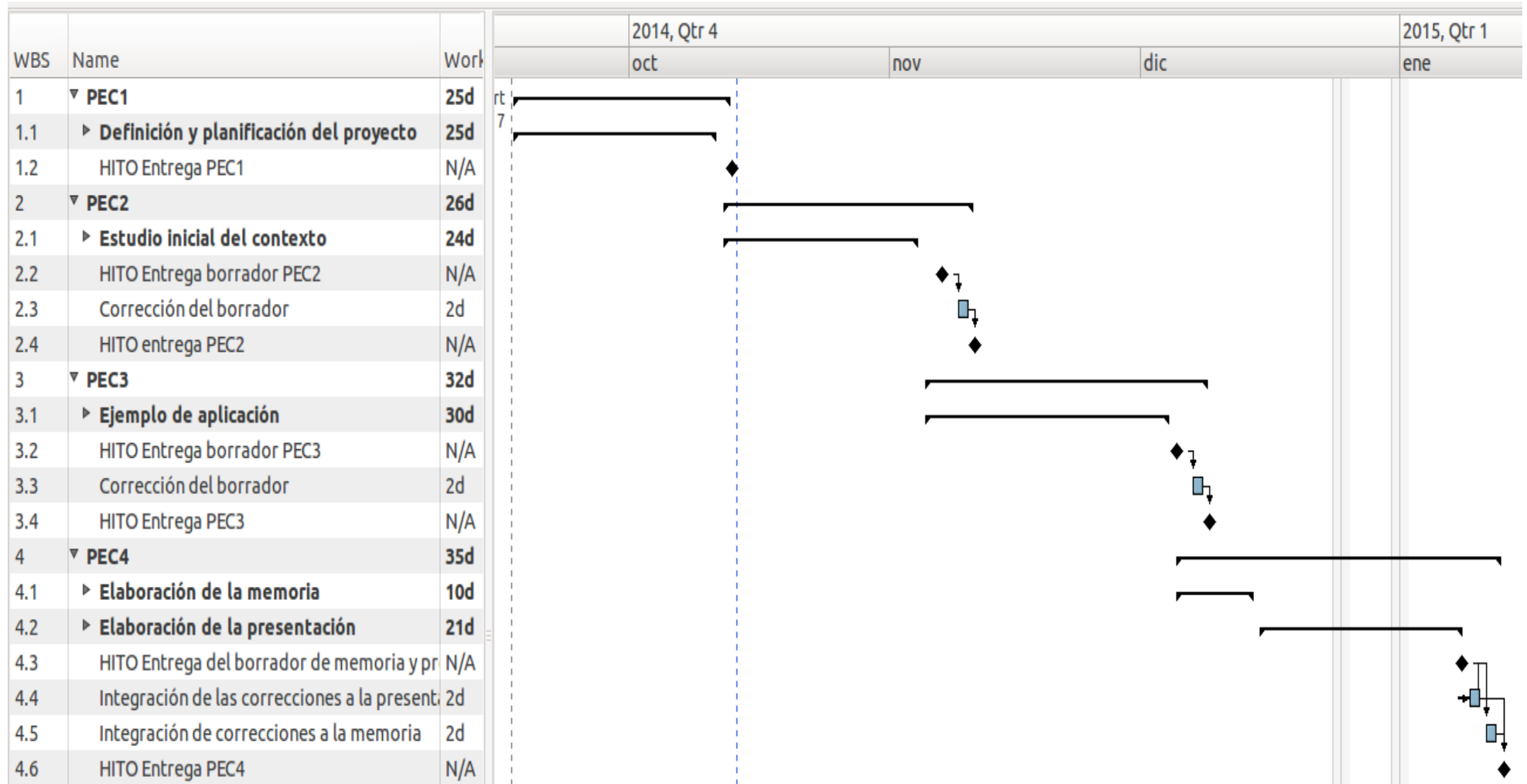


Ilustración 4: Diagrama Gantt con tareas principales e hitos

Para la asistir en la planificación se ha utilizado la aplicación Planner<sup>2</sup>, mientras que para la elaboración de la documentación se han utilizado los paquetes ofimáticos Microsoft Office<sup>3</sup> y Libre Office<sup>4</sup>.

## 1.5. Breve resumen de productos obtenidos

El resultado de la búsqueda bibliográfica ha mostrado que no es un área muy desarrollada desde el ámbito académico. Se han identificado 6 trabajos de relevantes:

- Los capítulos 8, 9 y 10 del libro *“Enterprise Integration”* de K. Sandoe, G. Corbitt y R. Boykin (2001) [3]
- El artículo *“An enterprise integration methodology”* de W. Lam y V. Shankararaman (2004). [4]
- También de W. Lam, *“Technical Risk Management on Enterprise Integration Projects”* (2004).
- El trabajo de V. Salaka y V. Prabhu, *“Project Management for Enterprise Integration”* (2006). [5]
- El artículo de M. Themistocleous y Z. Irani, *“Towards a methodology for the development of integrated IT infrastructures”* (2006) [6]
- Y el más reciente trabajo de R. Silvera, J. Pastor y E. Mayol, *“Towards a method for enterprise information systems integration”* (2008) [7]

Los tres últimos trabajos, están basados en los trabajos de W. Lam.

Al sintetizar las metodologías mostradas y encuadrarlas en el modelo de gestión de proyectos del PMBOK<sup>®</sup> se ha definido una metodología

---

<sup>2</sup> <https://wiki.gnome.org/action/show/Apps/Planner?action=show&redirect=Planner>

<sup>3</sup> <http://office.microsoft.com/es-es/>

<sup>4</sup> <https://es.libreoffice.org/>

completa que poder usar para la implantación de proyectos de integración.

Usando como guion la metodología definida se ha apuntado su posible aplicación a las etapas de iniciación y planificación de un proyecto de integración de sistemas de una planta de producción.

## 1.6. Breve descripción de los otros capítulos de la memoria.

Se comenzará por revisar algunos conceptos básicos sobre integración de sistemas, en especial de sistemas empresariales, para poner en contexto el trabajo.

A continuación se presentará el caso práctico sobre el que se mostrará la aplicación de las etapas de iniciación y planificación.

Entrando ya en la metodología, se hará una introducción general al modelo, para pasar después a describir cada una de las etapas.

En el capítulo iniciación se revisarán las actividades propias de esta etapa, desde la definición del caso de negocio hasta el análisis de partes interesadas, pasando por todas las actividades que darán lugar al acta de constitución. Al final del capítulo se revisará la aplicación al caso práctico.

En el capítulo planificación se examinarán los planes de, gestión del proyecto, alcance, tiempo, costes, calidad, riesgos y el plan de comunicación. Como en el capítulo anterior se verá al final la aplicación de los conceptos presentados al caso práctico.

En el capítulo ejecución se explorarán tanto las actividades de gestión comunes a otros tipos de proyectos: dirección y gestión, aseguramiento de la calidad, recursos humanos, compras y contratos,... como aquellas específicas de los procesos de integración: análisis y diseño, realización y transición.



Los dos siguientes capítulos se dedican al cierre y la gestión del proyecto respectivamente.

El último capítulo se dedicará a las conclusiones del trabajo.

## **2. Conceptos básicos sobre la integración de sistemas**

La integración de sistemas de información es un área de la ingeniería informática que se encarga de la interconexión de sistemas de información dispares.

Aunque no exclusivamente, el mayor auge de la integración de sistemas se da en el área de la integración de sistemas empresariales. A medida que los sistemas de información van automatizando tareas o generando nuevos modelos de negocio (como el e-commerce), y que se dispone de más capacidad para almacenar y analizar información, surge la necesidad de interconectar estos sistemas.

Inicialmente se optó por soluciones simples de conexión de aplicación a aplicación, sin embargo, a medida que el número de aplicaciones que intercambian información aumenta, este tipo de soluciones se vuelven ineficientes y difíciles de mantener.

Con la proliferación del uso de internet como medio de comunicación entre empresas y fuente de nuevos negocios, y la globalización, que ha aumentado la relación entre las compañías (joint ventures, adquisiciones, fusiones,...) con sistemas de información dispares, esta necesidad se vuelve más y más acuciante.

### **2.1. Integración horizontal y vertical**

Cuando se trata de integrar sistemas de empresa surgen dos tipos de necesidades.

Por un lado las necesidades de integración de procesos, que denominamos integración horizontal. En este modelo se conectan los diferentes

sistemas de modo que el flujo de información soporte el proceso tal y como se ha definido. Esta interconexión puede darse en los procesos internos de los departamentos, en los procesos principio a fin de las empresas, e incluso en los proceso principio a fin de toda la cadena de valor, como en el caso de la integración de sistemas con los proveedores.

Por otro lado, tenemos las necesidades de información de los diferentes niveles gerenciales para la toma de decisiones correctas y a tiempo. Es lo que llamamos integración vertical, que busca la accesibilidad de modo agrupado, fiable y a tiempo a la información, tanto de fuentes internas como externas.

## 2.2. Modelos de integración

De modo genérico y sin entrar en los detalles tecnológicos, podemos identificar los siguientes modelos de integración como los más comunes en la actualidad.

### Integración horizontal

- Planificador de recursos empresariales ERP<sup>5</sup>. Se basa en substituir los sistemas de los procesos básicos de la empresa por una suite integrada que ofrece las funcionalidades necesarias.
- Integración de aplicaciones empresariales EAI<sup>6</sup>. Se basa en la creación de un sistema que permita la interconexión de las aplicaciones del negocio. Existen varias arquitecturas de este modelo de interconexión y es un área en expansión.
- Gestor de relaciones con el cliente CRM<sup>7</sup>. Suite que permite la gestión de la información referente a los clientes así como sus contactos.

---

<sup>5</sup> Siglas del nombre en inglés Enterprise Resource Planning

<sup>6</sup> Siglas del nombre el inglés Enterprise Application Integration

<sup>7</sup> Siglas del inglés Customer relationship management

- Gestor de la cadena de suministro SCM<sup>8</sup>. Se trata de sistemas enfocados a la integración de la cadena de valor desde el proveedor al cliente. Existen diferentes arquitecturas para este tipo de sistemas, sin embargo siguen prevaleciendo las aplicaciones tipo suite.

Integración vertical.

El modelo básico de integración vertical comprende el uso de almacenes de datos que alimentan a aplicaciones de inteligencia de negocio BI<sup>9</sup>.

### 2.3. Retos y particularidades en los proyectos de integración de sistemas.

Los modelos habituales de gestión de proyectos informáticos no se adaptan bien a las necesidades de los proyectos de integración ya que giran en torno a la construcción de software y por tanto ponen el acento en definir el software que se quiere conseguir [3].

En los proyectos de integración de sistemas, en muchos casos se usa un sistema base ya construido, y la dificultad estriba en la comprensión de los procesos de negocio y aplicaciones que se desean interconectar, en la selección del modelo que lo haga posible y en el proceso de implementación [7].

Las metodologías para la gestión de proyectos de integración han ido evolucionando a medida que lo han hecho las diferentes tecnologías de integración, desde los sistemas monolíticos (ERP, CRM, SCM) con conexiones en estrella a los sistemas legacy, hasta los más actuales sistemas de integración basados en la conexión de sistemas específicos

---

<sup>8</sup> Siglas del inglés de Supply Chain Management

<sup>9</sup> Siglas en inglés de Business Intelligence

a un sistema común que gestiona las comunicaciones y las reglas de negocio (EAI, SOA<sup>10</sup>, BPM<sup>11</sup> o ESB<sup>12</sup>)

### 3. Planteamiento del caso práctico

Pontelac es una fábrica del sector lácteo de un grupo de alimentación multinacional. La fábrica ha duplicado su volumen de producción en los últimos 3 años debido principalmente a la desaparición de varios competidores y a la estrategia del grupo de concentrar toda la producción de Europa en una sola planta.

El incremento de volumen y de número productos ha disparado la complejidad. Además, los nuevos productos y recetas han hecho mella en la estabilidad de la producción y la uniformidad del producto final, lo cual, aunque no ha llegado a comprometer la calidad del producto, ha llevado a incrementar las pérdidas de sobreproceso y sobreproducción para mitigar la inestabilidad del proceso.

El grupo tiene una política muy rígida en cuanto al aumento del coste fijo, de modo que no es una opción aumentar la plantilla para mejorar el control.

A fin de mejorar el control y la estabilidad sin incrementar el coste fijo por mano de obra, el comité de dirección lleva a cabo un análisis de los procesos de principio a fin e identifica las siguientes oportunidades:

1. Existe un exceso de trabajo administrativo que ha venido aumentando desde la implantación de un ERP corporativo (SAP/R3) en 2006. Este trabajo incluye traspaso de información de hojas de cálculo y sistemas legacy al ERP, la recopilación de información de los diferentes sistemas para apoyar la toma de decisiones y la corrección de errores.

---

<sup>10</sup> Siglas en inglés de Service-oriented architecture

<sup>11</sup> Siglas en inglés de Business Process Management

<sup>12</sup> Siglas en inglés de Enterprise Service Bus

2. Aunque los SCADAs<sup>13</sup> de producción recogen mucha información, esta solo es accesible por medio de consultas a cada base de datos desde PCs específicos, lo que dificulta su obtención y el cruce de datos. Por este motivo no está disponible en tiempo real para el control de los procesos o la toma de decisiones, ni se explota para su análisis. Varios procesos controlados por autómatas no tienen registro de datos.
3. Los departamentos desarrollan aplicaciones con los paquetes ofimáticos para cubrir las necesidades específicas. Estas aplicaciones acaban siendo claves para la ejecución pero carecen de la robustez, la posibilidad de escalado, soporte o interconexión propias de las aplicaciones críticas. La información en estas aplicaciones específicas debe ser luego extraída y consolidada para dar respuesta a las necesidades del resto de departamentos o del ERP corporativo.

La opción que coge más fuerza para afrontar estas ineficiencias es la integración de los sistemas actuales de la fábrica con el objetivo de:

- Reducir el trabajo administrativo (lo que redundará a medio plazo en una reducción del coste fijo).
- Aumentar el control sobre los procesos (lo que derivará en reducción de pérdidas por sobreproceso y sobreproducción).
- Mejorar la toma de decisiones.
- Asegurar que los sistemas de información clave para la fábrica se gestionan y mantienen de manera coordinada.

El comité de dirección acuerda entonces pedir soporte a los servicios centrales de sistemas de información e ingeniería para estudiar la viabilidad del proyecto y, en su caso, llevarlo a cabo.

---

<sup>13</sup> Del inglés Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos)

## 4. Visión general de las etapas del proyecto

Las etapas propuestas en este trabajo pueden representarse como sigue:

- Iniciación
- Planificación
- Ejecución
  - Análisis y diseño
  - Realización
  - Transición
- Cierre
- Gestión del proyecto

Cada una de estas fases y etapas contiene una serie de actividades que deben ser controladas y ejecutadas.

Además, al final de cada etapa del proyecto, debe comprobarse que el trabajo realizado es correcto por medio de una validación formal.

En las siguientes páginas puede verse un resumen de los objetivos, actividades y entregables de cada etapa.

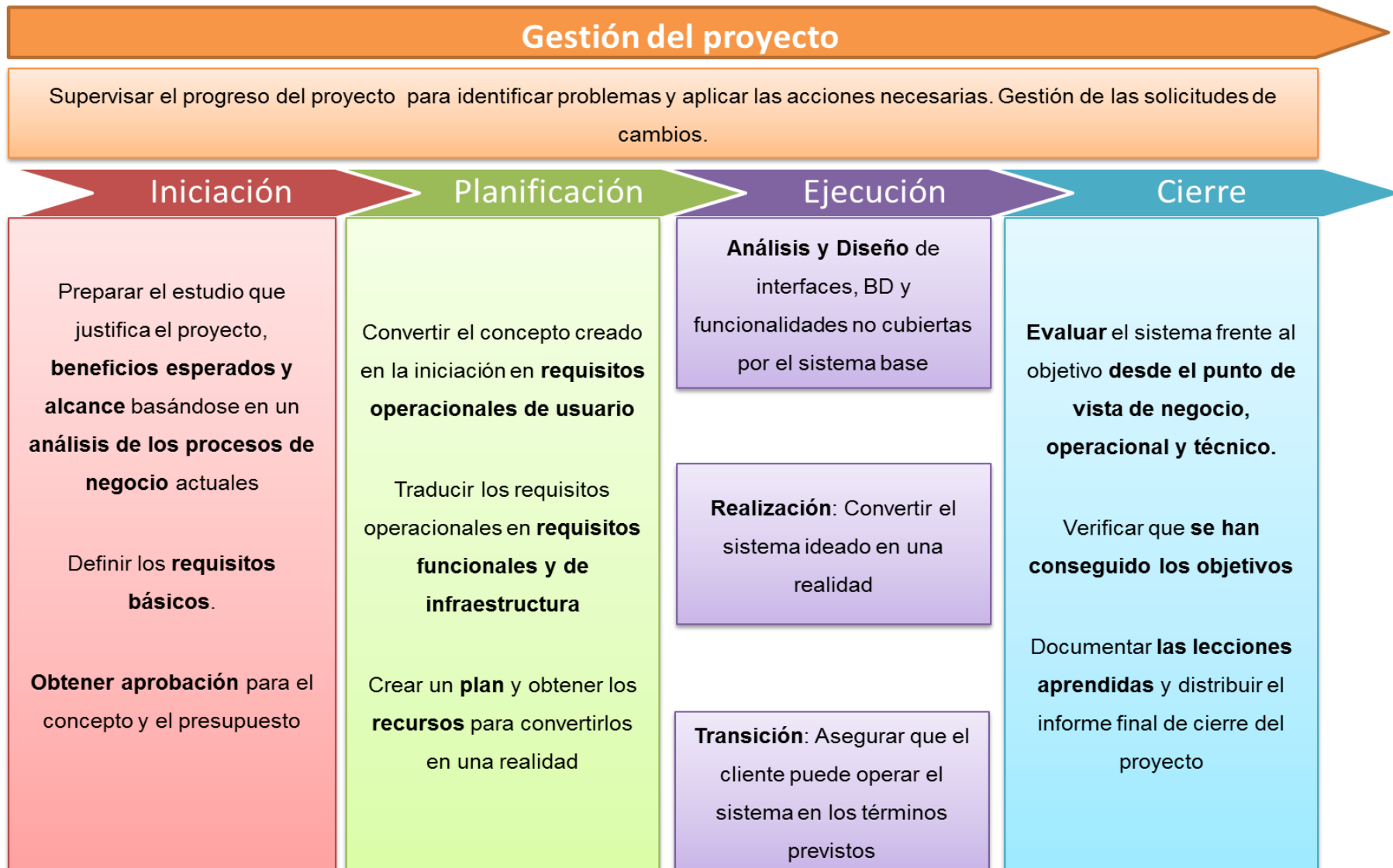


Ilustración 5: Objetivos de las etapas



Ilustración 6: Actividades por etapa





Ilustración 7: Entregables por etapa

Para asegurar que todos los requisitos se entregan según acordado, y que todas las acciones correctivas se toman en tiempo a fin de evitar mayores retrabajos o pérdidas, se establecen unos puntos de verificación y validación según el modelo reflejado abajo.

Este modelo resume las fases, sus principales entregables y los puntos de validación. Los objetivos principales son:

- Que todos los implicados e interesados conozcan los puntos de verificación y referencia y los objetivos de cada uno, de modo que se mejore la comunicación y el seguimiento.
- Permitir el reconocimiento temprano de desviaciones y riesgos, por lo que da soporte a la gestión del proyecto y la gestión de riesgos.

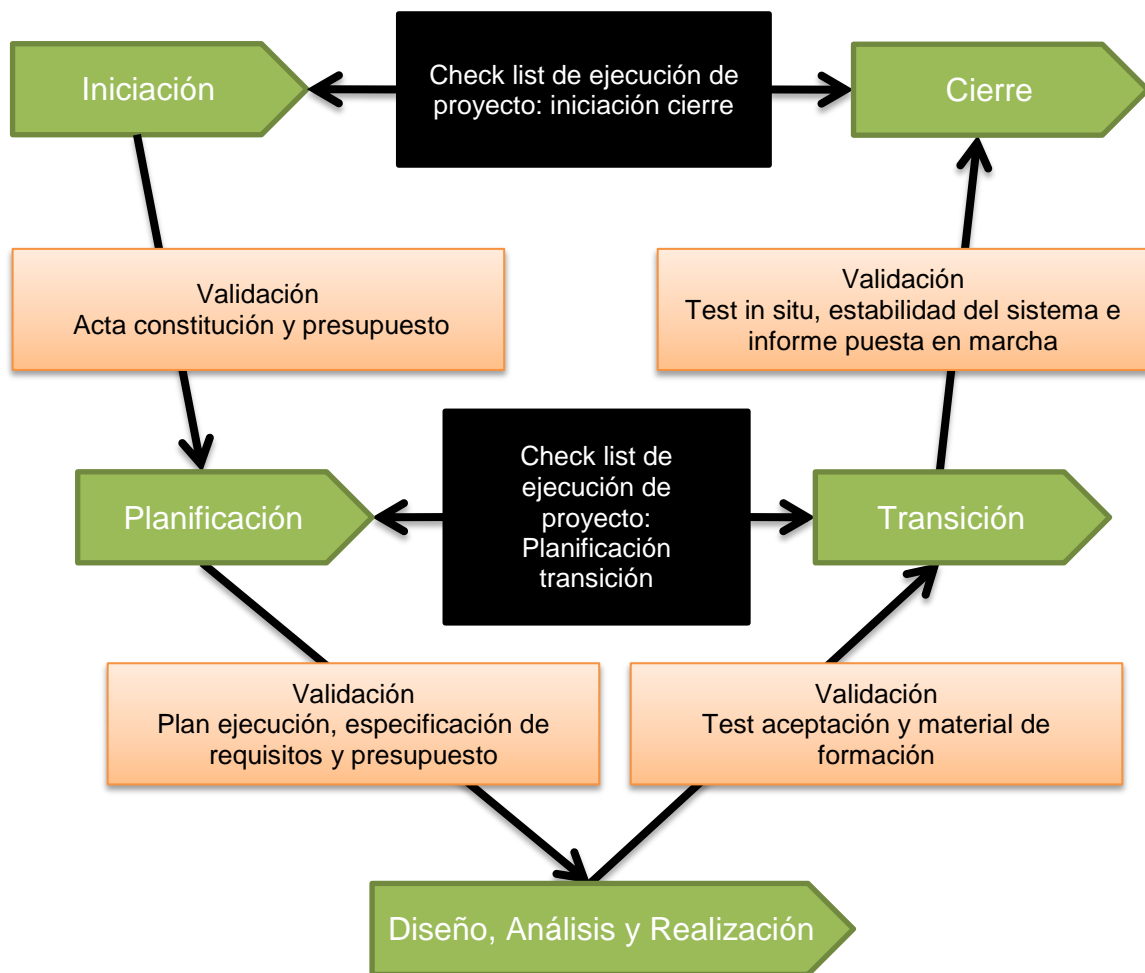


Ilustración 8: Esquema de validaciones

En los puntos de validación, el equipo del proyecto debe obtener la aprobación del Steering Committee y Stakeholders para seguir adelante. En caso de no aprobación, el equipo debe reevaluar los puntos no conformes y aplicar las medidas correctivas pertinentes.

Los check-list de ejecución del proyecto, se utilizan para asegurar que los entregables de las principales fases son verificados contra las especificaciones de proyecto a fin de asegurar la calidad del producto final. Los check-list deben ser definidos por el equipo del proyecto en base al tipo de proyecto y los riesgos identificados. Un posible esquema se presenta en la Tabla 1.

Check list	Actividad a verificar	Documento de referencia
<b>Planificación vs. Transición</b>	Test de aceptación in situ	Especificación de requisitos de usuario
	Test de aceptación in situ	Especificación de requisitos funcionales
<b>Iniciación vs. Cierre</b>	Evaluación de los procedimientos operacionales	Objetivos y alcance del proyecto
	Evaluación de solución técnica	Objetivos y alcance del proyecto

Tabla 1: ejemplo esquema check-list de ejecución del proyecto

A continuación se verá en detalle cada una de las etapas.

## 5. Etapa de iniciación

La etapa de iniciación incluye las fases previas de diagnóstico y conceptualización. El objetivo principal es concretar las ideas y estudios previos en un acta de constitución y un presupuesto aceptado.

En los proyectos de integración, esta etapa implica un estudio pormenorizado de los procesos de negocio. Para asegurar que el análisis de estos procesos se hace dirigido por las necesidades de negocio, debe contarse con un caso de negocio robusto acordado con la alta dirección.

La etapa de iniciación consiste en las siguientes actividades:

- Creación del caso de negocio
- Análisis de las necesidades de integración
- Definición de objetivos
- Descripción del proyecto y alcance
- Evaluación del impacto del proyecto
- Planificación inicial e hitos de alto nivel
- Definición de órganos de gestión
- Evaluación económica y de viabilidad
- Análisis de riesgos
- Análisis de partes interesadas

Para liderar las tareas de iniciación del proyecto, es necesario que el promotor o sponsor del proyecto defina un jefe de proyecto adecuado para el proyecto a ejecutar. En todo caso hay que entender que los proyectos de integración no son proyectos sencillos, que requieren de jefes de proyecto experimentados.

Las dos primeras actividades son lo que llamamos diagnóstico y conceptualización del proyecto.

- Creación del caso de negocio que guiará el análisis de los requerimientos de integración. La etapa de iniciación requerirá un trabajo importante, por lo que es conveniente tener un caso de negocio fuerte que justifique el estudio inicial. En este punto es crítico entender la necesidad que el negocio tiene (o no) de integrar todos o algunos de sus sistemas.
- Análisis de las necesidades de integración a partir del estudio detallado de los procesos de negocio.

Del estudio anterior obtendremos el propósito del proyecto, la descripción del proyecto y los objetivos del proyecto. Los objetivos deben concretarse en indicadores cuantitativos que permitan medir el avance y el éxito del proyecto.

- Evaluación del impacto del proyecto, en el que se analizan las repercusiones (positivas y negativas) que tendrá el proyecto en los procesos de negocio y en las diferentes áreas.
- Planificación inicial
- Establecimiento de órganos para la gestión del proyecto
- Evaluación económica y de viabilidad
- Análisis de riesgos para el proyecto. En la etapa de planificación, se determinarán los procedimientos concretos para la gestión de riesgos, sin embargo, es necesario plantearse aquí ya, qué riesgos hay para el éxito del proyecto. Esto es así en todos los proyectos, pero especialmente en los proyectos de integración de sistemas, debido a que muchos de los riesgos críticos se pueden materializar en las etapas de iniciación y planificación. Un buen punto de partida son los riesgos identificados por Lam [8] que pueden verse en el Anexo I.
- Análisis de partes interesadas

El acta de constitución del proyecto debe consolidar la información obtenida en los puntos anteriores en un único documento, que resume la definición del proyecto. Según el contenido del análisis de partes interesadas, puede incluirse en el acta de constitución o en un documento a parte de acceso restringido.

Los entregables de esta etapa son el acta de constitución del proyecto, el plan de alto nivel con los hitos y el presupuesto.

La validación de la etapa debe girar en torno a la aprobación del acta de constitución y el presupuesto del proyecto por parte del Steering Committee y los principales Stakeholders. Su firma da paso a la siguiente etapa, la planificación.

A continuación se verá la realización de estas actividades en el caso práctico.

## 5.1. Caso práctico

Una vez el comité de dirección ha identificado la necesidad, empiezan las actividades de la etapa de iniciación. La responsabilidad de las actividades de esta etapa recae en el jefe del proyecto.

La elección del jefe de proyecto es importante. Presentamos a continuación algunas consideraciones a tener en cuenta para la elección del jefe de proyecto para un proyecto en el entorno fabril:

- Se debe considerar una persona interna a la fábrica, con la confianza del director y de los jefes de los departamentos, y que comprenda las necesidades que tiene la fábrica.
- Debe ser un gestor experimentado, ya que es un proyecto complicado que involucra varios interesados.
- Debe tener el conocimiento para hablar en términos de sistemas con las unidades de soporte, los socios de implantación y el equipo.

La fábrica dispone de un ingeniero industrial que ha liderado los últimos proyectos de automatización de procesos, y que es reconocido por su capacidad por los diferentes responsables de departamento.

Por parte de los servicios centrales se asignan tres persona del equipo IS/IT, una de infraestructuras, un analista del área de “tecnología y producción” y el especialista en integración y MES<sup>14</sup>.

Tras una reunión inicial se definen las actividades a llevar cabo y los plazos para las actividades de la etapa de iniciación.

---

<sup>14</sup> Del inglés Manufacturin Execution System (Sistema de ejecución de la producción)

## Caso de negocio

El jefe de proyecto, el comité de dirección y las unidades de soporte repasan el análisis del comité de dirección a fin de elaborar el caso de negocio.

## Análisis de las necesidades de integración

El siguiente paso es hacer un análisis de las necesidades de integración. Para ello se elabora un mapa detallado de los procesos de la fábrica y los sistemas involucrados. Con el foco puesto en la integración horizontal, se analizan los puntos de conexión entre sistemas, tanto las conexiones automáticas ya existentes como las realizadas por el personal, y se evalúan las necesidades y la situación actual. Una guía para la estimación de las necesidades de integración puede verse en el trabajo de Lam y Shankararaman [4], de que se extraen algunos puntos.

- Volumen de información a intercambiar
- Tiempo de respuesta necesarios para la operación
- Tamaño de los datos
- Plazos (tiempo real, en 2 minutos, en dos horas,...) y frecuencias de transferencia o sincronización
- Estándares de información aceptados por los sistemas a integrar
- Limitaciones de la infraestructura sobre la que se integrarán
- Necesidades de resiliencia y recuperación
- Frecuencia de interacción
- Seguridad

Otros factores a tener en cuenta a la hora de identificar la necesidad de automatización son:

- Carga de trabajo en tiempo y frecuencia
- Valor añadido de la intervención humana si la hay
- Posibilidad de errores

Una vez analizados los procesos con la perspectiva de la integración horizontal, es necesario identificar las necesidades y oportunidades que se pueden generar por la integración vertical de la información. Para ello ha de hacerse un análisis de la información necesaria para cada uno de los niveles de decisión:

- **Control**, inferior a un día
- **Operacional**, entre un día y un mes
- **Táctico**, planificación y gestión de recursos a medio y largo plazo
- **Estratégico**, gestión gerencial con vistas a varios años.

### Definición del objetivo del proyecto

El análisis anterior pone en disposición al jefe de proyecto, junto con el comité de dirección, y asesorados por el especialista en integración y MES, de definir unos objetivos realistas para el proyecto alineados con el caso de negocio.

De las deliberaciones y estimaciones llevadas a cabo se desprenden los siguientes objetivos con sus métricas:

- Reducir el 10% del trabajo administrativo en la mano de obra fija del departamento de producción.
- Reducir el equipo por turno de dos persona a una en el área de proceso.
- Reducir el equipo efectivo por línea en las áreas de acondicionamiento de 4 a 3,5.
- Reducir un 0,5% las pérdidas por sobreproceso.
- Mejorar un 0,5% las pérdidas por sobreproducción
- Mejorar un 7% el cumplimiento del plan de producción.

Estos objetivos deben materializarse 12 meses después de la implantación.



## Descripción del proyecto y alcance inicial

Basándose en las expectativas definidas en los objetivos y los componentes estándar de los sistemas de integración aceptados por el grupo, se definen, para cada proceso, las funcionalidades a implementar con sus respectivos beneficios para el proceso.

Las decisiones se documentan en la descripción del proyecto, donde el jefe de proyecto dejará definido que queda dentro y fuera del mismo.

El modelo definido por el grupo identifica los siguientes componentes estándar:

- Datos históricos y contextuales
- Gestión de órdenes de proceso
- Integración con SAP R3
- Definición y ejecución de productos (integración de datos de las órdenes de proceso con los parámetros de ejecución)
- Gestión de movimientos de materiales
- Monitorización de calidad
- Registro automático de paros
- Gestión de inventario de trabajo en proceso
- Seguimiento de emisiones y consumos de energía.

A modo de ejemplo, en el área de proceso, donde se pretende reducir el equipo de 2 a una persona, será necesario implantar:

- Datos históricos y contextuales: para aprovechar la información en los SCADAs
- Gestión de órdenes de proceso: para poder mantener la información de los dos siguiente niveles
- Integración con SAP R3: para eliminar la necesidad de copiar la información de y a SAP
- Definición y ejecución de productos: para poder disponer de toda la información relativa a la orden de proceso de forma automática y con

ello mejorar la estabilidad, el análisis de desviaciones, y substituir las aplicaciones departamentales de formulación.

- Gestión de movimientos de materiales: para poder visualizar y gestionar los stocks de materias primas y semielaborados en tiempo real y substituir las aplicaciones departamentales de gestión de stocks.
- Monitorización de calidad, para monitorizar en continuo los parámetros de proceso y mejorar la estabilidad del proceso. Además evita el retrabajo de recolección, registro y carga en SAP, y eliminar las aplicaciones departamentales de recolección de datos de proceso.
- Registro automático de paros. El área de proceso está prácticamente libre de paros por lo que este módulo no resulta imprescindible
- Gestión de inventario de trabajo en proceso. Necesario mejorar la gestión de los programas de producción.
- Seguimiento de emisiones y consumos de energía, no necesario por estar fuera del alcance del caso de negocio y de los objetivos del proyecto.

En este punto se establecen también los entregables del proyecto: listado de sistemas en funcionamiento, documentación de usuario y mantenimiento, y capacitación del equipo que operará el sistema y del que lo mantendrá.

### **Evaluación del impacto**

Una vez el equipo ha definido lo que se va a hacer, debe reflexionar sobre el impacto del proyecto en los procesos y en la organización.

Algunos de estos impactos son positivos, como los objetivos previstos, y otros pueden ser negativos, como el nivel aceptación de la reducción de personal, posibles peticiones de incremento salarial, incremento de la complejidad de los sistemas de la fábrica, etc...

En este sentido el equipo identifica los siguientes impactos además de los beneficios definidos en los objetivos.

Reducción del coste debido a estaciones de trabajo estándar: Las estaciones de trabajo estándar corporativas tiene un coste de mantenimiento de 7000€/año. Existen varias estaciones de trabajo infrautilizadas que se mantienen por la necesidad de acceso a SAP. Con el nuevo modelo se podrá prescindir de ellas.

Mejoras en el plan de mantenimiento al poder planificar los mantenimientos de los motores en base a su consumo SCADAs, accesible ahora de forma centralizada.

Posible malestar en el personal del área de producción debido a la disminución del equipo. La parte del personal sobrante será absorbido por las jubilaciones, el resto será absorbido por el incremento de volumen de 2015 y 2016, así como la racionalización de los turnos de trabajo.

Posible malestar en el personal del área de acondicionamiento por la reducción del equipo de las líneas en media persona. Esta media persona de asignará igualmente a las líneas para permitir actividades de mejora continua enmarcadas dentro de la iniciativa Lean Manufacturing que la empresa tiene en marcha.

Se genera la necesidad de formar a parte del equipo técnico para mantener y desarrollar el sistema, por lo que se ha de crear un área de sistemas de información que antes no existía.

### **Planificación inicial e hitos de alto nivel.**

De acuerdo con la experiencia en implantación del experto en integración y MES, y teniendo en cuenta el estado de automatización actual de los procesos, se crea la planificación inicial del proyecto. Para el caso en concreto se propone la mostrada en la Ilustración 9

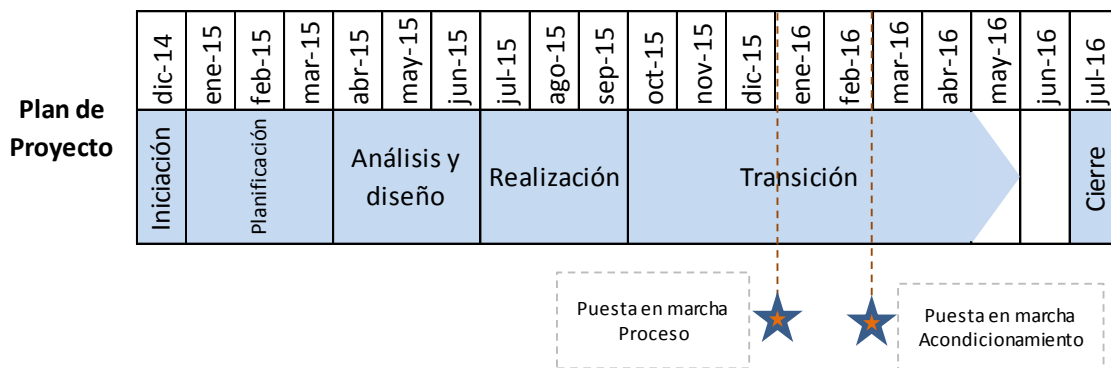


Ilustración 9: Planificación inicial

Como puede verse, se opta por una estrategia de transición en etapas, la primera para el área de proceso, y la segunda para el área de acondicionamiento.

### Establecimiento de órganos de gestión del proyecto.

De acuerdo con el estándar del grupo se definen los siguientes roles y responsabilidades en relación con el proyecto:

- **Sponsor:** Director de fábrica. Es la persona que pide el proyecto y apoya la inversión
- **Steering Committee:** Jefe de producción, calidad e ingeniería. Responsables de tomar las decisiones de validación y aceptación de las etapas del proyecto.
- **Equipo de soporte:** Expertos IS/IT de los servicios corporativos en infraestructura, tecnología y producción e integración y MES.
- **Equipo de proyecto:** Especialista de producción, calidad, automatización y productividad industrial de fábrica, súper usuario SAP<sup>15</sup> y equipo del integrador seleccionado. Se encarga de gestionar el proyecto desde su inicio hasta su cierre.

Se puede ver un cuadro resumen en la Ilustración 10

<sup>15</sup> Los súper usuarios son el primer nivel de soporte para los usuarios finales de SAP.

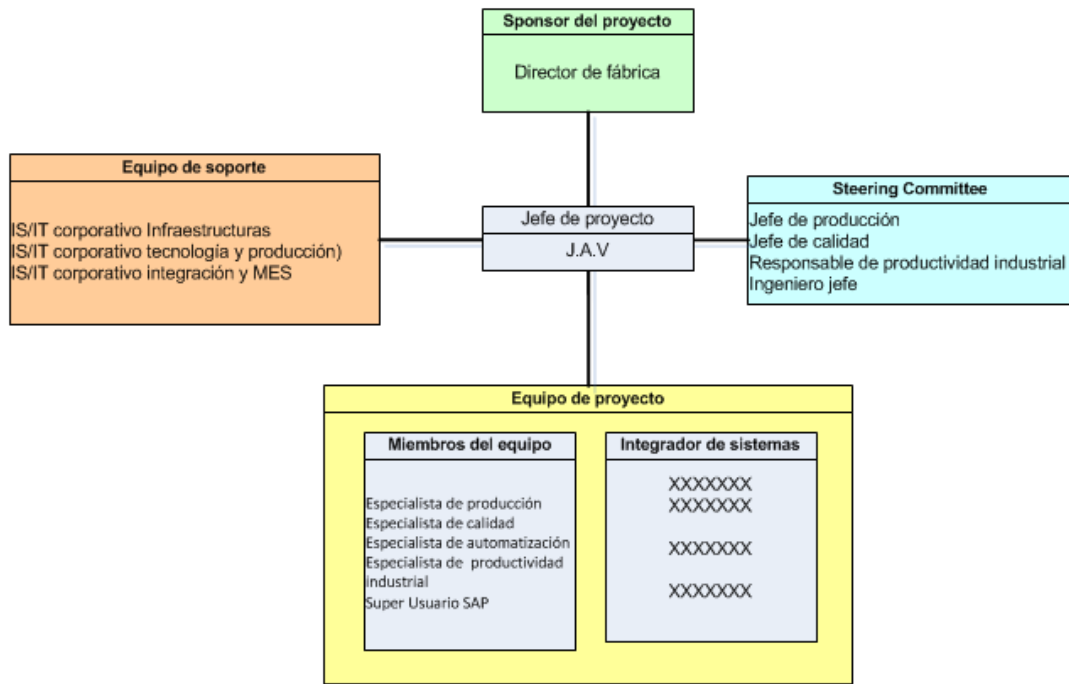


Ilustración 10: Equipo del proyecto

Una vez definido el equipo deben establecerse los roles y las responsabilidades de cada miembro. Esto se hará con una tabla RACI como la que se muestra en la Ilustración 11

**R** Responsable  
**A** Acreditado  
**C** Consultado  
**I** Informado

Fase	Actividades	Sponsor		Steering Committee			Equipo del proyecto						Equipo de soporte			
		Fábrica	Fábrica	Fábrica	Fábrica	Fábrica	Recurrir propio						Recurrir externo			
		Director de fábrica	Jefe de producción	Jefe de calidad	Productividad industrial	Ingeniero jefe	Jefe de proyecto	Especialista de producción	Especialista de calidad	Especialista de productividad industrial	Integrador de sistemas de automatización	Super Usuario SAP	System Integrator	IS/IT Infra-Structure	IS/IT Technical & Production	IS/IT MES and Integration
1	INICIACIÓN	C	C	C	C	C	R									C
2	INICIACIÓN	C	C	C	C	C	R									C
3	INICIACIÓN	C	C	C	C	C	R									C
4	INICIACIÓN	C	C	C	C	C	R									C
5	INICIACIÓN	C	C	C	C	C	R									C
6	INICIACIÓN	I					R								C	C
7	INICIACIÓN	I					R									C
8	INICIACIÓN	I					R									C
9	INICIACIÓN	C	C	C	C	C	R								C	C
10	INICIACIÓN	I					R									C
11	INICIACIÓN	I	C	C	C	C	R									C
12	INICIACIÓN	C	R	R	R	R	R								C	C
13	PLANIFICACIÓN	I	I	I	I	I	R									
14	PLANIFICACIÓN	I					R									
15	PLANIFICACIÓN	I	I	I	I	I	A	R	R	R						I
16	PLANIFICACIÓN	I	C	C	C	C	A	A	A	A					A	A
17	PLANIFICACIÓN	I					R									
18	PLANIFICACIÓN	I					R									
19	PLANIFICACIÓN	I					R									
20	PLANIFICACIÓN	I	C	C												
21	PLANIFICACIÓN	I	C													
22	PLANIFICACIÓN	I														
23	PLANIFICACIÓN	I														
24	PLANIFICACIÓN	I														
25	PLANIFICACIÓN	I														

Ilustración 11: Tabla RACI

## Evaluación económica y viabilidad

Para la evaluación económica, el grupo dispone de una aplicación que estima los beneficios y el pay-back en base a los datos de la fábrica y el coste de implantación aplicando unos factores genéricos, ajustables según los casos específicos.

En la Ilustración 12 pueden verse el coste de implantación

A screenshot of a spreadsheet application. The spreadsheet has several rows with yellow and blue highlights. The columns are not clearly labeled, but the data appears to be organized into categories. The bottom part of the spreadsheet is mostly blacked out, suggesting it might be a screenshot of a presentation or a document where certain parts are obscured.

Ilustración 12: Estimación de coste

Y en la Ilustración 13 el resumen de los beneficios esperados según las principales figuras de la fábrica

The image shows a blurred screenshot of a financial spreadsheet. The top portion contains a list of items with corresponding numerical values, likely representing costs or benefits. The bottom portion shows a summary or calculation area with a few larger numbers. The overall layout is typical of a financial model or budget spreadsheet.

**Ilustración 13: Resumen beneficios económicos esperados**

Con estos datos se calcula el pay-back que resulta de 1,1 años como se muestra en la Ilustración 14.

**Ilustración 14: Pay-back proyecto**

**Análisis de riesgos**

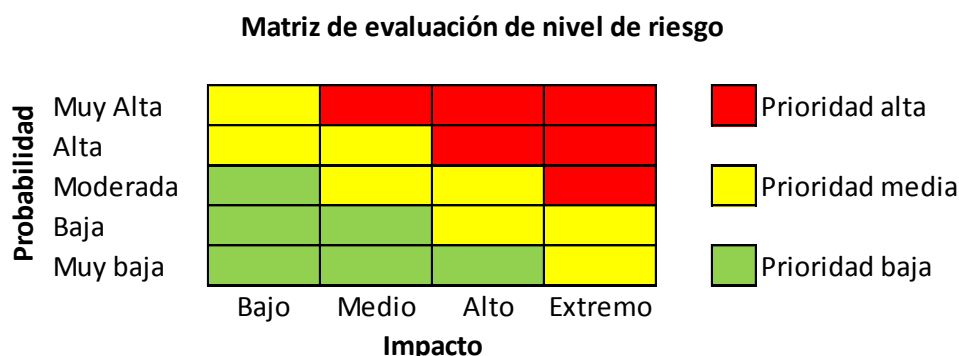
El último estudio que se integra en el acta de constitución es el análisis de riesgos. El jefe de proyecto, apoyado por el ingeniero jefe y el especialista en integración y MES elaboran este documento.

Por un lado se evalúan los riesgos comunes definidos por la metodología. Como ya se comentó en la PEC2 éstos se extraen del trabajo de Lam [8].

Por otro se llevan a cabo una serie de ejercicios de lluvia de ideas con el equipo del proyecto a fin de identificar otros posibles riesgos.



Una vez identificados los posibles riesgos, éstos se evalúan y califican según su impacto y probabilidad en prioridad alta, media y baja de acuerdo con la matriz de la Ilustración 15



**Ilustración 15: Matriz de evaluación de nivel de riesgo**

Una vez caracterizado cada riesgo, debe establecerse un plan para su gestión.

Las posibles respuestas del plan al riesgo pueden ser:

- Eliminar la causa o el enlace entre el riesgo y el efecto.
- Transferir la propiedad o responsabilidad (como por ejemplo una empresa aseguradora).
- Mitigar mediante acciones previas el impacto o la probabilidad.
- Aceptar. En algunos casos, el coste la acción puede sobrepasar el beneficio.
- Contingencia. Acciones planificadas a llevar a cabo en caso de que el riesgo se materialice.

En el Anexo 1 pueden verse una enumeración de los riesgos comunes y los posibles planes organizados por etapas:

**Acta de constitución y aprobación del proyecto.**

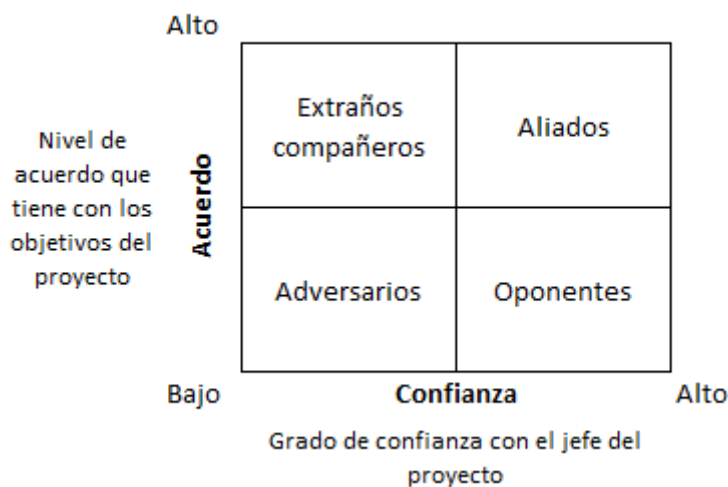
Los trabajos previos se concretan en el acta de constitución del proyecto. La aprobación por parte del Steering Committee de este documento y el presupuesto presentado, valida su contenido y sirve de punto de partida para la siguiente etapa.

### Análisis de partes interesadas.

El análisis de partes interesadas es frecuentemente un documento de uso exclusivo del equipo del proyecto, o incluso del jefe de proyecto, ya que contiene información sensible sobre personas y grupos, su posición frente al proyecto y el plan de gestión.

Para el proyecto se entienden partes interesadas todas aquellas personas o grupos de personas que tiene un interés, son afectados o pueden tener algún tipo de impacto (directo o indirecto) en el proyecto.

Para su análisis los categorizamos como se muestra en la Ilustración 16



**Ilustración 16: Clasificación de Stakeholders**

La clasificación habitual de las partes interesadas tiene en cuenta la capacidad de influencia o impacto sobre el proyecto, sin embargo, en el entorno de la fábrica ésta es siempre alta, por lo que se prefiere esta clasificación.

Una vez identificados y clasificados, han de documentarse y llevarse a cabo las acciones para mejorar la relación con cada uno, es decir, aproximarlos al cuadrante de aliados. A continuación se listan algunas características de cada grupo y posibles enfoques de gestión.

#### 1) Aliados

Características

- Comparten nuestra visión y confían en nosotros para llevarla a cabo
- Comunicación bidireccional clara

#### Propuestas de gestión

- Reafirmar acuerdo en la visión
- Reafirmar calidad de la relación
- Reconocer dudas y preocupaciones
- Reconocer errores y dificultades

#### 2) Oponentes

##### Características

- No comparten la visión pero hay una buena relación
- Ayudan a clarificar y fortalecer la visión

#### Propuestas de gestión

- Reafirmar la calidad de la relación
- Comunicar la posición y la visión
- Comunicar naturalmente nuestra opinión sobre su posición
- Involucrarlos para crear soluciones

#### 1) Extraños compañeros

##### Características

- Visión compartida combinada con relación mala
- Potencialmente comunicación menos clara
- Necesita confirmación objetiva de la comunicación

#### Propuestas de gestión

- Reafirmar visión compartida
- Reconocer las dificultades en la relación y sus recelos
- Acordar lo que quiere cada uno para poder trabajar juntos

- Definir pasos prácticos para facilitar el trabajo compartido

#### 1) Adversarios

##### Características

- No comparten la visión y mala relación
- Comunicación clara pero incomoda

##### Propuestas de gestión

- Comunicar la visión
- Comunicar la comprensión de su posición
- Identificar la contribución propia para resolver los problemas de relación

## 6. Etapa de planificación

La principal peculiaridad de la etapa de planificación de los proyectos de integración viene dada por el mecanismo de recopilación de requisitos, que se basa en la definición de los diferentes escenarios de cada proceso de negocio dentro del alcance. Este análisis, se hace conjuntamente con los dueños de los procesos, responsables afectados y usuarios.

Se pueden seguir diferentes estrategias en la definición de los escenarios, más orientadas a solucionar problemas concretos de integración de aplicaciones de determinados departamentos, o puntos de unión, o de modo más estratégico a establecer la estructura sobre la que se desplieguen subsiguientes proyectos de integración. Cada estrategia tiene sus ventajas e inconvenientes, lo importante es que las decisiones que se tomen estén guiadas por el caso de negocio definido en la etapa de iniciación.

Veremos a continuación las tareas que conlleva la planificación:

1. **Plan de gestión del proyecto:** En él se concreta el equipo del proyecto, el proceso de gestión de cambios, el entorno de trabajo, los roles y responsabilidades y se definen los riesgos de gestión.
2. **Plan de gestión del alcance:** En esta tarea se define qué es lo que se va a hacer. Podemos dividir la tarea en la siguientes partes:

2.1. **Definición de requisitos.** Para hacer la definición de requisitos se estudian los procesos tal como son, se descomponen en escenarios y se mapean en componentes de integración.

Dependiendo del alcance inicial y de la estrategia de integración elegida, esta etapa puede limitarse a identificar los componentes de integración y las necesidades de nuevas funcionalidades o componentes allí donde sistemas actuales no cubran las necesidades del proceso, o puede hacerse un ejercicio de reingeniería y diseño del sistema futuro. De los “gaps” detectados saldrán las actividades a realizar.

En este proceso de análisis deben estar involucrados los dueños de los procesos, los departamentos de IT y demás partes interesadas.

Previsiblemente se generarán situaciones de conflicto de intereses. Para sacar el mayor provecho de estos conflictos y seleccionar la mejores opciones Salaka y Prabhu [5] proponen la definición de una serie de factores sobre los que evaluar la idoneidad de cada propuesta, como puede ser la escalabilidad, el impacto en los objetivos del proyecto, el alineamiento con la estrategia, fiabilidad, seguridad, uso de tecnologías o soluciones estándar, etc.

Una vez definidos los factores, cada una de las personas que deben participar en la decisión, puntúa cada uno de los factores para las opciones concurrentes. Hechas las votaciones, se discuten las discrepancias y se vuelve a puntuar.

El objetivo es conseguir llegar a un consenso, sin embargo, es habitual limitar el número de iteraciones para obligar a llegar a un acuerdo en un espacio de tiempo aceptable. La suma de la puntuación obtenida en las características, bien por consenso, bien en promedio, se utiliza para priorizar y/o seleccionar los requisitos a implantar.

**2.2. Definición detallada del alcance.** A partir de lo descubierto en el punto anterior se procede a la selección de las tecnologías de software y hardware más adecuados y a la evaluación de los proveedores.

También puede ser necesario replantearse el tipo de implantación que se va a hacer (despliegue de todos los requisitos, despliegue del sistema base,...)

**2.3. Creación de la estructura de descomposición del trabajo (EDT).** En base a las necesidades detectadas y al alcance definido, y sabiendo ya las tecnologías sobre las que se va a trabajar, se detallan las actividades a realizar durante la etapa de ejecución del proyecto.

**2.4. Compra del software base y contratación de los equipos de desarrollo e implementación.** Se adelanta este punto en relación a los proyectos informáticos estándar por dos motivos.

Por un lado no es habitual que en las empresas se disponga del conocimiento necesario para planificar correctamente los esfuerzos necesarios para el desarrollo, y por otro, es necesario que el sistema básico esté instalado para los primeros pasos de la implantación.

**3. Plan de gestión del tiempo.** Esta tarea comprende la estimación de trabajo efectivo y los recursos necesarios para la etapa de ejecución del proyecto, así como su calendarización. El proceso aquí es estándar: definición de actividades, secuenciación, estimación de recursos por actividades, estimación de la duración y por último la calendarización tal y como se ha descrito en el punto 1.4 Planificación del Trabajo.

4. **Plan de gestión de costes.** Esta tarea también es estándar en cuando a actividades: estimación de costes y elaboración de presupuesto, con las particularidades y complejidad que tiene la estimación de coste total de propiedad de este tipo de sistemas.
5. **Plan de calidad:** Esta tarea determinará la forma cuantitativa y cualitativa de evaluar la calidad de proyecto. Para ello hay que definir las métricas concretas, la forma de medida y los umbrales de conformidad. Para cada uno de los factores de calidad, se desarrolla un plan de seguimiento y control, y se asignan responsables.

Los restantes planes: Plan de recursos humanos, Plan de comunicación, Plan de gestión de riesgos y Plan de administración y compras son básicamente estándar a todos los proyectos TIC. Dependiendo de la envergadura del trabajo pueden o no ser necesarios.

Los entregables de esta etapa son el plan de ejecución detallado, las especificaciones de requisitos de usuario, las especificaciones funcionales y de infraestructura, y el presupuesto revisado.

Durante la validación de esta etapa el Steering Committee debe aprobar los entregables indicados arriba. Una vez aprobados da comienzo la etapa de ejecución.

A continuación se verá la realización de estas actividades en el caso práctico.

### 6.1. Caso práctico

Una vez se ha aprobado el proyecto tal y como se define en el acta de constitución por parte del Steering Committee, empieza la etapa de planificación. El objetivo de la etapa es convertir las ideas de la etapa de iniciación en un plan detallado de lo que será el proyecto, incluye:

- Plan de gestión de proyecto
- Plan de gestión de alcance
- Plan de gestión del tiempo

- Plan de gestión de costes
- Plan de calidad
- Plan de gestión de riesgos
- Plan de comunicación

### Plan de gestión del proyecto

El plan de gestión del proyecto es el documento en el que se detalla la composición del equipo, el modelo de gestión y los roles y responsabilidades de cada uno en cuanto a las diferentes áreas del proyecto. También se concretan las estrategias de gestión que se utilizarán a lo largo del proyecto.

Las áreas que se identifican para este proyecto son:

- Área de coordinación. Le corresponde al jefe de proyecto que se encarga de: planificar y coordinar las actividades, gestionar el trabajo de los grupos y coordinar la gestión de conocimiento. Como jefe del proyecto convoca y facilita las reuniones de equipo, y mantiene informado al Steering Committee y las partes interesadas.
- Steering Committee, formado por parte del equipo directivo, tiene como función: evaluar, y en su caso, aprobar los entregables de cada etapa, asignar recursos, y tomar decisión sobre la continuidad, el alcance y la evaluación del proyecto como un todo. También son responsables del seguimiento de los riesgos.
- Grupos de trabajo, compuestos por los recursos propios de la fábrica, los expertos corporativos y los recursos del socio de integración. En estos equipos se pueden diferenciar por un lado, los miembros representantes de los usuarios y del negocio, cuya función principal es la definición de requisitos, el diseño de las pruebas unitarias y de aceptación, la generación de la documentación de usuario y su formación. El resto del equipo, integrado por el recurso externo de integración, los recursos corporativos de IS/IT y el administrador de los



sistemas de fábrica, forma el grupo tecnológico, cuya función es la de implantar y configurar la solución, crear las interfaces, crear la documentación técnica y formar a al equipo de mantenimiento de la fábrica.

Las estrategias de gestión para el proyecto incluyen:

- Política de planificación, donde se concreta el método a seguir para la definición de las tareas técnicas, su duración, carga de trabajo, etc... Para este proyecto se utiliza la metodología corporativa para proyectos de integración, automatización y MES, que presenta las tareas a realizar teniendo en cuenta los estándares del grupo, el conocimiento adquirido a lo largo de los años y las indicaciones del socio de integración
- Metodología del proyecto, donde se especifica la metodología de gestión y desarrollo del proyecto. En este proyecto la metodología comprende las etapas, actividades y entregables resumidos en el punto 4 Visión general de las etapas del proyecto.
- Análisis y gestión de riesgos. El análisis y la gestión de riesgos la llevará a cabo el Steering Committee con la colaboración del jefe de proyecto. Este equipo tendrá reuniones mensuales de seguimiento en las que se evaluarán los riesgos identificados en el plan de gestión de riesgos, y cualquier otro que pueda aparecer durante la ejecución del proyecto. En base a los riesgos detectados se ejecutarán las contramedidas definidas en el plan de gestión de riesgos o buscarán otras de ser necesario.
- Plan de calidad. El plan de calidad tiene tres pilares.
  - Validación de los pasos de etapa.
  - Verificación cruzada entre etapas: consecución de objetivos definidos en la etapa iniciación al final de la etapa de cierre, y consecución de lo definido en la planificación al final de la etapa de ejecución.

- Sistema de medidas cualitativas, cuantitativas y umbrales de aceptación para el grado de cumplimiento de las especificaciones de usuario, eficiencia del sistema, la calidad de la documentación o la calidad de la formación.
- Procedimiento para la resolución de conflictos. Para la resolución de conflictos de intereses se utilizará el modelo Delphi presentado por Salaka y Prabhu [5] visto anteriormente.

### **Plan de gestión del alcance**

El plan de gestión del alcance empieza por la obtención de requisitos.

#### ***Obtención de requisitos***

En base al alcance inicial y al mapeo de los procesos, el equipo debe concretar los requisitos de usuario. Para esta tarea el equipo cuenta en su seno con los especialistas necesarios que, según su criterio experto y consultados los responsables de cada área y los usuarios finales, crearán el documento de especificaciones.

Este documento consta de:

1. Revisión del concepto
2. Revisión de la definición y el alcance
3. Requisitos generales
  - a. Sistemas externos a integrar
  - b. Requisitos para la gestión de órdenes de proceso
  - c. Requisitos de la definición de productos y cálculo de fórmulas
  - d. Requisitos de seguimiento y control de producción
4. Requisitos operacionales
  - a. Introducción al proceso
    - i. Flujo y descripción
    - ii. Seguimiento y control
    - iii. Limitaciones y relaciones entre procesos
    - iv. Identificación de materiales y procesos

- v. Datos a registrar de los procesos
  - vi. Requisitos y limitaciones de inventarios
  - vii. Especificaciones de calidad y controles en línea
  - viii. Gestión de paros y registro automático
  - ix. Requerimientos de monitorización de empleos de energía
5. Supervisión e informes
- a. Supervisión
    - i. Cuadros de mando del producción
    - ii. Cuadros de mando de calidad
    - iii. Cuadros de mando de gestión de inventarios
  - b. Informes
    - i. Informes de producción
    - ii. Informes de desempeño operacional
    - iii. Informes de calidad
    - iv. Herramientas de informes

#### *Definición detallada del alcance*

A partir de los requerimientos definidos en el apartado anterior se deben identificar los proveedores de software y hardware, así como el socio integrador de sistemas para su implantación.

En esta etapa el grupo tiene una serie de acuerdos con empresas específicas con las que se debe verificar la disponibilidad de interfaces con los sistemas a integrar, así como la disponibilidad de los módulos a implantar y la existencia de socios de integración certificados para el proveedor. En este punto el experto del grupo asesorará al equipo de proyecto.

#### *Creación de la estructura de descomposición del trabajo.*

Con ayuda del socio de integración se definen las actividades a llevar a cabo. En este punto se generan las especificaciones de diseño funcional y las necesidades detalladas de infraestructura, a partir de las especificaciones de usuario y el sistema existente.

### ***Compra del software y hardware base y contratación de equipo de desarrollo.***

Teniendo en cuenta la estructura de descomposición del trabajo y el calendario de ejecución, se contrata el equipo del socio de integración, así como los paquetes de software y el hardware base necesario.

En este punto es necesario establecer los acuerdos de confidencialidad.

### **Plan de gestión del tiempo**

Con ayuda del socio de integración el equipo calcula la carga de trabajo necesaria para las tareas del proyecto y define el calendario del proyecto, los hitos y la asignación de recurso.

### **Plan de gestión de costes.**

En este momento se está en situación de reevaluar los costes del proyecto con datos más precisos. Además se crea el presupuesto detallado que permitirá el control de costes del proyecto.

Igual que en la estimación inicial debe dejarse un margen para imprevistos cuantificado en base a la experiencia del grupo en este tipo de proyecto.

### **Plan de calidad**

De acuerdo con las especificaciones de usuario y los estándares del grupo se establecen los estándares de calidad de cada uno de los entregables del proyecto y los umbrales de aceptación, así como las personas responsables del control de la calidad de cada uno.

Además se generan unos checklist con los varemos y umbral de aceptación para la validación de cada paso de etapa y las verificaciones iniciación-cierre y planificación-ejecución.

### **Plan de gestión de riesgos**

El plan de gestión de riesgos recoge la evaluación de los riesgos identificados hasta el momento y las contramedidas definidas. Como se comentó

anteriormente, la responsabilidad sobre el monitoreo de los riesgos y la ejecución de las contramedidas es del Steering Committee. En este documento se fija también la frecuencia de las reuniones de seguimiento de los riesgos, que para este proyecto se ha establecido mensual.

### **Plan de comunicación**

El plan de comunicación establece qué se debe comunicar, a quién, con qué frecuencia o bajo qué condiciones, por qué medio y la respuesta esperada.

Como vimos en la gestión de riesgos, el plan de comunicación nos permite paliar varios de los riesgos relacionados con los Stakeholders, además mantiene alineado al equipo y permite anticiparse a los problemas.

## **7. Etapa de ejecución**

En la etapa de ejecución se realiza el plan. La realización del plan tiene dos vertientes. Por un lado los procesos de gestión del día a día del proyecto de acuerdo con establecido en los respectivos planes en la etapa de planificación:

- Dirección y gestión integrada del proyecto.
- Aseguramiento de la calidad.
- Gestión de los recursos humanos.
- Distribución de la información.
- Gestión de las expectativas de los interesados.
- Administración de compras y contratos.

Y por otro lado las actividades encaminadas a implementar y poner marcha la solución definida. Desarrollaremos estas últimas.

### **Análisis y diseño:**

Gran parte del trabajo de análisis ya ha sido realizado en las etapas de iniciación y planificación, sin embargo aún pueden quedar algunas

actividades de análisis y diseño en cuanto a la creación de interfaces, bases de datos, o funcionalidades no cubiertas por el sistema base. Estas tareas pueden ejecutarse en paralelo con la siguiente tarea.

### Realización:

En este punto hay varias tareas a llevar a cabo:

- Instalación y despliegue del sistema base y las herramientas propias de desarrollo, así como de los elementos de infraestructura necesarios.
- Configuración del sistema base según a las especificaciones de diseño y ejecución de los test unitarios del sistema base.
- Desarrollo del código de interconexión, construcción de bases de datos y cualquier otro elemento identificado durante el análisis y diseño inicial, o durante las pruebas del sistema base, y ejecución de los test unitarios del código desarrollado
- Diseño y ejecución de los test de integración y de aceptación.
- Definición de roles y responsabilidades en el nuevo sistema.
- Creación del material para la formación y la documentación técnica.

Finalizada la fase de realización se establece un punto de verificación. Los entregables en este punto son:

- El sistema base en funcionamiento y testeado
- El test de aceptación correcto
- La documentación técnica creada
- El material de formación creado
- La infraestructura completa instalada

La verificación se centra en el test de aceptación y el material de formación. Si la verificación es satisfactoria, se avanza a la fase de transición

## Transición:

La transición es en general una fase corta en la que los sistemas actuales son reemplazados por los nuevos. Las actividades principales son:

- Formación a los usuarios finales
- Actualización de los procedimientos
- Preparación y revisión de los datos
- Migración de datos
- Test de aceptación in situ.(Verificación de la configuración de roles y de la efectividad de la formación de los usuarios finales)
- Definición de plan y los recursos de soporte
- Puesta en marcha de los interfaces
- Puesta en marcha de los procesos
- Creación del informe de puesta en marcha
- Estabilización y mejoras

Los entregables de esta fase son:

- Usuarios finales formados
- Test de aceptación in situ
- Sistema estable y en marcha
- Informe de puesta en marcha

En base a ellos se elabora la validación de la etapa, centrándose principalmente en validar que:

- Que el sistema está operando de forma estable
- El soporte está claramente definido y es fiable
- El informe de puesta en marcha y gaps

Además de la validación de la etapa, este es el momento de realizar la primera verificación de ejecución del proyecto, el check-list planificación vs ejecución.

Una vez realizadas las validaciones, comienza la etapa de cierre.

## 8. Etapa de Cierre

La etapa de cierre tiene como objetivos

- Asegurar que el trabajo realizado durante el proyecto cumple con los objetivos y alcance definidos en el acta de constitución bajo los criterios de calidad y coste establecidos en la planificación.
- Asegurar la continuidad de la operación una vez retirado el soporte del equipo del proyecto. En este punto debe quedar establecida la organización de soporte y los procesos de mantenimiento y mejora. Esto es especialmente importante en los proyectos de integración ya que existe riesgo de que la organización comience a usar los nuevos sistemas manteniendo los viejos procesos. En este sentido es conveniente generar planes de control a alto nivel que permitan detectar la perversión del sistema. Por último, es importante asegurar que cuando se realizan modificaciones en los procesos y en los sistemas, estas modificaciones mantienen la coherencia con el sistema.
- El cierre de los contratos de acuerdo con las condiciones pactadas
- La documentación de cierre permite hacer una evaluación del proyecto de modo que se generen aprendizajes que mejoren la gestión de nuevos proyectos.
- Idealmente deben revisarse los resultados del proyecto tras algún tiempo para verificar si se han conseguido los objetivos de negocio que desencadenaron la ejecución del proyecto.

Para lograr estos objetivos se llevan a cabo las siguientes actividades:

- Evaluación de procedimientos operacionales
- Evaluación de solución técnica



- Aceptación del proyecto
- Cierre de contratos
- Informe de cierre

Al fin de la etapa de cierre se hace la segunda verificación de ejecución del proyecto, en la que se compara la solución obtenida desde el punto de vista operacional, técnico y de resultados de negocio, con la solución y los objetivos definidos en la fase de iniciación.

Los entregables de esta fase son el resultado de estas evaluaciones, y de las conclusiones derivadas de los puntos anteriores:

- El informe de evaluación de procedimientos operacionales
- El informe de evaluación de la solución técnica
- El acta de aceptación
- Informe de cierre

## 9. Gestión del proyecto

Además de las actividades y procesos comentados, el jefe de proyecto debe asegurar el avance del mismo con un enfoque de gestión y control. Algunas de estas actividades de control forman parte del día a día como ya se vio en el apartado ejecución. Otras necesitan de una visión más global. Este grupo de actividades se agrupan en la etapa de gestión del proyecto que transcurre en paralelo a las otras etapas explicadas.

Como sucedía con los procesos de gestión de la etapa de ejecución, los procesos de la etapa de gestión no presentan ninguna particularidad con respecto al modelo definido en el PMBOK® [1], por lo que solo se listan tal y como los definen Jové y Rodríguez [2].

- Control y seguimiento integrado.
- Control integrado de cambios.
- Control del alcance.
- Control del cronograma o calendario.

- Control de los costes.
- Control de la calidad.
- Información sobre el progreso o rendimiento (reporting) del proyecto.
- Control de riesgos.
- Control de compras y contratos.

## 10. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado un modelo para la gestión de proyectos de integración de sistemas de información empresariales alineado con las etapas de gestión de proyectos definidas en el PMBOK® [1] y construido sobre los trabajos anteriores de expertos reconocidos en la materia.

Se ha simulado su utilización en un proyecto específico a fin de aportar una experiencia lo más real posible, sin embargo, es preciso utilizarlo en implantaciones reales y evaluar su validez antes de poder considerarlo efectivo.

Una vez depurada y validada la metodología, cabe plantearse la publicación de un trabajo más extenso que sirva como guía y material de referencia para jefes de proyecto.

Por otro lado el trabajo ha servido para iniciar al estudiante en la realización de proyectos de investigación, su conceptualización, planificación, ejecución y valoración, así como en el los procesos de seguimiento.

Sobre este último punto cabe decir que no se ha conseguido cumplir totalmente la planificación inicial por diversos motivos laborales y personales, sin embargo se han podido establecer acciones que han permitido cumplir en gran medida con los contenidos de cada hito.

Por último, y como reflexión, indicar que la gestión de proyectos es en general una actividad de gestión de equipos de trabajo. En este sentido sería retador presentar algún TFG en el que se ejerciera como jefe de proyecto de un proyecto grupal en otra especialidad.

## 11. Bibliografía

- [1] PMI, Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos .PMBOK Guide, 4ª ed., Pennsylvania: PMI, 2008.
- [2] P. M. Jové y J. R. Rodríguez, Gestión de proyectos, Barcelona: UOC, 2010.
- [3] K. Sandoe, G. Corbitt y R. Boykin, Enterprise Integration, Chico: John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- [4] W. Lam y V. Shankararaman, An enterprise integration methodology, vol. 6, IEEE Computer Society, 2004, pp. 40 -48.
- [5] V. Salaka y V. Prabhu, «Project Managemet for Enterprise Integration,» Pennsylvania, 2006.
- [6] M. Themistocleous y Z. Irani, Towards a methodology for the development of integrated IT infrastructures, Uxbridge: IEEE, 2006.
- [7] R. Silvera, J. Pastor y E. Mayol, Towards a method for enterprise information systems integration, ICEIS, 2008.
- [8] W. Lam, «Technical Risk Managemet on Enterprise Integration Projects,» *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 13, nº 20, 2004.

## 12. Anexos I: Riesgos por etapa

### Riesgos de la etapa de Iniciación

- **Visión confusa sobre el proyecto.** El sponsor no es capaz de transmitir una visión clara en la que se vean las ventajas del proyecto y los objetivos de negocio.  
Contra medida: Resaltar áreas problemáticas de la situación actual y definir objetivos de negocio cuantificables. Comunicar esta información a las partes interesadas y mantenerlas actualizadas.
- **Falta de compromiso por parte de las partes interesadas.**  
Contra medida: Articular los beneficios “ganar-ganar”; enfatizar los objetivos comunes; incluir representación de los Stakeholders en el Steering Committee.
- **Caso de negocio mal articulado y sin ROI claro.** Casos de negocio con medidas basadas en las propias métricas del proyecto. Proyectos excesivamente largos que no permiten apreciar los beneficios a corto plazo.  
Contra medidas: Ligar los beneficios del proyecto a indicadores de negocio y partir los proyectos largos en varias fases a fin de empezar a ver los resultados cuanto antes.
- **Falta de un estudio exhaustivo del impacto en la organización.** Las soluciones de integración suelen tener impacto en la manera de trabajar de las personas y en las estructuras organizativas.  
Contra medidas: Identificar los Stakeholders clave, identificar el impacto en cada uno en términos de cambio en su forma de trabajar y crear un plan para que estén perfectamente adaptados en el momento del arranque.

### Riesgos de la etapa de planificación:

- **Necesidades de negocio no entendidas completamente.**  
Contra medidas: Identificar los Stakeholders; entender las prácticas

actuales, los procesos y los flujos de información; modelar los procesos actuales y entender donde se producen los problemas en términos de negocio.

- **Falta de sincronización y temporización.**

Contra medidas: Entender las prioridades de los principales Stakeholders en cuanto al proyecto; tener en cuenta los recursos comprometidos en cantidad y temporización; crear un plan de utilización de recursos y validarlo con los Stakeholders.

- **Estimación no realista del trabajo de las actividades de integración.**

Contra medidas: tener en cuenta en la estimación del trabajo de análisis el alcance y los procesos implicados y la definición de las interfaces; estimar el trabajo de desarrollo teniendo en cuenta el número de adaptadores, interfaces y extensiones, y su complejidad; donde existen datos históricos para la estimación de trabajo, utilizarlos.

- **Modificaciones en el alcance inicial de proyecto.**

Contra medidas: Reforzar el proceso de recogida de requisitos; documentar los requisitos explícitamente excluidos; establecer un plan de gestión de cambios; asegurar la correcta especificación de los interfaces y los componentes de integración.

- **Proyectos “silo”** resultantes de la falta de una estrategia y arquitectura de integración definida.

Contra medidas: Entender los requisitos generales de integración al definir el perímetro de integración de la solución; validar la arquitectura específica del proyecto con la arquitectura general del negocio.

- Decisiones erróneas por **falta del conocimiento y experiencia** necesarios.

Contra medidas: Identificar déficit de conocimientos; involucrar expertos

externos; negociar la compra de productos con paquetes de consultoría incluidos; externalizar el trabajo para los paquetes claramente definidos.

- **Sobrevalorar las capacidades** “out-of-the-box” de los paquetes de integración.

Contramedidas: Evaluar las capacidades reales de integración de los paquetes; buscar opinión y análisis independiente del proveedor; verificar la disponibilidad de adaptadores para las aplicaciones actuales; trabajar con el proveedor para crear una solución, no para comprar un sistema.

- **Ignorar los procesos de negocio** y saltar directamente a la integración de tecnologías.

Contramedidas: Extraer las necesidades de integración de las necesidades de los procesos de negocio; asegurar la trazabilidad entre las necesidades de los procesos y los requisitos de integración

Riesgos de la etapa de ejecución:

- **Modelo de proceso mal definido**

Contramedidas: realizar un análisis de procesos y modelización en las fases iniciales del proyecto; conseguir acuerdo y aprobación del negocio sobre el modelo

- **Errores semánticos en la información** y falta de modelo de información validado.

Contramedidas: clarificar el significado de los términos de negocio; validar modelo de información

- Problemas de **eficiencia de la solución** de integración

Contramedidas: Ejecutar test de capacidad para identifica problemas de eficiencia y proponer soluciones

- Convergencia hacia modelos **de integración puno a punto**

Contramedida: Establecer modelos de arquitecturas de integración de alto nivel.

- **Propagar la lógica de negocio** a lo largo de la arquitectura  
Contramedidas: Asegurar que el enrutamiento, las lógicas y las transformaciones se definen explícitamente; mantener base de datos con ellas.
- **Funcionalidades limitadas del API**  
Contramedidas: Entender los requisitos funcionales y mapearlos en el API de la aplicación
- **Perdida de integridad de datos por integración a nivel de información** y no a nivel de aplicación.  
Contramedidas: Eliminar o minimizar el acceso o actualización de información en bases de datos
- **Extensiones con sistemas legacy complejas.**  
Contramedida: Anticipar requisitos de integración de los sistemas legacy.

Riesgos de la etapa de cierre:

- **Plan de despliegue enfocado en integraciones con poco valor.**  
Contramedidas: Planificar los escenarios y asegurar la gestión de expectativas de los Stakeholders
- **Falta de planes de transición y despliegue**  
Contramedidas: Identificar actividades de cut-over y transición; crear un plan de transición antes de la liberación del sistema inicial.
- **Fallos en los adaptadores o componentes por actualizaciones**  
Contramedidas: Requerir certificado de compatibilidad de los vendedores; instaurar procesos de verificación previos a la liberación de las actualizaciones.
- **Falta de flexibilidad para acomodar nuevos requisitos**  
Contramedidas: Asegurar que las normas de negocio y de más configuraciones se gestionan de manera independiente de la

arquitectura y son explícitas; crear grado adecuado de granularidad en vez de estructuras monolíticas.