



Universidad de Valladolid

Desarrollo de una Metodología Híbrida de Dirección de Proyectos basada en el Proceso de Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP)

Clara del Pozo Vicente

MÁSTER EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS
Departamento De Organización De Empresas Y C.I.M.
Universidad De Valladolid
España



INSISOC
SOCIAL SYSTEMS
ENGINEERING CENTRE
2021



Universidad de Valladolid

Desarrollo de una Metodología Híbrida de Dirección de Proyectos basada en el Proceso de Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP)

Clara del Pozo Vicente

MÁSTER EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS
Departamento De Organización De Empresas Y C.I.M.
Universidad De Valladolid

Valladolid, Julio 2021

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia, por todo el apoyo recibido en los momentos más difíciles, que me ha impulsado a llegar hasta aquí.

A mis tutores, Daniel y David, por su paciencia y disponibilidad a lo largo de este año académico, especialmente a Daniel, por su implicación en este proyecto.

A mis compañeros, especialmente a David, Pablo y Elena, que tras este año lleno de experiencias juntos se han convertido en los mejores amigos.

A mis amigas Laura y Cristina, por escucharme y apoyarme de manera incondicional en los buenos y los malos momentos a lo largo de todos estos años.

RESUMEN

La Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) es un método muy utilizado en el sector automovilístico que se ha extendido por las empresas de todo el mundo. Sin embargo, la alta complejidad técnica y especialización en el sector hace que este método no acabe de traspasar al resto de sectores.

La creciente importancia de la Dirección de Proyectos hace indispensable tratar el desarrollo de nuevos productos como proyectos completos. Por ello, se ha optado por desarrollar una nueva metodología que integre Dirección de Proyectos y Desarrollo del Producto en su conjunto, combinando el enfoque tradicional, que aporta una buena planificación, con la filosofía Agile, que ayuda a adaptarse a los cambios y la complejidad de los proyectos. Esta nueva propuesta es una metodología híbrida de Dirección de Proyectos fundamentada en 8 Fases y 12 Puertas de Fase que pretende facilitar la obtención del éxito en los proyectos.

Palabras Clave

Dirección de Proyectos, APQP, Metodología, Híbrida, Ágil.

ABSTRACT

Advanced Product Quality Planning (APQP) is a method widely used in the automotive sector that has spread to companies all over the world. However, the high technical complexity and specialization in the sector means that this method has not yet spread to other sectors.

The growing importance of Project Management makes it essential to treat the development of new products as complete projects. Therefore, it has been decided to develop a new methodology that integrates Project Management and Product Development as a whole, combining the traditional approach, which provides good planning, with the Agile philosophy, which helps to adapt to the changes and complexity of the projects. This new proposal is a hybrid Project Management methodology based on 8 Phases and 12 Phase Gates that aims to facilitate the achievement of success in projects.

Keywords

Project Management, APQP, Methodology, Hybrid, Agile.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Objetivo del Proyecto	1
Alcance del Proyecto	1
Motivación del Proyecto	1
Estructura del Documento	1
Capítulo 1 ESTÁNDARES DE DIRECCIÓN DE PROYECTOS.....	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 PMBOK (6ª Edición).....	4
1.3 ICB 4.0.....	5
1.4 PM2.....	6
1.5 PRINCE 2.....	7
Capítulo 2 APQP.....	9
2.1 Introducción al Proceso APQP. Contexto.....	9
2.1.1. Historia, contexto y sector	9
2.1.1.1 Crisis del Petróleo 1973 - 1979	10
2.1.1.2 Necesidad de Cambio y Creación de APQP.....	11
2.1.2. Normativa	12
2.1.2.1 ISO 9001	13
2.1.2.2 ISO/TS 16949 – IATF 16949.....	14
2.1.3. Core Tools.....	15
2.2 Fundamentos del Proceso APQP	16
2.2.1. Advanced Product Quality Planning (APQP).....	16
2.2.2. Objetivos del proceso APQP	18
2.2.3. Definir el Alcance	19
2.2.4. Roles y Responsabilidades de la Empresa	20
2.3 Fases del Proceso APQP.....	21
2.3.1. Introducción	21
2.3.2. FASE 1: Planificación y Definición del Programa	23
2.3.3. FASE 2: Diseño y Desarrollo del Producto	24
2.3.4. FASE 3: Diseño y Desarrollo del Proceso	25
2.3.5. FASE 4: Validación del Producto y Proceso	26
2.3.6. FASE 5: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas	27
2.3.7. Resumen de las Fases.....	28
2.4 Herramientas del Proceso APQP	29
2.4.1. Plan de Control	29

2.4.1.1 Beneficios del Plan de Control.....	30
2.4.1.2 Elaboración de un Plan de Control.....	31
2.4.1.3 Partes que componen el Plan de Control.....	32
2.4.2. PPAP (Production Part Approval Process).....	34
2.4.2.1 Niveles de clasificación del PPAP.....	34
2.4.2.2 Requerimientos del proceso PPAP.....	35
2.4.2.3 Estados del PPAP.....	36
2.4.2.4 PSW (Part Submission Warrant).....	37
2.4.3. FMEA (Failure Mode and Effects Analysis).....	39
2.4.3.1 Plantillas básicas DFMEA y PFMEA.....	39
2.5 Análisis del Proceso APQP.....	42
2.5.1. Fortalezas.....	42
2.5.2. Debilidades.....	44
2.5.3. Conclusiones.....	46
Capítulo 3 ANPQP.....	47
3.1 Definición, propósito y alcance.....	47
3.1.1. Política de la Alianza Renault-Nissan.....	47
3.2 Fases de ANPQP.....	48
3.3 Aplicación de ANPQP.....	50
3.3.1. Matriz ANPQP.....	51
Capítulo 4 NUEVA PROPUESTA: PQM-MDP.....	55
4.1 Introducción y necesidad.....	55
4.2 Estructura.....	56
4.3 Fases.....	57
4.4 Puertas de Fase.....	60
4.4.1. Reunión de Inicio.....	61
4.4.2. Kick-off Meeting.....	62
4.4.3. Aprobación de la Ejecución del Proyecto.....	63
4.4.4. Revisión de la Planificación.....	63
4.4.5. Revisión del Proyecto.....	64
4.4.6. Revisión del Diseño.....	64
4.4.7. Revisión del Producto y del Proceso.....	65
4.4.8. Revisión de los Requisitos de Calidad (I).....	65
4.4.9. Aseguramiento de la Calidad.....	66
4.4.10. Revisión de los Requisitos de Calidad (II).....	67
4.4.11. Aprobación de la Industrialización.....	67
4.4.12. Evaluación y Cierre del Proyecto.....	68
Capítulo 5 FASES DE LA NUEVA PROPUESTA: PQM-MDP.....	69
5.1 Fase 0: Inicio.....	69
5.1.1. Introducción.....	69
5.1.2. Entradas.....	70

5.1.2.1 Necesidades de los Clientes	70
5.1.2.2 Solicitud de un Nuevo Proyecto	70
5.1.2.3 Aportes de los Stakeholders	70
5.1.3. Salidas	71
5.1.3.1 Caso de Negocio.....	71
5.1.3.2 Acta de Constitución	71
5.1.4. Herramientas	72
5.1.4.1 Solicitud de Inicio de Proyecto	72
5.1.4.2 Business Model Canvas.....	72
5.2 Fase 1: Planificación del Proyecto	73
5.2.1. Introducción	73
5.2.2. Entradas	74
5.2.2.1 Estudios de Mercado / Estrategia de Marketing.....	74
5.2.2.2 Información Histórica de Calidad y Garantías	74
5.2.2.3 Experiencia del Equipo: Lecciones Aprendidas.....	75
5.2.2.4 Estudios de Viabilidad del Producto	75
5.2.3. Salidas	75
5.2.3.1 Plan de Gestión del Alcance.....	75
5.2.3.2 Cronograma del Proyecto.....	76
5.2.3.3 Plan de Gestión de Costes	76
5.2.3.4 Plan de Gestión de las Comunicaciones.....	76
5.2.3.5 Plan de Gestión de Interesados.....	77
5.2.3.6 Roles y Responsabilidades	77
5.2.4. Herramientas	77
5.2.4.1 Juicio de Expertos	77
5.2.4.2 Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).....	78
5.2.4.3 Análisis del Valor Ganado (EVM).....	79
5.2.4.4 Diagrama de Gantt.....	79
5.2.4.5 Tableros KanBan.....	80
5.2.4.6 Plantilla para la Gestión de las Comunicaciones.....	81
5.2.4.7 Matriz Poder - Interés.....	81
5.2.4.8 Matriz de Asignación de Responsabilidades (RACI).....	81
5.3 Fase 2: Definición del Producto y del Proceso	82
5.3.1. Introducción	82
5.3.2. Entradas	83
5.3.2.1 Benchmarking de Producto / Proceso	83
5.3.2.2 Supuestos de Producto / Proceso.....	83
5.3.3. Salidas	84
5.3.3.1 Plan de Gestión de Riesgos	84
5.3.3.2 Objetivos de Diseño de Producto y Proceso.....	84
5.3.3.3 Objetivos de Calidad y Fiabilidad	85
5.3.3.4 Lista Preliminar de Materiales	85
5.3.3.5 Diagrama Preliminar de Flujos de Proceso	85
5.3.3.6 Lista Preliminar de Características Especiales de Productos y Procesos ...	86
5.3.3.7 Plan de Aseguramiento de la Calidad.....	86
5.3.4. Herramientas	86

5.3.4.1 Técnicas Grupales de Creatividad.....	86
5.3.4.2 Juicio de Expertos	87
5.3.4.3 Matriz Probabilidad - Impacto	87
5.3.4.4 Plantilla para el Plan de Acción ante Riesgos	88
5.3.4.5 Auditorías Internas de Calidad.....	88
5.4 Fase 3: Diseño y Desarrollo del Producto	89
5.4.1. Introducción.....	89
5.4.2. Entradas	90
5.4.3. Salidas.....	91
5.4.3.1 Plan de Gestión de Interesados (interno).....	91
5.4.3.2 Verificaciones de Diseño	91
5.4.3.3 Revisiones de Diseño	91
5.4.3.4 Planos de Ingeniería	92
5.4.3.5 Especificaciones de Ingeniería.....	92
5.4.3.6 Especificaciones de Materiales	92
5.4.3.7 Plan de Gestión de las Adquisiciones	92
5.4.3.8 Requerimientos de Nuevos Equipos, Herramientas e Instalaciones	93
5.4.3.9 Características Especiales del Producto	93
5.4.3.10 Requerimientos de Equipos de Prueba y Medidores.....	93
5.4.3.11 Compromiso de Viabilidad de Equipos	93
5.4.3.12 Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Diseño.....	94
5.4.3.13 Registro de Cambios en los Planos y las Especificaciones	94
5.4.4. Herramientas.....	94
5.4.4.1 Técnicas Grupales de Creatividad.....	94
5.4.4.2 Matriz Poder -Interés.....	94
5.4.4.3 Análisis de Proveedores	95
5.4.4.4 Análisis de Hacer o Comprar	95
5.4.4.5 Construcción de Prototipos	95
5.4.4.6 Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA).....	96
5.4.4.7 Diseño para la Fabricación y el Montaje (DFMA).....	96
5.4.4.8 Plan de Control.....	96
5.5 Fase 4: Diseño y Desarrollo del Proceso	97
5.5.1. Introducción.....	97
5.5.2. Entradas	98
5.5.3. Salidas.....	98
5.5.3.1 Actualización del Plan de Gestión de Interesados (interno).....	98
5.5.3.2 Especificaciones y Estándares de Embalaje.....	99
5.5.3.3 Revisión del Sistema de Calidad del Producto / Proceso	99
5.5.3.4 Diagrama de Flujo del Proceso	99
5.5.3.5 Plano de Distribución en Planta	100
5.5.3.6 Características Especiales del Proceso.....	100
5.5.3.7 Instrucciones de Proceso	100
5.5.3.8 Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Proceso	101
5.5.3.9 Plan de Análisis de los Sistemas de Medición	101
5.5.3.10 Plan de Estudio de la Capacidad del Proceso.....	101
5.5.4. Herramientas.....	102

5.5.4.1	Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (PFMEA)	102
5.5.4.2	Matriz de Características	102
5.5.4.3	Plan de Control Previo al Lanzamiento	102
5.6	Fase 5: Validación del Producto Y Proceso	103
5.6.1	Introducción	103
5.6.2	Entradas	104
5.6.3	Salidas	104
5.6.3.1	Evaluación de los Sistemas de Medición	104
5.6.3.2	Estudio Preliminar de la Capacidad del Proceso	105
5.6.3.3	Evaluación de los Sistemas de Embalaje	105
5.6.3.4	Aprobación del Producto y del Proceso	105
5.6.3.5	Revisión del Plan de Control Previo al Lanzamiento	106
5.6.4	Herramientas	106
5.6.4.1	Auditorías Internas de Calidad	106
5.6.4.2	Pruebas y Ensayos de Calidad del Producto y Proceso	106
5.6.4.3	Aprobación de Piezas para la Producción (PPAP)	107
5.7	Fase 6: Puesta en Marcha	108
5.7.1	Introducción	108
5.7.2	Entradas	109
5.7.3	Salidas	109
5.7.3.1	Muestra Significativa de la Producción	109
5.7.3.2	Validación de la Producción	109
5.7.4	Herramientas	110
5.7.4.1	Auditorías Internas de Calidad	110
5.7.4.2	Pruebas y Ensayos de Calidad del Producto y Proceso	110
5.8	Fase 7: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas	111
5.8.1	Introducción	111
5.8.2	Entradas	112
5.8.2.1	Actas Procedentes de las Puertas de Fase	112
5.8.3	Salidas	113
5.8.3.1	Reducción de la Variación del Proceso	113
5.8.3.2	Mejora de la Satisfacción del Cliente	113
5.8.3.3	Entrega y Servicio Mejorados	113
5.8.3.4	Registro de Cambios	114
5.8.3.5	Lecciones Aprendidas y Mejores Prácticas	114
5.8.3.6	Cierre del Proyecto	114
5.8.4	Herramientas	115
5.8.4.1	Auditorías de Calidad	115
5.8.4.2	Encuestas de Satisfacción de los Clientes	115
5.8.4.3	Plantilla para las Solicitudes de Cambio	115
5.8.4.4	Plantilla para el Registro de Lecciones Aprendidas	116
Capítulo 6	IMPLEMENTACIÓN DEL ENFOQUE ÁGIL	117
6.1	Introducción	117
6.1.1	Manifiesto Ágil	117

6.2 Estándares de Dirección de Proyectos	118
6.2.1. KANBAN	118
6.2.2. SCRUM	119
6.2.3. Extreme Programming XP	120
6.3 Implementación del Enfoque Ágil en la Nueva Propuesta	122
6.3.1. Fases	123
6.3.2. Puertas de Fase.....	123
6.3.3. Trabajo Diario.....	124
6.3.4. Herramientas.....	124
6.3.5. Roles y Responsabilidades.....	124
6.3.6. Evaluación del Equipo	125
CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS	127
Conclusiones.....	127
Líneas de Investigación Futuras	127
BIBLIOGRAFÍA.....	129
ÍNDICE DE FIGURAS	131

INTRODUCCIÓN

Objetivo del Proyecto

El Objetivo de este proyecto es complementar la metodología de Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP), una metodología centrada en el desarrollo de productos desde el punto de vista de la calidad, con las buenas prácticas de la Dirección de Proyectos, contemplando un enfoque ágil que convierta a esta metodología en una metodología híbrida.

Alcance del Proyecto

Complementar las Fases existentes de la metodología de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) elaborando nuevas Fases y modificando las existentes, incluyendo nuevas herramientas y conceptos de la Dirección de Proyectos.

Dotar a la nueva metodología propuesta de un marco de trabajo con un enfoque ágil que ayude a las organizaciones a abordar la complejidad de los proyectos completos, convirtiéndola en una metodología híbrida para la Dirección de Proyectos.

Motivación del Proyecto

Durante mi etapa en Renault he seguido de cerca el desarrollo de los proyectos con la metodología ANPQP y he podido apreciar con la formación recibida en este Máster en Dirección de Proyectos que no se tienen en cuenta muchos conceptos importantes. Por ello, he aprovechado este Trabajo de Fin de Máster para estudiar en profundidad y completar la metodología con los conocimientos adquiridos.

Estructura del Documento

El Documento comienza con una introducción a la Dirección de Proyectos y a la metodología de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) de donde se extraen una serie de puntos fuertes y puntos débiles.

Seguidamente se introduce la nueva propuesta, que incluye 8 Fases y 12 Puertas de Fase que se detallan en los capítulos correspondientes. Para complementar la nueva propuesta, el Documento termina con el enfoque ágil de la nueva propuesta, lo que la convierte en una metodología híbrida.

Capítulo 1 ESTÁNDARES DE DIRECCIÓN DE PROYECTOS

En este capítulo se introducirá el concepto de Dirección de Proyectos y los estándares de Dirección de Proyectos más utilizados en la actualidad como son el PMBOK, la ICB 4.0, PM2 y PRINCE 2 y se explicarán las peculiaridades de cada uno de ellos.

1.1 Introducción

No existe una definición de consenso que muestre una definición exacta de lo que es un Proyecto, existen diversas definiciones entre las que podemos destacar las siguientes:

- *“Un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”*. (Project Management Institute, 2017)
- *“Un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio, o resultado, que consume recursos y opera bajo plazos, costes, calidad, riesgos y factores humanos”*. (International Project Management Association, 2015)
- *“Un proyecto es una estructura organizacional temporal establecida para crear un producto o servicio singular (entregable) con ciertas restricciones tales como tiempo, coste y calidad”*. (European Commission, 2020)

Como se puede observar, estas definiciones de Proyecto, aunque sean muy similares, cada una de ellas incluye algunas peculiaridades que la diferencia de las demás. Podemos obtener una definición formal de lo que es Dirección de Proyectos del PMBOK:

“La Dirección de Proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo”. (Project Management Institute, 2017)

Podemos definir la Dirección de Proyectos desde un punto de vista más informal como *“Todo lo que hace que un proyecto acabe en el tiempo previsto y bajo el presupuesto previsto manteniendo las expectativas y la calidad esperadas”*. (Lopez Paredes, Pajares Gutiérrez and Iglesias Sanzo, 2013)

En definitiva, la Dirección de Proyectos es lo que hace que un proyecto tenga éxito. En los siguientes apartados se introducirán cuáles son los estándares de Dirección de Proyectos más utilizados y lo que caracteriza a cada uno de ellos en particular.

1.2 PMBOK (6ª Edición)

El PMBOK es una guía de referencia para la Dirección de Proyectos a nivel internacional creado por el Project Management Institute (PMI). Esta guía recoge un conjunto de buenas prácticas, pautas, normas y estándares para la Dirección de Proyectos. (Project Management Institute, 2017)

La Guía PMBOK se centra en los procesos que se superponen a lo largo del ciclo de vida del proyecto y describe el trabajo en cada uno de ellos. El PMBOK consta de 49 procesos, 10 áreas de conocimiento y 5 grupos de procesos que veremos a continuación.

PROCESOS

Los 49 procesos del PMBOK son una serie de actividades necesarias para la ejecución del proyecto y se organizan dentro de los 5 Grupos de Procesos y las 10 Áreas de Conocimiento. Cada uno de estos procesos tiene una serie de entradas y se obtienen una serie de salidas a través de un conjunto de herramientas y técnicas. (Project Management Institute, 2017)

GRUPOS DE PROCESOS

- Grupo de Procesos de Inicio
- Grupo de Procesos de Planificación
- Grupo de Procesos de Ejecución
- Grupo de Procesos de Monitoreo y Control
- Grupo de Procesos de Cierre

ÁREAS DE CONOCIMIENTO

- Gestión de la Integración del Proyecto
- Gestión del Alcance del Proyecto
- Gestión del Cronograma del Proyecto
- Gestión de los Costos del Proyecto
- Gestión de la Calidad del Proyecto
- Gestión de los Recursos del Proyecto
- Gestión de las Comunicaciones del Proyecto
- Gestión de los Riesgos del Proyecto
- Gestión de las Adquisiciones del Proyecto
- Gestión de los Interesados del Proyecto

(Project Management Institute, 2017)

1.3 ICB 4.0

IPMA Competence Baseline (ICB4.0) es un estándar a nivel internacional para desarrollar las competencias individuales dentro de la Dirección de Proyectos, Programas y Carteras creado por la International Project Management Association (IPMA).

La ICB4.0 busca promocionar el desarrollo de las competencias individuales necesarias para la Dirección de Proyectos en lugar de describir un método, metodología o proceso específico que las organizaciones deban seguir, lo que hace que pueda ser utilizado en cualquier organización, proyecto y contexto.

En este estándar para la Dirección de Proyectos se distinguen 3 áreas básicas de competencias que son las Competencias de Perspectiva, Personas y Práctica. (International Project Management Association, 2015)

COMPETENCIAS DE PERSPECTIVA

- Estrategia
- Gobernanza, Estructuras y Procesos
- Cumplimiento, Estándares y Regulaciones
- Poder e Interés
- Cultura y Valores

COMPETENCIAS DE PERSONAS

- Autorreflexión y Autogestión
- Integridad Personal y Fiabilidad
- Comunicación Personal
- Relaciones y Participación
- Liderazgo
- Trabajo en Equipo
- Conflictos y Crisis
- Ingenio
- Negociación
- Orientación a Resultados

COMPETENCIAS DE PRÁCTICA

- Diseño
- Requisitos, Objetivos y Beneficios
- Alcance
- Tiempo
- Organización e Información
- Calidad
- Finanzas
- Recursos
- Aprovisionamiento y Alianzas
- Planificación y Control
- Riesgo y Oportunidad
- Partes Interesadas
- Cambio y Transformación
- Selección y Equilibrio

(International Project Management Association, 2015)

1.4 PM2

PM2 es una metodología desarrollada y respaldada por la Comisión Europea con el objetivo de ofrecer ventajas y soluciones a las organizaciones gracias a la gestión eficaz del trabajo durante todo el ciclo de vida del proyecto y estableciendo un lenguaje común para los proyectos desarrollados por la Comisión Europea. (European Commission, 2020)

Esta metodología es una metodología abierta, sencilla y fácil de implantar que se sostiene bajo 4 pilares: un modelo de gobernanza de proyectos, un ciclo de vida del proyecto, un conjunto de procesos y un conjunto de herramientas del proyecto.

MODELO DE GOBERNANZA

La metodología PM2 establece una estructura organizativa para los proyectos, organizando el modelo a través de las siguientes capas y en el orden descrito: Capa de Gobernanza, Capa Rectora, Capa de Dirección, Capa de Gestión y Capa de Operación para los que establece una serie de roles y responsabilidades. (European Commission, 2020)

CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

PM2 divide el ciclo de vida del proyecto en 4 Fases: Inicio, Planificación, Ejecución y Cierre; pero además contempla el Seguimiento y Control, aunque no como una fase, que tiene lugar a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. (European Commission, 2020)

Estas fases se caracterizan por tener una serie de entradas y salidas, que constituyen las entradas de la siguiente fase. Al final de cada fase hay un punto de revisión y aprobación para pasar a la siguiente fase, como podemos observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

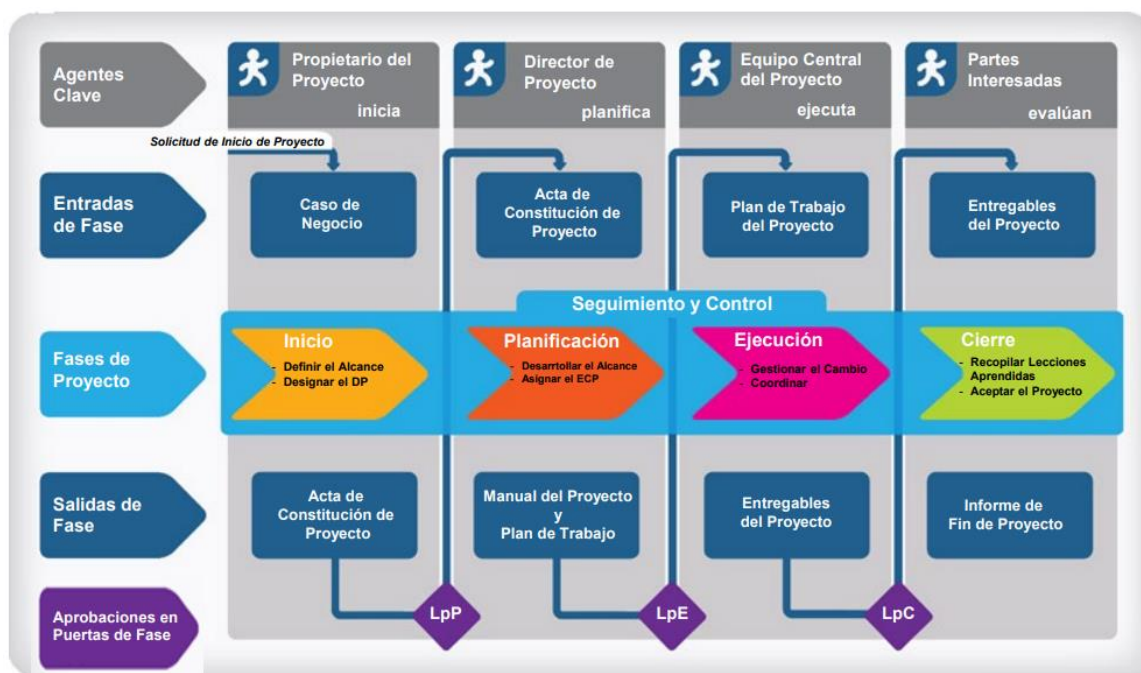


Figura 1.1 Diagrama de Carriles PM2. Fuente: (European Commission, 2020)

COMPETENCIAS

Esta metodología adopta una serie de competencias para la Dirección de Proyectos que extrae del estándar ICB 4.0 de IPMA y las divide en competencias personales y competencias contextuales, omitiendo las competencias de práctica. (European Commission, 2020)

ARTEFACTS

Con el fin de facilitar la gestión de la documentación a las organizaciones, PM2 propone una serie de herramientas o Artefacts que consisten en un conjunto de plantillas que ayuden a los equipos de proyecto a documentar la información de forma eficaz y estandarizada.

MINDSETS

PM2 recoge un conjunto de filosofías o Mindsets para guiar las actitudes y comportamientos de los equipos y directores de proyectos.

1.5 PRINCE 2

PRINCE 2 es una metodología para la Dirección de Proyectos que ha sido desarrollada como el estándar del gobierno de Reino Unido, sus siglas significan Projects In Controlled Environments (PRINCE) y es el estándar de varios países. (Office of Government Commerce (OGC), 2009)

La metodología PRINCE 2 proporciona un lenguaje común en la Dirección de Proyectos dividiendo los proyectos en fases más manejables con el objetivo de supervisar cada una de las fases de forma independiente. De este modo, cada fase del proyecto puede aprender de las fases anteriores. Esta metodología está enfocada en los productos. (Office of Government Commerce (OGC), 2009)

PRINCE 2 recoge 7 Principios, 7 Temas y 7 Procesos que forman la base para la Dirección de Proyectos. Cada uno de los proyectos debe incluir todos los principios de esta metodología para que el proyecto sea afín a PRINCE 2.

PRINCIPIOS

- Justificación Comercial Continua
- Aprender de la Experiencia
- Roles y Responsabilidades Definidos
- Gestión por Fases
- Gestión por Excepción
- Enfoque en los Productos
- Adaptación al Entorno

TEMAS

- Business Case
- Organización
- Calidad
- Planes
- Riesgo
- Cambio
- Progreso

(Office of Government Commerce (OGC), 2009)

PROCESOS

- Puesta en Marcha
- Inicio de un Proyecto
- Dirección de un Proyecto
- Control de una Fase
- Gestión de la Entrega de Productos
- Gestión de los Límites de Fase
- Cierre de un Proyecto

(Office of Government Commerce (OGC), 2009)

Capítulo 2 APQP

En este capítulo se explicará el método de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP). Se tratará un poco de historia del sector de automóvil y la normativa de calidad existente que sirvió de precedente para la creación de esta metodología, los fundamentos en los que se basa y las fases y herramientas que contempla.

Además, también se realizará un análisis de la metodología destacando sus fortalezas y debilidades, extrayendo una serie de conclusiones que servirán de base para la creación de la nueva propuesta.

2.1 Introducción al Proceso APQP. Contexto

2.1.1. Historia, contexto y sector

En los últimos años, la globalización económica y comercial ha sido impactante, el número de empresas competidoras dentro de un mismo sector creció considerablemente y esto hizo que muchas organizaciones se vieran en la necesidad de buscar nuevas ideas, estrategias y herramientas para mejorar su competitividad.

En la década de los 80, en pleno auge del sector de la automoción, los gastos de desarrollo de los vehículos eran muy costosos y se tardaba un periodo de tiempo muy elevado en desarrollar un nuevo vehículo desde cero. Esto era debido a los métodos antiguos de planificación, desarrollo y comunicación que había implantados en las empresas de automoción.

A esto se le suma, la gran variabilidad en la cifra de ventas de automóviles, que hizo que las empresas se vieran en la necesidad de mejorar su competitividad y optimizar sus procesos de desarrollo y fabricación de nuevos vehículos.

Light vehicle retail sales in the United States from 1976 to 2020

(in 1,000 units)

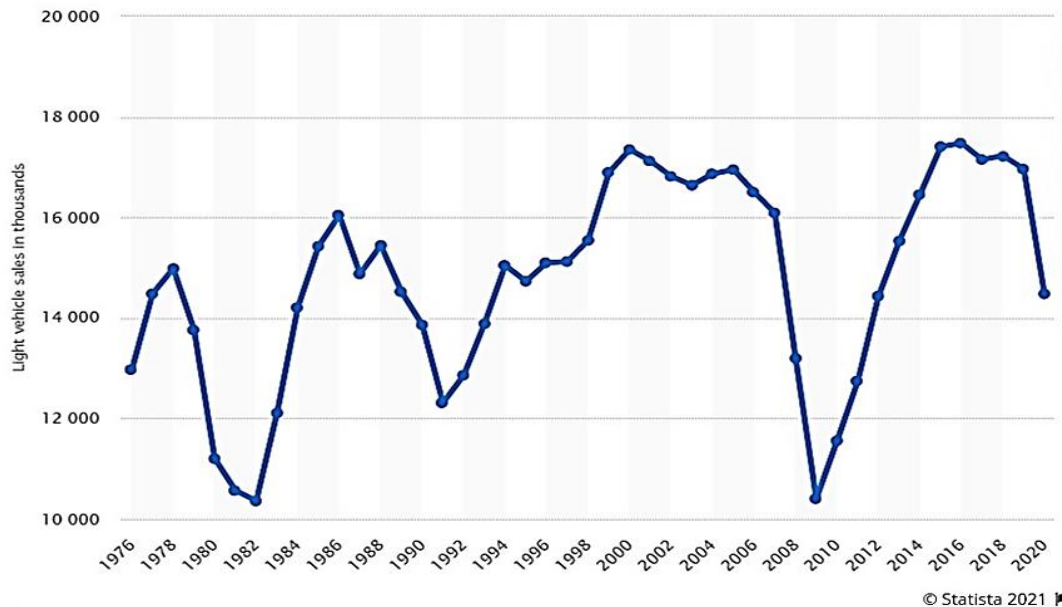


Figura 2.1 Vehicle sales in the USA 1976-2020. Fuente: (U.S. vehicle sales 1976-2020 | Statista, no date)

2.1.1.1 Crisis del Petróleo 1973 - 1979

La denominada Crisis del Petróleo se originó a finales de 1973 a raíz del aumento de la demanda de petróleo por parte de Occidente y Japón. Esto provocó que los países árabes exportadores de petróleo, miembros de la OPEP, tomaran la decisión de interrumpir sus exportaciones a los países que no habían apoyado a Israel durante la guerra de Yom Kippur, que enfrentaba a Israel con Siria y Egipto.

En aquella época, Estados Unidos consumía la cantidad del 33% de la energía de todo el mundo y el cese de suministro por parte de la OPEP, cayó como un jarro de agua fría. Esta medida afectó tanto a Estados Unidos como a sus aliados de Europa Occidental y tuvo grandes consecuencias en la economía de los países afectados. Con el petróleo tan caro, la inflación se disparó en Estados Unidos y la bolsa de Nueva York perdió miles de millones de dólares en cuestión de semanas.

Estados Unidos tuvo que aplicar una política de control de precios que llevó al racionamiento de la gasolina y a largas colas en las gasolineras, que llenaron las entradas de carteles indicando la disponibilidad; estas restricciones se extendieron hasta 1976. Esto fomentó el uso de otras energías como la nuclear en Francia.

Tras dos años de la estabilización de los precios, en 1979 vino la Segunda Crisis del Petróleo, debida a la revolución iraní y la guerra entre Irán e Irak. Esto provocó que volviera a producirse un aumento del precio del petróleo, multiplicando su valor por 2,7 y obligando a los países a tirar de las reservas y en algunos casos, como en Estados Unidos, a subvencionar la importación.

Finalmente, a finales de 1981, la situación comenzó a normalizarse con la bajada de los precios por parte de los países productores.



Figura 2.2 Impacto en el precio de la cotización del petróleo. Fuente: *(De las crisis petrolíferas a la caída del bloque soviético, no date)*

Estos altibajos en los precios del petróleo afectaron a las grandes compañías automovilísticas, que se vieron envueltas en una etapa de incertidumbre con muchos cambios en la demanda de nuevos vehículos.

2.1.1.2 Necesidad de Cambio y Creación de APQP

El aumento de la competitividad y la variabilidad de las cifras de ventas hizo que las empresas se vieran en la necesidad de atraer a los clientes con nuevos modelos de automóviles en el menor tiempo posible y con el menor costo posible con el fin de sacar los productos al mercado antes que sus competidores, esto requería disminuir considerablemente el tiempo de desarrollo de los nuevos vehículos, que con el paso de los años sigue siendo cada vez menor.

Otro de los grandes retos que las grandes empresas automovilísticas se vieron en la necesidad de afrontar fue la comunicación con los proveedores y los clientes, que se empezaba a volver más compleja con el crecimiento de número de componentes necesarios como se puede observar en la **Figura 2.3**, unido al crecimiento de las organizaciones. Los clientes comenzaban a exigir cada vez más y la correcta comprensión de las necesidades, las expectativas y los requerimientos de los mismos era esencial para conseguir buenos resultados. Por consecuencia, esto tenía que verse reflejado en la transmisión de información a los proveedores, que debían alinearse con la empresa y los clientes, tanto internos como externos.



Figura 2.3 Piezas de un automóvil. Fuente: (*Auto-onderdelen vervangen | Auto | doe het zelf*, no date)

La Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) es un proceso desarrollado a finales de los años 80 por una comisión de expertos reunidos en torno a las tres grandes empresas de la industria automovilística: Ford Motor Company, General Motors y Fiat Chrysler. Los representantes de los fabricantes de equipos originales y la División de Automoción de la Sociedad Americana de Control de Calidad (ASQ, antes llamada ASQC) crearon el Quality Requirement Task Force para desarrollar un entendimiento común sobre temas de interés mutuo en la industria del automóvil. (Stamatis, 2015)

Esta comisión invirtió 5 años en analizar el proceso de desarrollo y fabricación de los automóviles en Estados Unidos, Europa y especialmente en Japón, ya que uno de los fines era competir con la industria japonesa, que empezaba a alcanzar popularidad en el mercado estadounidense.

La metodología de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) fue implantada por las grandes empresas Ford Motor Company, General Motors y Fiat Chrysler y posteriormente se empezó a extender a empresas competidoras debido al gran éxito alcanzado durante los primeros años de su implantación.

2.1.2. Normativa

La alta calidad del producto que se demandaba en la industria de la automoción en la década de los 80 requería la aplicación de normativa de calidad específica con el fin de garantizar a la empresa el control de los acuerdos con los proveedores, para poder lograr alcanzar mejores datos de productividad, competitividad y mejora continua de la calidad.

2.1.2.1 ISO 9001

La norma ISO 9001 fue publicada por primera vez en 1987 por la Organización Internacional de Estandarización (ISO) y desde entonces, debido a su enorme éxito, ha sido utilizada por multitud de empresas de todo el mundo para demostrar que se pueden obtener productos y servicios de buena calidad a través de la optimización de los procesos y los procedimientos.

Esta norma detalla los requerimientos que debe satisfacer un sistema de gestión de la calidad a la hora de implantarse en una empresa. Es uno de los tres paquetes normativos de la ISO 9000: ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003, aunque la ISO 9001 es la norma que más prestigiosa en el campo de la gestión de la calidad.

La ISO 9001 en su primera versión de 1987 se ocupó de fijar las directrices para crear un Sistema de Gestión de la Calidad en lo que se refiere al diseño, desarrollo, producción e instalación. Al ser una primera versión, se bordaba el concepto de Gestión de la Calidad desde un enfoque limitado que se resolvió a lo largo de los años con las versiones posteriores.

La ISO 9001:2015 que tenemos actualmente da mucha más libertad a la hora de la implantación de un sistema de gestión de la calidad en las empresas. Considera al sistema de Gestión de la Calidad como una herramienta de prevención, con un enfoque en el cliente, aplicando el ciclo PDCA o ciclo de Deming dentro de un marco de enfoque de riesgos, que defiende que no todos los procesos tienen el mismo impacto dentro de una organización.

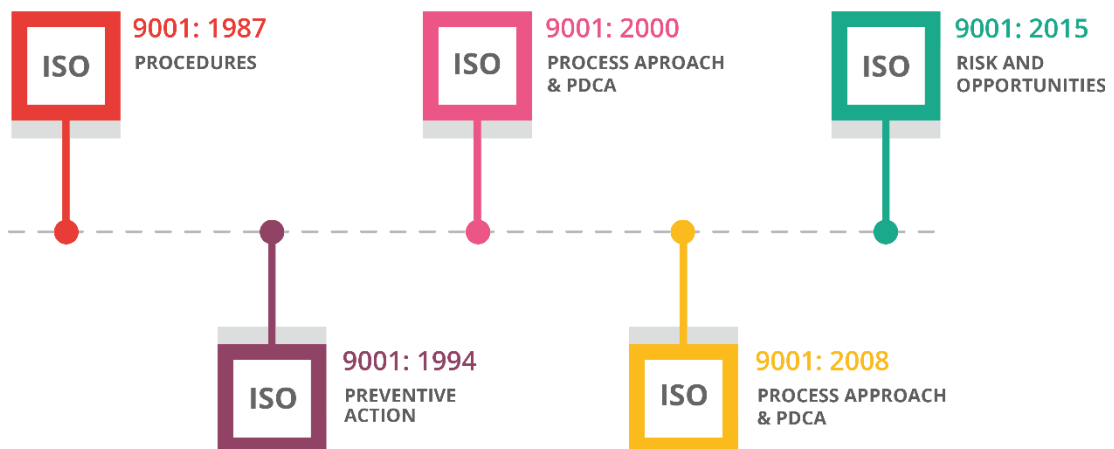


Figura 2.4 Evolución de la ISO 9001. Fuente: (*Evolución Norma ISO 9001 timeline | Timetoast timelines, no date*)

2.1.2.2 ISO/TS 16949 – IATF 16949

La primera versión de la norma ISO/TS 16949 se publicó en el año 1999 y recogía los requisitos para la aplicación de la norma ISO 9001 presente hasta el momento. Fue concebida por la International Automotive Task Force (IATF) y se considera una especificación técnica de estándar internacional ISO 9001.

La segunda versión de esta norma ISO/TS 16949 se publicó en el año 2002 con el fin de unificar los requisitos de calidad de la industria de la automoción, presentes en las diversas normativas de calidad, en una única norma válida para todo el sector.

El objetivo de esta norma es el de fomentar la mejora de la cadena de suministro y conseguir un proceso de certificación más enfocado a la industria automotriz y se aplica tanto a grandes como a pequeñas empresas del sector. Actualmente, todas las empresas que deseen operar en este mercado deben certificarse con esta norma.

La ISO/TS 16949 pasó a denominarse IATF 16949 en el año 2016, en el que se introdujeron cambios como la incorporación de Requisitos Específicos del Cliente (RSE) con el fin de establecer unos requisitos mínimos y comunes para todos los Fabricantes de Equipos Originales (OEM) y reducir la complejidad.

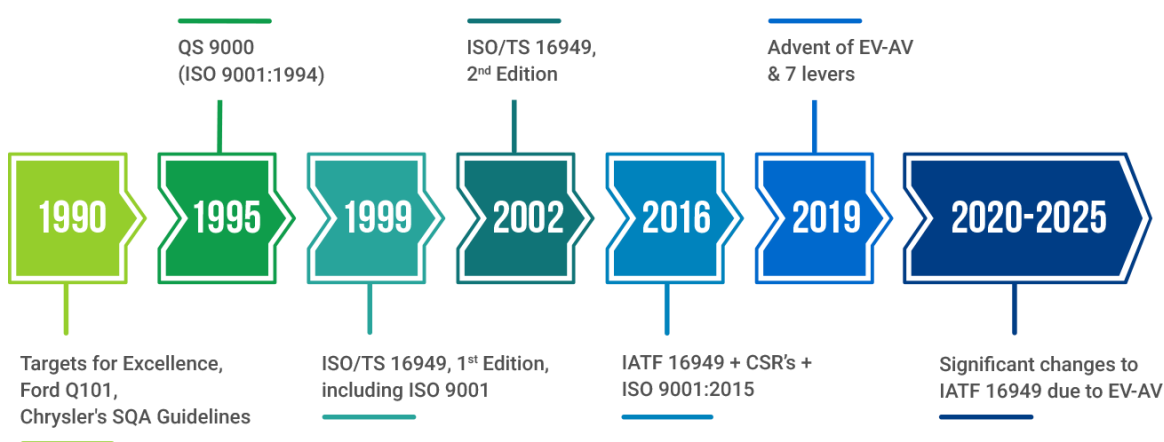


Figura 2.5 Evolución de la norma IATF 16949. Fuente: (*IATF 16949 Awareness and Implementation Training - EV AV Omnex*, no date)

El cambio más dramático de esta norma frente a la ISO 9001 es en el enfoque en el cliente, que se acentúa mucho más, haciendo énfasis en la satisfacción del cliente hasta tal punto que para ello establece una serie de factores para su éxito como el compromiso de la dirección, la comunicación con el cliente, la medición con indicadores y análisis y las calificaciones de las auditorías internas. Estos cuatro factores están muy presentes en el proceso de Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP).

2.1.3. Core Tools

Las Core Tools son un conjunto de cinco herramientas básicas de la calidad en la automoción que constituyen componentes básicos para las organizaciones para lograr obtener un sistema eficaz de gestión de la calidad.

Las Core Tools fueron desarrolladas por la Automotive Industry Action Group (AIAG) hace más de 30 años y han resultado tan útiles y exitosas que han sido adoptadas por otros sectores de fabricación como son el aeroespacial o el de defensa. (AIAG, 2006)

En la actualidad, la mayoría de los proveedores y fabricantes de piezas para el automóvil exigen la utilización de alguna de estas herramientas, que tienen grandes beneficios como ayudar al control de la satisfacción de los requisitos del cliente, ayudar a prevenir potenciales fallos en el producto y proceso o mejorar el costo de los productos.

Las 5 Core Tools desarrolladas por la AIAG son las siguientes:

- APQP: Advanced Product Quality Planning
- PPAP: Production Part Approval Process
- FMEA: Failure Mode and Effects Analysis
- SPC: Statistical Process Control
- MSA: Measurement System Analysis

Cabe destacar que APQP es una metodología que integra en ella el resto de las Core Tools mencionadas y que estas mismas herramientas se apoyan en otras, como el Plan de Control, a la hora de su implantación.



Figura 2.6 Core Tools. Fuente: *Elaboración propia*

2.2 Fundamentos del Proceso APQP

En este apartado se tratarán los fundamentos de la metodología de la Planificación de la Calidad del Producto APQP, los objetivos principales que se pretenden conseguir con su aplicación, el alcance y los roles y responsabilidades necesarios.

2.2.1. Advanced Product Quality Planning (APQP)

La Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) es un método estructurado para definir y ejecutar las acciones necesarias para garantizar que un producto satisfaga las necesidades y expectativas del cliente. APQP está dirigido por programas y proveedores y se requiere en todas las plantas de fabricación de sistemas, subsistemas y componentes. Esto incluye tanto a proveedores internos como proveedores externos de las compañías. (Ford Motor Company, 2001)

El objetivo que persigue este método de planificación de la calidad es el de facilitar la comunicación entre todos los Stakeholders para asegurar que todos los pasos requeridos en el proceso de desarrollo de un producto se completen a tiempo y de manera satisfactoria, cumpliendo los objetivos de plazo, coste y calidad.

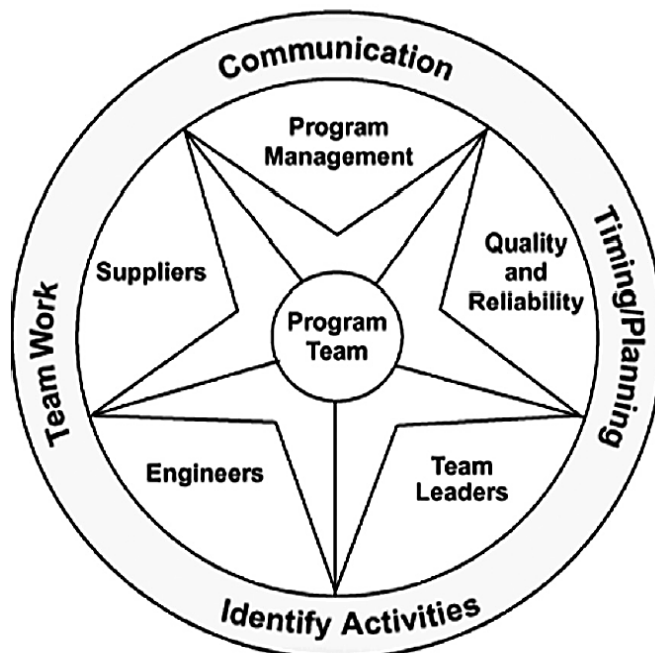


Figura 2.7 Integración de la comunicación en el proceso APQP. Fuente: (Stamatis, 2015)

APQP proporciona una manera estandarizada y efectiva de comunicar los requisitos de la planificación de la calidad del producto internamente entre la organización y sus clientes y entre la organización y su cadena de suministro. Además, para que la planificación de la calidad sea eficaz tiene que existir un compromiso de la alta dirección de la empresa de aplicar el esfuerzo necesario para lograr la satisfacción del cliente.

Cada Planificación de la Calidad del Producto es única. El tiempo y la secuencia real de ejecución de cada plan depende tanto de las necesidades y expectativas de los clientes como de otros ajustes prácticos. Cuanto antes se pueda implementar una práctica de trabajo, herramienta o técnica en el ciclo de planificación de la calidad del producto, mejor. (AIAG, 2008a)

APQP persigue la mejora continua en todos sus productos y procesos, en las relaciones con clientes y proveedores, a lo largo de todo el ciclo de vida del producto. Sigue un ciclo definido llamado ciclo de Deming o ciclo PDCA como podemos ver en la **Figura 2.8**.

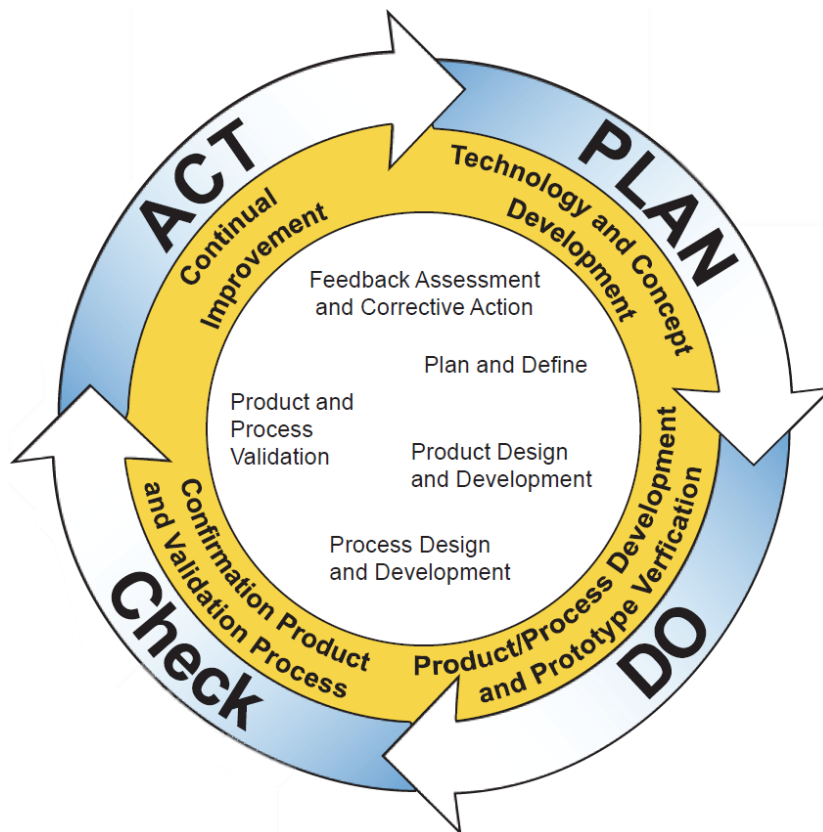


Figura 2.8 Product Quality Planning Cycle. Fuente: (AIAG, 2008a)

Este ciclo tiene 4 fases: planificar, hacer, verificar y actuar. El conjunto de las 3 primeras fases, planificar, hacer y verificar corresponde con el proceso de desarrollo de la planificación avanzada de la calidad del producto; mientras que la última fase, actuar, corresponde con la fase de implementación de APQP.

2.2.2. Objetivos del proceso APQP

La Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) es una metodología muy extendida que se aplica en organizaciones a nivel internacional y que pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Definir y establecer los pasos necesarios para asegurar que un producto satisfaga los requerimientos, necesidades y expectativas del cliente.
- Facilitar y mejorar la comunicación entre los Stakeholders para asegurar que todos los pasos requeridos se completen a tiempo.
- Reducir al mínimo los posibles problemas de calidad que puedan surgir durante la puesta en marcha de la producción en serie y el lanzamiento del producto.
- Reducir la complejidad de la planificación de la calidad del producto y hacerla más comprensible para los clientes y las organizaciones.



Figura 2.9 Objetivo de la Planificación Avanzada de la Calidad. Fuente: *Elaboración propia*

APQP pretende actuar como engranaje entre las organizaciones y el cliente final, mejorando la comunicación que existe entre ellos para que los requisitos, necesidades y expectativas del cliente sean comprendidos correctamente por la organización y alineados con los objetivos del proyecto con el fin de conseguir productos y procesos exitosos que puedan ser estandarizados y producidos en serie.

2.2.3. Definir el Alcance

Es muy importante para la organización que se defina correctamente el alcance en las primeras etapas del comienzo de los proyectos para poder identificar correctamente las necesidades, expectativas y requisitos de los clientes. Para ello, el equipo de proyecto debe reunirse como mínimo para definir las siguientes tareas:

- Seleccionar quien será el líder del equipo de proyecto responsable de monitorizar el proceso de la planificación. En algunos casos se recomienda rotar esta figura entre los miembros de equipo durante el ciclo de planificación.
- Definir roles y responsabilidades de cada uno de los departamentos.
- Identificar a todos los clientes tanto internos como externos y determinar las relaciones necesarias.
- Definir las necesidades y los requerimientos de cada uno de los clientes, tanto internos como externos de la empresa y entender correctamente las necesidades, expectativas y requerimientos técnicos de cada uno de los clientes. Esto incluye los aspectos técnicos del diseño, test de calidad, etc.
- Seleccionar los recursos y proveedores necesarios para el desarrollo del proyecto que deben ser añadidos al equipo y aquellos de los que se puede prescindir.
- Evaluar la viabilidad del diseño del nuevo producto propuesto, los requisitos de rendimiento y el proceso de fabricación.
- Identificar los costes, cronograma y limitaciones que deben tenerse en cuenta para el desarrollo del nuevo producto de la empresa.
- Determinar el tipo de proceso de recopilación de la información que se utilizará durante el desarrollo del proyecto.

(AIAG, 2008a)

2.2.4. Roles y Responsabilidades de la Empresa

Las responsabilidades de la empresa que va a implantar la metodología APQP dependerán del rol de la organización en cuanto al diseño y a la fabricación de los productos y del tipo de organización en el caso de referirnos a una empresa de productos o servicios. La matriz de responsabilidades que propone la AIAG no representa todos los tipos de relaciones posibles entre proveedores y clientes. El objetivo es ayudar a las organizaciones a definir el alcance de sus responsabilidades de planificación. (AIAG, 2008a)

Si la empresa es responsable del diseño del producto, ésta será responsable de las 5 fases de la metodología APQP, incluyendo la definición de planes de control para cada una de las partes del producto.

Si la empresa se dedica exclusivamente a la fabricación de los productos, queda exenta de responsabilidad de las 2 primeras fases que conforman la metodología APQP, la Fase 1: Planificación y Definición del Programa y la Fase 2: Diseño y Desarrollo del Producto.

Por último, si nos referimos a una empresa que ofrece servicios en lugar de productos, al igual que en el caso anterior, ésta también queda exenta de las dos primeras fases que conforman la metodología APQP.

	*Design Responsible	*Manufacturing Only	*Service Organization i.e. Heat Treat, Warehousing, Transportation, etc.
Define the Scope	X	X	X
Plan and Define Chapter 1.0	X		
Product Design and Development Chapter 2.0	X		
Feasibility Section 2.13	X	X	X
Process Design and Development Chapter 3.0	X	X	X
Product and Process Validation Chapter 4.0	X	X	X
Feedback, Assessment and Corrective Action Chapter 5.0	X	X	X
Control Plan Methodology Chapter 6.0	X	X	X

* Refer to Section 1 "Scope" of ISO/TS 16949.

Figura 2.10 Product Quality Planning Responsibility Matrix. Fuente: (AIAG, 2008a)

2.3 Fases del Proceso APQP

En este apartado se enumeran y se detallan las distintas fases en las que se desglosa la Metodología APQP. La finalidad de estas fases es conformar un cronograma bien organizado que enumere las tareas a realizar y los hitos del proyecto. Este cronograma será de gran utilidad para el equipo de proyecto a la hora de monitorizar el progreso del proyecto y establecer una agenda de reuniones.

2.3.1. Introducción

Uno de los objetivos principales de la planificación Avanzada de la Calidad del Producto APQP es ayudar a las organizaciones a lograr sus objetivos estratégicos, esto se consigue desarrollando un plan de calidad del producto con el fin de diseñar y producir productos alineados con los requisitos del cliente.

Según los estándares APQP, esta planificación utiliza un proceso de cinco fases:

- FASE 1: Planificación y Definición del Programa
- FASE 2: Diseño y Desarrollo del Producto
- FASE 3: Diseño y Desarrollo del Proceso
- FASE 4: Validación del Producto y Proceso
- FASE 5: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas

(AIAG, 2008a)

Cada una de estas fases se caracteriza por tener una serie de entradas y una serie de salidas que actuarán como entradas para la etapa posterior. Las entradas y salidas de cada fase pueden variar en función del producto a desarrollar y las necesidades y expectativas de los clientes y constituyen una serie de actividades de desarrollo a seguir.

Estas cinco fases no son secuenciales, sino que se solapan entre sí. La segunda de ellas, por ejemplo, Diseño y Desarrollo del Producto, empieza antes de que acabe la primera, Planificación y Definición del Programa. De este modo, se tiene retroalimentación de la siguiente fase de forma anticipada, permitiendo realizar cambios o modificaciones oportunos con anterioridad, lo que supone una gestión más eficiente del tiempo y, por consiguiente, mejores resultados.

PRODUCT QUALITY PLANNING TIMING CHART

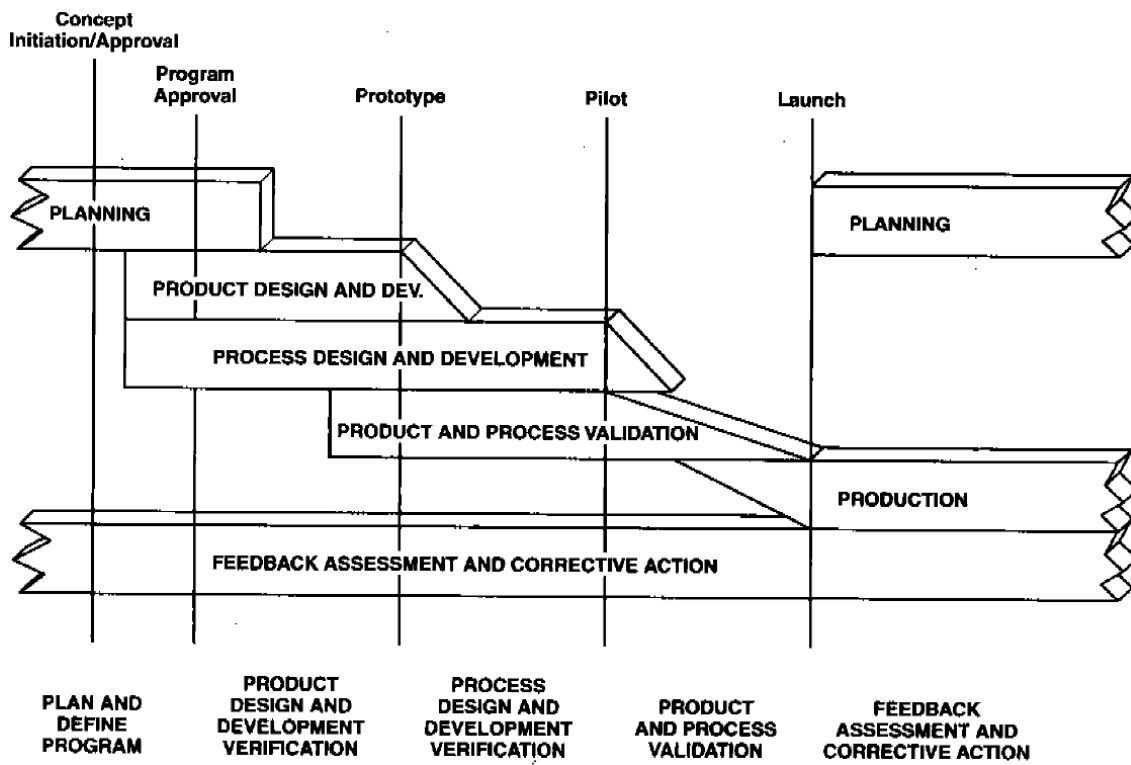


Figura 2.11: Product Quality Planning Timing Chart. Fuente: (AIAG, 2008a)

En la **Figura 2.11** podemos observar las fases de APQP en la parte inferior y el avance del proceso de implementación de APQP en la parte superior: Inicio, Aprobación del programa, Prototipo, Piloto y Lanzamiento.

APQP apoya la búsqueda de la mejora continua de manera interminable. Las tres primeras fases de esta metodología se centran en la planificación y la prevención y constituyen el 80% de todo el proceso APQP, mientras que las 2 últimas fases se centran en la validación y búsqueda de evidencias, constituyendo el 20% restante.

La idea es tener ingeniería concurrente o ingeniería simultánea, que se centra en la simultaneidad de las tareas, donde el diseño del producto está integrado en todas las etapas y procesos necesarios para la fabricación. Con este proceso logramos reducir el tiempo del proyecto ya que ejecutamos en modo concurrente actividades de diseño y actividades de ingeniería de procesos, sin realizar una fase a continuación de otra, como se realizaba en la ingeniería convencional.

2.3.2. FASE 1: Planificación y Definición del Programa

La primera fase se centra en conocer las necesidades y las expectativas de los clientes y aportar valor al programa de planificación de la calidad del producto. El objetivo de esta etapa es asegurar que las necesidades de los clientes han sido entendidas con claridad, satisfacer las necesidades de los clientes y ofrecer un valor competitivo. Estas necesidades están directamente relacionadas con la planificación y la definición de un programa de gestión de la calidad.

Las entradas y salidas aplicables al proceso de Planificación y Definición del Programa pueden variar de acuerdo con el proceso de desarrollo del producto y las necesidades y expectativas del cliente.

ENTRADAS

- Voz del Cliente:
 - Estudios de Mercado ¹
 - Información Histórica de Calidad y Garantías.
 - Experiencia del Equipo
- Plan de Negocios / Estrategia de Marketing
- Benchmarking de Producto / Proceso
- Supuestos de Producto / Proceso
- Estudios de Viabilidad del Producto
- Aportes de los Clientes

SALIDAS

- Objetivos de Diseño
- Objetivos de Calidad y Fiabilidad
- Lista Preliminar de Materiales
- Diagrama Preliminar de Flujos de Proceso
- Lista Preliminar de Características Especiales de Productos y Procesos
- Plan de Aseguramiento del Producto
- Apoyo de Gestión ²

(AIAG, 2008a)

¹ Incluye el tiempo de fabricación del vehículo y las expectativas de volumen de fabricación.

² El Apoyo de la Gestión incluye tanto la planificación del tiempo como los recursos y el personal necesario para cumplir con los volúmenes de producción.

2.3.3. FASE 2: Diseño y Desarrollo del Producto

En esta etapa se desarrollan casi de forma definitiva todas las características y especificaciones del diseño. Todos estos factores hay que tenerlos en cuenta en el proceso APQP (Advanced Product Quality Planning), incluso si el diseño no es propiedad de la Organización sino del cliente o es compartido.

Esta fase incluye la construcción de prototipos con el fin de verificar que el diseño cumple con los requisitos del cliente. Este diseño, además de cumplir con los objetivos de calidad, coste y plazo, debe cumplir los objetivos de volumen de producción, fiabilidad, peso...

Las herramientas utilizadas en esta fase nos sirven para distinguir características especiales y prioritarias del producto que requieran procesos y planes de control especiales. Debe servir como fijación y revisión de todos los requerimientos técnicos de ingeniería. También se aborda la identificación de los problemas que podrían darse durante el proceso de producción del producto.

ENTRADAS

- Objetivos de Diseño
- Objetivos de Calidad y Fiabilidad
- Lista Preliminar de Materiales
- Diagrama Preliminar de Flujos de Proceso
- Lista Preliminar de Características Especiales de Productos y Procesos
- Plan de Aseguramiento del Producto
- Apoyo de Gestión

SALIDAS

- Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA)
- Diseño para Fabricación y el Montaje (DFM y DFA)
- Verificaciones de Diseño
- Revisiones de Diseño
- Construcción de Prototipos / Plan de Control
- Planos de Ingeniería (Incluyendo datos matemáticos)
- Especificaciones de Ingeniería
- Especificaciones de Materiales
- Cambios en los Planos y las Especificaciones
- Requerimientos de Nuevos Equipos, Herramientas e Instalaciones
- Características Especiales del Producto y del Proceso
- Requerimientos de Equipos de Prueba y Medidores
- Compromiso de Viabilidad de Equipo y Apoyo de la Gestión

(AIAG, 2008a)

2.3.4. FASE 3: Diseño y Desarrollo del Proceso

En esta fase se analizan las características del desarrollo del proceso de fabricación y los planes de control para alcanzar productos de calidad. Las tareas a realizar en esta etapa dependerán de la finalización satisfactoria de las dos etapas anteriores. El objetivo de esta fase es diseñar y desarrollar un sistema de fabricación eficaz, que garantice que se cumplen los requisitos, las necesidades y las expectativas del cliente. Las entradas y salidas de esta fase son las siguientes:

ENTRADAS

- Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA)
- Diseño para Fabricación y el Montaje (DFM y DFA)
- Verificaciones de Diseño
- Revisiones de Diseño
- Construcción de Prototipos / Plan de Control
- Planos de Ingeniería (Incluyendo datos matemáticos)
- Especificaciones de Ingeniería
- Especificaciones de Materiales
- Cambios en los Planos y las Especificaciones
- Requerimientos de Nuevos Equipos, Herramientas e Instalaciones
- Características Especiales del Producto y del Proceso
- Requerimientos de Equipos de Prueba y Medidores
- Compromiso de Viabilidad de Equipo y Apoyo de la Gestión

SALIDAS

- Especificaciones y Estándares de Embalaje
- Revisión del Sistema de Calidad del Producto / Proceso
- Diagrama de Flujo del Proceso
- Plano de Distribución en Planta
- Matriz de Características ¹
- Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (PFMEA)
- Plan de Control Previo al Lanzamiento ²
- Instrucciones de Proceso
- Plan de Análisis de los Sistemas de Medición
- Plan de Estudio de la Capacidad del Proceso
- Apoyo de Gestión ³

(AIAG, 2008a)

¹ Técnica analítica que se utiliza para mostrar la relación entre los parámetros del proceso y los puestos de fabricación.

² Incluye controles adicionales que se implementarán hasta que se valide el proceso de producción.

³ Incluye la dotación de personal y el desarrollo de un plan de formación.

2.3.5. FASE 4: Validación del Producto y Proceso

En este capítulo se detallan las principales características de la validación del proceso de fabricación a través de la puesta en marcha de una muestra significativa de la producción. Se debe verificar el seguimiento del plan de control y el diagrama de flujo y que los productos cumplan con los requisitos y especificaciones del cliente.

También se debe identificar y resolver todos los posibles problemas e inquietudes que puedan poner en riesgo la puesta en marcha de la fabricación.

ENTRADAS

- Especificaciones y Estándares de Embalaje
- Revisión del Sistema de Calidad del Producto / Proceso
- Diagrama de Flujo del Proceso
- Plano de Distribución en Planta
- Matriz de Características
- Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (PFMEA)
- Plan de Control Previo al Lanzamiento
- Instrucciones de Proceso
- Plan de Análisis de los Sistemas de Medición
- Plan de Estudio de la Capacidad del Proceso
- Apoyo de Gestión

SALIDAS

- Puesta en Marcha de una Muestra Significativa de la Producción ¹
- Evaluación de los Sistemas de Medición
- Estudio Preliminar de la Capacidad del Proceso
- Aprobación de Piezas para la Producción (PPAP) ²
- Pruebas de Validación de la Producción
- Evaluación de los Sistemas de Embalaje
- Plan de Control de la Producción
- Cierre de la Planificación de la Calidad y Apoyo de Gestión

(AIAG, 2008a)

¹ Debe realizarse en las mismas condiciones que se realizará la producción, con las mismas herramientas y equipos y con la misma tasa de producción.

² Este proceso garantiza la calidad del material fabricado y el cumplimiento de los requisitos y especificaciones del cliente.

2.3.6. FASE 5: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas

La planificación de la calidad va más allá de la validación e instalación del proceso en la fase 4. En la etapa 5 se debe proceder a evaluar la producción en condiciones normales con todas las posibles variaciones del proceso. Es el momento de evaluar la eficacia del proceso de planificación de la calidad a través del plan de control.

Esta fase es muy importante para sacar una serie de lecciones aprendidas y mejores prácticas que sirvan como base para mejorar y establecer una base para los siguientes proyectos que se lleven a cabo dentro de la organización. De esta manera se consigue capturar, retener y aplicar los conocimientos adquiridos durante el proyecto.

ENTRADAS

- Puesta en Marcha de una Muestra Significativa de la Producción
- Evaluación de los Sistemas de Medición
- Estudio Preliminar de la Capacidad del Proceso
- Aprobación de Piezas para la Producción (PPAP)
- Pruebas de Validación de la Producción
- Evaluación de los Sistemas de Embalaje
- Plan de Control de la Producción
- Cierre de la Planificación de la Calidad y Apoyo de Gestión

SALIDAS

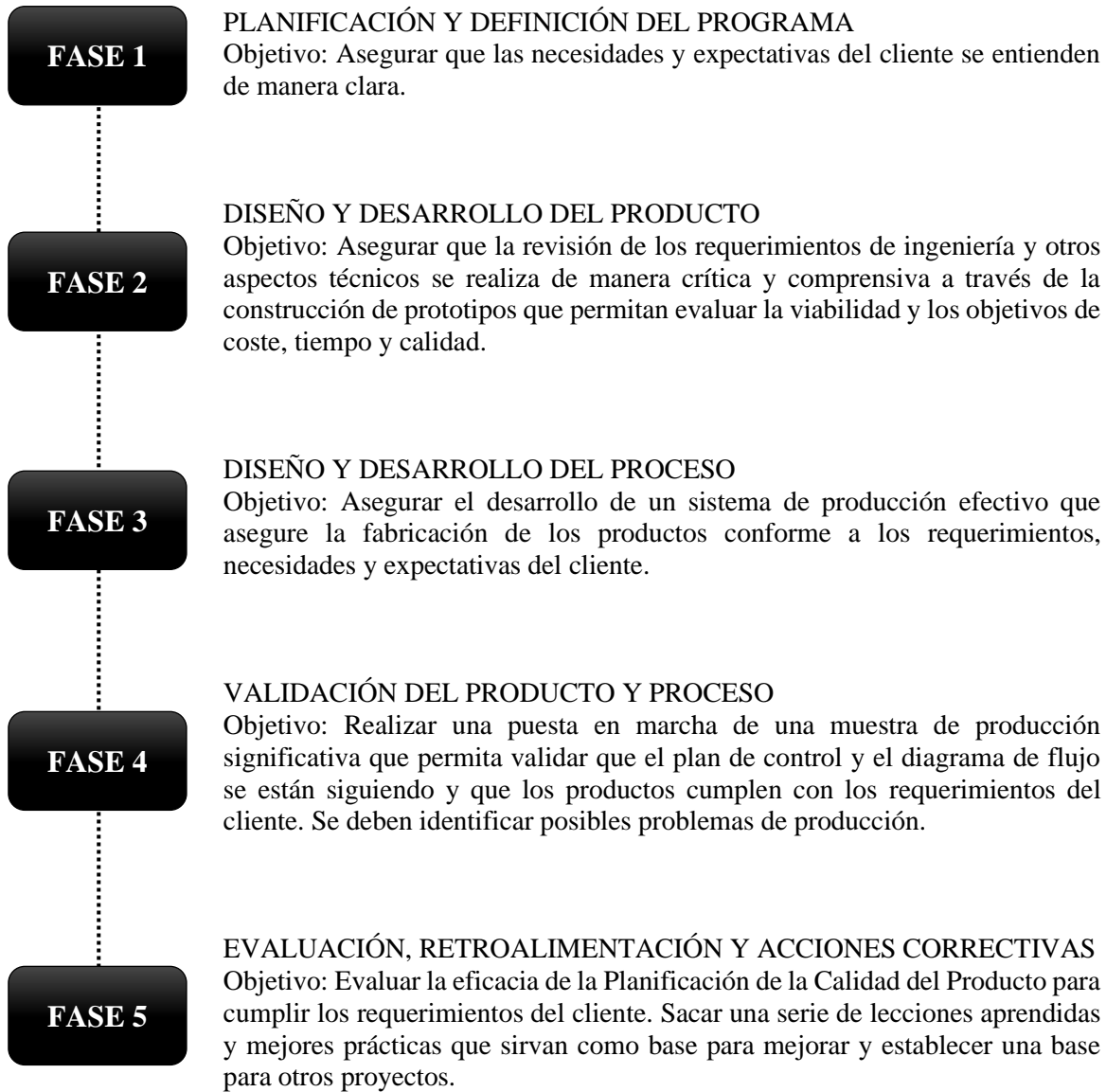
- Variación Reducida ¹
- Mejora de la Satisfacción del Cliente
- Entrega y Servicio Mejorados
- Lecciones Aprendidas y Mejores Prácticas

(AIAG, 2008a)

¹ Debe realizarse un análisis y acciones correctivas para comprender las causas de la variación del proceso y reducirla con el objetivo de mejorar la calidad y reducir los costes.

2.3.7. Resumen de las Fases

Podemos resumir cada una de las fases de la Planificación de la Calidad del Producto con los siguientes aspectos claves:



2.4 Herramientas del Proceso APQP

En este apartado se enumeran las herramientas más importantes que conforman la metodología de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) y se detallan una serie de pautas a seguir para su elaboración.

2.4.1. Plan de Control

Una parte muy importante del proceso de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) es el desarrollo de un plan de control. El plan de control es un documento dinámico que es aplicable a una gama muy amplia de procesos y tecnologías de fabricación.

Tiene como propósito ayudar a la fabricación de productos de calidad que cumplan con los requisitos, necesidades y expectativas del cliente. Con este fin, el plan de control aporta un enfoque estructurado para el diseño, selección e implementación de métodos de control de valor añadido para el sistema. (AIAG, 2008a)

El Plan de Control es una herramienta que se utiliza para definir las operaciones, los procesos, el material, el equipo, las metodologías y las características especiales para controlar la variación en las características clave del producto o proceso dentro del proceso de fabricación. (Stamatis, 2015)

Describe las acciones requeridas para cada fase del proyecto, los métodos de control y los sistemas de medición necesarios, incluyendo las características de calidad que son críticas y necesitan ser controladas y define una serie de medidas preventivas a seguir para asegurar la calidad del producto. A través del plan de control se consigue reducir la variación del producto y proceso y satisfacer los requisitos especificados por el cliente. Hay que tener en cuenta que el plan de control sustituye a los procedimientos o instrucciones de trabajo, sino que actúa como complemento.

Cada plan de control es único para el proceso para el que se diseña, pudiendo ser aplicado a un grupo o familia de productos que compartan el mismo proceso con los mismos recursos. A estos planes de control pueden adjuntarse dibujos u otras imágenes visuales que sirvan de ayuda para la comprensión. (AIAG, 2008a)

Los planes de control se utilizan durante todo el ciclo de vida del producto, desde el inicio del proyecto. En las fases iniciales sirve para detallar los controles necesarios para los procesos que serán necesarios durante la producción para garantizar la calidad de los productos.

Los planes de control proporcionan una descripción resumida por escrito de los sistemas utilizados para minimizar la variación de los productos. La AIAG (Automotive Industry Action Group) propone unos formatos que pueden utilizarse como plan de control con la información mínima que debería ser incluida en los mismos.

2.4.1.1 Beneficios del Plan de Control

El plan de control se elabora con el fin de conseguir una serie de beneficios tanto para el cliente como para las organizaciones. Estos beneficios abarcan la calidad, la satisfacción del cliente y la comunicación.

BENEFICIOS EN CALIDAD

- Asegura la revisión de todas las características del producto o proceso
- Proporciona una secuencia estructurada de las inspecciones necesarias
- Ayuda a distinguir las características especiales
- Proporciona una evaluación exhaustiva del producto y proceso
- Identifica y detalla los métodos de control a seguir, la cantidad de muestra, la frecuencia...

BENEFICIOS PARA EL CLIENTE

- Enfoca los recursos a las características que son más importantes para el cliente
- Ayuda a reducir los costes sin sacrificar la calidad
- Asegura la calidad de los productos conforme a los requisitos del cliente

BENEFICIOS EN COMUNICACIÓN

- Identifica y comunica los cambios en las características del producto o proceso
- Mejora la comunicación entre ingeniería, calidad y fábrica y la comprensión de los requisitos necesarios para cada uno de los controles

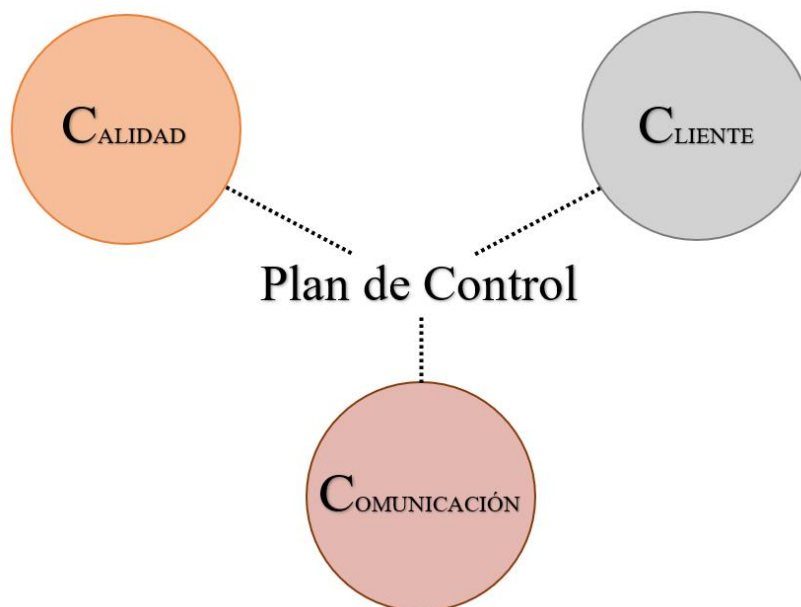


Figura 2.12 Beneficios del Plan de Control. Fuente: *Elaboración propia*

2.4.1.2 Elaboración de un Plan de Control

Para elaborar un plan de control existen muchas plantillas que podemos utilizar como base para detallar todas las medidas necesarias para nuestro proceso a controlar. Tenemos que tener en cuenta toda la información disponible a nuestra mano como es:

- Diagrama de Flujo del Proceso
- Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Producto o Proceso (DFMEA y PFMEA)
- Análisis de Causa y Efecto
- Características Especiales
- Información Histórica y Lecciones aprendidas
- Conocimiento del Proceso por Parte del Equipo
- Revisiones de Diseño
- Métodos de Optimización de la Calidad
- Información Estadística

No hay que olvidar que los requisitos del cliente son los que tienen que guiar en todo momento el diseño del plan de control, la satisfacción del cliente es el objetivo máximo de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto.

Para que el Plan de Control sea elaborado de manera exitosa, hay que tener en cuenta a todas las partes interesadas; esto incluye, además del cliente, a proveedores y fábricas y departamentos afectados que tendrán que validar también el plan de control una vez elaborado.

2.4.1.3 Partes que componen el Plan de Control

En la **Figura 2.13** podemos visualizar las partes que componen el plan de control que propone la AIAG (Automotive Industry Action Group) que son las siguientes:

1. Prototipo / Pre-lanzamiento / Producción (Indicar el caso)
2. Número de referencia del Plan de Control
3. Referencia de la pieza o sistema a controlar
4. Nombre y descripción de la pieza o sistema a controlar
5. Planta de fabricación a la que pertenece el Plan de Control
6. Código de la planta de fabricación
7. Información de contacto del responsable del Plan de Control
8. Responsables del Plan de Control
9. Fecha de validación del Plan de Control en la Planta de Fabricación
10. Fecha de creación del Plan de Control
11. Fecha de la última modificación del Plan de Control
12. Fecha de validación del Plan de Control por parte de la Ingeniería
13. Fecha de validación del Plan de Control por parte del Cliente
14. Otras validaciones
15. Referencia de las piezas o procesos implicados
16. Nombre y descripción del proceso
17. Equipos implicados (máquinas, útiles...)
18. Número de la característica a controlar
19. Producto al que corresponde la característica a controlar
20. Proceso al que corresponde la característica a controlar
21. Clasificación especial de la característica (importancia)
22. Especificaciones del producto o proceso y tolerancias a controlar
23. Técnica de medición utilizada
24. Tamaño de la muestra y frecuencia
25. Método de control ¹
26. Plan de reacción ²

(AIAG, 2008a)

¹ El método de control es un elemento crítico que condiciona la efectividad del plan de control. Contiene una descripción de cómo será controlada la operación y se determina en función del tipo de proceso y los riesgos que conlleva una no conformidad de esa característica.

² El plan de reacción especifica las acciones correctivas que se deben tomar para evitar producir piezas no conformes. Suelen ser responsabilidad del operario o supervisor del proceso, el cual debe estar identificado en el plan de control.

2.4.2. PPAP (Production Part Approval Process)

Las siglas PPAP (Production Part Approval Process) hacen referencia al Proceso de Aprobación de Piezas para la Producción, el cual está englobado dentro de la metodología APQP y tiene como objetivo garantizar la calidad del material fabricado y que éste cumpla con los requisitos y las expectativas del cliente.

El Proceso de Aprobación de Piezas para la Producción (PPAP) tiene lugar en una de las últimas etapas del proceso APQP, la Etapa 4, validación del producto y proceso. Consiste en un conjunto de informes y entregables organizados de manera estructurada que evidencian la capacidad de la empresa para fabricar el producto de manera consistente y acorde a las necesidades y requerimientos del cliente.

PPAP es un estándar automotriz utilizado para reducir formalmente los riesgos antes al lanzamiento del producto o servicio de una manera orientada al equipo utilizando distintas herramientas y técnicas. El propósito es proporcionar evidencia de que la organización comprende correctamente todos los requisitos y especificaciones de diseño del cliente y demostrar que el proceso de fabricación tiene el potencial de producir un producto que cumple consistentemente con todos los requisitos durante un ciclo de producción real a la tasa de producción cotizada. (Stamatis, 2015)

2.4.2.1 Niveles de clasificación del PPAP

La organización debe presentar los requerimientos del proceso PPAP detallados en el apartado 2.4.2.2 clasificados según los niveles contemplados a continuación:

- NIVEL 1: Únicamente se envían las garantías al cliente.
- NIVEL 2: Garantías con muestras del producto y envío de datos limitado al cliente.
- NIVEL 3: Garantías con muestras del producto y envío completo de datos al cliente.
- NIVEL 4: Garantías y otros requisitos definidos por el cliente.
- NIVEL 5: Garantías con muestras de productos y datos revisados en la planta de fabricación.

(AIAG, 2006)

2.4.2.2 Requerimientos del proceso PPAP

La realización de un Proceso de Aprobación de Piezas para la Producción (PPAP) cubre los siguientes 18 elementos:

- Registros de diseño (Con la composición de materiales de las piezas)
- Autorización de intercambio de documentos de Ingeniería
- Aprobación de la Ingeniería por parte del cliente
- Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA)
- Diagrama de Flujos del Proceso
- Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (PFMEA)
- Plan de Control
- Estudios de los Sistemas de Medición
- Resultados Dimensionales ¹
- Registros de Materiales / Resultados de Test (Para cada una de las piezas)
- Estudios Iniciales de los Procesos (Índices de calidad, criterios de aceptación...)
- Documentos de laboratorio
- Informe de Aprobación de Apariencia (AAR) ²
- Piezas de Producción de Muestra
- Muestra Maestra ³
- Comprobación de ayudas
- Requerimientos específicos del cliente
- Garantía de Emisión de Piezas o Part Submission Warrant (PSW)

(AIAG, 2006)

Este proceso de Aprobación de Piezas para la Producción (PPAP) debe hacerse con la puesta en marcha de una muestra significativa de la producción, de donde se podrán extraer las muestras requeridas. Estas muestras de producción deben escogerse entre 1h y 8h de producción y con un mínimo de 300 piezas consecutivas para que sean válidas, a no ser que el cliente especifique otros requerimientos.

¹ Evidencias de que se han realizado las verificaciones dimensionales de los registros de diseño y el Plan de Control ha sido completado y aprobado con los requerimientos especificados.

² El Informe de Apariencia (AAR) Verifica que el cliente ha inspeccionado el producto final y asegurado que cumple todos los requerimientos estéticos de las especificaciones de diseño, esto incluye cuestiones relativas al color, textura, etc.

³ La organización debe conservar una muestra maestra durante el periodo de realización del Proceso de Aprobación de Piezas para la Producción (PPAP).

<i>Requirement</i>	Submission Level				
	<i>Level 1</i>	<i>Level 2</i>	<i>Level 3</i>	<i>Level 4</i>	<i>Level 5</i>
1. Design Record	R	S	S	*	R
- for proprietary components/details	R	R	R	*	R
- for all other components/details	R	S	S	*	R
2. Engineering Change Documents, if any	R	S	S	*	R
3. Customer Engineering approval, if required	R	R	S	*	R
4. Design FMEA	R	R	S	*	R
5. Process Flow Diagrams	R	R	S	*	R
6. Process FMEA	R	R	S	*	R
7. Control Plan	R	R	S	*	R
8. Measurement System Analysis Studies	R	R	S	*	R
9. Dimensional Results	R	S	S	*	R
10. Material, Performance Test Results	R	S	S	*	R
11. Initial Process Studies	R	R	S	*	R
12. Qualified Laboratory Documentation	R	S	S	*	R
13. Appearance Approval Report (AAR), if applicable	S	S	S	*	R
14. Sample Product	R	S	S	*	R
15. Master Sample	R	R	R	*	R
16. Checking Aids	R	R	R	*	R
17. Records of Compliance	R	R	S	*	R
With Customer-Specific Requirements					
18. Part Submission Warrant (PSW)	S	S	S	S	R
Bulk Material Checklist (see 4.1 above)	S	S	S	S	R

S = The organization shall submit to the customer and retain a copy of records or documentation items at appropriate locations.

R = The organization shall retain at appropriate locations and make available to the customer upon request.

* = The organization shall retain at appropriate locations and submit to the customer upon request.

Figura 2.14 Normativa de retención de los Requerimientos. Fuente: (AIAG, 2006)

2.4.2.3 Estados del PPAP

Dentro del Proceso de Aprobación de Piezas para la Producción (PPAP) encontramos varios estados posibles:

- **APROBADO:** La pieza o producto cumple todos los requisitos del cliente. El proveedor queda autorizado a enviar producción de la pieza.
- **PERMISOS DE APROBACIÓN:** Envío de piezas por un tiempo limitado de 90 días o por cantidad de piezas. Se deben especificar acciones correctivas para lograr la aprobación total tras el periodo de tiempo especificado.
- **RECHAZADO:** Significa que la pieza o el producto no cumple con los requisitos del cliente. Se deben realizar test funcionales en la planta de fabricación antes de que el proveedor comience con la fabricación.

(Stamatis, 2015)

2.4.2.4 PSW (Part Submission Warrant)

La Garantía de Emisión de Partes o Part Submission Warrant (PSW) es la garantía que se le entrega al cliente que asegura que el producto o la pieza cumple con los requisitos establecidos en los planos de ingeniería y es considerado un documento legal.

El PSW resume todo el paquete del proceso PPAP en un único documento y debe ser utilizado tanto para las piezas y productos nuevos como para pequeñas modificaciones en cualquiera de las piezas del producto. Es la firma que verifica que el PPAP se ha seguido correctamente. (Stamatis, 2015)

El documento PSW que podemos observar en la **Figura 2.15**, disponible en la siguiente página, incluye la siguiente información:

- Información de la Pieza
- Información de la Empresa que va a fabricar la pieza.
- Información del Proveedor
- Informe de los Materiales
- Motivo de la Solicitud del PSW
- Nivel Solicitado
- Resultados de los Test Funcionales y de Apariencia
- Declaración
- Firma

Part Submission Warrant

Part Name _____		Cust. Part Number _____	
Shown on Drawing No. _____		Org. Part Number _____	
Engineering Change Level _____		Dated _____	
Additional Engineering Changes _____		Dated _____	
Safety and /o Government Regulation <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		Purchase Order No. _____	Weight (kg) _____
Checking Aid No. _____		Checking Aid Engineering Change Level _____	Dated _____
ORGANIZATION MANUFACTURING INFORMATION		CUSTOMER SUBMITTAL INFORMATION	
Supplier Name & Supplier / Vendor Code _____		Customer Name / Division _____	
Street Address _____		Buyer / Buyer Code _____	
City _____	Region _____	Postal Cc Country _____	Application _____
MATERIAL REPORTING			
Has customer -required Substances of Concern information been reported ?. <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> n/a			
Submitted by IMDS or other customer format: _____			
Are polymeric parts identified with appropriate ISO marking codes? <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> n/a			
REASON FOR SUBMISSION (Check at least one)			
<input type="checkbox"/> Initial Submission	<input type="checkbox"/> Change to Optional Construction or Material		
<input type="checkbox"/> Engineering change(s)	<input type="checkbox"/> Sub-Supplier or Material Source Change		
<input type="checkbox"/> Tooling: Transfer, Replacement, Refurbishment, or additional	<input type="checkbox"/> Change in Part Processing		
<input type="checkbox"/> Correction of Discrepancy	<input type="checkbox"/> Parts Produced at Additional Location		
<input type="checkbox"/> Tooling Inactive > than 1 year	<input type="checkbox"/> Other - please specify _____		
REQUESTED SUBMISSION LEVEL (Check one)			
<input type="checkbox"/> Level 1 - Warrant only (and for designated appearance items, an Appearance Approval Report) submitted to customer.			
<input type="checkbox"/> Level 2 - Warrant with product samples and limited supporting data submitted to customer.			
<input type="checkbox"/> Level 3 - Warrant with product samples and complete supporting data submitted to customer.			
<input type="checkbox"/> Level 4 - Warrant and other requirements as defined by customer.			
<input type="checkbox"/> Level 5 -Warrant with product samples and complete supporting data reviewed at organization's manufacturing location.			
SUBMISSION RESULTS			
The results for <input type="checkbox"/> dimensional measurements <input type="checkbox"/> material and functional tests <input type="checkbox"/> appearance criteria <input type="checkbox"/> statistical process package			
These results meet all design record requirements: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No (If "No" - Explanation Required)			
DECLARATION			
I affirm that the samples represented by this warrant are representative of our parts, which were made by a process that meets all Production Part Approval Process Manual 4rd Edition Requirements. I further warrant that these samples were produced at the production rate of _____/_____ hours. I also certify that documented evidence of such compliance is on file and available for review. I have noted any deviations from this declaration below.			
EXPLANATION / COMMENTS: _____			
Is each Customer Tool properly tagged and numbered? <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> n/a			
Organization Authorized Signature _____		Date _____	
Print Name _____	Phone No. _____	FAX No. _____	
Title _____	E-mail _____		
FOR CUSTOMER USE ONLY (IF APPLICABLE)			
Part Warrant Disposition <input type="checkbox"/> Approved <input type="checkbox"/> Rejected <input type="checkbox"/> Other			
Customer Signature _____		Date _____	
Print Name _____		Customer Tracking Number (optional) _____	

MV0122-AIAG Part Submission Warrant Rev 4 - CFG-1000-A

Figura 2.15 Part Submission Warrant (PSW). Fuente: (AIAG, 2006)

2.4.3. FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)

El Análisis de Modos de Fallos y Efectos (AMFE) o en inglés Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) es una metodología analítica que se utiliza para garantizar que los problemas potenciales han sido considerados y abordados a lo largo del proceso de desarrollo del proceso de Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP).

Como resultado obtenemos la documentación de los conocimientos de los equipos multifuncionales. Parte de esta evaluación es el análisis y valoración del riesgo, es importante que se realice un debate sobre el diseño de los productos y procesos, la revisión de las funcionalidades y cambios en la aplicación. (AIAG, 2008b)

Cada FMEA debe garantizar que se preste atención a cada componente del producto y que éstos se prioricen según aspectos de criticidad y seguridad. Es muy importante que esta herramienta se use antes de la implementación de un producto o proceso en el que exista un fallo potencial. Un análisis FMEA exhaustivo hecho con anterioridad puede ahorrar muchos costes derivados de los cambios que se darían si esos fallos ocurriesen.

El DFMEA, específico de diseño, idealmente debe iniciarse en las primeras etapas del proceso de diseño y el PFMEA, específico de procesos, antes del desarrollo de los equipos y el utillaje necesario para la fabricación. Estos documentos cambian a lo largo de las distintas fases de APQP y pueden utilizarse para la resolución de problemas. (AIAG, 2008b)

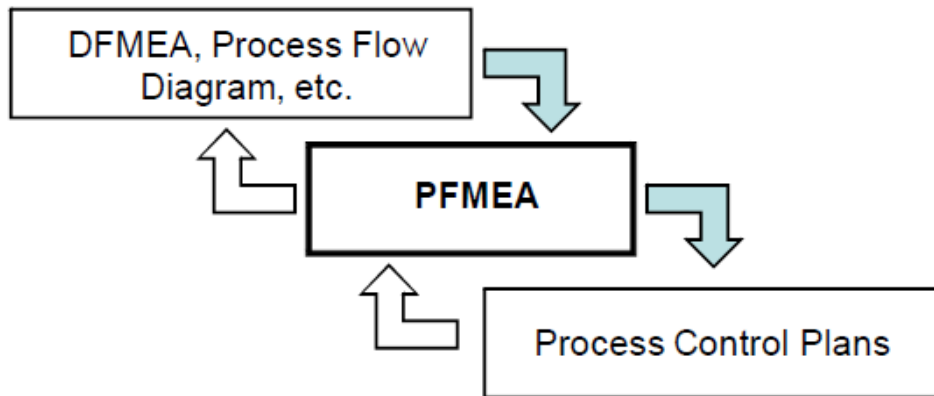


Figura 2.16 Information Interrelationship Flow. Fuente: (AIAG, 2008b)

2.4.3.1 Plantillas básicas DFMEA y PFMEA

A continuación, podemos ver las plantillas más básicas que la Automotive Industry Action Group (AIAG) propone para desarrollar el Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA) y el Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (PFMEA).

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (PROCESS FMEA)

FMEA Number _____

Page _____ of _____

Prepared By: _____

FMEA Date (Orig.) _____

Item: _____

Process Responsibility _____

Model Year(s)/Program(s): _____

Key Date _____

Core Team _____

Process Step / Function Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls	Current Process Controls	RPN	Detection	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results						
													Actions Taken & Effective Date	Severity	Occurrences	Detection	RPN		

PFMEA Form A

Figura 2.18 Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (PFMEA). Fuente: (AIAG, 2008b)

2.5 Análisis del Proceso APQP

En este apartado se analizarán detalladamente cuáles son los principales puntos fuertes y puntos débiles del proceso de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) con el fin de obtener nuevas oportunidades y puntos de partida para mejorar y/o complementarla donde sea necesario con otras metodologías y herramientas de la Dirección de Proyectos.

2.5.1. Fortalezas

La metodología Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) apoya la búsqueda de la mejora continua de los productos y los procesos de forma interminable. Algunos de los puntos fuertes de APQP son los siguientes:

REDUCE LA COMPLEJIDAD DE LA PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO

Gracias a esta metodología se consigue ensalzar la Calidad en el proceso de la gestión de nuevos proyectos, convirtiéndola en un pilar central en el que se apoyan el resto de los procesos de planificación de proyectos. Gracias a las herramientas que incorpora esta metodología, se consigue crear un proceso bastante estandarizado que hace mucho más simple algo tan complejo como es la gestión de la calidad.

ASIGNA Y DIRIGE RECURSOS PARA SATISFACER AL CLIENTE

Según la filosofía de la metodología APQP, el Cliente es el Stakeholder más importante y por ello centra todos los esfuerzos en satisfacer sus necesidades y requerimientos, aportando valor siempre que haya oportunidad y mejorando los procesos internos. APQP consigue que las empresas alineen los objetivos estratégicos con las necesidades de los clientes; además, dirige los recursos distinguiendo los elementos triviales de los vitales.

FOMENTA LA IDENTIFICACIÓN ANTICIPADA DE CAMBIOS

Fomenta la identificación anticipada de posibles cambios y fallos, estableciendo planes de prevención y control e integrándolos en el proceso. De este modo se consiguen evitar cambios a última hora que retrasen los proyectos, generando sobrecostes y malas sensaciones a los clientes, tanto internos como externos de la organización.

CONSIGUE PRODUCTOS DE CALIDAD AL MÍNIMO COSTO CUMPLIENDO LOS PLAZOS

Gracias a la integración de la gestión de los plazos con la gestión de la calidad, APQP logra unir objetivos y metas estructurando con fases y entregables todo el proceso, creando un sistema de seguimiento universal que compromete a todos los miembros de la empresa, que deben aportar su granito de arena para que el proyecto salga adelante.

ENTREGABLES DEFINIDOS PARA CADA ETAPA

La definición de etapas y entregables hace de esta metodología una metodología fácil de aprender y aplicar por parte de la empresa y los proveedores, que siempre siguen el mismo proceso, independientemente del producto a desarrollar.

BÚSQUEDA DE LA MEJORA CONTINUA

Tanto la metodología completa APQP como cada una de las etapas que la conforman siguen un ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) o ciclo de Deming, aplicando la mejora continua a cada uno de los productos y procesos de la empresa. La quinta fase del proceso APQP es una fase específica de lecciones aprendidas con el objetivo de comunicar los aprendizajes a la organización y mejorar los procesos y estándares establecidos. (Stamatis, 2015)

FOMENTA Y MEJORA LA COMUNICACIÓN

Una de las fortalezas más destacable de esta metodología es la Comunicación. APQP consigue, haciendo necesaria la participación de todos los involucrados en la planificación de la calidad del producto, que haya una comunicación efectiva entre las partes involucradas. Esto también es gracias al uso de un APQP común para las empresas, sus proveedores y sus clientes.

DEFINE ROLES Y RESPONSABILIDADES

Cada uno de los entregables de cada una de las fases debe tener un responsable y ejecutor, de modo que las tareas queden totalmente definidas y claras para todos los involucrados, lo que agiliza el proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos reduciendo significativamente los costes y los tiempos de los proyectos.

2.5.2. Debilidades

Aunque APQP sea una metodología muy utilizada y con muchos puntos fuertes, también posee algunas debilidades y carencias como son las siguientes:

ENFOQUE EXCLUSIVO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Aunque esto puede ser una ventaja para el sector de la automoción, esta metodología creada por las grandes empresas de automoción queda limitada debido a su alta especialización dentro del sector mencionado, reduciendo sus posibilidades de adaptación a otros sectores que difieran mucho de éste que normalmente prefieren otro tipo de metodologías menos específicas o más adaptadas a su sector.

NO TIENE NINGUNA HERRAMIENTA DE SEGUIMIENTO

Pese a que APQP sí que establece una serie de hitos y plazos para cada una de las fases y los entregables establecidos en la metodología, no tiene ninguna herramienta para el seguimiento del desarrollo de cada una de las fases y actividades y tampoco de la evolución del proyecto.

NO CONTEMPLA ACTIVIDADES CRÍTICAS EN LA PLANIFICACIÓN

La Planificación de las Fases y cada una de las actividades no contempla la duración de las actividades y, por tanto, su criticidad. Esto hace que no sea posible realizar un correcto seguimiento del desarrollo del proyecto ni establecer planes de acción preventivos para estas actividades que, de retrasarse, pondrían en riesgo la entrega del proyecto dentro de los plazos establecidos con la organización y el cliente.

NO ABARCA LA MONITORIZACIÓN DE COSTOS

Una de las carencias más significativas de APQP es la ausencia de algún sistema que abarque la monitorización de costos, de modo que se asegure el control de los costos y de la financiación a lo largo de todo el proyecto.

NO EXISTE UNA GESTIÓN DE INTERESADOS

La metodología APQP, pese a centrar todos sus esfuerzos en satisfacer las necesidades y expectativas del cliente, carece de un plan de gestión de interesados que involucre a los Stakeholders internos de la propia organización. Esto hace que no se tengan en cuenta Stakeholders muy importantes que pueden llegar a ser clave en el desarrollo de los proyectos.

NO SE CONTEMPLA LA GESTIÓN DE RIESGOS

APQP no incluye dentro de sus procedimientos, ningún estándar ni ninguna pauta para realizar una gestión de los riesgos del proyecto. En la práctica, las empresas se buscan el estándar que más se les adecúe a sus proyectos para realizar la identificación y categorización de los riesgos, pero se hace como un proceso externo a la metodología APQP.

PLANIFICACIÓN DE PRODUCTO Y PROCESO, PERO NO COMO PROYECTO

Aunque es cierto que APQP sí que realiza una exhaustiva planificación de los productos y los procesos, no lo hace con los proyectos completos, sino que se centra demasiado en el propio Producto y Proceso, planificando todo entorno a ellos. APQP carece de una visión de planificación propia de la Dirección de Proyectos.

NO HAY ESTANDAR PARA LA FASE 5

La última fase de APQP, Fase 5: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas, no propone ningún procedimiento o herramienta estándar ni ninguna plantilla para la realización de las evaluaciones, retroalimentación, listado de acciones correctivas o lecciones aprendidas de los proyectos. Esto es necesario para poder capturar, retener y aplicar los conocimientos adquiridos durante el proyecto la realización de proyectos futuros.

CARECE DE PLAN DE COMUNICACIONES INTERNO

Aunque una de las mayores Fortalezas de la metodología APQP es fomentar y mejorar las comunicaciones, haciendo partícipes a todos los Stakeholders en la Planificación de la Calidad del Producto, no define ningún estándar ni ninguna pauta de cómo deben realizarse estas comunicaciones en las organizaciones, de modo que pueden variar dependiendo de la empresa en la que se aplique la metodología e incluso de cada una de las fábricas de la organización.

ROLES Y RESPONSABILIDADES INTERNOS NO DEFINIDOS

El rol de cada empleado dentro de las organizaciones en las que se implanta esta metodología no está bien definido en el manual de APQP. En la práctica son metodologías tan integradas en la gestión diaria de las organizaciones que los roles se han ido definiendo por sí solos, pero no se ha llegado a definir ningún tipo de matriz de roles y responsabilidades para cada empleado o área funcional de las empresas.

2.5.3. Conclusiones

El sistema de Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) es un sistema con una gran cantidad de puntos fuertes que hacen que sea un éxito y se utilice en la mayoría de las empresas de automoción e incluso alguna de otros sectores similares como el aeroespacial.

Centrar todos los esfuerzos en la satisfacción del cliente asegura el éxito de los proyectos ya que asegura que las necesidades y los requisitos del cliente sean correctamente comprendidos y se tienen en cuenta en cada una de las fases y procesos del diseño y desarrollo de los proyectos.

No obstante, las grandes carencias de esta metodología de Planificación Avanzada de la Calidad del Producto en cuanto a gestión de plazos y costes, considerando cada una de las fases y actividades por separado y valorando su criticidad hace que sea necesario complementar esta metodología con otras metodologías o herramientas que aporten esta visión tan necesaria y permitan una gestión de los proyectos más exhaustiva y detallada.

Capítulo 3 ANPQP

En este capítulo se introducirá la variación de la metodología APQP adoptada por la Alianza Renault-Nissan denominada Alliance New Product Quality Procedure ANPQP y se explicarán el propósito, el alcance y las principales características de esta.

3.1 Definición, propósito y alcance

El procedimiento Alliance New Product Quality Procedure (ANPQP) fue desarrollado por la alianza Renault-Nissan con vistas a cubrir las actividades de gestión de la calidad y definir los requisitos que la Alianza impone a sus proveedores. Abarca desde la fase inicial de planificación de los proyectos hasta la el final de la vida útil de los productos.

Este procedimiento estándar se aplica a todos los proveedores externos de piezas de vehículos, módulos ensamblados (cabina, paneles delanteros/traseros/laterales, etc.), piezas/conjuntos mecánicos y piezas de recambio (para servicios posventa). El estándar ANPQP también puede aplicarse a proveedores externos de materiales y/o a proveedores internos de la empresa que fabriquen piezas para la producción.

El propósito es especificar las actividades y responsabilidades por las que son requeridos los proveedores de la alianza, que deben ser garantizadas por los mismos:

- Desarrollo de nuevos productos.
- Gestión de todos los aspectos de la producción a volumen completo.
- Lograr los objetivos de calidad fijados, costes y necesidades y expectativas del cliente.

3.1.1. Política de la Alianza Renault-Nissan

La Alianza Renault-Nissan establece una serie de requisitos y pautas necesarias que todos sus proveedores deberán cumplir para poder suministrar sus productos a la Alianza. Estos requisitos son los siguientes:

- Se espera que los proveedores proporcionen productos que cumplan o superen los objetivos de calidad, coste y entrega de la Alianza Renault-Nissan.
- Los proveedores deben cumplir con todos los requisitos de la norma ISO/TS 16949.
- Renault-Nissan puede auditar los Sistemas de Gestión de la Calidad de los proveedores en cualquier momento utilizando las herramientas de evaluación de la Alianza.
- Los proveedores deberán aplicar ANPQP de forma rigurosa.
- Se espera que los proveedores apliquen los requisitos de ANPQP también a sus propios proveedores.

3.2 Fases de ANPQP

El estándar ANPQP comprende, al igual que la metodología APQP, 5 fases. Estas fases están ligadas a los hitos del proyecto, denominados jalones. Además de las 5 fases, ANPQP se divide en 11 categorías que se reparten dentro de las fases y a su vez, estas categorías se dividen en 25 actividades específicas a desarrollar. Cada actividad está estructurada para englobar todos los requerimientos de los proveedores. Las 5 fases y 11 categorías son las siguientes:

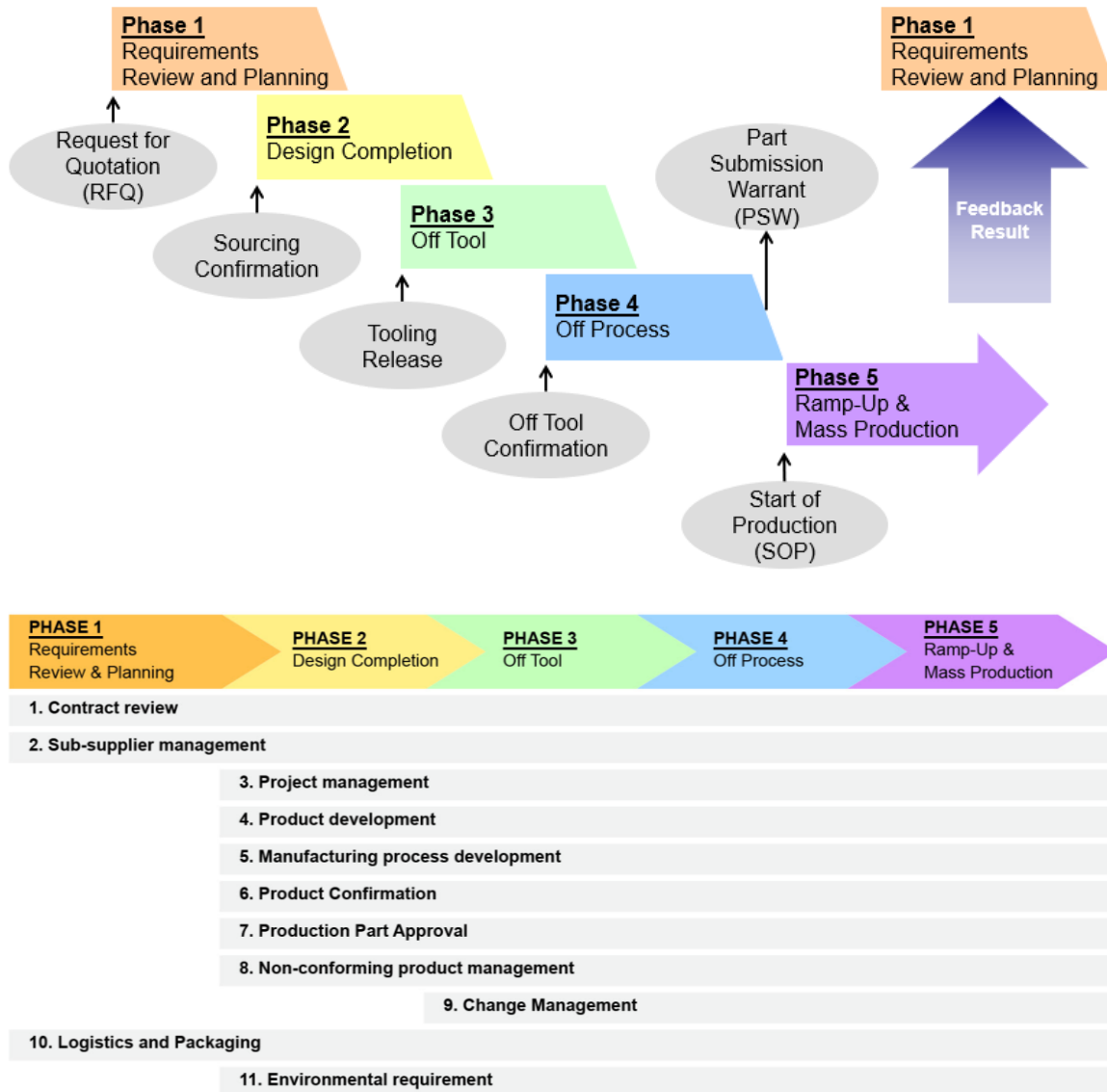


Figura 3.1 Fases del proceso ANPQP. Fuente: Fuente Interna del Grupo Renault

Cada una de las fases del estándar implantado por la Alianza Renault-Nissan, el Alliance New Product Quality Procedure (ANPQP), tiene un objetivo definido y un resultado que se desea obtener por parte de la organización:

FASE 1: Revisión de los Requisitos y Planificación

- **Objetivo:** Selección de los proveedores.
- **Resultado:** Compromiso de los proveedores con el cumplimiento de los objetivos de calidad, coste y plazos de entrega.
- **Requisitos:** Todos los proveedores, seleccionados o no, tienen que comprometerse con el cumplimiento de estos requisitos, mostrando de qué manera van a alcanzarlos.

FASE 2: Finalización del Diseño

- **Objetivo:** Completar el diseño del producto final definitivo y definir el utillaje necesario para la producción del nuevo modelo.
- **Resultado:** Puesta en marcha de una muestra de producción y del utillaje.
- **Requisitos:** El proveedor debe estudiar en detalle el diseño asociado en esta fase y demostrar que el producto será viable de acuerdo con los objetivos del Grupo Renault.

FASE 3: Desarrollo de las Herramientas de Producción Definitivas

- **Objetivo:** Completar el desarrollo del utillaje de producción definido en la fase anterior.
- **Resultado:** Obtener el utillaje definitivo necesario para la producción en serie y confirmar las condiciones de trabajo necesarias para su utilización.
- **Requisitos:** Especificaciones técnicas por parte de Ingeniería y realizar los pedidos de los utillajes por parte de Compras. Los primeros prototipos se realizan utilizando condiciones de proceso representativas de las condiciones de la producción en serie previstas.

FASE 4: Instalación del Proceso de Fabricación

- **Objetivo:** Completar el desarrollo del producto y proceso.
- **Resultado:** Confirmación de la capacidad del proceso de fabricación para cumplir con los objetivos establecidos por el Grupo Renault en condiciones de volumen total y aprobación de piezas para la producción (PPAP).
- **Requisitos:** Se deben instalar controles en la planta de producción para el nuevo modelo y la puesta a punto de los utillajes y las herramientas para la producción en serie.

FASE 5: Aumento de la Capacidad de Producción y Fabricación en Serie

- **Objetivo:** Gestionar las actividades de la puesta en marcha de la producción, supervisar y optimizar el rendimiento del proceso, identificar y resolver rápidamente las no conformidades y gestionar las modificaciones del producto y del proceso.
- **Resultado:** Obtener un suministro consistente del producto que cumpla con todos los requisitos establecidos por el Grupo Renault.
- **Requisitos:** Para el comienzo de esta fase, es necesario haber firmado el PSW (Part Submission Warrant) al final de la fase anterior.

3.3 Aplicación de ANPQP

La planificación específica de cada proyecto con respecto a las fases del ANPQP debe confirmarse con el director de proyectos de Renault-Nissan.

ANPQP forma un bucle de proceso completo, lo que significa que los resultados recogidos durante las 5 fases de un proyecto deben utilizarse como información de retorno y datos de entrada para la fase 1 del siguiente proyecto.

El estándar ANPQP se divide en 11 categorías que se reparten entre las 5 fases. Estas categorías se dividen en 25 actividades distintas. Cada actividad está estructurada para contener la siguiente información:

- Motivo de la actividad
- Contenido de la actividad
- Planificación
- Documentos de salida (entregables)
- Requisitos específicos de cada fábrica de Renault-Nissan
- Notas con información adicional

Cada documento de salida está sujeto a una Instrucción de Finalización de Documentos (DCI). Estas instrucciones explican los puntos clave y los requisitos mínimos de contenido que debe contener cada documento.

El Proveedor está obligado a realizar todas las actividades y a presentar los documentos esperados tal y como se describe en el proceso ANPQP. El idioma oficial es el inglés por defecto, a menos que los equipos de Renault-Nissan que recibirán el documento especifiquen lo contrario.

Los requisitos de presentación de documentos se determinan de acuerdo con el nivel de riesgo indicado en ANPQP y definido por Renault-Nissan, que se determina en función de los riesgos asociados al producto, proceso o proveedor. Existen 3 niveles de riesgo: Alto, Medio o Bajo. La determinación del nivel de riesgo por parte de Renault-Nissan se basa en factores como:


- La importancia del producto
- El rendimiento de la calidad del proveedor
- La innovación del producto
- La innovación del proceso

El nivel de riesgo puede cambiar a lo largo del ciclo de vida del proyecto. El Proveedor debe revisar y ajustar el nivel de riesgo con la Alianza Renault-Nissan cuando sea necesario.

Además, en los casos en los que el Proveedor suministre el mismo producto a más de un cliente de la Alianza, el requisito de presentación de la documentación se definirá conjuntamente entre los clientes y el Proveedor al inicio del desarrollo. Esta definición es válida de proyecto a proyecto e incluye las responsabilidades de la firma del cliente cuando sea aplicable.

3.3.1. Matriz ANPQP

La Alianza Renault Nissan ha desarrollado una Herramienta en forma de Matriz en la que se incluyen todos los documentos entregables en cada fase, diferenciando los obligatorios siempre y los que pueden ser requeridos de manera adicional. Incluye links a la Instrucción de Finalización de Documentos, las plantillas y un ejemplo que ayuden a la comprensión por parte de los proveedores. Podemos ver esta matriz a continuación:



Alliance New Product Quality Procedure
Version 3.2

Explanation of the Matrix

	Complete document	Submit document	Obtain approval
1	Must	Must	Must
2	Must	Must	NA
3	Must	If Renault/Nissan requests	NA
()	If Renault or Nissan requests or in case of any change according to "9. Change Management"		
	Document submission timing		
	Activity timing (Document to be submitted upon changes or Renault/Nissan requests)		

Category	Document Completion Instruction (DCI) & Output Document	DCI	Format	Example	Parts milestones	RFQ	nomination letter	Design release	Part Approval										
					Phase 1 Requirements Review and Planning			Phase 2 Design Completion			Phase 3 Off-Tool			Phase 4 Off-Process			Phase 5 Ramp-Up and Mass Production		
					L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
1. CONTRACT REVIEW					Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5										
1.1 Product and Process Concept Study	Product and Process Concept Proposal (PPCP)	DCI			2	2	2												
1.2 Product Quality and Reliability Management	Product Quality Target Study Plan (PQTSP)	DCI			2	2	2												
	Product Reliability Target Study Plan (PRTSP)	DCI			2	2	2												
2. SUB-SUPPLIER MANAGEMENT					Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5										
2.1 Sub-Supplier Management	Component Supply Chain Chart (CSCC)	DCI						(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	2	2	2			
	Sub-Supplier PSW or equivalent (SSPSW)	DCI											(2)	(2)	(2)				
3. PROJECT MANAGEMENT					Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5										
3.1 Identification of Project Team	Supplier Contact Directory (SCD)	DCI						2	2	2									
	Supplier Master Schedule (SMS)	DCI						2	2	2									
3.2 Project Planning and Production Preparation Monitoring	Supplier Production Preparation Monitoring Plan and Status Report (SPPMP/SR)	DCI						(2)	(2)	(2)	3	2	2	3	2	2			
	Production Capacity Plan (PCP)	DCI						1	1	1	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)			
3.3 Project Risk and Concern Management	Capacity Submission Warrant (CSW)	Renault DCI												1	1	1			
	Project Development Record (PDR)	DCI						3	3	3	3	3	3	3	3	3			
4. PRODUCT DEVELOPMENT					Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5										
4.1 Product and Process Design Review	Suppliers Internal DR Record (SIDRR)	DCI						3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	Full Process DR Record (FPDRR)	DCI							2		2			2			2		
	Quick DR Record (QDRR)	DCI						2			(2)			(2)			(2)		
4.2 Design Failure Mode and Effects Analysis	System Structure Diagram (SSD)	DCI						(2)	(2)	2									
	Function Block Diagram (FBD)	DCI						(2)	(2)	2									
	Design FMEA	DCI						(2)	(2)	2									
	Fault Tree Analysis (FTA)	DCI						(2)	(2)	(2)									
	Change List (CL)	DCI						(2)	2	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)		
4.3 Identification and Development of Special Characteristics and Key Features	DRBFM Work Sheet	DCI						(2)	2	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)		
	Hierarchical organization of product-process characteristics (HCPP)	Renault DCI						(2)	2	2									
	QA Table A	DCI						(2)	(2)	(2)									
4.4 Engineering Product Specifications / Drawing Study and Completion	Supplier Feasibility Commitment (SFC)	Renault DCI						2	2	2									
	QA Table B	DCI												(2)	(2)	(2)			
	Special Characteristics and Key Feature Diagram (SCKFD)	DCI						3	3	3	3	2	2	2	2	2	2		
4.5 Special Characteristics Management	Engineering Product Specifications and Engineering Drawings / CAD data	DCI						1	1	1									
	Supplier Recommendations (SR)	DCI						(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)						
4.5 Special Characteristics Management	Certificate of Certification (COC) / Conformity of Product (COP)	DCI												(2)	(2)	(2)	(2)		

Figura 3.2 Matriz ANPQP_1ªParte. Fuente: Fuente Interna del Grupo Renault



Alliance New Product Quality Procedure
Version 3.2

Explanation of the Matrix

	Complete document	Submit document	Obtain approval
1	Must	Must	Must
2	Must	Must	NA
3	Must	If Renault/Nissan requests	NA
()	If Renault or Nissan requests or in case of any change according to "9. Change Management"		
	Document submission timing		
	Activity timing (Document to be submitted upon changes or Renault/Nissan requests)		

Category	Document Completion Instruction (DCI) & Output Document	Parts milestones	RFQ			nomination letter			Design release			Part Approval								
			Phase 1 Requirements Review and Planning			Phase 2 Design Completion			Phase 3 Off-Tool			Phase 4 Off-Process			Phase 5 Ramp-Up and Mass Production					
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H			
5. MANUFACTURING PROCESS DEVELOPMENT																				
			Phase 1			Phase 2			Phase 3			Phase 4			Phase 5					
5.1 Process Failure Mode and Effect Analysis	Process FMEA	DCI							3	3	2									
	Control Plan (CP)	DCI				(2)	(2)	(2)	3	2	2	1	1	1						
5.2 Manufacturing Process Design	Process Flow Chart (PFC)	DCI				(2)	(2)	(2)	3	2	2	2	2	2						
	Floor Plan Layout (FPL)	DCI							3	3	3									
	Work Instruction (WI)	DCI										3	3	3						
5.3 Tooling, Gauges and Facility Management	Gauge Specification Sheet (GSS)	DCI				(2)	(2)	(2)												
	Gauge Approval Sheet (GAS)	DCI							(1)	(1)	(1)									
5.4 Process Capability Study and Improvement	Process Capability Study Plan (PCSP)	DCI				(2)	(2)	(2)												
	Process Capability Study Result (PCSR)	DCI							(2)	2	2	(2)	2	2	3	3	3			
	Alliance Supplier Process Qualification - Self - Review (ASPSR)	DCI													3	(2)	(2)			
5.5 Confirmation of mass production conditions	Full Volume Confirmation Audit (FVCA)	DCI										(2)	(2)	(2)						
5.6 Activities during Ramp-Up	Ramp-Up Activity Plan (RUAP)	DCI													3	2	2			
5.7 Identification and Traceability																				
6. PRODUCT CONFIRMATION																				
			Phase 1			Phase 2			Phase 3			Phase 4			Phase 5					
6.1 Design Verification and Product/Process Validation	Supplier Digital Test Report (SDTR)	DCI					(2)	(2)	(2)											
	Supplier Test Plan and Report (STPR)	DCI					2	2	2				2	2	2					
	Inspection Report (IR)	DCI					(2)	(2)	(2)				2	2	2	2	2	2		
	Appearance Approval Report (AAR)	DCI							(2)	(2)	(2)	(1)	(1)	(1)						
7. PRODUCTION PART APPROVAL																				
7.1 Production Part Approval	Part Submission Warrant (PSW)	DCI													1	1	1	(1)	(1)	(1)
8. NON CONFORMING PRODUCT MANAGEMENT																				
8.1 Non Conforming Product Management	8D Concern and Countermeasure Report Summary (8D-CCRS)	DCI					(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)		
9. CHANGE MANAGEMENT																				
9.1 Design Change Management	Design Change Request (DCR)	DCI							(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)			
9.2 Process/Facility Site Change Management	Process/Facility Site Change Request (PFSCR)	DCI													(1)	(1)	(1)			
10. LOGISTICS and PACKAGING																				
10.1 Logistics and Packaging	Logistics and Packaging Data Sheet (LPDS)	DCI							2	2	2	(2)	(2)	(2)	(1)	(1)	(1)	1	1	1
11. ENVIRONMENTAL REQUIREMENT																				
11.1 Environmental Requirement	Material Data Sheet (MDS)	DCI													2	2	2			

Figura 3.3 Matriz ANPQP_2ªParte. Fuente: Fuente Interna del Grupo Renault

Toda la información requerida por la Alianza Renault-Nissan se sube a la red a través de una plataforma desarrollada por la Alianza para la gestión de documentos y entregables del proyecto aportados por los proveedores.

El proveedor puede interactuar con la Alianza a través de esta plataforma subiendo los documentos y permitiendo que la Alianza los valore y añada los resultados y las remarcas pertinentes. Dentro de la plataforma

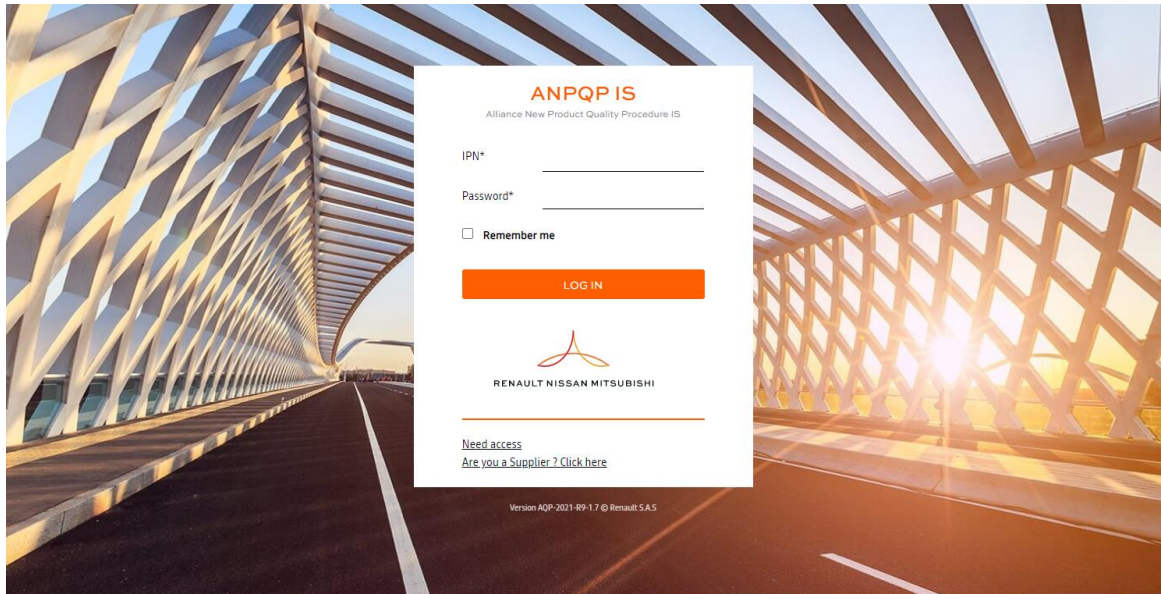


Figura 3.4 Plataforma de información ANPQP IS. Fuente: (Renault; Nissan; Mitsubishi, 2021)

Capítulo 4 NUEVA PROPUESTA: PQM-MDP

En este capítulo se propone y estructura una nueva metodología para la dirección de proyectos, desarrollada tomando como base la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) y complementándola con otros métodos y buenas prácticas ya existentes con el fin de obtener una metodología más completa, aplicable a cualquier tipo de proyecto.

4.1 Introducción y necesidad

La Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) es un método muy utilizado en la industria automovilística de todo el mundo, pero como se ha podido observar en el apartado 2.5.2, esta metodología tiene algunas desventajas que pueden ser solventadas.

La alta complejidad técnica de APQP y la necesidad de tener una plantilla muy especializada por parte de las empresas hacen que su aplicación a la dirección de los proyectos no sea tan sencilla. Una muestra de ello es que esta metodología se utiliza casi exclusivamente en la industria automovilística y en algunos casos muy concretos del sector aeronáutico, dejando de lado otros sectores que podrían ser muy atractivos como el sector farmacéutico o el alimentario.

Con el fin de paliar la necesidad de establecer un lenguaje común entre APQP y la Dirección de Proyectos, surge esta nueva metodología, Project Quality Management- Máster en Dirección de Proyectos (PQM-MDP), cuyo nombre hace referencia al máster donde ha sido desarrollada.

El nuevo método pretende dar facilidad a las empresas para la implantación de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto y, además, ampliar el alcance abarcando no solamente la planificación del producto y del proceso, sino la dirección y planificación del proyecto completo.

Esta nueva metodología abarca, al igual que la metodología APQP, la gestión del producto y la gestión de los procesos, pero a su vez amplía este concepto abarcando la gestión completa de los proyectos e incluyendo apartados muy importantes que no aparecen o no están contemplados en su totalidad en APQP como son la Gestión de los Riesgos, Gestión de Stakeholders, Gestión y Monitorización de Plazos y Costes, Roles y Responsabilidades detallados, etc.

El objetivo de este nuevo método es conseguir que sea una metodología fácil y comprensible para cualquier director de proyectos y cualquier empresa, de fácil aplicación, estableciendo unas instrucciones detalladas de cómo realizar cada una de las fases de la metodología y de cómo utilizar cada una de las herramientas propuestas.

4.2 Estructura

La Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) es una metodología de enfoque tradicional o en cascada, con una estructura dividida en fases que centra los esfuerzos en el control del proceso y de cada una de las fases. Los entregables de cada una de las fases son muy importantes y se requiere un alto grado de compromiso con el control de los plazos de cada uno de los entregables de las fases.

El problema de este enfoque es que muchas veces generamos una gran cantidad de información innecesaria. Esto se puede paliar aplicando una metodología ágil que se base en procesos iterativos con una duración corta. Además, este tipo de metodologías son idóneas para defender uno de los mayores principios de APQP, la satisfacción del cliente, puesto que las metodologías ágiles buscan aportar valor desde el inicio del proyecto a través de una evolución continua del producto.

La estructura con la que se ha diseñado la nueva metodología es una estructura híbrida, que consta de 8 Fases y 12 Puertas de Fase. Cada una de estas Fase se enfocarán desde una perspectiva más ágil, con lo que conseguimos obtener una metodología híbrida que ayude a las organizaciones a abordar la complejidad de los proyectos.



Figura 4.1 Metodologías Híbridas. Fuente: (AXPE Consulting, 2018)

Cada una de las fases de esta metodología se verá precedida y sucedida de una puerta de fase que consiste en una revisión de los resultados y entregables obtenidos en esa misma fase, se revisará el avance de cada una de las fases y se adaptará de nuevo la lista de requerimientos del producto, priorizando las actividades más críticas para la siguiente fase.

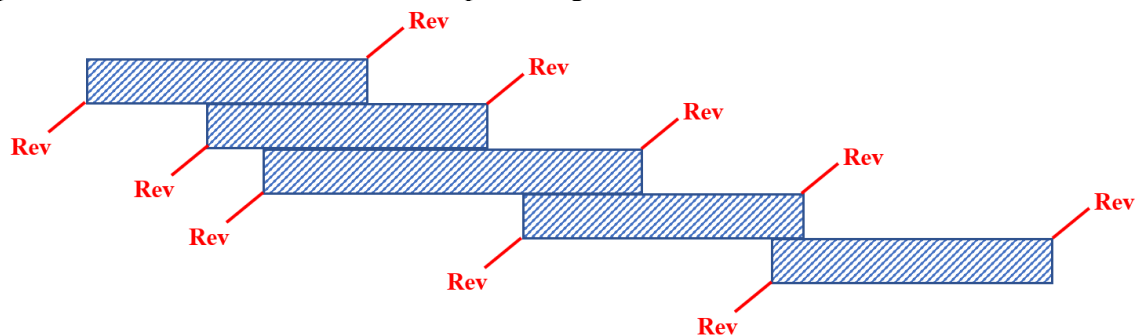


Figura 4.2 Estructura de la nueva propuesta. Fuente: *Elaboración propia*

4.3 Fases

La metodología propuesta consta de un total de 8 Fases, a diferencia del proceso de Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) y la Alliance New Product Quality Procedure (ANPQP), que suman un total de 5 fases. Las fases de esta metodología son las siguientes:

- FASE 0: Inicio
- FASE 1: Planificación del Proyecto
- FASE 2: Definición del Producto y Proceso
- FASE 3: Diseño y Desarrollo del Producto
- FASE 4: Diseño y Desarrollo del Proceso
- FASE 5: Validación del Producto y Proceso
- FASE 6: Puesta en Marcha
- FASE 7: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas

Cada una de estas fases se caracteriza por tener una serie de entradas, salidas y herramientas que son independientes del producto a desarrollar, esto permite facilitar la aplicación de esta metodología gracias a la simplificación de los métodos de APQP y a la estandarización, conforme a la dirección de proyectos, de cada una de las fases.

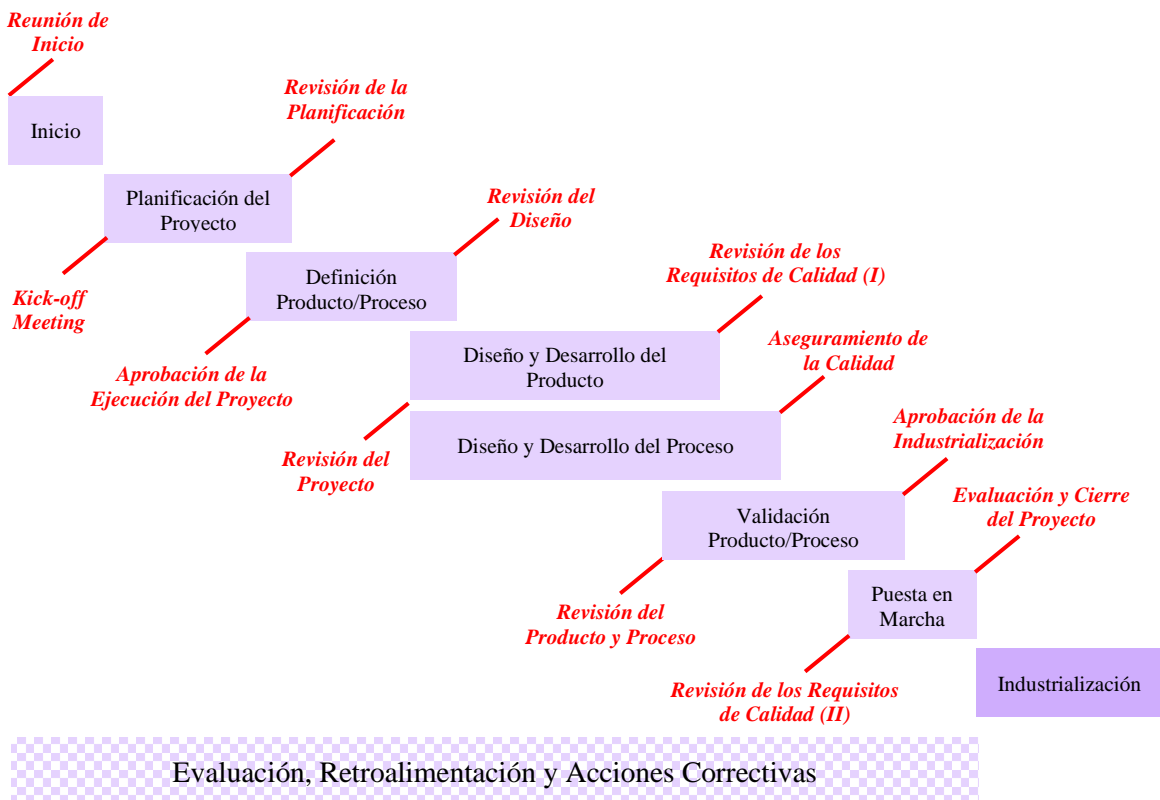


Figura 4.3 Fases de la nueva metodología. Fuente: *Elaboración propia*

Las ocho fases que conforman esta metodología no son secuenciales, sino que se solapan entre sí de modo que conseguimos tener retroalimentación de la siguiente fase de forma anticipada, permitiendo realizar los cambios o modificaciones oportunas con anterioridad, lo que se traduce en una gestión más eficiente del tiempo y, por consiguiente, en mejores resultados.

En la **Figura 4.3** podemos observar las fases de la metodología propuesta en color violeta, resaltando con un tono más oscuro la Industrialización, que no forma parte de las fases del proyecto, pero sí que es muy importante porque marca el fin de nuestra metodología y el cierre del proyecto. La Industrialización hace referencia a la producción en serie del producto desarrollado durante las 8 fases y tiene lugar después de la Fase 6: Puesta en marcha de una muestra significativa de la producción.

Podemos agrupar estas fases de la siguiente manera, la Fase 0, Fase 1 y Fase 2 engloban la planificación del proyecto y la definición del producto y del proceso y constituyen cerca del 20% de toda la metodología.

La Fase 3, Fase 4, Fase 5 y Fase 6 se refieren al diseño y desarrollo del producto y constituyen en torno al 70% del proyecto, ya que son las fases relativas al producto y las acciones a desarrollar dentro de las mismas son más largas y complejas.

Por último, la Fase 5: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas constituye el 10% restante.

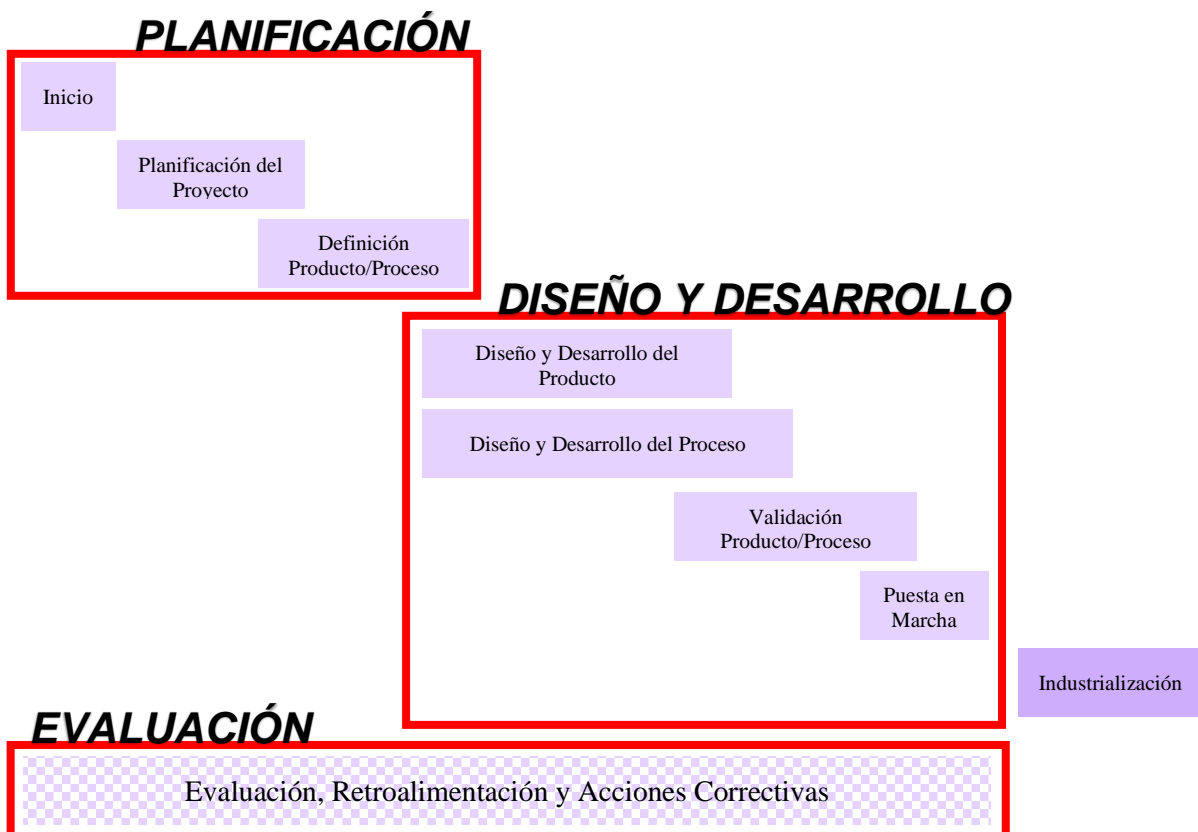


Figura 4.4 Agrupación de las Fases. Fuente: *Elaboración propia*

Esta nueva metodología persigue la búsqueda de la mejora continua a través de una serie de revisiones que denominaremos puertas de fase, similares a los Sprint Reviews de la metodología ágil Scrum, y que podemos ver en la **Figura 4.3** resaltadas en rojo. Estas puertas de fase se explicarán de forma más detallada en el Apartado 4.4.

Del mismo modo que ocurre en la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) y la Alliance New Product Quality Procedure (ANPQP), se integra el diseño de producto de forma simultánea con el diseño del proceso y se solapan las fases de esta metodología, permitiendo ejecutar de manera concurrente las actividades de las distintas fases, consiguiendo mejoras sustanciales en la reducción de los plazos del proyecto.

La evaluación se gestiona durante todo el ciclo de vida del proyecto en la Fase 7: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas, mientras que las puertas de fase matizan estas evaluaciones destacando los puntos clave del proyecto.

El ciclo de vida de nuestro proyecto se asemeja al ciclo de vida de la metodología para la dirección de proyectos PM2, en la que la Fase de Inicio se correspondería con la Fase 0: Inicio de nuestra metodología y la fase de Planificación con la Fase 1: Planificación del Proyecto. La fase de Ejecución se correspondería con las Fases 2, 3, 4, 5, 6 y 7 del proyecto y las fases de Cierre y Seguimiento y Control irían englobadas dentro de la Fase 7: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas.

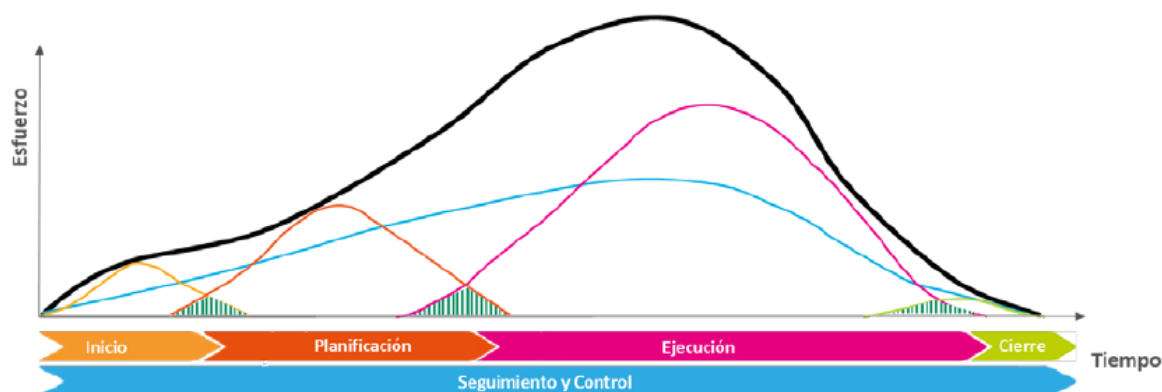


Figura 4.5 Ciclo de Vida PM2. Fuente: (European Commission, 2020)

Podemos ver en la **Figura 4.3** que las fases de la metodología PM2 se solapan de una forma muy similar a la metodología propuesta en este proyecto, estableciendo la fase de Seguimiento y Control durante todo el ciclo de vida del proyecto.

La principal diferencia entre el solapamiento de las fases comparando las dos metodologías es que, en la metodología propuesta, inicio y planificación del proyecto no se solapan, sino que una fase va precedida de la otra.

4.4 Puertas de Fase

Cada una de las fases de esta metodología, como hemos comentado en los apartados anteriores, se verá precedida y sucedida de una serie de puertas de fase que consisten en una serie de revisiones, similares a los Sprint Reviews que se contemplan en la metodología ágil Scrum. Estas revisiones se realizan acerca del avance del proyecto, las fases y los resultados y entregables propios de cada fase. En total serán 12 puertas de fase:

- Reunión de Inicio
- Kick-off Meeting
- Aprobación de la Ejecución del Proyecto
- Revisión de la Planificación
- Revisión del Proyecto
- Revisión del Diseño
- Revisión del Producto y del Proceso
- Revisión de los Requisitos de Calidad (I)
- Aseguramiento de la Calidad
- Revisión de los Requisitos de Calidad (II)
- Aprobación de la Industrialización
- Evaluación y Cierre del Proyecto

En estas puertas de fase se revisará y monitorizará el avance de las fases en curso, donde la organización tomará decisiones estratégicas sobre el desarrollo del proyecto y se adaptará de nuevo la lista de requerimientos del producto y del proceso, priorizando las actividades más críticas para la siguiente fase.

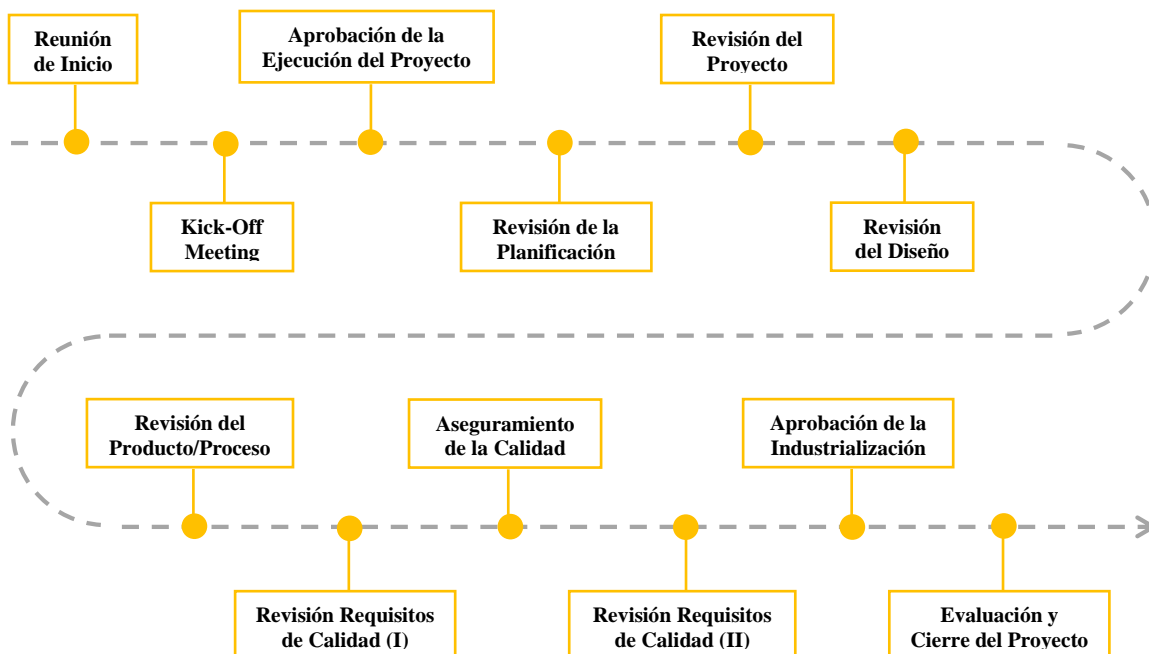


Figura 4.6 Puertas de Fase. Fuente: *Elaboración propia*

Otro de los objetivos de las puertas de fase es el de actualizar todos los documentos y entregables de las fases, llevando a cabo un registro de todos los cambios realizados a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

El objetivo de estas reuniones es mostrar el trabajo realizado en el proyecto hasta esa puerta de fase y resolver todos los problemas y preguntas que surjan entre los distintos departamentos o áreas de la empresa involucradas, con el fin de añadir valor al producto y cumplir así con los requerimientos, necesidades y expectativas del cliente.

Hay que puntualizar que estas Puertas de Fase suponen un cambio entre las fases del proyecto, pero no suponen un punto inmovilizante que bloquee el comienzo de las siguientes fases, sino que podrían adaptarse según las necesidades del proyecto y de la organización.

Es muy importante que estas reuniones o puertas de fase se centren en proponer soluciones buscando aportar valor al producto y asegurarse de que todos los miembros del equipo implicado hayan comprendido los temas tratados y las decisiones tomadas. Compartir el éxito es fundamental para construir un equipo ágil y entregado.

4.4.1. Reunión de Inicio

La reunión de inicio es la primera reunión del proyecto y da comienzo a la primera fase del proyecto, Fase 0: Inicio. El objetivo de esta puerta de fase es discutir acerca de las necesidades, requisitos y expectativas de los clientes y también acerca de las necesidades estratégicas de la organización.

La intención es detectar nichos de mercado y necesidades o problemas de los clientes que puedan ser solventados con nuevos proyectos de la organización. Esta reunión pretende que todas las partes involucradas del proyecto comprendan las necesidades de los clientes y de la organización y de este modo puedan dirigir todos los esfuerzos en la misma dirección, creando sinergias que maximicen los resultados y consigan el éxito del proyecto.

Cabe destacar que esta reunión no conlleva la aprobación del proyecto, sino que supone el inicio de la Fase 0. En esta fase se realizará una solicitud formal de inicio del proyecto, para la que se utilizará una plantilla similar a la proporcionada por PM2 para el Project Initiation Request. Esta solicitud de inicio de proyecto contiene información valiosa acerca de las necesidades del cliente, las necesidades de la organización y las metas que se desean alcanzar con la realización del proyecto.

4.4.2. Kick-off Meeting

Se trata de la reunión que da fin a la fase de inicio del proyecto y establece una primera toma de contacto con los Stakeholders del proyecto. Es muy importante preparar bien esta reunión teniendo unos objetivos bien definidos y fomentar la participación de todos los participantes para intentar maximizar el número de aportaciones.

Si se ejecuta esta reunión de forma satisfactoria, será mucho más probable que el proyecto tenga éxito, es importante preparar una agenda para esta reunión y recopilar todos los aportes de los Stakeholders en un acta de la reunión, donde quede constancia de las tareas que asume cada una de las partes interesadas y los compromisos a alcanzar. Esta acta debe ser enviada a todos los asistentes al finalizar la reunión en un plazo máximo de una semana.

Durante esta reunión Kick-off Meeting se deberá intentar encontrar una respuesta concreta a las siguientes preguntas básicas descritas a continuación, para las cuales podremos seguir la técnica de las 5W (What, Why, When, Where, Who, How):

- **¿POR QUÉ?**
¿Por qué vamos a realizar este proyecto? ¿Qué objetivos estratégicos se satisfacen? ¿Qué necesidades del cliente se satisfacen? ¿cuál es el problema del cliente?
- **¿QUÉ?**
¿Qué proyecto vamos a realizar? ¿Cuál es la solución que satisface las necesidades del cliente? ¿Cuál es el alcance del proyecto? ¿Qué requisitos deben ser satisfechos?
- **¿CÓMO?**
¿Cómo se va a trabajar en interno y con los Stakeholders para que el proyecto se lleve a cabo? ¿Cómo se van a llevar a cabo las comunicaciones del proyecto? ¿Cómo vamos a actuar frente a riesgos, problemas y cambios?
- **¿CUÁNDO?**
¿Cuándo se va a realizar el proyecto? ¿Cuáles son las fechas límite de entrega o deadlines? ¿Cuándo se ejecutará cada una de las fases del proyecto?
- **¿DÓNDE?**
¿Dónde se encuentra el punto de partida donde comenzar el proyecto? ¿Hacia dónde vamos?
- **¿QUIÉN?**
¿Quién llevara a cabo cada actividad? ¿Quién va a realizar cada tarea? ¿Cuáles son las responsabilidades de la organización?

4.4.3. Aprobación de la Ejecución del Proyecto

Tras la aprobación del proyecto que tuvo lugar en la fase previa a la Fase 1: Planificación del Proyecto con el Acta de Constitución, en esta puerta de fase tiene lugar la aprobación de la ejecución del proyecto.

En esta puerta de fase se reunirán los miembros del equipo de proyecto y con la directiva de la organización, que dará el visto bueno a la planificación desarrollada en la Fase 1, permitiendo así al equipo comenzar con la siguiente fase del proyecto que se encuentra dentro de la parte de ejecución del proyecto.

En esta Puerta de Fase se debe hacer una revisión del avance de la planificación con el objetivo de comprobar que el proyecto es viable para la organización y conseguirá satisfacer los objetivos establecidos. Si esto es así se aprobará la ejecución del proyecto dando paso a la Fase2: Definición del Producto y del Proceso, donde comenzará a desarrollarse la parte más técnica definiendo características y requisitos del nuevo producto y proceso.

4.4.4. Revisión de la Planificación

En esta Puerta de Fase, a diferencia de la anterior, ya ha tenido comienzo la Fase 2: Definición del Producto y el Proceso y se pueden evaluar los aspectos más técnicos acerca de cómo se van a satisfacer las necesidades, requisitos y expectativas de los clientes.

Esta Puerta de Fase se caracteriza porque marca el final de la Fase 1: Planificación del Proyecto y en ella se evalúa el trabajo realizado durante la fase: el cronograma, la gestión de los costes, la gestión de las comunicaciones, el plan de gestión de las partes interesadas y los roles y responsabilidades establecidos en la Fase 0.

En la esta reunión, ya con los bocetos iniciales realizados en Fase 1: Definición del Producto y el Proceso, podemos evaluar los supuestos de los productos y los procesos y seleccionar el que más se adecúe a los objetivos del proyecto y los requerimientos de los clientes.

Se trata de una reunión del proyecto donde se revisa y evalúa la planificación del proyecto y cómo se van a realizar cada una de las fases posteriores, estudiando cómo se va a realizar el cumplimiento de los costes propuestos, plazos y calidad comprometidos. También se discutirá acerca de las actividades críticas con los primeros detalles de la definición del producto y el proceso.

4.4.5. Revisión del Proyecto

Situamos esta Puerta de Fase justo antes del comienzo de la Fase 2: Diseño y Desarrollo del Producto y la Fase 3: Diseño y Desarrollo del Proceso, que comienzan de manera simultánea.

El objetivo de esta fase es dar el visto bueno para liberar los fondos en su totalidad para el comienzo de lo que supone la parte más compleja del proyecto y donde irán destinados la mayoría de los fondos, la Fase 3: Diseño y Desarrollo del Producto y Fase 4: Diseño y Desarrollo del Proceso.

Es importante realizar esta puerta de fase junto con los Stakeholders y contar con su aprobación de la definición del producto y el proceso, puesto que en esta fase se definen los objetivos del diseño del producto y del proceso y los objetivos calidad y fiabilidad.

El producto seleccionado en la puerta de fase anterior, ya definido más en profundidad, puede comenzar las Fases 2 y 3 de diseño y desarrollo del producto y del proceso mientras se definen los últimos detalles en lo que queda de la Fase 1 de definición del producto y del proceso.

Esta puerta de fase clave para el proyecto puesto que en todos los proyectos la Financiación debe ir siempre por encima de la línea base de costes y las fases posteriores requerirán la mayor parte de los fondos del proyecto.

4.4.6. Revisión del Diseño

Una vez finalizada la Fase 2: Definición del Producto y del Proceso, y ya comenzadas las Fases 3 y 4 de Diseño y Desarrollo del Producto y del Proceso, al principio de estas dos fases se revisan los diseños iniciales y los primeros planos de los del producto y el proceso con el objetivo de buscar posibles mejoras que aporten valor añadido al cliente y de reducir los costes de aquellas características que no aporten valor al cliente.

Esta revisión debe ser llevada a cabo por el equipo de proyecto y el equipo de ingeniería, involucrando en él a todos los Stakeholders con el fin de buscar el aporte individual de cada uno, necesarias para conseguir redefinir los requisitos del diseño y establecer mejoras sustanciales al diseño del producto y del proceso.

Es importante dejar constancia de todos los cambios y modificaciones a través de un registro de cambios por parte del equipo de proyecto, que servirá para la evaluación y realización de lecciones aprendidas en la última fase de esta metodología.

4.4.7. Revisión del Producto y del Proceso

En esta Puerta de Fase se procede a la revisión final del diseño y desarrollo del producto y del proceso y se realiza cerca de la finalización de la Fase 2: Diseño y Desarrollo del Producto y la Fase 3: Diseño y Desarrollo del Proceso.

Esta reunión pretende dar comienzo a la siguiente fase, la Fase 4: Validación del Producto y del Proceso e ir cerrando el proceso de diseño y desarrollo del producto y del proceso. Para ello, el equipo debe asegurarse que tanto producto como proceso cumplen con las necesidades y expectativas del cliente.

En esta puerta de fase también se revisa el Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA), el Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Producto (PFMEA) y el Plan de Control del Producto y de los Procesos con el fin de detectar mejoras y corregir posibles fallos, revisando el plan de gestión de riesgos del producto y del proceso.

Hay que poner mucha atención a que tanto el DFMEA como el PFMEA y el Plan de Control deben cubrir el control de todas las características de calidad necesarias para asegurar la calidad del producto y proceso.

4.4.8. Revisión de los Requisitos de Calidad (I)

Durante esta Puerta de Fase se revisa la integración de todos los requisitos de calidad en el producto y el proceso desarrollados en las fases anteriores, revisando que se cumplen todos los objetivos fijados de calidad y fiabilidad. Esta reunión se realiza de manera en la organización de manera interna una vez finalizada la Fase 2: Diseño y Desarrollo del Producto y cerca de la finalización del a Fase 3: Diseño y Desarrollo del Proceso.

Esta puerta de fase es muy importante para asegurar que el producto y el proceso satisfacen las necesidades y expectativas del cliente en cuanto a calidad se refiere y que tanto producto como proceso son aptos para salir al mercado cumpliendo con los estándares de calidad que la organización se ha comprometido a cumplir y la normativa vigente en el momento.

Todos los aspectos a mejorar recopilados en esta puerta de fase deben ser solventados previo a la puerta de fase de Aseguramiento de la Calidad, donde se buscará una solución de manera más exhaustiva a aquellos problemas que el equipo de calidad del proyecto no haya sido capaz de encontrar previamente.

4.4.9. Aseguramiento de la Calidad

Tras la anterior Puerta de Fase en la que se realiza la revisión de los requisitos de calidad del producto y del proceso, en esta Puerta de Fase se pretende asegurar la calidad a través de la resolución de aquellos problemas que sean más complejos y no hayan podido ser resueltos en el periodo de tiempo transcurrido desde la anterior reunión.

Para el Aseguramiento de la Calidad se utilizarán herramientas como los 5 Por Qué o el Diagrama de Ishikawa, dependiendo de la complejidad del problema, con el fin de identificar la causa raíz y ponerle solución, eliminando de este modo los problemas de forma definitiva.

El método de los 5 Por Qué consiste en preguntarse por qué ha sucedido el problema que se nos presenta y repetir este proceso hasta llegar a la causa raíz. Esto permite poder establecer un plan de acción efectivo para erradicar el problema.



Figura 4.7 Método de los 5 Por Qué. Fuente: *Elaboración propia*

El Diagrama de Ishikawa o diagrama de cola de pescado, al igual que el método anterior, también sirve para identificar las causas raíz de los problemas. Esta es una herramienta más exhaustiva y sirve para analizar de forma gráfica las causas y la relación que existe entre ellas hasta llegar al problema que se quiere resolver. Las causas pueden proceder de causas principales de las que podemos sacar subcausas adicionales y se representan de la siguiente manera:

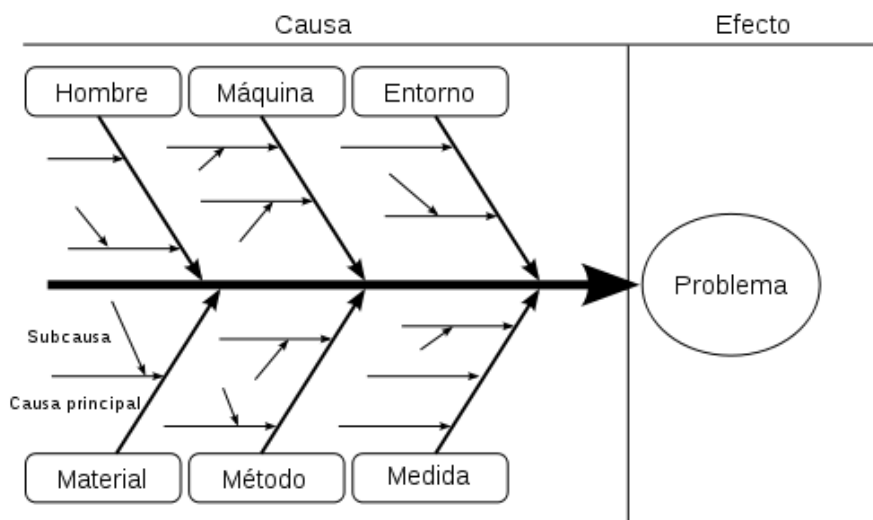


Figura 4.8 Diagrama de Ishikawa. Fuente: *(Diagrama Causa-Efecto (Diagrama Ishikawa) - Progressa Lean, no date)*

4.4.10. Revisión de los Requisitos de Calidad (II)

Tras la Puerta de Fase anterior y haber resuelto todos los problemas planteados, antes de finalizar la Fase 5: Validación del Producto y del Proceso, se realiza una segunda revisión de los requisitos de calidad establecidos con el fin de asegurar que la calidad del producto es la comprometida y que se cumplen todos los objetivos establecidos.

Esta fase tiene como objetivo garantizar la calidad del producto y del proceso para dar comienzo así a la Fase 6: Puesta en Marcha, en la que entrará en fabricación una muestra significativa de la producción.

Es importante asegurar la calidad antes de esta fase para que la puesta en marcha pueda realizarse en condiciones normales con diseño y proceso definitivos, para poder extraer datos reales que permitan realizar la aprobación de industrialización en la siguiente puerta de fase.

La revisión de los requisitos de calidad en esta fase tiene que ser muy exhaustiva y tiene que abarcar la revisión de todos los objetivos de calidad, el registro de los cambios realizados y los planes de control del producto y del proceso, asegurando que efectivamente se están siguiendo de forma satisfactoria, el plan de mantenimiento preventivo y correctivo de todas las máquinas y los planes de acción ante posibles fallos futuros.

4.4.11. Aprobación de la Industrialización

Esta Puerta de Fase tiene como objetivo aprobar la Industrialización del proyecto y, por tanto, poner fecha de finalización a la Fase 6: Puesta en Marcha, dando el visto bueno a la producción en serie del producto ya la industrialización en base a los resultados obtenidos en la puesta en marcha de una muestra significativa de la producción.

En esta puerta de fase se realiza tras terminar la Fase 5: Validación del Producto y del Proceso y en ella deben analizarse los datos obtenidos durante la puesta en marcha con el fin de comprobar que el producto es apto para entrar al mercado, cumpliendo todos los objetivos y requerimientos definidos en el alcance del proyecto, además de toda la normativa y leyes vigentes.

El producto será exitoso si satisface las expectativas y necesidades definidas por los Stakeholders, esto se tiene que ir revisando a lo largo de todo el proyecto en la Fase 7: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas. Este dato será clave no solo en esta puerta de fase, sino que debe contemplarse en todas las puertas de fase del proyecto.

4.4.12. Evaluación y Cierre del Proyecto

Esta es la última Puerta de Fase del Proyecto y en ella se debe proceder a la evaluación de la metodología utilizada y el desarrollo del proyecto, sacando un registro de lecciones aprendidas y mejores prácticas que sirvan como base para la mejora continua y los proyectos futuros que pueda llevar a cabo la organización.

Deben documentarse todas las causas de los errores y los aciertos cometidos durante el desarrollo del proyecto, incluyendo recomendaciones y acciones propuestas para el futuro. Este documento debe haber sido rellenado durante todo el transcurso del proyecto en la Fase 5: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas y será clave para el éxito de futuros proyectos de la organización.

Capítulo 5 FASES DE LA NUEVA PROPUESTA: PQM-MDP

En este capítulo se detallan todas y cada una de las 8 Fases que componen la nueva propuesta, con sus correspondientes entradas y salidas de fase y las herramientas propuestas que definen cada una de las fases.

5.1 Fase 0: Inicio

Este apartado se centra en el inicio del proyecto y como definir un caso de negocio partiendo de las necesidades detectadas en el cliente o de proyectos estratégicos de la organización.

5.1.1. Introducción

La primera fase de esta metodología se centra en conocer las necesidades y las expectativas de los clientes y de la organización conseguir aportar valor al programa de planificación de la calidad del producto. El objetivo de esta etapa es asegurar que las necesidades de los clientes han sido entendidas con claridad, satisfacer las necesidades de los clientes y ofrecer el máximo valor competitivo.

La necesidad de un nuevo proyecto puede proceder de la detección de nuevas necesidades por parte de los clientes o de decisiones estratégicas por parte de la organización, que solicita el comienzo de un nuevo proyecto. Esto, sumado a los aportes de los Stakeholders, son las entradas para la fase de inicio, donde se elaborará el caso de negocio y el acta de constitución del proyecto.

Esta fase de inicio es muy similar a la fase de Inicio de la metodología PM2, que parte de las necesidades detectadas en los clientes y crea a partir de ellas una solicitud de inicio del proyecto. A partir de esta solicitud de inicio se desarrolla un caso de negocio y posteriormente se define el acta de constitución del proyecto. Dentro de las herramientas contempladas en esta fase de esta fase utilizaremos la solicitud de inicio de proyecto, similar a la propuesta por la metodología PM2.

ENTRADAS

- Necesidades de los Clientes
- Solicitud de un Nuevo Proyecto
- Aportes de los Stakeholders

SALIDAS

- Caso de Negocio
- Acta de Constitución

HERRAMIENTAS

- Solicitud de Inicio de Proyecto
- Business Model Canvas

5.1.2. Entradas

5.1.2.1 Necesidades de los Clientes

La primera de las entradas de esta Fase son las necesidades de los clientes. Un proyecto puede surgir a través de la detección en el mercado de un problema o una necesidad que justifique el comienzo de un proyecto.

Estas necesidades pueden ser detectadas por una parte a través de encuestas realizadas a los clientes de la organización o a clientes potenciales o bien por las quejas y reclamaciones, donde los clientes expresan su descontento por los productos.

Estas quejas y reclamaciones son muy valiosas para la organización porque el cliente expresa claramente que es lo que espera del producto y por qué el producto no logra satisfacer sus expectativas. Por el contrario, las encuestas no ofrecen una respuesta tan sincera y muchas veces las preguntas no son las adecuadas para detectar ese tipo de necesidades.

5.1.2.2 Solicitud de un Nuevo Proyecto

Otra de las entradas a tener en cuenta a la hora de iniciar un proyecto es la solicitud de un nuevo proyecto por parte de la organización. Puede darse el caso que la empresa busque ampliar las líneas de negocio y explorar nuevas direcciones a través de nuevos productos que no provengan de necesidades detectadas en el mercado.

Los proyectos que provienen de solicitudes internas suelen buscar más la innovación y la exploración de nuevos productos y mercados introduciendo nuevos conceptos en los productos o adaptando productos ya existentes de la organización.

5.1.2.3 Aportes de los Stakeholders

Los aportes de los Stakeholders incluyen no solo las valoraciones aportadas por los clientes sino también las opiniones del resto de partes interesadas del proyecto como pueden ser la directiva de la organización, los miembros de los distintos departamentos, etc.

Estos aportes son muy interesantes, no solo para extraer las necesidades de los clientes sino también para conocer aspectos externos al producto como las opiniones del servicio prestado por la organización y las comunicaciones entre la organización y los Stakeholders.

5.1.3. Salidas

5.1.3.1 Caso de Negocio

Un Caso de Negocio es una propuesta en la que se recogen un conjunto de argumentos con la intención de convencer a un cliente o accionista del inicio de un nuevo proyecto. El caso de negocio debe reflejar que el proyecto tendrá un atractivo retorno de la inversión (ROI), suficiente para dar comienzo al proyecto.

Es importante identificar el objetivo estratégico, táctico u operativo que se cubre con el nuevo negocio, identificar las soluciones alternativas, los riesgos y restricciones del proyecto y describir cómo se enfocará la implementación del nuevo proyecto.

Se debe analizar y defender la viabilidad del negocio, examinando los beneficios y los riesgos en los que el proyecto se ve involucrado, las acciones que llevarán a la organización a conseguir estos beneficios, los segmentos de mercado en los que operará la empresa, la estructura de costes, cuáles serán los socios clave, etc.

Para facilitar la definición del caso de negocio podemos utilizar la herramienta Business Model Canvas, explicada en el Apartado 5.1.4.2, que permite organizar toda la información en forma de bloques de manera visual.

5.1.3.2 Acta de Constitución

El Acta de Constitución es un documento emitido por la organización responsable del proyecto a desarrollar y autoriza el inicio del proyecto. La participación de la dirección en la elaboración de este documento es crucial para lograr que se ajuste a las necesidades de la organización.

Este documento recoge toda la información necesaria para describir el proyecto y cuál es su objetivo, definiendo un punto de partida claro que debe ser comprendido por todos los Stakeholders.

Cabe destacar que es un documento preliminar donde se deben incluir, además del propósito del proyecto, una formulación preliminar del alcance. Se deben incluir: los objetivos medibles que pretendemos alcanzar, requisitos de alto nivel del proyecto, riesgos de alto nivel, un cronograma y un presupuesto preliminar, la lista de interesados del proyecto, cuáles son los requisitos de éxito del proyecto, etc.

El Acta de Constitución también debe definir el nivel jerárquico, definiendo quién va a ser el director del proyecto y cuáles serán su responsabilidades y nivel de autoridad.

5.1.4. Herramientas

5.1.4.1 Solicitud de Inicio de Proyecto

A partir de las entradas de esta fase se realiza una solicitud de inicio de proyecto, que supone un punto de partida y formaliza el comienzo del proyecto recogiendo la necesidad, el problema de partida o la oportunidad en un documento conjunto con los resultados esperados, de modo que puedan ser utilizados como base a la hora de iniciar el proyecto.

Este documento sirve como base para elaborar el Caso de Negocio y, posteriormente, el Acta de Constitución del Proyecto. Deben participar en su elaboración los beneficiarios del proyecto y la organización responsable de proporcionar la solución al problema que se plantea y debe ser aprobada por la directiva de la organización.

Cabe destacar que este documento no pretende definir el proyecto sino establecer unas bases que sirvan de justificación para el inicio del mismo. El proyecto se desarrollará con más detalle en el caso de Negocio y con una descripción preliminar del alcance del proyecto que se desarrollará en el Acta de Constitución con más detalle.

5.1.4.2 Business Model Canvas

El Business Model Canvas o Modelo Canvas es una herramienta que sirve para diseñar y visualizar el modelo de negocio de una empresa desde una perspectiva más gráfica, donde se organiza la información en forma de bloques en una única hoja.

En total, el Business Model Canvas consta de 9 bloques interdependientes, donde la información que se incluye suele seguir el orden descrito a continuación:

- Segmentos de Mercado
- Propuesta de Valor
- Canales
- Relación con los Clientes
- Fuentes de Ingreso
- Recursos Clave
- Actividades Clave
- Socios Clave
- Estructura de Costes

Esta herramienta permite definir un plan de negocios de forma ágil, permitiendo visualizar en conjunto los 9 bloques y modificar las partes que se crean convenientes. Una buena práctica es utilizar post-it para rellenarlo, ya que permite modificar y mover información entre bloques de forma sencilla y rápida.

5.2 Fase 1: Planificación del Proyecto

En este apartado se tratarán todos los aspectos relativos a la planificación del proyecto como son la primera definición del alcance, planificación del cronograma, una estimación de los costes del proyecto, un plan de comunicaciones y el establecimiento de roles y responsabilidades, tanto internos como externos.

5.2.1. Introducción

Tras la finalización de la Fase 0 se aprueba el inicio del proyecto y comienza la fase de planificación del proyecto, partiendo de las salidas de la fase anterior y añadiendo algunas de las entradas de la Fase 0 y algunas entradas nuevas.

Algunos de los elementos más importantes que se integran en esta fase son los relativos a la planificación del proyecto, esto incluye la definición del alcance, el cronograma, la gestión de los costes, el desarrollo de un plan de comunicaciones, un plan de gestión de interesados y el establecimiento de roles y responsabilidades.

Esta fase de planificación del proyecto pretende facilitar la comunicación entre todos los Stakeholders para asegurar que todos los pasos del proceso de diseño y desarrollo del producto y del proceso se completen a tiempo y de manera satisfactoria, cumpliendo los objetivos establecidos de plazo, coste y calidad.

ENTRADAS

- Caso de Negocio
- Acta de Constitución del Proyecto
- Estudios de Mercado / Estrategia de Marketing (nuevo)
- Información Histórica de Calidad y Garantías (nuevo)
- Experiencia del Equipo: Lecciones Aprendidas (nuevo)
- Estudios de Viabilidad del Producto (nuevo)
- Aportes de los Stakeholders (entrada Fase 0)

SALIDAS

- Plan de Gestión del Alcance
- Cronograma del Proyecto
- Plan de Gestión de Costes
- Plan de Gestión de las Comunicaciones
- Plan de Gestión de Interesados
- Roles y Responsabilidades

HERRAMIENTAS

- Juicio de Expertos
- Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)
- Análisis del Valor Ganado (EVM)
- Diagrama de Gantt
- Tableros KanBan
- Plantilla para la Gestión de las Comunicaciones
- Matriz Poder - Interés
- Matriz de Asignación de Responsabilidades (RACI)

5.2.2. Entradas

A continuación se detallarán las entradas de la Fase 1: Planificación del Proyecto que no forman parte de las salidas o entradas de la fase anterior.

5.2.2.1 Estudios de Mercado / Estrategia de Marketing

Una entrada muy importante de esta fase son los estudios de mercado, que deben realizarse con anterioridad, buscando nichos de mercado y segmentos de mercado donde encajará el producto a desarrollar y diferencias con los productos ya existentes de empresas competidoras.

A partir de estos estudios de mercado se define una estrategia de marketing que definirá el modo en que la organización se enfrentará a sus empresas competidoras en el mercado, destacando aspectos diferenciadores y puntos fuertes y débiles sobre los que trabajar.

5.2.2.2 Información Histórica de Calidad y Garantías

La información recopilada sobre calidad y garantías de proyectos anteriores incluye necesidades y deseos detectados en los clientes que deben ser contemplados en el alcance del proyecto, evaluando la viabilidad de su implementación.

Esta información puede ayudar al equipo de proyecto a identificar nuevos deseos, necesidades y preocupaciones en los clientes y a priorizar soluciones a los problemas identificados a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

5.2.2.3 Experiencia del Equipo: Lecciones Aprendidas

Las Lecciones Aprendidas de proyectos anteriores son esenciales para realizar proyectos exitosos, apoyando el proyecto sobre unos pilares más firmes y libres de posibles errores recurrentes que puedan suceder a lo largo del proyecto.

Las lecciones aprendidas recogen los errores cometidos en otros proyectos, aquellas decisiones que supusieron grandes aciertos y un conjunto de consejos y mejores prácticas recopiladas por la organización que aseguran la transferencia de conocimiento entre proyectos y equipos de proyecto, facilitando la mejora continua con cada proyecto que se ejecuta.

5.2.2.4 Estudios de Viabilidad del Producto

Una de las entradas más importantes de esta fase son los estudios de viabilidad del producto, estos estudios sirven de justificación del proyecto y aseguran que el proyecto se puede ejecutar. Estos estudios deben realizarse antes de la fase de planificación del proyecto, de no ser así, podría estar realizándose trabajo en vano.

Además de la viabilidad técnica del producto, también debe analizarse la viabilidad económica realizando un estudio preliminar de los costes y los beneficios que se obtendrán con la ejecución del proyecto seleccionado.

5.2.3. Salidas

5.2.3.1 Plan de Gestión del Alcance

El Plan de Gestión del Alcance define como se definirá el alcance y de qué manera se va a desarrollar, monitorizar y controlar. Se debe definir un enunciado detallado del alcance del proyecto, para ello podemos basarnos en la definición preliminar incluida en el Acta de Constitución del proyecto.

La Gestión del Alcance incluye todo lo necesario para garantizar que el proyecto abarque todo lo necesario y únicamente lo necesario para conseguir el éxito del proyecto. El objetivo principal es definir y controlar lo que se incluye y lo que se excluye en el proyecto.

Es importante establecer unos límites que indiquen que trabajo será realizado por la organización y qué trabajo quedará excluido en el proyecto. Para ello utilizaremos herramientas como la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) del proyecto y el juicio de expertos que apoyarán la elaboración de este documento.

5.2.3.2 Cronograma del Proyecto

La elaboración de un cronograma del proyecto es crucial para poder monitorizar el avance de las actividades, distinguir las actividades más críticas y el camino crítico del proyecto y poder gestionar los recursos de forma adecuada.

Para elaborar el cronograma del proyecto podemos utilizar como herramienta el Diagrama de Gantt, que permite obtener una visualización rápida de las precedencias y sucesiones entre las distintas tareas que se encuentran dentro de cada fase, permitiendo visualizar el reparto de los recursos y monitorizar el grado de avance del proyecto.

Es importante recurrir a herramientas como el juicio de expertos para definir las tareas a incluir en el cronograma y establecer una estimación aproximada de la duración de las actividades que permita obtener un cronograma que se ajuste a la realidad.

5.2.3.3 Plan de Gestión de Costes

Habiendo definido previamente el Alcance y el Cronograma del Proyecto, ya quedan definidas una serie de actividades necesarias para realizar una estimación de los costes que supondrá cada una de las actividades descritas.

Este plan recoge el modo en el que se planificará ejecutará y controlarán los costes del proyecto, el modo en el que se estimarán los costes de las actividades que definirán el presupuesto del proyecto y de qué manera se controlarán los costes.

Es importante tener en cuenta a la hora de realizar el plan de gestión de costes que la financiación del proyecto debe ir por encima en todo momento de los costes del mismo. El presupuesto del proyecto se irá liberando de forma gradual durante las puertas de fase del proyecto.

5.2.3.4 Plan de Gestión de las Comunicaciones

El Plan de Comunicaciones del proyecto se describirá el modo en el que nos comunicaremos de manera interna entre los miembros de la organización y como nos comunicaremos de manera externa con los Stakeholders del proyecto.

Este plan debe incluir como gestionar el movimiento de información del proyecto de forma apropiada, garantizando un sistema de comunicaciones efectivo que proporcione una mejor gestión del proyecto y asegure la disponibilidad de la información para las personas autorizadas en el momento en que sea necesario.

5.2.3.5 Plan de Gestión de Interesados

El éxito de los proyectos viene de la mano del grado de satisfacción de las partes interesadas o Stakeholders del proyecto. Para conseguir esto, es importante establecer un plan de gestión de interesados, desarrollando estrategias de gestión que involucren a todos a la hora de la toma de decisiones, logrando su participación efectiva a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

Para desarrollar el Plan de Interesados hay que definir previamente cuáles son los interesados del proyecto y establecer un listado que sirva como base para desarrollar las estrategias adecuadas para su gestión individual.

Para facilitar esta tarea utilizaremos de herramienta una plantilla como base en la que clasificaremos a todos los Stakeholders del proyecto y los priorizaremos según su poder e interés sobre el proyecto, permitiendo a la organización establecer las estrategias de gestión más adecuadas a cada caso particular.

5.2.3.6 Roles y Responsabilidades

Durante esta fase de planificación es necesario establecer los roles y responsabilidades de los miembros de equipo de proyecto, definiendo quién será el responsable de realizar cada una de las tareas de las que consta el proyecto.

Para establecer los roles y responsabilidades de los miembros del equipo de proyecto nos apoyaremos de la Matriz de Asignación de Responsabilidades RACI, donde se identificarán las responsabilidades de cada uno de los miembros, el papel que tienen dentro del proyecto y las obligaciones que deben cumplir.

5.2.4. Herramientas

5.2.4.1 Juicio de Expertos

El juicio de expertos es un método muy útil a la hora de verificar la fiabilidad de una investigación y consiste en consultar la opinión a una serie de personas expertas en la materia a tratar y que son cualificados como expertos en ese campo.

Este método se ejecuta a partir de una reunión en la que se plantea un problema o una serie de problemas a tratar y se valoran soluciones y alternativas. Esta herramienta resulta muy útil para realizar estimaciones de plazos y costes del proyecto muy fieles a la realidad y evaluar la viabilidad del proyecto.

5.2.4.2 Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)

La Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) resulta una herramienta muy útil para definir el alcance y los entregables del proyecto. Consiste en una descomposición jerárquica de todo el trabajo necesario para conseguir los objetivos establecidos en el proyecto y los entregables establecidos.

La EDT descompone el proyecto por fases o entregables, pudiendo mezclar estas dos estructuras y dividir las en unidades más pequeñas denominadas paquetes de trabajo, que son más sencillos de manejar. El proceso de subdivisión en paquetes y subpaquetes debe continuar hasta que se defina un único responsable y ejecutor.

Cabe destacar que cada nivel no debe tener más de 9 elementos y se debe incluir siempre un paquete de gestión y un paquete de cierre en primer y último lugar respectivamente. Los paquetes deben ser nombrados con sustantivos y numerados de forma no correlativa, que permita introducir nuevos elementos sin alterar la estructura anterior.

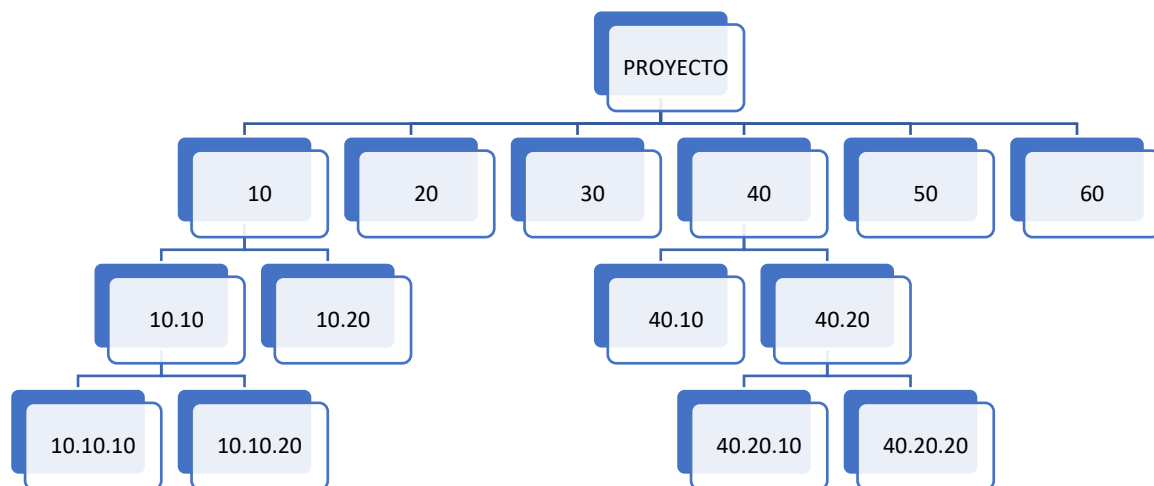


Figura 5.1 Estructura de Desglose de Trabajo (EDT). Fuente: *Elaboración propia*

5.2.4.3 Análisis del Valor Ganado (EVM)

El Análisis del Valor Ganado permite controlar el desarrollo del proyecto a través del control del presupuesto y su cronograma. También permite controlar el desarrollo del proyecto en un momento determinado, comparando el trabajo planificado con el trabajo realizado hasta ese momento, permitiendo a la organización controlar de este modo el rendimiento del proyecto.

Se introducen 3 conceptos que son los siguientes:

- Coste Real (AC): Lo que llevamos realmente gastado hasta el momento.
- Coste Planificado (PV): Lo que nos habríamos gastado si el proyecto se hubiera ejecutado según el cronograma.
- Valor Ganado (EV): Coste presupuestado de lo que hemos hecho hasta el momento.

Esta herramienta permite controlar los posibles retrasos o sobrecostos que puedan suceder a lo largo del ciclo de vida del proyecto y redirigir los esfuerzos para reconducir el proyecto y mitigar el impacto ocasionado. La técnica del Valor Ganado permite controlar las 3 líneas base del proyecto: alcance, tiempo y coste.

5.2.4.4 Diagrama de Gantt

Es una herramienta que permite representar de manera gráfica los plazos de las actividades involucradas en un proyecto, dejando marcadas las relaciones de precedencia y sucesión entre las distintas actividades del proyecto.

Este diagrama permite a todos los miembros del equipo de proyecto conocer los plazos de entrega de las tareas programadas, permitiendo gestionar mejor el trabajo diario y garantizar que cada tarea se completará según lo previsto. Algunas de las tareas pueden ser interdependientes, pudiendo solaparse entre ellas con relaciones de precedencia más complejas.

El Diagrama de Gantt permite representar las actividades con forma de barra de longitud proporcional a la duración de la actividad y los hitos del proyecto que, en este caso, al no tener duración, se representarán con un punto. Esta herramienta nos permite ver y controlar el progreso del proyecto en tiempo real con los recursos disponibles.

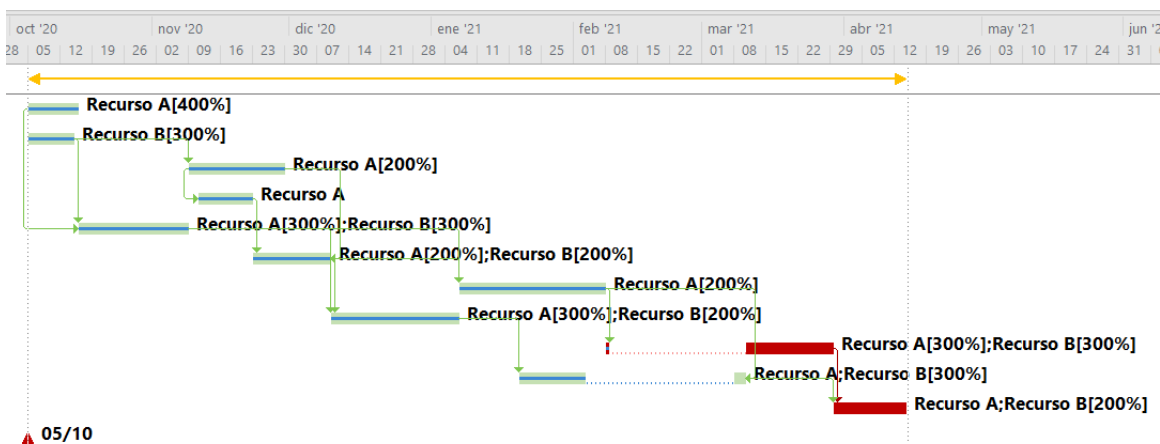


Figura 5.2 Diagrama de Gantt. Fuente: *Elaboración Propia*

5.2.4.5 Tableros KanBan

Esta herramienta facilita la gestión de los proyectos y el seguimiento de las tareas. Se pueden utilizar versiones online como Trello dando acceso a todos los miembros del equipo y creando distintos tableros para cada fase del proyecto.

Dentro de los tableros se pueden organizar las tareas por columnas (p.ej.: Tareas pendientes, Tareas en curso y Tareas finalizadas) y añadir fechas límite y responsables, lo que facilita el seguimiento y monitorización. Además, facilita al resto del equipo información muy valiosa sobre quien tiene que hacer cada tarea, de modo que agiliza las comunicaciones.

Esta herramienta aporta un método rápido y sencillo, comprensible por todos los miembros del equipo, implicándolos más en la consecución de los objetivos. Facilita también la gestión de los cambios, ya que las tarjetas pueden cambiarse de columna fácilmente por cualquier miembro del equipo.











TAREAS PENDIENTES	TAREAS EN CURSO	TAREAS FINALIZADAS
  	   	  

Figura 5.3 Tablero KanBan. Fuente: *Elaboración propia*

5.2.4.6 Plantilla para la Gestión de las Comunicaciones

Podemos elaborar una plantilla que facilite la gestión de las comunicaciones por parte de la organización donde se indiquen las partes interesadas que deben ser informadas, indicando para cada caso particular el modo en el que se efectuarán las comunicaciones, cada cuanto tiempo, qué canales se utilizarán para dichas comunicaciones, etc.

Una plantilla para realizar esta tarea nos permite simplificar el trabajo y estandarizarlo de modo que no se nos olvide contemplar las comunicaciones con ninguna de las partes interesadas, lo que podría suponer el fracaso del proyecto.

5.2.4.7 Matriz Poder - Interés

Un análisis de Stakeholders es clave para garantizar el éxito el proyecto. Esta herramienta permite identificar a todos los Stakeholders con su postura actual y deseada a cerca del proyecto, diferenciando los Stakeholders internos de los externos.

Calificaremos también a las partes interesadas según su interés el en proyecto y el poder que puedan ejercer sobre el mismo del 1 al 10 y multiplicaremos ambas cifras obteniendo un producto P*I entre 0 y 100. Según su calificación podemos clasificar a los Stakeholders en 3 grupos diferentes:

- Clave: Si su puntuación es inferior a 30 puntos.
- Principal: Si su puntuación se encuentra entre 30 y 70 puntos.
- Secundario: Si su puntuación es superior a 70 puntos.

De este modo podemos calificar a los Stakeholders y establecer así una clasificación que nos permita priorizar su importancia sobre el proyecto. Esto nos facilitará su gestión y nos permitirá establecer una estrategia de gestión según las necesidades particulares de cada uno.

5.2.4.8 Matriz de Asignación de Responsabilidades (RACI)

Utilizaremos como herramienta la Matriz de Asignación de Responsabilidades (RAM), más concretamente una matriz RACI para conocer los roles y responsabilidades de cada una de las personas involucradas en el proyecto, tanto internas como externas a la organización.

A través de esta matriz se puede determinar según la tarea a desarrollar qué papel tendrá cada parte involucrada, identificando roles y responsabilidades de cada uno. Las siglas RACI hacen referencia a los distintos tipos de responsabilidad que se contemplan, en inglés: Responsible (R), Accountable (A), Consulted (C), Informed (I).

Esta matriz sirve a la hora de simplificar las comunicaciones entre las partes interesadas y evitar sobrecargar de trabajo a los miembros del equipo.

5.3 Fase 2: Definición del Producto y del Proceso

En este apartado se tratarán todos los aspectos relativos a la definición del producto y del proceso, haciendo más hincapié en los aspectos técnicos del proyecto, destacando la elaboración del Plan de Gestión de Riesgos del proyecto y la obtención de los objetivos para el producto y el proceso.

5.3.1. Introducción

La fase 2 se centra en definir los requisitos principales que deberán ser cumplidos tanto por el producto como por los procesos de nuestro proyecto, con el fin de satisfacer tanto los requisitos, necesidades y expectativas del cliente como los objetivos estratégicos de la organización.

Esta fase es más técnica que la anterior y está más ligada al producto y al proceso. En esta fase se elabora el Plan de Gestión de Riesgos partiendo de toda la información recopilada en las fases anteriores, así como las listas de objetivos, características y materiales del producto y del proceso y un plan de aseguramiento del producto.

Esta fase la conforman una serie de entradas, la mayor parte de ellas procedentes de las salidas de la fase anterior, un conjunto de salidas y herramientas que son las siguientes:

ENTRADAS

- Benchmarking de Producto / Proceso (nueva)
- Supuestos de Producto / Proceso (nueva)
- Estudios de Viabilidad del Producto (entrada fase 1)
- Plan de Gestión del Alcance
- Cronograma del Proyecto
- Plan de Gestión de Costes
- Plan de Gestión de las Comunicaciones
- Plan de Gestión de Interesados
- Roles y Responsabilidades

SALIDAS

- Plan de Gestión de Riesgos
- Objetivos de Diseño del Producto y del Proceso
- Objetivos de Calidad y Fiabilidad
- Lista Preliminar de Materiales
- Diagrama Preliminar de Flujos de Proceso
- Lista Preliminar de Características Especiales de Productos y Procesos
- Plan de Aseguramiento de la Calidad del Producto

HERRAMIENTAS

- Técnicas Grupales de Creatividad
- Juicio de Expertos
- Matriz Probabilidad - Impacto
- Plantilla para el Plan de Acción ante Riesgos
- Auditorías Internas de Calidad

5.3.2. Entradas

A continuación se detallarán las entradas de la Fase 2: Definición del Producto y del Proceso que no forman parte de las salidas o entradas de la fase anterior.

5.3.2.1 Benchmarking de Producto / Proceso

El Benchmarking consiste en realizar comparaciones entre productos y procesos de compañías que realicen buenas prácticas en el área de estudio, con el objetivo de adquirir esas buenas prácticas ya probadas y aplicarlas dentro de la organización.

El Benchmarking sirve para establecer objetivos de rendimiento de los productos y procesos a través de la identificación de puntos fuertes de otros productos que sirvan de referencia para el diseño y desarrollo de los nuevos productos y procesos de la organización.

5.3.2.2 Supuestos de Producto / Proceso

Los Supuestos de Producto y Proceso son características o conceptos que la organización presupone que incluirá el nuevo producto. Suele tratarse de innovaciones técnicas, con nuevos materiales más avanzados y nuevas tecnologías.

Estos supuestos son declaraciones de lo que esperamos que incluya como características el nuevo producto y el proceso y deben ser incluidas como entradas para definir los nuevos productos y procesos de la organización.

5.3.3. Salidas

5.3.3.1 Plan de Gestión de Riesgos

Una de las claves para el éxito de los proyectos consiste en realizar un exhaustivo Plan de Gestión de Riesgos que permita desarrollar estrategias de gestión y planes de acción que permitan a la organización prevenir los riesgos que puedan presentarse a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

Además de prevenir la aparición de los riesgos identificados, el Plan de Gestión de Riesgos permite establecer acciones a tomar ante los riesgos que puedan suceder durante el transcurso de todo el proyecto. Cabe destacar que pueden aparecer riesgos no identificados que puedan poner en peligro el proyecto. Por ello, es importante establecer un plan de contingencias que nos sirva de reserva en tiempo y costes para cubrir los posibles imprevistos que puedan aparecer.

Para apoyar la realización del Plan de Gestión de Riesgos nos serviremos de herramientas como la Matriz de Probabilidad – Impacto para identificar y clasificar los riesgos, permitiendo a la organización establecer una clasificación de los riesgos más críticos y priorizar la prevención de éstos sobre otros riesgos calificados como secundarios.

5.3.3.2 Objetivos de Diseño de Producto y Proceso

Durante esta Fase de Definición de Producto y de Proceso es importante establecer unos objetivos claros que reflejen donde queremos llegar y qué queremos conseguir con el desarrollo del proyecto que tenemos entre manos.

Es importante tener en cuenta que estos objetivos deben ser medibles siguiendo los Objetivos SMART, estas siglas hacen referencia a cómo deben ser los objetivos:



Figura 5.4 Objetivos SMART. Fuente: *Elaboración Propia*

5.3.3.3 Objetivos de Calidad y Fiabilidad

De forma análoga a los objetivos de diseño de producto y de proceso definidos en el apartado anterior, también se deben definir unos objetivos de calidad y fiabilidad, que sirvan como base para realizar el aseguramiento de la calidad y controlar la calidad del producto y el proceso a desarrollar por la organización.

Estos objetivos, al igual que los anteriores, deben ser Objetivos SMART, que permitan ser medibles en las auditorías que se realizarán por la organización de manera interna a lo largo del desarrollo de todo el proyecto.

5.3.3.4 Lista Preliminar de Materiales

En esta fase en la que se define el producto y el proceso se debe realizar también una lista preliminar de los materiales que serán requeridos para la elaboración del nuevo producto y aquellos necesarios para piezas específicas del proceso. Esta lista podemos basarla en los supuestos de producto y proceso que son entrada para esta fase.

Esta lista de materiales se tendrá en cuenta en la siguiente fase a la hora de tomar decisiones sobre qué es lo que se hará en interno en la organización y qué será necesario subcontratar. También servirá como apoyo en el proceso de selección de los proveedores.

5.3.3.5 Diagrama Preliminar de Flujos de Proceso

Partiendo de la lista preliminar de materiales y de los supuestos de producto y de proceso, en esta fase podemos establecer un diagrama preliminar de cómo será el proceso de fabricación del nuevo producto a través de un diagrama de flujo.

El Diagrama de Flujo nos permite representar de manera gráfica el proceso de fabricación del producto y nos servirá como base a la hora de desarrollar el Proceso en la Fase 4: Diseño y Desarrollo del Proceso.

5.3.3.6 Lista Preliminar de Características Especiales de Productos y Procesos

En esta fase del proyecto, al mismo tiempo que debemos especificar los objetivos del producto y proceso y los objetivos de calidad y fiabilidad, también se deben identificar aquellas características especiales de los productos y los procesos que requieran unos controles específicos, por seguridad o reglamentación.

Estas características especiales requerirán una serie de controles especiales que deberán ser implementados en el Plan de Control de las piezas en cuestión y el Plan de Control del proceso. Además, se hará especial hincapié en su seguimiento en las auditorías internas de calidad.

5.3.3.7 Plan de Aseguramiento de la Calidad

El Plan de Aseguramiento de la Calidad pretende asegurar la calidad de los nuevos productos y procesos de la organización a través de la planificación de las actividades de aseguramiento de la calidad que se realizarán a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

El documento debe ser claro, consistente y libre de toda ambigüedad que sea fácil de comprender por cualquier persona que deba revisarlo y seguirlo. Este documento debe incluir toda la información necesaria para asegurar la calidad del proyecto.

5.3.4. Herramientas

5.3.4.1 Técnicas Grupales de Creatividad

En esta fase del proyecto en la que se define el producto y el proceso es muy importante utilizar técnicas grupales de creatividad que ayuden a generar ideas novedosas entre los miembros del equipo. Hay una gran variedad de técnicas de creatividad que podemos utilizar dependiendo de la situación.

El Brainstorming o Lluvia de Ideas es una herramienta que se puede utilizar en cualquier tipo de situación puesto que no requiere nada más que la presencia de los participantes. Esta técnica consiste en anotar en una pizarra o en un papel ideas que vayan surgiendo de forma espontánea entre los participantes que, al ser visualizadas por todos, es más fácil conseguir conexiones entre las ideas individuales y seleccionar las más interesantes.

Otra técnica que podemos utilizar es la técnica de los 6 sombreros, en esta técnica cada miembro del equipo adopta una perspectiva diferente sobre el mismo tema a través de 6 sombreros, cada uno de un color diferente. Con cada sombrero se adoptará la postura propia de ese sombrero. Es una técnica muy útil para debates en los que las opiniones son muy diversas.

5.3.4.2 Juicio de Expertos

Esta herramienta será muy útil a la hora de definir el nuevo producto y proceso para asegurarnos de que las soluciones planteadas son viables y puedan ajustarse al sistema productivo de la organización. Esta herramienta está desarrollada con más detalle en el Apartado 5.2.4.1.

5.3.4.3 Matriz Probabilidad - Impacto

Con el fin de analizar los riesgos del proyecto de forma más detallada podemos utilizar esta herramienta que consiste en una matriz donde se analiza cada uno de los riesgos y se clasifica por su probabilidad e impacto que tienen sobre el proyecto.

Se utilizará la matriz de Probabilidad - Impacto para determinar de forma cualitativa según su probabilidad e impacto cuáles de los riesgos identificados en el proyecto son riesgos secundarios (blanco), importantes (gris claro) y cuáles tienen un interés prioritario (gris oscuro); clasificándolos de este modo según su prioridad.

		Amenazas					Oportunidades						
Probabilidad	Muy alta 0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05	Muy alta 0,90	
	Alta 0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04	Alta 0,70	
	Mediana 0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03	Mediana 0,50	
	Baja 0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02	Baja 0,30	
	Muy baja 0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01	Muy baja 0,10	
		Muy bajo 0,05	Bajo 0,10	Moderado 0,20	Alto 0,40	Muy alto 0,80	Muy alto 0,80	Alto 0,40	Moderado 0,20	Bajo 0,10	Muy bajo 0,05		
Impacto negativo						Impacto positivo							

Figura 5.5 Matriz Probabilidad - Impacto. Fuente: (Project Management Institute, 2017)

Esta clasificación nos permite actuar haciendo más incisión en aquellos riesgos que calificuemos como riesgos de interés prioritario o importantes dejando en un segundo plano aquellos riesgos que hayan sido calificados como secundarios.

5.3.4.4 Plantilla para el Plan de Acción ante Riesgos

Tras haber identificado, categorizado y priorizado los riesgos con la Matriz de Probabilidad – Impacto en el apartado anterior, es la hora de establecer un plan de acción para los riesgos, comenzando por aquellos riesgos que son más críticos, calificados como riesgos de interés prioritario.

Para ello utilizaremos una plantilla en la que colocaremos los riesgos ordenados por prioridad y estableceremos un plan de acción con unos plazos para llevarlo a cabo y un responsable que se encargue de que este plan de acción se lleve a cabo.

5.3.4.5 Auditorías Internas de Calidad

Con el fin de controlar que el proyecto se ejecute según lo planificado cumpliendo con el plan de aseguramiento de la calidad definido en este apartado, se realizarán auditorías internas de calidad durante todo el proyecto que aseguren la calidad del producto y el proceso.

Estas auditorías se llevarán a cabo de manera interna en la organización y se revisará que se cumple con el aseguramiento de la calidad todos los requisitos de calidad especificados del producto y del proceso, prestando especial atención a las características especiales del producto y del proceso que requieran acciones más complejas.

5.4 Fase 3: Diseño y Desarrollo del Producto

En este apartado se desarrolla todo el diseño y desarrollo del producto que han sido definidos en la fase anterior, desde los primeros planos y especificaciones técnicas de ingeniería hasta el desarrollo de un prototipo funcional del producto. En esta fase se utilizarán herramientas muy específicas del proceso de diseño características del proceso APQP.

5.4.1. Introducción

En esta etapa se desarrollan todas las características y especificaciones del diseño y desarrollo del producto. Esta fase incluye la construcción de planos y prototipos con el fin de verificar que el diseño cumple con los requisitos, necesidades y expectativas del cliente.

El diseño del producto tiene que cumplir con los objetivos establecidos en la fase anterior y que forman parte de las entradas para esta fase, además de cumplir con los objetivos de calidad, coste y plazo de entrega. También deben revisarse aspectos más técnicos relativos al producto como los planos de ingeniería, la fiabilidad, la seguridad, el peso, las características especiales, etc.

Esta fase, a diferencia de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP), diferencia entre las propias salidas y las herramientas que se pueden utilizar para obtener esas salidas. Las herramientas utilizadas en esta fase sirven para distinguir características especiales y prioritarias del producto que requieran procesos y planes de control especiales.

Esta fase, junto con la Fase 4, son las más importantes del proceso puesto que engloban todo el diseño y desarrollo del producto y del proceso definidos en la fase anterior y se debe asegurar el cumplimiento de todos los requerimientos técnicos de ingeniería. También se aborda la identificación de los riesgos que podrían darse durante el proceso de diseño del producto a través del Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFEMA).

ENTRADAS

- Plan de Gestión de Riesgos
- Objetivos de Diseño del Producto y del Proceso
- Objetivos de Calidad y Fiabilidad
- Lista Preliminar de Materiales
- Diagrama Preliminar de Flujos de Proceso
- Lista Preliminar de Características Especiales de Productos y Procesos
- Plan de Aseguramiento de la Calidad del Producto

SALIDAS

- Plan de Gestión de Interesados (interno)
- Verificaciones de Diseño
- Revisiones de Diseño
- Planos de Ingeniería
- Especificaciones de Ingeniería
- Especificaciones de Materiales
- Plan de Gestión de las Adquisiciones
- Requerimientos de Nuevos Equipos, Herramientas e Instalaciones
- Características Especiales del Producto
- Requerimientos de Equipos de Prueba y Medidores
- Compromiso de Viabilidad de Equipos
- Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Diseño (derivado del DFMEA)
- Registro de Cambios en los Planos y las Especificaciones

HERRAMIENTAS

- Técnicas Grupales de Creatividad
- Matriz Poder - Interés
- Análisis de Proveedores
- Análisis de Hacer o Comprar
- Construcción de Prototipos
- Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA)
- Diseño para la Fabricación y el Montaje (DFMA)
- Plan de Control

5.4.2. Entradas

Las entradas de esta fase, Fase 3: Diseño y Desarrollo del Producto, son las salidas de la Fase anterior, Fase 2: Definición del Producto y Proceso, y están detalladas en el Apartado 5.3.3.

5.4.3. Salidas

5.4.3.1 Plan de Gestión de Interesados (interno)

De forma análoga al Plan de Interesados general de la organización detallado en el Apartado 5.2.3.5, en esta fase se realiza un plan de interesados más específico, ahora que han sido definidos los roles y responsabilidades de cada uno de los integrantes del equipo.

Este Plan de Gestión de Interesados interno tendrá en cuenta a aquellos miembros de la organización involucrados y/o interesados en el proyecto a desarrollar y para su elaboración se utilizará como herramienta la Matriz Poder – Interés detallada en el Apartado 5.2.4.7.

5.4.3.2 Verificaciones de Diseño

Al finalizar esta Fase 3: Diseño y Desarrollo del Producto finaliza con ella el proceso de diseño del producto, lo que requerirá una serie de Verificaciones del Diseño por parte de Ingeniería y Fabricación que aseguren que el producto cumple con los Objetivos de Diseño fijados en la fase anterior.

Además, también se debe verificar que el producto cumple con los requerimientos, necesidades y expectativas del cliente en lo que se refiere a objetivos de calidad y fiabilidad, asegurando la calidad del producto y poniendo especial atención a las características especiales definidas por la organización.

5.4.3.3 Revisiones de Diseño

Antes de realizar las Verificaciones de Diseño, a lo largo de toda esta fase deben realizarse revisiones de diseño en las que se compruebe que el producto es conforme a los requerimientos y especificaciones definidos en el proyecto.

Durante estas revisiones, es conveniente que se encuentren presentes personas de distintas áreas de la empresa, que puedan aportar distintas visiones acerca del producto y detectar distintos tipos de carencias u oportunidades de mejora con el objetivo de cubrir la satisfacción de todos los objetivos y aportar el máximo valor al producto desarrollado.

5.4.3.4 Planos de Ingeniería

Una de las salidas más características de esta fase son los Planos de Ingeniería del producto diseñado por la organización. Estos planos deben incluir todo lo necesario para fabricar el producto por cualquier persona interna o externa a la empresa.

Los planos deben incluir las dimensiones del producto, los materiales y aquellas características del producto que requieran medidas especiales para su fabricación. Estos planos deben ser claros y comprensibles y debe guardarse como registro todas las versiones y modificaciones que se lleven a cabo a lo largo del ciclo de vida del producto.

5.4.3.5 Especificaciones de Ingeniería

También en esta fase de diseño y desarrollo se deben especificar características especiales del producto o proceso necesarias para la fabricación del producto. Dentro de estas características se incluyen materiales especiales, especificaciones del montaje de las distintas piezas que conforman el producto, procesos específicos, etc.

5.4.3.6 Especificaciones de Materiales

Tras obtener una lista preliminar de materiales en la fase anterior, en esta fase se deben detallar las especificaciones de los materiales en lo que se refiere a composición química, densidad, rugosidad, acabado, tratamientos superficiales, etc.

5.4.3.7 Plan de Gestión de las Adquisiciones

Es importante realizar un Plan de Adquisiciones donde quede reflejado cómo se adquirirán aquellos bienes y servicios necesarios para la ejecución del proyecto y cómo se gestionarán los procesos de adquisición de manera interna en la organización.

Dentro del Plan de Adquisiciones hay que contemplar la gestión de los contratos con los proveedores de productos y/o servicios y las órdenes de compra solicitadas por el equipo de proyecto. Esta tarea suele llevarse a cabo por el departamento de compras de la organización.

Dentro del Plan de Adquisiciones se deben gestionar los entregables del proyecto, las 3 líneas base: alcance, cronograma y coste, informes de desempeño, roles y responsabilidades de los proveedores y de la propia organización, etc. Debe realizarse un análisis de proveedores y realizar decisiones importantes como decidir qué trabajos serán elaborados dentro de la empresa y que trabajos serán subcontratados a empresas externas.

5.4.3.8 Requerimientos de Nuevos Equipos, Herramientas e Instalaciones

Mientras se diseña y desarrolla en esta fase el nuevo producto, de forma paralela, deben ir definiéndose los requerimientos de nuevos equipos, herramientas e instalaciones necesarias para la fabricación del producto dentro de las instalaciones de la organización.

Esto incluye especificar los requerimientos de nueva maquinaria, nuevas líneas de montaje o fabricación de componentes, necesidades de utillajes y herramientas, nuevos sistemas de control, necesidad de instalaciones adicionales, etc.

5.4.3.9 Características Especiales del Producto

Las Características Especiales del producto hacen referencia a elementos del diseño necesarios para garantizar la seguridad, cumplir la reglamentación o que requieran controles especiales o adicionales a los establecidos en el Plan de Aseguramiento de la Calidad.

Estas características deben estar bien definidas en los Planos de Ingeniería del producto, en el Plan de Control de los productos y en el Plan de Aseguramiento de la Calidad y serán objeto de control en las auditorías de calidad internas de la organización.

5.4.3.10 Requerimientos de Equipos de Prueba y Medidores

En esta fase es necesario definir los Equipos de Prueba y Medidores necesarios para asegurar la calidad del nuevo producto, detallando los requerimientos específicos que deberán contemplarse para asegurar la calidad de cada característica individual.

Una vez definidos y aprobados los equipos de prueba y medidores con sus requerimientos pasarán al departamento de compras que se encargará de las adquisiciones.

5.4.3.11 Compromiso de Viabilidad de Equipos

El final de esta Fase, el equipo de calidad de la organización debe garantizar que el producto es viable y puede ser fabricado, montado, empaquetado y entregado al cliente en los plazos previstos en el cronograma del proyecto, a un coste aceptable para el cliente.

Las listas de objetivos y requerimientos elaboradas en la fase anterior, junto con el alcance del proyecto, el cronograma, los costes y el plan de aseguramiento de la calidad nos sirven como base para garantizar la viabilidad de los equipos. La aprobación debe decidirse por consenso entre los miembros del equipo y deben quedar documentadas todas las discrepancias.

5.4.3.12 Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Diseño

Este Plan Preventivo ante Riesgos del Diseño se deriva del Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA), herramienta la cual se encuentra detallada en el Apartado 2.4.3.

En base al Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA) se extraen una serie de medidas de acción preventivas y correctivas para evitar o paliar los efectos de estos posibles fallos y se incluirán dentro del Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Diseño.

5.4.3.13 Registro de Cambios en los Planos y las Especificaciones

Para llevar un correcto seguimiento de los avances del proyecto es necesario realizar un registro de cambios de todos los planos del producto, desde los primeros bocetos y de las especificaciones técnicas oportunas. Esto nos permite poder mirar hacia atrás y ver donde se han tomado las decisiones que puedan haber supuesto cambios o errores en el proyecto.

Este registro de cambios debe especificar las características o la parte de los planos que se modifican y debe indicarse el por qué se realizan los cambios y quien es el responsable y ejecutor de esos cambios.

5.4.4. Herramientas

5.4.4.1 Técnicas Grupales de Creatividad

Para conseguir que el proceso de Diseño y Desarrollo del Producto sea eficiente y salgan ideas innovadoras y creativas podemos a ver uso de técnicas grupales de creatividad, que se explican con más detalle en el Apartado 5.3.4.1.

5.4.4.2 Matriz Poder -Interés

De forma análoga al plan de gestión de interesados general se realiza en esta fase el plan de gestión de interesados interno de la empresa, para el que utilizaremos la misma Matriz Poder – Interés explicada en el Apartado 5.2.4.7.

5.4.4.3 Análisis de Proveedores

Con el fin de realizar una selección de proveedores imparcial con el objetivo de seleccionar el proveedor que más se ajuste a las necesidades del proyecto, es necesario realizar un Análisis de Proveedores que permita comparar los servicios que ofrece cada uno.

Con esta herramienta estableceremos una serie de criterios con los que medir la adecuación de los proveedores al trabajo que se requiere subcontractar. Esta evaluación de criterios se hará de manera numérica estableciendo del 1 al 10 el grado con el que el proveedor satisface cada una de las características y se hará un recuento que permita seleccionar al proveedor que haya obtenido la mayor puntuación.

Para conseguir una evaluación que se ajuste más a las necesidades de la organización y del producto, el peso de estos criterios puede estar ponderado, permitiendo establecer prioridades entre las distintas características a tener en cuenta dentro del proceso de selección.

5.4.4.4 Análisis de Hacer o Comprar

El análisis de Hacer o Comprar se utiliza para tomar decisiones de si un trabajo será realizado por la organización o será subcontractado a una empresa externa y se utiliza a la hora de elaborar el Plan de Gestión de las Adquisiciones.

Esta herramienta permite recopilar y organizar datos de cómo conseguir satisfacer los requisitos de fabricación del producto y los analiza comparándolos con las alternativas disponibles. Esto permitirá a la organización conocer si será más rentable y tendrá más beneficios para la organización fabricar un producto con los recursos de la organización o subcontractarlo a un proveedor externo.

Hay que tener en cuenta factores como el coste de fabricación y subcontractación, la capacidad de recursos y materiales de la organización y la propiedad intelectual, puesto que contratar a un proveedor en muchos casos supone desvelar gran cantidad de información confidencial de la empresa.

5.4.4.5 Construcción de Prototipos

Una de las herramientas más importantes a la hora de diseñar un producto es la construcción de prototipos. Un prototipo permite al equipo visualizar a escala real el producto final y evaluar el diseño identificando errores y aspectos de mejora de manera rápida e intuitiva.

La construcción de prototipos se realizará con los materiales y piezas piloto del proyecto y servirá para comprobar si el producto satisface las necesidades y expectativas de los clientes y si cumple con los objetivos de calidad establecidos.

5.4.4.6 Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA)

En esta fase utilizaremos el Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA), una de las herramientas más características de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP).

El objetivo de esta herramienta es establecer un Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Diseño que logre prevenir posibles fallos y permita reaccionar rápidamente ante los que puedan ocurrir a lo largo del transcurso del proyecto. Esta herramienta está desarrollada con más detalle en el Apartado 2.4.3.

5.4.4.7 Diseño para la Fabricación y el Montaje (DFMA)

El Diseño para la Fabricación y el Montaje o en inglés Design For Manufacturing and Assembly (DFMA) es un proceso de diseño de carácter proactivo que nos sirve para mejorar los diseños de producto y sus posteriores modificaciones y rediseños.

La técnica consiste en analizar el diseño del producto y proponer modificaciones del diseño intentando simplificarlo reduciendo el número de piezas del producto y los tiempos necesarios para el montaje. De este modo se favorece la utilización de componentes multifuncionales reduciendo la diversidad de piezas, lo que se traduce en diseños más simples y ahorros de costes en muchos casos muy significativos.

Esta herramienta tiene como objetivo mejorar el proceso de fabricación del producto desde el punto de vista del montaje, teniendo en cuenta en todo momento la reducción de costes sin que afecte a las funciones y características esenciales del producto.

5.4.4.8 Plan de Control

El Plan de Control es una herramienta que describe las acciones requeridas para cada fase del proyecto, los métodos de control y los sistemas de medición necesarios para controlar las características de calidad que son críticas, definiendo una serie de medidas preventivas a seguir para asegurar la calidad del producto.

El Plan de Control es una de las herramientas más importantes y características del proceso de Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) y está explicada con más detalle en el Apartado 2.4.1.

5.5 Fase 4: Diseño y Desarrollo del Proceso

En este apartado se desarrolla todo el diseño y desarrollo del proceso que han sido definidos en la fase anterior, incluyendo todo lo necesario para el desarrollo del proceso de fabricación del producto. En esta fase se utilizarán herramientas muy específicas del proceso de diseño características del proceso APQP.

5.5.1. Introducción

En esta fase se analizan las características del desarrollo del proceso de fabricación y se diseñan los planes de control del proceso para alcanzar productos de calidad. Esta fase comienza de manera simultánea a la Fase 3: Diseño y Desarrollo del Producto, puesto que producto y proceso son conceptos interrelacionados. Por ello, las entradas para esta fase, a mayores de las entradas provenientes de salidas de la fase anterior, se añaden también algunas de las salidas de la Fase 2: Definición del Producto y del Proceso.

El objetivo de esta fase es diseñar y desarrollar un sistema de fabricación preciso y eficaz, que garantice que se cumplen los requisitos, las necesidades y las expectativas del cliente. Con el fin de mejorar los resultados se incluye en esta etapa la actualización del plan de gestión de interesados interno para gestionar las personas involucradas dentro de la organización.

ENTRADAS

- Plan de Gestión de Riesgos (salida fase 2)
- Objetivos de Diseño del Producto y del Proceso (salida fase 2)
- Objetivos de Calidad y Fiabilidad (salida fase 2)
- Diagrama Preliminar de Flujos de Proceso (salida fase 2)
- Lista Preliminar de Características Especiales de Productos y Procesos (salida fase 2)
- Plan de Aseguramiento de la Calidad del Producto (salida fase 2)
- Plan de Gestión de Interesados (interno)
- Verificaciones de Diseño
- Revisiones de Diseño
- Planos de Ingeniería
- Especificaciones de Ingeniería
- Especificaciones de Materiales
- Plan de Gestión de las Adquisiciones
- Requerimientos de Nuevos Equipos, Herramientas e Instalaciones
- Características Especiales del Producto
- Requerimientos de Equipos de Prueba y Medidores
- Compromiso de Viabilidad de Equipos
- Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Diseño (derivado del DFMEA)
- Registro de Cambios en los Planos y las Especificaciones

SALIDAS

- Actualización del Plan de Gestión de Interesados (interno)
- Especificaciones y Estándares de Embalaje
- Revisión del Sistema de Calidad del Producto / Proceso
- Diagrama de Flujo del Proceso
- Plano de Distribución en Planta
- Características Especiales del Proceso
- Instrucciones de Proceso
- Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Proceso (derivado del PFMEA)
- Plan de Análisis de los Sistemas de Medición
- Plan de Estudio de la Capacidad del Proceso

HERRAMIENTAS

- Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (PFMEA)
- Matriz de Características
- Plan de Control Previo al Lanzamiento

5.5.2. Entradas

Las entradas de esta fase, Fase 4: Diseño y Desarrollo del Proceso, son las salidas de la Fase anterior, Fase 3: Diseño y Desarrollo del Producto, y están detalladas en el Apartado 5.4.3. Además, también se incluyen salidas de la Fase 2: Definición del Producto y del Proceso, detalladas en el Apartado 5.3.3.

5.5.3. Salidas

5.5.3.1 Actualización del Plan de Gestión de Interesados (interno)

Al cambiar de fase de la Fase 3 a la Fase 4 y comenzar con el Diseño y Desarrollo del Proceso, es necesario actualizar el Plan de Gestión de Interesados interno definido en el Apartado 5.4.3.1.

Hay que tener en cuenta que los Planes de Gestión de Interesados son documentos vivos que hay que ir actualizando a lo largo del ciclo de vida de todo el proyecto con el fin de identificar cambios de posturas o de poder en las partes involucradas que puedan poner en riesgo el proyecto.

5.5.3.2 Especificaciones y Estándares de Embalaje

Los requisitos de embalaje especificados por el cliente deben ser bien estudiados y analizados e incorporarse a los requisitos del producto. El embalaje debe asegurar la integridad del producto, manteniendo el nivel de calidad establecido.

El embalaje del producto debe ser diseñado por el equipo de ingeniería con el apoyo del equipo de calidad de la organización, que deberá validarlo y asegurar que el producto no sufrirá ningún defecto durante el transporte y todas las características se mantengan inalteradas.

5.5.3.3 Revisión del Sistema de Calidad del Producto / Proceso

Con el diseño del nuevo proceso es necesario revisar el sistema de calidad de las plantas de producción donde se fabricará el producto. Con este proceso se pretenden identificar y documentar los cambios y controles adicionales necesarios para cumplir con el Plan de Aseguramiento de la Calidad de la organización, que deberán ser incluidos en los Planes de Control del Proceso.

Esta es una buena oportunidad para mejorar los sistemas de calidad implantados e incorporar los requisitos del cliente y de la organización. La experiencia del equipo y las lecciones aprendidas de proyectos anteriores resultan clave para desarrollar controles de calidad apropiados para el nuevo proceso a implantar.

5.5.3.4 Diagrama de Flujo del Proceso

En esta fase la organización debe desarrollar el diagrama preliminar de flujo que fue diseñado en la Fase 2: Definición del Producto y del Proceso, detallado en el Apartado 5.3.3.5.

El diagrama de flujo consiste en una representación esquemática del flujo del proceso propuesto para el nuevo producto. Se utiliza con el objetivo de visualizar el impacto de las posibles variaciones del proceso. Ayuda a visualizar el proceso en conjunto en vez de sus operaciones individuales.

El diagrama de Flujo del Proceso resulta muy útil para la organización para guiar al equipo en la elaboración del Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (PFMEA) y los Planes de Control del proyecto.

5.5.3.5 Plano de Distribución en Planta

Otra de las salidas necesarias en esta fase es el plano de distribución en planta que detalle cómo se va a desarrollar el proceso dentro de las instalaciones de la organización, con el objetivo de optimizar el flujo de materiales y su manipulación y el aprovechamiento de la superficie de la factoría habilitada para el nuevo proceso.

Este plan sirve de base para aprobar elementos tan importantes como la situación de los puntos de control, los puestos de reparación provisionales o las áreas de almacenamiento de piezas no conformes, los cuales también deben estar incluidos en el diagrama de flujo.

5.5.3.6 Características Especiales del Proceso

De forma análoga a las características especiales del producto, detalladas en el Apartado 5.4.3.9, en este apartado deberán definirse las características especiales del proceso necesarias para garantizar la seguridad de los procesos y cumplir la reglamentación vigente.

Estas características deben estar bien definidas en el Plan de Control del proceso y en el Plan de Aseguramiento de la Calidad y serán objeto de control en las auditorías de calidad internas de la organización.

5.5.3.7 Instrucciones de Proceso

Con el fin de que el proceso sea accesible a todo el personal de la organización y facilitar su comprensión, deben realizarse unas instrucciones lo más claras y precisas posibles del nuevo proceso, que sean comprendidas por el personal responsable de las operaciones de fabricación involucradas.

Estas instrucciones se realizarán a partir de los Planos de Ingeniería del producto, el Plan de Control de las piezas y del proceso, el Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA) y el Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (PFMEA).

Las Instrucciones de Proceso deben estar estandarizadas y deben incluir los parámetros necesarios para poner en marcha la producción, las herramientas, el utillaje, etc.

5.5.3.8 Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Proceso

De forma análoga al Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Diseño procedente del Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA), detallado en el Apartado 5.4.3.12, se realiza en esta fase el Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Proceso, procedente del Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (PFMEA).

El objetivo es extraer una serie de medidas de acción preventivas y correctivas para evitar o paliar los efectos de estos posibles fallos identificados en el PFMEA, que se incluirán dentro del Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Proceso.

5.5.3.9 Plan de Análisis de los Sistemas de Medición

El equipo de calidad de la organización debe desarrollar un plan específico para llevar a cabo el Análisis de los Sistemas de Medición requeridos en el proceso. Este análisis debe llevarse a cabo en un laboratorio habilitado para realizar los ensayos pertinentes.

El laboratorio debe estar habilitado con todo lo necesario para garantizar la linealidad y repetitividad en los análisis realizados, permitiendo obtener datos fieles a la realidad que permitan tener un proceso que asegure la calidad del producto.

5.5.3.10 Plan de Estudio de la Capacidad del Proceso

El Plan de Estudio de la Capacidad del Proceso sirve para determinar si el proceso es capaz de satisfacer las necesidades del cliente y cumplir con el nivel de producción previsto en el alcance del proyecto.

En este plan se estudia el efecto que ejercen las posibles variaciones sobre el proceso y sirve para determinar si el proceso es capaz. Un proceso será capaz cuando la amplitud de la dispersión del proceso sea inferior a la dispersión de las especificaciones.

Este plan es muy importante para determinar si se es capaz de competir en mercados que ofrecen productos y servicios de alta calidad a precios cada vez más reducidos.

5.5.4. Herramientas

5.5.4.1 Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (PFMEA)

En esta fase utilizaremos el Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (PFMEA), una de las herramientas más características de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP).

El objetivo de esta herramienta es establecer un Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Proceso que logre prevenir posibles fallos y permita reaccionar rápidamente ante los que puedan ocurrir a lo largo del transcurso del proyecto. Esta herramienta está desarrollada con más detalle en el Apartado 2.4.3.

5.5.4.2 Matriz de Características

La Matriz de Características es una herramienta analítica que se utiliza para mostrar la relación entre los parámetros del proceso y los puestos de fabricación. Esta herramienta se utiliza también en la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP).

Consiste en relacionar a través de una matriz dos parámetros como pueden ser los requerimientos del cliente y las características de calidad y establecer el tipo de relación entre las variables enfrentadas, que podremos calificarlo como fuerte, media o débil.

Esta matriz sirve para identificar relaciones entre distintas variables, lo que supone una gran ayuda a la hora de identificar problemas o encontrar causas a los posibles problemas que puedan presentarse a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

5.5.4.3 Plan de Control Previo al Lanzamiento

El Plan de Control es una herramienta que describe las acciones requeridas para cada fase del proyecto, los métodos de control y los sistemas de medición necesarios para controlar las características de calidad que son críticas, definiendo una serie de medidas preventivas a seguir para asegurar la calidad del producto. Esta herramienta está explicada con más detalle en el Apartado 2.4.1.

Este plan de control debe ser revisado y actualizado antes del lanzamiento del nuevo producto, incorporando los métodos de control necesarios para asegurar la calidad de la puesta en marcha de la primera muestra de producción.

5.6 Fase 5: Validación del Producto Y Proceso

En este capítulo se detallan las entradas, salidas y herramientas propias de la validación del producto y del proceso. Se debe verificar el seguimiento del plan de control y el diagrama de flujo para que los productos cumplan con los requisitos y especificaciones del cliente.

5.6.1. Introducción

Esta fase tiene lugar cuando está finalizando la Fase 3: Diseño y Desarrollo del Producto y la Fase 4: Diseño y Desarrollo del Proceso y tiene como objetivo principal el de validar el Producto y el Proceso para dar así comienzo a la última fase, Fase 6: Puesta en Marcha, donde ponemos a prueba todo el proyecto con el arranque de una muestra de fabricación.

Durante esta fase se evalúan el Diseño y Desarrollo del Producto y Proceso, incluyendo también la evaluación de los sistemas de medición, maquinaria y utillajes, embalaje del producto, capacidad productiva de las instalaciones, etc.

En el transcurso de esta fase realizan auditorías internas de calidad internas para asegurar que producto y proceso reúnen todos los requisitos especificados en el alcance del proyecto y son así susceptibles de pasar a la siguiente. Es importante que todos los problemas de calidad significativos queden resueltos en esta fase para poder validar en esta fase el producto y el proceso y avanzar a la siguiente fase.

Las entradas de esta fase proceden de las salidas de las dos fases anteriores, puesto que unas son relativas al producto y las otras, relativas al proceso. Podemos ver estas entradas y salidas a continuación, especificando las entradas no procedentes de la fase anterior:

ENTRADAS

- Plan de Gestión de Interesados (interno) (salida fase 3)
- Verificaciones de Diseño (salida fase 3)
- Revisiones de Diseño (salida fase 3)
- Planos de Ingeniería (salida fase 3)
- Especificaciones de Ingeniería (salida fase 3)
- Especificaciones de Materiales (salida fase 3)
- Plan de Gestión de las Adquisiciones (salida fase 3)
- Requerimientos de Nuevos Equipos, Herramientas e Instalaciones (salida fase 3)
- Características Especiales del Producto (salida fase 3)
- Requerimientos de Equipos de Prueba y Medidores (salida fase 3)
- Compromiso de Viabilidad de Equipo y Apoyo de la Gestión (salida fase 3)
- Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Diseño (derivado del DFMEA)
- Registro de Cambios en los Planos y las Especificaciones (salida fase 3)

- Actualización del Plan de Gestión de Interesados (interno)
- Especificaciones y Estándares de Embalaje
- Revisión del Sistema de Calidad del Producto / Proceso
- Diagrama de Flujo del Proceso
- Plano de Distribución en Planta
- Características Especiales del Proceso
- Instrucciones de Proceso
- Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Proceso (derivado del PFMEA)
- Plan de Análisis de los Sistemas de Medición
- Plan de Estudio de la Capacidad del Proceso

SALIDAS

- Evaluación de los Sistemas de Medición
- Estudio Preliminar de la Capacidad del Proceso
- Evaluación de los Sistemas de Embalaje
- Aprobación del Producto y del Proceso
- Revisión del Plan de Control previo al Lanzamiento

HERRAMIENTAS

- Auditorías Internas de Calidad
- Pruebas y Ensayos de Calidad del Producto y Proceso
- Aprobación de Piezas para la Producción (PPAP)

5.6.2. Entradas

Las entradas de esta fase, Fase 5: Validación del Producto y Proceso son el conjunto de las salidas de las fases 3 y 4 de Diseño y Desarrollo del Producto y Proceso.

5.6.3. Salidas

5.6.3.1 Evaluación de los Sistemas de Medición

Los sistemas de medición deben utilizarse con el objetivo de comprobar que las características identificadas en el plan de control se ajustan a las especificaciones de los planos de ingeniería elaborados por la organización.

Los sistemas de medición deben someterse a evaluación antes de la siguiente fase donde se realiza la puesta en marcha de una muestra significativa de la producción para asegurar que los productos elaborados cumplan las especificaciones técnicas y de calidad requeridas.

5.6.3.2 Estudio Preliminar de la Capacidad del Proceso

El Plan de Estudio de la Capacidad del Proceso sirve para determinar si el proceso es capaz de satisfacer las necesidades del cliente y cumplir con el nivel de producción previsto en el alcance del proyecto y está detallado en el Apartado 5.5.3.10.

En esta fase se lleva a cabo el Estudio Preliminar de la Capacidad del Proceso con el fin de detectar esas posibles variaciones sobre el proceso y determinar si el proceso es capaz. Este estudio preliminar es importante realizarlo antes de la Fase 6: Puesta en Marcha, donde se fabricará una muestra significativa de la producción en condiciones normales de fabricación.

Este estudio preliminar resulta clave para obtener la aprobación de industrialización, que se realiza en la puerta de fase que sucede la fase en la que nos encontramos.

5.6.3.3 Evaluación de los Sistemas de Embalaje

En esta fase deben evaluarse los sistemas de embalaje seleccionados por el equipo de calidad de la organización, con el fin de comprobar que el embalaje es capaz de asegurar la calidad del producto, manteniendo los requisitos de calidad establecidos.

Esta evaluación será mucho más enriquecedora si se lleva a cabo por miembros de distintas áreas que garanticen que el embalaje es apto. En esta evaluación además de garantizar que asegura la calidad del producto, hay que revisar otros aspectos importantes como si las dimensiones reales son las mismas que las especificadas en los planos, si la colocación de las piezas en su interior facilita al operario su extracción, etc.

5.6.3.4 Aprobación del Producto y del Proceso

La salida más característica y el objetivo de esta fase es la Aprobación del Producto y del Proceso, que debe llevarse a cabo al final de la fase, antes de la puesta en marcha de una muestra significativa de la producción.

Es solapamiento de la Fase 5: Validación del Producto y del Proceso y la Fase 6: Puesta en Marcha, permite que la aprobación del producto y del proceso pueda realizarse de manera preliminar antes de la puesta en marcha de la fabricación y solucionar las remarcas encontradas durante el periodo de solapamiento entre las fases.

5.6.3.5 Revisión del Plan de Control Previo al Lanzamiento

Otra herramienta muy utilizada en el proceso de Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) son los Planes de Control realizados a lo largo del Ciclo de Vida del proyecto. Podemos encontrar en que consiste de manera detallada en el Apartado 2.4.1.

El Plan de Control es de la Producción debe describir los métodos de control y los sistemas de medición del proceso necesarios para controlar aquellas características de calidad que son más críticas, definiendo una serie de medidas preventivas a seguir para asegurar la calidad del producto y del proceso.

Este plan de control debe ser revisado y actualizado en esta fase, antes del lanzamiento del nuevo producto, incorporando los métodos de control adicionales necesarios para asegurar la calidad de la puesta en marcha de la primera muestra de producción.

5.6.4. Herramientas

5.6.4.1 Auditorías Internas de Calidad

Con el fin de controlar que el proyecto se ejecute según lo planificado y se esté cumpliendo con el Plan de Aseguramiento de la Calidad definido en el Apartado 5.3.3.7, se realizarán auditorías internas de calidad durante esta fase que aseguren la calidad del producto y el proceso para obtener su aprobación antes de la Fase 6: Puesta en Marcha.

Estas auditorías se llevarán a cabo de manera interna en la organización y se revisará que se cumple con el aseguramiento de la calidad todos los requisitos de calidad especificados del producto y del proceso, prestando especial atención a las características especiales del producto y del proceso que requieran acciones más complejas.

5.6.4.2 Pruebas y Ensayos de Calidad del Producto y Proceso

Al final de la Fase 5: Validación del Producto y Proceso, durante el periodo de solapamiento con la Fase 6: Puesta en Marcha, se extraen los primeros productos fabricados durante la fase de puesta en marcha para someterlos a pruebas y ensayos de calidad que aseguren la calidad del producto fabricado.

De forma análoga, el comienzo de la producción, que se hará de manera paulatina, servirá de ensayo de la producción y se debe comprobar que las instalaciones y los equipos funcionan correctamente y el proceso es capaz de conseguir productos de calidad con los parámetros especificados.

5.6.4.3 Aprobación de Piezas para la Producción (PPAP)

Una de las herramientas más características del proceso de Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) es el proceso de Aprobación de Piezas para la Producción (PPAP), que se encuentra detallado en el Apartado 2.4.2.

El proceso de Aprobación de Piezas para la Producción (PPAP) tiene como objetivo garantizar la calidad del material fabricado y que éste cumpla con los requisitos y las expectativas del cliente. Este proceso evidencia la capacidad de la empresa para fabricar el producto de manera consistente y acorde a los requerimientos del cliente.

5.7 Fase 6: Puesta en Marcha

En este apartado se detallan las entradas, salidas y herramientas que posee esta fase en la que se pone en marcha una muestra significativa de la producción con el fin de verificar los datos obtenidos en este lote de producción y poner fin al proyecto.

5.7.1. Introducción

Durante esta fase se realiza la puesta en marcha de una muestra significativa de la producción con el fin de verificar la capacidad del proceso y la producción y asegurar a través de este lote que la producción en serie se desarrollará de forma exitosa.

También se debe identificar y resolver todos los posibles problemas e inquietudes que puedan poner en riesgo la industrialización del proyecto. Esta fase supone el comienzo de la fabricación de una muestra del producto en serie por lo que se debe garantizar que el proceso está capacitado para la producción en masa del producto en condiciones normales de fabricación.

Esta muestra tiene que estar bien definida en el alcance del proyecto, con las cantidades, plazos y costes acordados. En caso de requerirse algunas modificaciones, éstas deben quedar reflejadas en el alcance del proyecto. Una vez finalizada esta muestra el proyecto llega a su fin, dejando paso a la producción en serie del producto.

ENTRADAS

- Evaluación de los Sistemas de Medición
- Estudio Preliminar de la Capacidad del Proceso
- Evaluación de los Sistemas de Embalaje
- Aprobación del Producto y del Proceso
- Revisión del Plan de Control previo al Lanzamiento

SALIDAS

- Muestra Significativa de la Producción
- Validación de la Producción

HERRAMIENTAS

- Auditorías Internas de Calidad
- Pruebas y Ensayos de Calidad del Producto y Proceso

5.7.2. Entradas

Las entradas de esta Fase 6: Puesta en Marcha, corresponden con las salidas de la fase anterior, Fase 5: Validación del Producto y del Proceso, y están detalladas más en profundidad en el Apartado 5.6.3.

5.7.3. Salidas

5.7.3.1 Muestra Significativa de la Producción

Una de las salidas de esta fase de puesta en marcha será la muestra significativa de la producción, que es el objetivo de esta fase con el que se pretende conseguir la Aprobación de la Industrialización por parte de la organización, puerta de fase que tiene lugar al final de la fase anterior, que se solapa con esta fase.

Los primeros productos procedentes de esta muestra significativa son objeto de pruebas y ensayos de calidad durante el periodo de solapamiento con la fase anterior. Estas pruebas y ensayos están detallados en el Apartado 5.6.4.2 y forman parte en las herramientas tanto de esta fase y como de la fase anterior.

5.7.3.2 Validación de la Producción

Durante esta fase de puesta en marcha se pretende conseguir la Validación de la Producción, que asegure que el proceso es apto para producir los productos con las especificaciones y los requerimientos definidos y que satisfacer los requerimientos, necesidades y expectativas de los clientes de la organización.

La Validación de la Producción debe realizarse en condiciones normales, es decir, con los tiempos de fabricación y utillajes definitivos, en las instalaciones donde se producirá la posterior industrialización o fabricación en serie, con los mismos operarios y responsables de taller, que deberán haber sido formados previamente, etc.

5.7.4. Herramientas

5.7.4.1 Auditorías Internas de Calidad

Con el fin de controlar que la puesta en marcha de la producción se ejecute según lo planificado y se esté cumpliendo con el Plan de Aseguramiento de la Calidad definido en el Apartado 5.3.3.7, se realizarán auditorías internas de calidad durante esta fase que aseguren la calidad del producto final obtenido en la puesta en marcha y del proceso, con el fin cerciorarse de que el proyecto puede cerrarse y pasar a la industrialización o fabricación en serie del producto.

Estas auditorías se llevarán a cabo de manera interna en la organización y se revisará que se cumple con el aseguramiento de la calidad todos los requisitos de calidad especificados del producto y del proceso, prestando especial atención a las características especiales del producto y del proceso que requieran acciones más complejas.

5.7.4.2 Pruebas y Ensayos de Calidad del Producto y Proceso

Al final de la Fase 5: Validación del Producto y Proceso, durante el periodo de solapamiento con la Fase 6: Puesta en Marcha, se extraen los primeros productos fabricados durante la fase de puesta en marcha para someterlos a pruebas y ensayos de calidad exhaustivos que logren garantizar la calidad del producto fabricado.

El comienzo de la producción, que se hará de manera paulatina, servirá como prueba para evaluar el proceso y, durante esta etapa se debe comprobar que tanto las instalaciones como los equipos funcionan correctamente y el proceso es capaz de conseguir productos de calidad con los parámetros y especificaciones definitivos, que se mantendrán durante el proceso de industrialización o fabricación en serie del producto.

5.8 Fase 7: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas

En este apartado se define la fase de evaluación, retroalimentación y acciones correctivas que se realiza a lo largo de todo el proyecto con el fin de recopilar un listado de lecciones aprendidas y mejores prácticas que sirvan como mejora continua para la realización de los futuros proyectos dentro de la organización.

5.8.1. Introducción

En paralelo a todas las fases anteriores se encuentra la Fase 7: Evaluación, retroalimentación y acciones correctivas. En esta fase se evalúa la producción en condiciones normales con todas las posibles variaciones del proceso. Es el momento de evaluar también la eficacia de la metodología seguida y la recopilación de todos los errores y cambios realizados a lo largo del proyecto.

Esta fase es muy importante para recopilar lecciones aprendidas y mejores prácticas que sirvan como base para mejorar y establecer una base para los siguientes proyectos que se lleven a cabo dentro de la organización. De esta manera se consigue capturar, retener y aplicar los conocimientos adquiridos durante el proyecto a proyectos posteriores.

Las entradas de esta fase, a diferencia de las fases anteriores, no son las salidas de la fase anterior sino una mezcla de todas las fases puesto que esta fase se solapa con todas las fases anteriores y cada una de ellas debe ser evaluada en esta fase. También se incorporarán datos de las revisiones procedentes de las puertas de fase, que aportan información acerca de los cambios y las evaluaciones realizadas del avance del proyecto.

ENTRADAS

- Actas Procedentes de las Puertas de Fase (nueva)
- Objetivos de Diseño del Producto y del Proceso (salida fase 2)
- Objetivos de Calidad y Fiabilidad (salida fase 2)
- Plan de Aseguramiento de la Calidad Producto (salida fase 2)
- Verificaciones de Diseño (salida fase 3)
- Revisiones de Diseño (salida fase 3)
- Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Diseño (DFMEA) (salida fase 3)
- Registro de Cambios en los Planos y las Especificaciones (salida fase 3)
- Revisión del Sistema de Calidad del Producto / Proceso (salida fase 4)
- Plan de Prevención y Reacción ante Riesgos del Proceso (PFMEA) (salida fase 4)
- Plan de Análisis de los Sistemas de Medición (salida fase 4)
- Plan de Estudio de la Capacidad del Proceso (salida fase 5)
- Evaluación de los Sistemas de Medición (salida fase 5)
- Evaluación de los Sistemas de Embalaje (salida fase 5)
- Validación de la Producción (salida fase 6)

SALIDAS

- Reducción de la Variación del Proceso
- Mejora de la Satisfacción del Cliente
- Entrega y Servicio Mejorados
- Registro de Cambios
- Lecciones Aprendidas y Mejores Prácticas
- Cierre del Proyecto

HERRAMIENTAS

- Auditorías de Calidad
- Encuestas de Satisfacción de los Clientes
- Plantilla para las Solicitudes de Cambio
- Plantilla para el Registro de Lecciones Aprendidas

5.8.2. Entradas

Las entradas de esta Fase 7: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas al desarrollarse a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, se compone de salidas de fase de todas las fases anteriores, añadiéndose a estas entradas las actas recogidas en las Puertas de Fase detalladas en el Apartado 4.4.

5.8.2.1 Actas Procedentes de las Puertas de Fase

Durante las Puertas de Fase se revisará y monitorizará el avance de las fases en curso, donde la organización tomará decisiones estratégicas sobre el desarrollo del proyecto y se adaptará de nuevo la lista de requerimientos del producto y del proceso, priorizando las actividades más críticas para la siguiente fase.

Es importante preparar una agenda para estas reuniones y recopilar todos los aportes de los stakeholders en unas actas de la reunión, donde quede constancia de las tareas que asume cada una de las partes interesadas y los compromisos a alcanzar. Estas actas deben ser enviadas a todos los participantes de la reunión.

Las actas procedentes de las Puertas de Fase se utilizarán a lo largo de esta fase para comprobar el acierto o desacierto de las decisiones tomadas y cómo han influido sobre el desarrollo y los objetivos del proyecto en curso.

5.8.3. Salidas

5.8.3.1 Reducción de la Variación del Proceso

Durante esta fase de evaluación que tiene lugar a lo largo de todo el transcurso del proyecto, uno de los objetivos será el de reducir la variación del proceso, esto se llevará a cabo a través de la monitorización de indicadores con gráficos del control y análisis estadísticos.

Esta fase persigue la mejora continua del producto y del proceso y requiere, además de intentar reducir la variación del proceso, comprender las causas de las variaciones para intentar erradicarlas o reducirlas.

Las propuestas para reducir la variación del proceso deberán ser evaluadas por las distintas áreas de la empresa que puedan verse afectadas por estas modificaciones y deberán incluir sus propios plazos y costes de implantación. El objetivo común de todas estas propuestas es el de reducir costes y mejorar la calidad del producto y del proceso.

5.8.3.2 Mejora de la Satisfacción del Cliente

Todas las actividades realizadas en esta fase tienen el objetivo principal de mejorar la satisfacción y las expectativas del cliente. Se requiere la participación del cliente en esta fase para que pruebe el producto y evalúe y califique las características que incorpora, lo que reportará una información muy valiosa a la empresa que utilizará estas evaluaciones y encuestas de satisfacción para mejorar la calidad y las características del producto.

De este modo, la organización y el cliente colaboran para modificar el alcance del proyecto, corrigiendo las deficiencias detectadas en el producto y realizando los cambios necesarios para que el producto cumpla con las necesidades y expectativas del cliente.

5.8.3.3 Entrega y Servicio Mejorados

La satisfacción del cliente no solo se ve afectada por el producto final, la entrega y el servicio prestado son claves para conseguir que el cliente se sienta satisfecho. Involucrar al cliente a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto es necesario para garantizar su participación, fundamental para conseguir el éxito del proyecto.

La entrega y el servicio postventa del producto deben quedar bien definidos en esta fase y debe detallarse el modo en el que la organización interactuará con el cliente durante la venta, entrega y servicio postventa del producto.

5.8.3.4 Registro de Cambios

Es necesario que quede constancia de todos los cambios realizados a lo largo del ciclo de vida del proyecto en el registro de cambios, que debe elaborarse en esta fase. Este registro es un documento vivo que debe ser alimentado a lo largo de todo el proyecto.

Esta información de los cambios realizados es muy valiosa, ya que nos permitirá en muchas ocasiones encontrar causas a posibles desvíos que hayan tenido lugar en un determinado momento del proyecto, permitiendo a la organización mirar atrás y ver qué cambios han tenido lugar en esas fechas y por qué.

Los cambios registrados deberán incluir una descripción del cambio, las fechas y los plazos en los que tienen lugar esos cambios, la justificación que indique la necesidad del cambio propuesto y quienes son los responsables y los ejecutores de dichos cambios.

5.8.3.5 Lecciones Aprendidas y Mejores Prácticas

Elaborar un listado de Lecciones Aprendidas y Mejores Prácticas resulta beneficioso y necesario para conseguir retener y transferir los conocimientos adquiridos en el transcurso del proyecto, para que puedan ser utilizados en futuros proyectos de la organización.

Este listado de Lecciones Aprendidas y Mejores Prácticas es un documento vivo que puede ir rellenándose a lo largo de todo el proyecto con los resultados de las decisiones tomadas, destacando las buenas y las malas decisiones, la eficacia de los métodos utilizados, las evaluaciones obtenidas de los clientes, comparativas realizadas con productos similares, etc.

5.8.3.6 Cierre del Proyecto

El cierre del proyecto se efectuará una vez que hayan finalizado todas las actividades definidas en el alcance del proyecto y supone liberar todos los recursos destinados al proyecto para su utilización en nuevos proyectos de la organización.

Hay que asegurarse que toda la documentación generada a lo largo del ciclo de vida del proyecto está actualizada, recogida y almacenada conforme a los estándares de la organización, de modo que sea accesible para los proyectos posteriores.

5.8.4. Herramientas

5.8.4.1 Auditorías de Calidad

Se realizarán auditorías internas de calidad durante todo el ciclo de vida del proyecto con el fin de asegurar la calidad del producto final y que éste satisfaga los requerimientos, necesidades y expectativas del cliente.

Estas auditorías se llevarán a cabo de manera interna en la organización y se revisará que se cumple con el plan de aseguramiento de la calidad del producto y los planes de control, revisando que se realizan todos los controles de calidad necesarios tanto dentro como fuera de la organización.

5.8.4.2 Encuestas de Satisfacción de los Clientes

Las encuestas de satisfacción son muy importantes para conocer más en profundidad las opiniones de los clientes en lo que se refiere al producto y a los servicios prestados por la organización. Estas opiniones se tendrán en cuenta a la hora de la toma de decisiones.

Una buena práctica es recoger las encuestas y analizar cuáles son las necesidades de los clientes más usuales y cuáles son las quejas más recurrentes, con el fin de detectar nuevas necesidades y oportunidades de mejora.

5.8.4.3 Plantilla para las Solicitudes de Cambio

Con el fin de estandarizar el proceso de solicitudes de cambios y poder llevar un seguimiento y un registro adecuado de estos cambios se puede realizar una plantilla que reduzca la complejidad del proceso y ahorre tiempos.

Los cambios registrados deberán incluir una descripción del cambio, las fechas y los plazos en los que tienen lugar esos cambios, la justificación que indique la necesidad del cambio propuesto y quienes son los responsables y los ejecutores de dichos cambios.

5.8.4.4 Plantilla para el Registro de Lecciones Aprendidas

De forma análoga a la plantilla para las solicitudes de cambio, es una buena práctica desarrollar una plantilla para recoger en ella las Lecciones Aprendidas, recopiladas a lo Largo del ciclo de vida del proyecto y que servirán como base para proyectos posteriores.

Elaborar un listado de Lecciones Aprendidas y Mejores Prácticas resulta beneficioso y necesario para conseguir retener y transferir los conocimientos adquiridos en el transcurso del proyecto, para que puedan ser utilizados en futuros proyectos de la organización.

Capítulo 6 IMPLEMENTACIÓN DEL ENFOQUE ÁGIL

En este capítulo se explicarán las metodologías ágiles más utilizadas en la dirección de proyectos y se detallará cómo se realiza la implementación del enfoque ágil dentro de la nueva metodología propuesta, transformándola en una metodología híbrida.

6.1 Introducción

La aparición de las metodologías ágiles en la Dirección de Proyectos ha sido debida a la falta de respuesta ante problemas de la Dirección de Proyectos tradicional tales como la alta incertidumbre presente en los proyectos. (Lasa, Álvarez and De las Heras, 2018)

Las metodologías ágiles pretenden conseguir un desarrollo satisfactorio del trabajo en entornos inciertos y cambiantes, en un mundo donde la tecnología se encuentra en constante evolución y los proyectos son cada vez más costosos y complejos, haciendo que la implementación de metodologías tradicionales no sea siempre la solución más idónea.

Las metodologías ágiles se centran en conseguir el éxito personal, técnico y organizativo, a través de la creación de valor para el cliente y la reducción de costes. (Shore and Warden, 2008)

Los proyectos ágiles buscan oportunidades de mejora a través de la constante entrega al cliente de nuevas versiones. Un equipo ágil está preparado para cambiar la dirección del proyecto ante posibles cambios en las necesidades y requerimientos de los clientes y del negocio. Esta entrega constante permite la detección temprana de los proyectos que no lograrán el éxito, que cancelándolos de manera temprana permite eliminar el despilfarro y ahorrar costes a la organización. (Shore and Warden, 2008)

6.1.1. Manifiesto Ágil

El Manifiesto Ágil es un documento creado en 2001 por 17 expertos en programación de software, lo que supuso un cambio en la forma de desarrollar los proyectos. El Manifiesto Ágil se compone de 4 valores y 12 principios que son los siguientes:

VALORES

- *“Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas.*
- *Software funcionando sobre documentación exhaustiva.*
- *Colaboración con el cliente sobre negociación contractual.*
- *Respuesta ante el cambio sobre seguir un plan”.*

(Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software, no date)

PRINCIPIOS

- *“Nuestra mayor prioridad es satisfacer al cliente mediante la entrega temprana y continua de software con valor.*
- *Aceptamos que los requisitos cambien, incluso en etapas tardías del desarrollo. Los procesos Ágiles aprovechan el cambio para proporcionar ventaja competitiva al cliente.*
- *Entregamos software funcional frecuentemente, entre dos semanas y dos meses, con preferencia al periodo de tiempo más corto posible.*
- *Los responsables de negocio y los desarrolladores trabajamos juntos de forma cotidiana durante todo el proyecto.*
- *Los proyectos se desarrollan en torno a individuos motivados. Hay que darles el entorno y el apoyo que necesitan, y confiarles la ejecución del trabajo.*
- *El método más eficiente y efectivo de comunicar información al equipo de desarrollo y entre sus miembros es la conversación cara a cara.*
- *El software funcionando es la medida principal de progreso.*
- *Los procesos Ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios debemos ser capaces de mantener un ritmo constante de forma indefinida.*
- *La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la Agilidad.*
- *La simplicidad, o el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial.*
- *Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos autoorganizados.*
- *A intervalos regulares el equipo reflexiona sobre cómo ser más efectivo para a continuación ajustar y perfeccionar su comportamiento en consecuencia”.*

(Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software, no date)

6.2 Estándares de Dirección de Proyectos

6.2.1. KANBAN

KanBan es un método de origen japonés y significa “señal visual”. KanBan es un método visual de organización del trabajo que pretende definir y visualizar el flujo de trabajo, permitiendo gestionar de forma activa las actividades con el fin de optimizar el flujo de trabajo. (Orderly Disruption Ltd., 2020)

El método KanBan facilita la gestión de los proyectos y el seguimiento de las tareas, permitiendo visualizar las distintas tareas que conforman el trabajo y en qué estado se encuentra cada una. La información se organiza en un tablero dividido en columnas donde las actividades pasan de una columna a otra.

Las columnas típicamente son actividades por hacer, actividades en curso y actividades finalizadas, pero pueden variar o subdividirse en subcolumnas. Es importante dejar claro las reglas para cambiar una actividad de una columna a otra.

El modo en el que se representa con este método el flujo de trabajo permite a las empresas detectar cuellos de botella con antelación y actuar rápidamente.

6.2.2. SCRUM

Scrum es un marco de trabajo que tiene como objetivo ayudar a las organizaciones a generar valor a través de la búsqueda de soluciones adaptativas para problemas complejos. Es un método ideal para trabajos complejos desarrollados en entornos cambiantes, donde se requieran entregas parciales del producto final. (Schwaber *et al.*, 2020)

Un proyecto desarrollado con Scrum se ejecuta en ciclos cortos con una duración fijada, donde cada uno de los ciclos o iteraciones debe proporcionar una entrega del producto final. Scrum contempla 3 roles diferentes, dentro de los cuales no hay subequipos ni jerarquías, 5 eventos y 3 artefactos que son los siguientes:

ROLES

- Scrum Master: Es el responsable de implantar Scrum dentro de la empresa y asegurarse de que se ejecuta el proyecto de acuerdo a este marco de trabajo.
- Product Owner: Actúa de Intermediario entre el Equipo de Desarrollo y el Cliente, es el responsable de maximizar el valor del resultado. Representa las necesidades de los interesados dentro de la organización.
- Equipo de Desarrollo: Equipo de entre 3 y 9 personas, responsables del desarrollo del producto y las soluciones técnicas.

(Schwaber *et al.*, 2020)

EVENTOS

- Sprint: Eventos de 1 mes o menos de duración donde se realiza todo el trabajo necesario para obtener un producto preliminar. Todo el resto de los eventos ocurren dentro del Sprint. Durante el Sprint no se realizan cambios en el objetivo del Sprint, pero podría cancelarse por el Product Owner si este objetivo se vuelve obsoleto.
- Sprint Planning: Primer evento del Sprint, de máximo 8h de duración, que se utiliza para planificar el Sprint y establecer el Objetivo o Sprint Goal y el Sprint Backlog. Participa todo el Equipo Scrum, pudiendo incorporar invitados externos.
- Daily Scrum: Reunión diaria de máximo 15min con el objetivo de organizar el trabajo y ver si se cumple el Sprint Goal. Debe estar obligatoriamente el Equipo de Desarrollo.
- Sprint Review: Penúltimo evento de Scrum que tiene como objetivo Inspeccionar e Incremento y Adaptar el Backlog del Producto. Debe durar un máximo de 4h para Sprints de 1 mes y participa el Equipo Scrum e invitados externos.
- Sprint Retrospective: Último evento del Sprint que consiste en una reunión interna del equipo Scrum con el objetivo de devaluar el desempeño del equipo. Tiene una duración máxima de 3h para Sprints de 1 mes.

(Schwaber *et al.*, 2020)

ARTEFACTOS

- **Product Backlog:** Lista con todo lo que se quiere hacer en el producto que va evolucionando a lo largo del proyecto. Es responsabilidad del Product Owner y es una lista pública, conocida por todos. Los elementos del Product Backlog se detallan en una reunión de Refinamiento.
- **Sprint Backlog:** Es el conjunto de elementos del Backlog del Producto y el cómo hacer las tareas para alcanzar el Sprint Goal, se crea en el Sprint Planning y se va modificando durante el Sprint. No es de carácter obligatorio y el propietario es el Equipo de Desarrollo.
- **Increment:** Cada Incremento es un paso hacia el Producto final y suma todos los incrementos anteriores hasta llegar hasta él. Incluye todo lo terminado y puede potencialmente ser entregado al cliente. Muestra el avance real del proyecto y debe cumplir la Definition of Done, que es una descripción de lo que se considera terminado.

(Schwaber *et al.*, 2020)

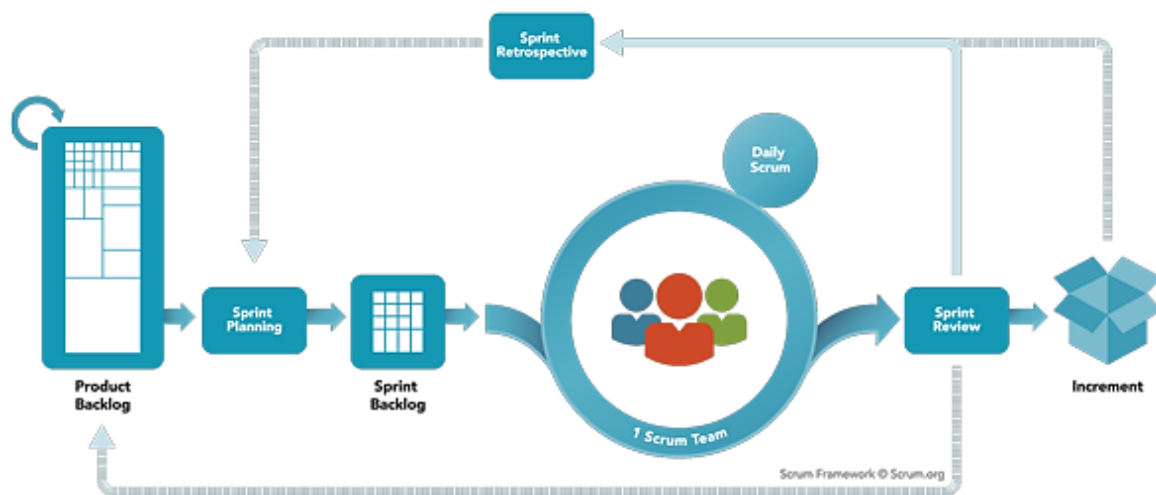


Figura 6.1 Scrum Framework. Fuente: (*¿Qué es Scrum?* / *Scrum.org*, no date)

6.2.3. Extreme Programming XP

La Programación Extrema o XP centra a todos los equipos en conseguir objetivos comunes y alcanzables con el fin de producir software de calidad a un ritmo sostenible. La Programación Extrema fomenta la creatividad del equipo y acepta la fragilidad humana en los proyectos. (Beck and Andres, 2004)

Los objetivos de este método son aportar transparencia y responsabilidad al desarrollo de software, con el fin de dirigirlo como cualquier otra actividad empresarial, y conseguir resultados extraordinarios con muchos menos defectos. La Programación Extrema pretende alcanzar estos objetivos atendiendo a las necesidades y opiniones de los Stakeholders.

La Programación Extrema o XP defiende 5 valores principales para guiar el desarrollo de los proyectos: la Comunicación, la Simplicidad, el Feedback, el Coraje y el Respeto.

Estos valores son embargo son demasiado abstractos, por lo que XP creó la siguiente lista de principios: Humanidad, Economía, búsqueda del Beneficio Mutuo, búsqueda de Similitudes, búsqueda de Mejoras, Diversidad, Reflexión, Flujo, Oportunidad, Redundancia, aceptación del Fallo, Calidad, dar “Pasos de Bebé” y aceptar la Responsabilidad. (Beck and Andres, 2004)

Además de estos valores y principios, también se definen una serie de buenas prácticas a seguir para desarrollar un proyecto con XP que engloban la planificación y organización, la comunicación y la ingeniería de software. El conjunto de valores, principios y prácticas consiguen crear una cultura que guíe las acciones del equipo en su día a día. (Beck, Fowler and Martin, 2006)

A diferencia de las metodologías tradicionales, la Programación Extrema o XP pone más énfasis en la adaptabilidad y no tanto en la previsibilidad. Este método considera que los cambios son inevitables y algo natural en el desarrollo de cualquier proyecto, por lo que ser capaces de adaptarse a los cambios es la mejor opción para cualquier equipo.

En resumen, Extreme Programming defiende mantener los diseños simples y trabajar al máximo rendimiento dentro de iteraciones cortas, interaccionando continuamente con el usuario, manteniendo un ritmo de trabajo sostenible donde todos los miembros del equipo se involucran en todas las tareas del proyecto. Podemos ver un esquema de este proceso a continuación:

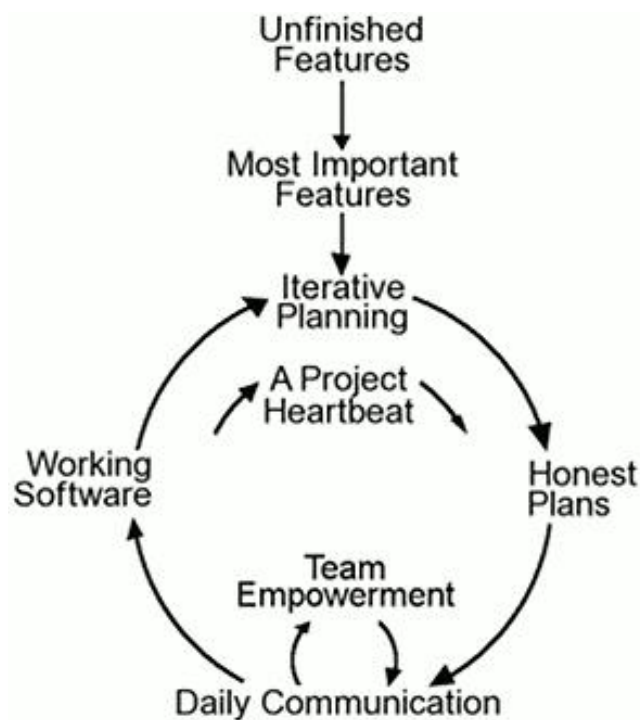


Figura 6.2 Extreme Programming. Fuente: (*Extreme Programming: A Gentle Introduction.*, no date)

6.3 Implementación del Enfoque Ágil en la Nueva Propuesta

A la hora de implementar un enfoque ágil dentro de la nueva metodología propuesta, detallada en el Capítulo 4, para conseguir de esta manera una estructura híbrida dentro de la metodología, se ha recurrido sobre todo al marco de trabajo Scrum, que servirá como base a la hora de establecer la nueva estructura, que será algo más abierta en cuanto a tiempos.

En la **Figura 6.3** que se muestra a continuación, se puede ver un esquema general de como se ha estructurado la nueva propuesta de trabajo, con cada una de sus fases, puertas de fase, y reuniones, que se irán definiendo más en profundidad en los siguientes apartados.

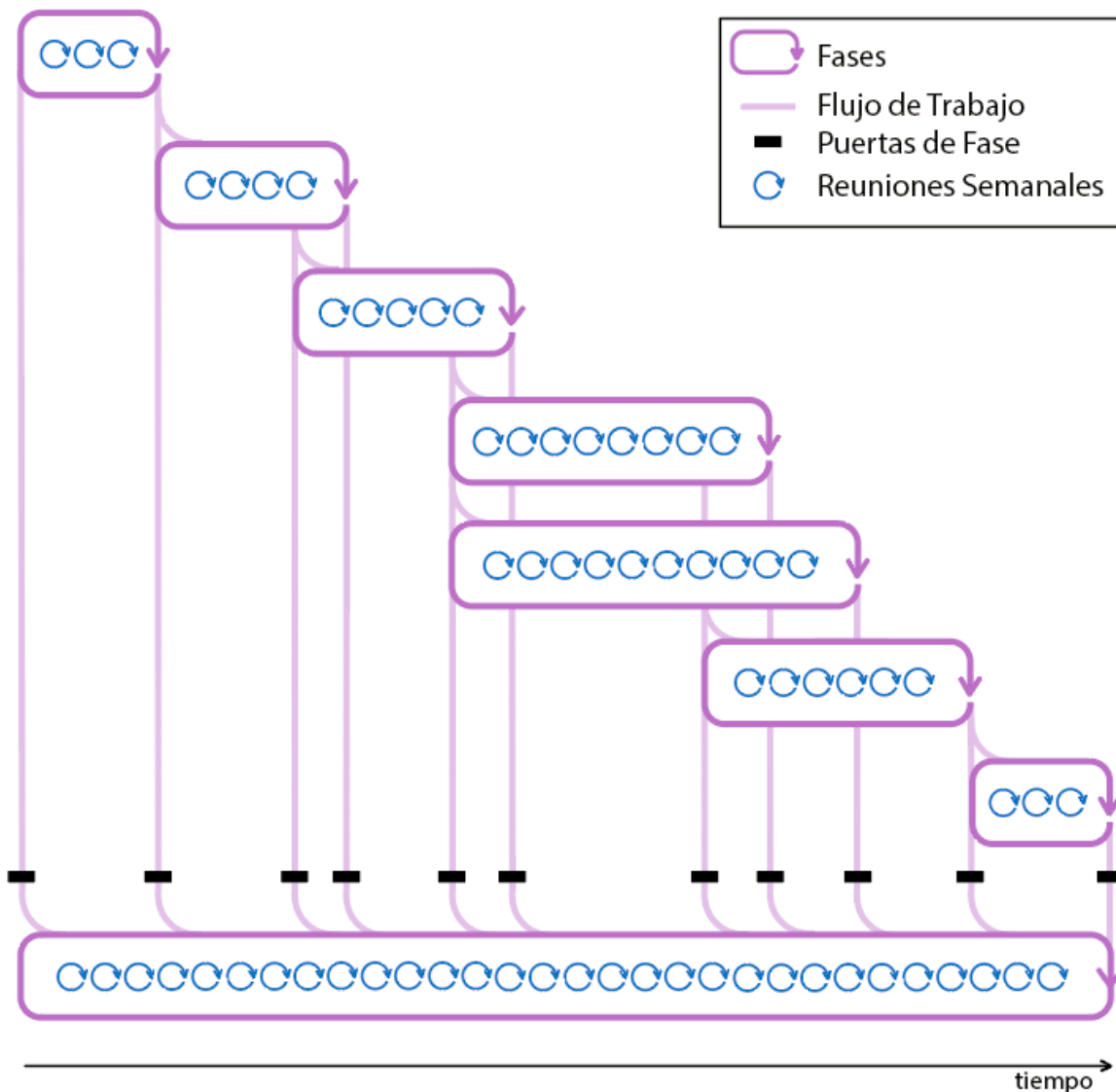


Figura 6.3 Flujo de Trabajo de la Nueva Propuesta. Fuente: *Elaboración propia*

6.3.1. Fases

Podemos interpretar cada una de las Fases de la nueva metodología propuesta como si fueran Sprints que, a diferencia del marco de trabajo Scrum, en este caso pueden solaparse entre ellos como vemos en la **Figura 6.3**.

Este solapamiento de Sprints o Fases es posible gracias a que, dentro del equipo de proyecto, hay equipos que son específicos para cada una de las Fases y otros comunes, de este modo los recursos de la organización pueden repartirse de forma más eficiente.

Este modo de organizar las fases solapando el trabajo hace que parte del equipo de la siguiente fase pueda ir trabajando, lo que proporciona muchos beneficios al proyecto, que está más preparado para afrontar los cambios, al permitir que los dos equipos trabajen de forma simultánea, enriqueciéndose el uno al otro.

La duración de estas Fases puede variar, admitiendo que algunas Fases requerirán más tiempo que otras al englobar tareas distintas de unas fases a otras. La duración de las fases, no obstante, debe fijarse al inicio del Proyecto para poder establecer la triple línea base de costes, alcance y planificación.

6.3.2. Puertas de Fase

Otro de los conceptos ágiles que se introducen en la nueva propuesta es el de las Puertas de Fase, que es una mezcla de conceptos entre los Sprint Reviews del marco Scrum y las Puertas de Fase de la Metodología PM2.

Los Sprint Reviews del marco Scrum se realizan al final de los Sprints con el objetivo de inspeccionar el Producto y adaptar el Backlog del Producto, mientras que en las Puertas de Fase de la metodología PM2 se contemplan como puntos de control que actúan como puerta que sirve para controlar el paso a la siguiente fase y tienen como propósito dar la aprobación del cambio de fase por parte del Comité Directivo del Proyecto.

En la metodología propuesta, estas puertas de fase se incorporan al inicio y fin de cada fase, mezclando ambos conceptos, como podemos observar en la **Figura 6.3**. Estas puertas de fase no bloquean la entrada a la siguiente fase, sino que constituyen un punto de control donde inspeccionar el producto y el avance del proyecto.

Estas Puertas de Fase son reuniones más formales, de máximo 4h de duración, donde se expone y se revisa el avance del proyecto ante la Dirección de la Empresa, que en algunas ocasiones deberá dar la aprobación para liberar fondos que permitan al equipo continuar con el trabajo.

También es una buena práctica que participen en estas Puertas de Fase los Stakeholders del proyecto, que pueden dar una visión diferente del producto y en algunos casos cambiar de parecer sobre algunas cuestiones que requieran revisar y actualizar la lista de requisitos del proyecto.

6.3.3. Trabajo Diario

El concepto de Daily Scrum y Sprint Planning se fusionan en la nueva metodología propuesta a través de una Reunión Semanal, debido a que esta metodología está pensada para proyectos de mayor duración que las metodologías ágiles, lo que requiere readaptar los tiempos.

En estas reuniones semanales se revisará el avance del producto y del proyecto y se ajustará la planificación del trabajo cuando sea necesario. Son reuniones cortas de máximo 30 minutos de duración donde se reúne necesariamente el equipo de proyecto, pudiendo formar parte de ella algún Stakeholder que sea necesario para resolver alguna cuestión específica.

Tras estas reuniones, el equipo de proyecto debe elaborar un acta que sirva como base para monitorizar las tareas pendientes para la siguiente reunión, el rendimiento de las mismas y el desempeño del equipo. El acta debe ser enviada a todos los participantes, tanto internos como externos de la organización.

6.3.4. Herramientas

Dentro de las herramientas contempladas para el trabajo acorde al enfoque ágil de la nueva metodología estableceremos el uso de Tableros KanBan, detallados en el Apartado 5.2.4.5. para la monitorización del trabajo en las reuniones semanales descritas en el Apartado 6.3.3.

Esta herramienta proporciona al equipo una visualización rápida y sencilla del avance del trabajo y permite también reestructurar en trabajo dentro de las reuniones, estableciendo que actividades del tablero cambiarán de columna y cuáles son las actividades prioritarias para ejecutar durante la siguiente semana.

6.3.5. Roles y Responsabilidades

Los Roles y Responsabilidades de la organización se mantienen al incorporar el enfoque ágil a la nueva propuesta, aunque se podría valorar el hecho de incorporar la figura del Product Owner del marco de trabajo Scrum, que podría aportar en enfoque al cliente durante su ausencia en las reuniones y supervisar que los requisitos, necesidades y expectativas de los clientes, especificadas en el alcance, se cumplen.

Esta figura análoga al Product Owner actuará de intermediario entre la organización y el cliente y se encargará de transmitir las opiniones y cambios en las necesidades, requerimientos y expectativas a la organización.

La organización deberá cumplir con los principios y valores del Manifiesto Ágil, detallados en el Apartado 6.1.1, destacando la Orientación al Cliente como la máxima prioridad para la empresa.

6.3.6. Evaluación del Equipo

La evaluación del desempeño del equipo que el marco de trabajo Scrum contempla como Retrospectiva en este caso no supondrá un evento específico, sino que se dejará abierto a las necesidades del equipo.

Estas evaluaciones se llevarán a cabo dentro de la última fase, Fase 7: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas y se realizarán únicamente por el equipo de proyecto, de donde se extraerán una serie de Lecciones Aprendidas del trabajo y la comunicación por parte del Equipo.

CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

Conclusiones

Para que un Proyecto sea completo debe contener la Dirección de Proyectos como parte fundamental del mismo y es mejor abordarlo de manera conjunta con la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) de forma integrada, para conseguir que los resultados sean satisfactorios para todas las partes interesadas.

Las metodologías híbridas son una buena opción en los entornos industriales puesto que aportan la necesaria adaptación a la complejidad de los proyectos que ha surgido a raíz de los avances tecnológicos de los últimos años.

La nueva propuesta combina las metodologías tradicionales o en cascada con el enfoque ágil adoptando la planificación propia de las estructuras tradicionales, que es muy necesaria en proyectos grandes y complejos. El enfoque ágil nos permite adaptarnos a la complejidad de los proyectos a través de una gestión más eficiente del trabajo.

Esta nueva metodología propuesta consigue renovar el concepto de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) estableciendo un lenguaje común con la Dirección de Proyectos, logrando una metodología sencilla y fácilmente aplicable a otros proyectos y sectores.

El enfoque híbrido de la nueva propuesta aporta apertura a la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP), haciendo las Fases más flexibles y dinámicas y estableciendo unas Puertas de Fase que actúan como puntos de control del Producto y del Proyecto.

Líneas de Investigación Futuras

Como línea de investigación futura se puede contemplar el desarrollo de plantillas que estandaricen la utilización de las herramientas y algunas de las salidas que se contemplan en las Fases de la nueva propuesta.

Con el fin de complementar esta nueva propuesta se puede ampliar incorporando y seleccionando una serie de Competencias necesarias para desarrollar los proyectos.

Otra posible línea de investigación es la adaptación de la nueva metodología propuesta a proyectos dedicados a la creación de servicios, adaptando el marcado enfoque en el producto característico de esta metodología. También podría adaptarse esta metodología a algún sector en particular si fuera necesario.

BIBLIOGRAFÍA

¿Qué es Scrum? | Scrum.org (no date). Available at: <https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum> (Accessed: 1 July 2021).

AIAG (2006) 'Production Part Approval Process PPAP', p. 65.

AIAG (2008a) *Advanced Product Quality Planning and Control Plan*. Second.

AIAG (2008b) *POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA) Reference Manual Fourth Edition, Design*.

Auto-onderdelen vervangen | Auto | doe het zelf (no date). Available at: <http://www.autodoehetzelf.nl/onderhoud/auto-onderdelen-vervangen/> (Accessed: 18 May 2021).

AXPE Consulting (2018) *La metodología híbrida como alternativa a la transformación*. Available at: <https://www.axpe.com/noticias/analisis-y-tendencias/metodologia-hibrida/> (Accessed: 15 June 2021).

Beck, K. and Andres, C. (2004) *Extreme Programming Explained*. Second Edi. Addison Wesley Professional.

Beck, K., Fowler, M. and Martin, R. (2006) 'Planning Extremem Programming', *Annual Review of Information Science and Technology*, 39. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1002/aris.1440390104>.

De las crisis petrolíferas a la caída del bloque soviético (no date). Available at: <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1213/course/section/1495/MC-III-2.5.pdf> (Accessed: 18 May 2021).

Diagrama Causa-Efecto (Diagrama Ishikawa) - Progressa Lean (no date). Available at: <https://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/> (Accessed: 20 June 2021).

European Commission (2020) *Metodología de Gestión de Proyectos PM2. Guía 3.0*. v3.0.

Evolución Norma ISO 9001 timeline | Timetoast timelines (no date). Available at: <https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-norma-iso-9001> (Accessed: 19 May 2021).

Extreme Programming: A Gentle Introduction. (no date). Available at: <http://www.extremeprogramming.org/> (Accessed: 1 July 2021).

Ford Motor Company (2001) 'Ford Motor Company Advanced Product Quality Planning (APQP) Status Reporting Guideline', (March), pp. 1–83.

IATF 16949 Awareness and Implementation Training - EV AV Omnex (no date). Available at: <https://evav.omnexus.com/7-levers/iatf-16949-2016> (Accessed: 19 May 2021).

International Project Management Association (2015) *Individual Competence Baseline (IPMA ICB 4.0)*. Versión 4.

Lasa, C., Álvarez, A. and De las Heras, R. (2018) *Manual Imprescindible Métodos Ágiles Scrum, Kanban, Lean*.

Lopez Paredes, A., Pajares Gutiérrez, J. and Iglesias Sanzo, M. (2013) *Certificación IPMA-4LC. Manual de Preparación*. Edited by Bpmsat.

Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software (no date). Available at: <https://agilemanifesto.org/iso/es/manifiesto.html> (Accessed: 30 June 2021).

Office of Government Commerce (OGC) (2009) 'Managing Successful Projects with PRINCE2: 2009 Edition Paperback'.

Orderly Disruption Ltd. (2020) *The Kanban Guide*.

Project Management Institute (2017) *A Guide To The Project Management Body Of Knowledge. PMBOK Guide. 6th Edition., Sixth Edition*.

Renault; Nissan; Mitsubishi (2021) *Alliance New Product Quality Procedure IS*. Available at: <https://anpqp.renault.com/aqp/>.

Schwaber, K. *et al.* (2020) '2020-Scrum-Guide-Spanish-Latin-South-American'.

Shore, J. and Warden, S. (2008) *The Art of Agile Development*. First Edit. O'Reilly Media.

Stamatis, D. H. (2015) *Advanced Product Quality Planning. The Road To Success, Handbuch QM-Methoden*. doi: 10.3139/9783446444416.003.

U.S. vehicle sales 1976-2020 | Statista (no date). Available at: <https://www.statista.com/statistics/199983/us-vehicle-sales-since-1951/> (Accessed: 17 May 2021).

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Diagrama de Carriles PM2. Fuente: (<i>European Commission, 2020</i>)	6
Figura 2.1 Vehicle sales in the USA 1976-2020. Fuente: (<i>U.S. vehicle sales 1976-2020 Statista, no date</i>)	10
Figura 2.2 Impacto en el precio de la cotización del petróleo. Fuente: (<i>De las crisis petrolíferas a la caída del bloque soviético, no date</i>).....	11
Figura 2.3 Piezas de un automóvil. Fuente: (<i>Auto-onderdelen vervangen Auto doe het zelf, no date</i>)....	12
Figura 2.4 Evolución de la ISO 9001. Fuente: (<i>Evolución Norma ISO 9001 timeline Timetoast timelines, no date</i>)	13
Figura 2.5 Evolución de la norma IATF 16949. Fuente: (<i>IATF 16949 Awareness and Implementation Training - EV AV Omnex, no date</i>)	14
Figura 2.6 Core Tools. Fuente: <i>Elaboración propia</i>	15
Figura 2.7 Integración de la comunicación en el proceso APQP. Fuente: (<i>Stamatis, 2015</i>).....	16
Figura 2.8 Product Quality Planning Cycle. Fuente: (<i>AIAG, 2008a</i>).....	17
Figura 2.9 Objetivo de la Planificación Avanzada de la Calidad. Fuente: <i>Elaboración propia</i>	18
Figura 2.10 Product Quality Planning Responsibility Matrix. Fuente: (<i>AIAG, 2008a</i>)	20
Figura 2.11: Product Quality Planning Timing Chart. Fuente: (<i>AIAG, 2008a</i>)	22
Figura 2.12 Beneficios del Plan de Control. Fuente: <i>Elaboración propia</i>	30
Figura 2.13 Partes del Plan de Control. Fuente: (<i>AIAG, 2008a</i>)	33
Figura 2.14 Normativa de retención de los Requerimientos. Fuente: (<i>AIAG, 2006</i>)	36
Figura 2.15 Part Submission Warrant (PSW). Fuente: (<i>AIAG, 2006</i>).....	38
Figura 2.16 Information Interrelationship Flow. Fuente: (<i>AIAG, 2008b</i>).....	39
Figura 2.17 Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Diseño (DFMEA). Fuente: (<i>AIAG, 2008b</i>)	40
Figura 2.18 Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (PFMEA). Fuente: (<i>AIAG, 2008b</i>)	41
Figura 3.1 Fases del proceso ANPQP. Fuente: <i>Fuente Interna del Grupo Renault</i>	48
Figura 3.2 Matriz ANPQP_1ªParte. Fuente: <i>Fuente Interna del Grupo Renault</i>	51
Figura 3.3 Matriz ANPQP_2ªParte. Fuente: <i>Fuente Interna del Grupo Renault</i>	52
Figura 3.4 Plataforma de información ANPQP IS. Fuente: (<i>Renault; Nissan; Mitsubishi, 2021</i>).....	53
Figura 4.1 Metodologías Híbridas. Fuente: (<i>AXPE Consulting, 2018</i>).....	56
Figura 4.2 Estructura de la nueva propuesta. Fuente: <i>Elaboración propia</i>	56
Figura 4.3 Fases de la nueva metodología. Fuente: <i>Elaboración propia</i>	57
Figura 4.4 Agrupación de las Fases. Fuente: <i>Elaboración propia</i>	58

Figura 4.5 Ciclo de Vida PM2. Fuente: (<i>European Commission, 2020</i>)	59
Figura 4.6 Puertas de Fase. Fuente: <i>Elaboración propia</i>	60
Figura 4.7 Método de los 5 Por Qué. Fuente: <i>Elaboración propia</i>	66
Figura 4.8 Diagrama de Ishikawa. Fuente: (<i>Diagrama Causa-Efecto (Diagrama Ishikawa) - Progressa Lean, no date</i>)	66
Figura 5.1 Estructura de Desglose de Trabajo (EDT). Fuente: <i>Elaboración propia</i>	78
Figura 5.2 Diagrama de Gantt. Fuente: <i>Elaboración Propia</i>	80
Figura 5.3 Tablero KanBan. Fuente: <i>Elaboración propia</i>	80
Figura 5.4 Objetivos SMART. Fuente: <i>Elaboración Propia</i>	84
Figura 5.5 Matriz Probabilidad - Impacto. Fuente: (<i>Project Management Institute, 2017</i>)	87
Figura 6.1 Scrum Framework. Fuente: (<i>¿Qué es Scrum? / Scrum.org, no date</i>)	120
Figura 6.2 Extreme Programming. Fuente: (<i>Extreme Programming: A Gentle Introduction., no date</i>)....	121
Figura 6.3 Flujo de Trabajo de la Nueva Propuesta. Fuente: <i>Elaboración propia</i>	122