



**UNIVERSIDAD DE OVIEDO**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
DIRECCIÓN DE PROYECTOS**

**ÁREA DE PROYECTOS DE INGENIERÍA**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA MADUREZ  
DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA I+D+I EN LAS  
ORGANIZACIONES DE ACUERDO A LAS NORMAS UNE 166002  
E ISO/IEC 15504**

**RAFAEL GONZÁLEZ GONZÁLEZ  
JULIO 2012**

**TUTOR: VICENTE RODRÍGUEZ MONTEQUÍN**



## Contenido

<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2 ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>2</b>
2.1 Normas para la mejora de procesos.....	2
2.1.1 ISO/IEC 15504 .....	3
2.1.2 CMMI.....	15
2.1.3 COBIT .....	23
2.1.4 ISO/IEC 33000 .....	36
2.1.5 Comparativa.....	39
2.2 Normas para la gestión de la I+D+i .....	40
2.2.1 UNE 166000 .....	40
<b>3 METODOLOGÍA .....</b>	<b>46</b>
<b>4 PROPUESTA DE MODELO PARA LA EVALUACIÓN DE LA MADUREZ DE LA GESTIÓN DE I+D+I.....</b>	<b>47</b>
4.1 Dimensión de madurez.....	47
4.1.1 Nivel 0: proceso incompleto.....	47
4.1.2 Nivel 1: proceso ejecutado.....	47
4.1.3 Nivel 2: proceso gestionado.....	48
4.1.4 Nivel 3: proceso establecido .....	50
4.1.5 Nivel 4: proceso predecible .....	52
4.1.6 Nivel 5: proceso optimizado .....	53
4.2 Dimensión de proceso .....	55
4.3 Categoría Planificación I+D+i (PLA) .....	57
4.3.1 Proceso política de I+D+i (PLA.1).....	57
4.3.2 Proceso planificar actividades I+D+i (PLA.2) .....	59
4.3.3 Proceso competencias y formación del personal (PLA.3).....	60
4.3.4 Proceso motivación y ambiente de trabajo (PLA.4).....	61

4.3.5	Proceso establecer UGIDI (PLA.5)	62
4.3.6	Categoría Proyectos I+D+i (IDI)	63
4.3.7	Proceso generación de ideas (IDI.1)	64
4.3.8	Proceso vigilancia tecnológica (IDI.1.1)	65
4.3.9	Proceso previsión tecnológica (IDI.1.2)	66
4.3.10	Proceso creatividad (IDI.1.3)	67
4.3.11	Proceso análisis interno (IDI.1.4)	68
4.3.12	Proceso análisis externo (IDI.1.5)	69
4.3.13	Proceso identificación de problemas y oportunidades (IDI.1.6)	70
4.3.14	Proceso análisis y selección de ideas I+D+i (IDI.2)	72
4.3.15	Proceso planificación de proyectos I+D+i (IDI.3)	73
4.3.16	Proceso producto de I+D+i (IDI.4)	76
4.3.17	Proceso diseño básico (IDI.4.1)	77
4.3.18	Proceso diseño detallado (IDI.4.2)	77
4.3.19	Proceso prueba piloto (IDI.4.3)	78
4.3.20	Proceso rediseño y producción (IDI.4.4)	79
4.3.21	Proceso comercialización (IDI.4.5)	80
4.3.22	Proceso transferencia tecnológica (IDI.5)	81
4.3.23	Proceso compra (IDI.6)	83
4.3.24	Proceso resultados del proceso de I+D+i (IDI.7)	84
4.4	Categoría Seguimiento I+D+i	85
4.4.1	Proceso seguimiento actividades I+D+i (SEG.1)	86
4.4.2	Proceso seguimiento proyectos I+D+i (SEG.2)	87
4.4.3	Proceso seguimiento sistema de gestión I+D+i (SEG.3)	88
4.5	Categoría Mejora del proceso I+D+i	90
4.5.1	Proceso Mejora (MEJ.1)	90
4.6	Diagrama – Visión integral	92

<b>5 APLICABILIDAD DEL MODELO .....</b>	<b>94</b>
<b>6 CONCLUSIONES .....</b>	<b>97</b>
<b>7 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>99</b>

**Tablas**

Tabla 1. Áreas de proceso CMMI-DEV ..... 18

Tabla 2. Niveles de madurez CMMI-DEV ..... 19

Tabla 3. Correspondencia entre niveles y áreas de proceso ..... 22

Tabla 4. Procesos del dominio PO..... 29

Tabla 5. Procesos del dominio AI ..... 30

Tabla 6. Procesos del dominio DS..... 30

Tabla 7. Procesos del dominio ME..... 31

Tabla 8. Requerimientos de control genéricos ..... 32

Tabla 9. Objetivos de control de aplicación. .... 32

Tabla 10. Niveles de madurez COBIT 4.1 ..... 33

Tabla 11. Procesos del modelo de evaluación..... 57

Tabla 12. Atributos de proceso a implementar según nivel de madurez ..... 92

## **1 INTRODUCCIÓN**

La norma UNE 166002 [1] ofrece a las organizaciones un estándar mediante el que formalizar y poner en marcha su sistema de gestión de la I+D+i. Gracias a esta norma es posible sistematizar las actividades de I+D+i que se realizan en cada organización, y permite ubicarlas en un marco similar al que establecen otras normas de calidad para el resto de actividades de la organización.

La norma ISO 15504 [2] define una serie de niveles mediante los que es posible evaluar la madurez de los procesos implantados en las organizaciones. De cara a lograr un sistema de gestión robusto y consistente, a la hora de construirlo deben seguirse las directrices impuestas por el nivel en que la organización quiere alcanzar. Aunque los procesos pueden ser de cualquier ámbito, esta norma toma como base la ISO 12207 para el desarrollo del modelo de evaluación de la madurez de los procesos de desarrollo y mantenimiento de software de las organizaciones.

En este estudio se realiza una novedosa propuesta cambiando el enfoque para establecer una metodología para la implementación de un sistema de gestión de I+D+i de acuerdo a los requisitos que marca la norma UNE 166002 y que a su vez cumpla con los estándares que define la norma ISO 15504 para alcanzar un nivel 2 de madurez, sirviendo además esta metodología como guía de implantación para una organización.

La investigación pertenece al Área de los Sistemas de Gestión de Calidad y se enmarca en la Temática de la Gestión de la I+D+i.

## **2 ESTADO DEL ARTE**

### **2.1 Normas para la mejora de procesos**

Desde los años 20 del siglo XX se ha venido estudiando mucho acerca de la mejora de los procesos de negocio de las organizaciones. Hoy en día, con la economía sumergida en una crisis mundial, cobra más sentido si cabe, la optimización del aprovechamiento de los recursos para obtener el máximo partido de ellos.

En ese sentido, han surgido diversas corrientes que tienen como punto común la definición de conjuntos de buenas prácticas que permitan identificar cómo una organización puede ejecutar sus actividades económicas de la mejor forma y desarrollar en base a ellas sus procesos de negocio. Asociados con esas buenas prácticas se proponen indicadores para medir cómo de bien se están ejecutando los procesos e incluso determinar la salud de la organización. El objetivo de los indicadores es ofrecer herramientas que permitan establecer planes de mejora dirigidos a corregir los puntos débiles que se detecten a partir de las mediciones realizadas.

Walter Shewart comenzó a trabajar en la mejora de procesos industriales, siguiendo sus principios de control de calidad estadística [3]. Shewart publicó los resultados de sus estudios y planteó el concepto de calidad como “un problema de variación, el cual puede ser controlado y prevenido mediante la eliminación a tiempo de las causas que lo provocan”.

El concepto de calidad y de control de la calidad fue evolucionando hasta llegar a los modelos de mejora de procesos. Se pasa de controlar el producto final a controlar los procesos de negocio que implanta la organización.

A continuación se desgranar varios de estos modelos de mejora de procesos: la norma ISO/IEC 15504 y su futura sustituta, la ISO/IEC 33000, aún en desarrollo; el modelo CMMI, perteneciente al Engineering Software Institute; y el modelo COBIT, de la Information Systems Audit and Control Association (ISACA) y el IT Governance Institute (ITGI).



### 2.1.1 ISO/IEC 15504

La Organización Internacional de Normalización (ISO) es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional [4].

Las normas ISO son una serie de recomendaciones cuya adopción es voluntaria y que ofrecen un estándar que garantiza las características deseables de los servicios y los productos: calidad, respeto al medio ambiente, seguridad, fiabilidad o eficiencia. Las más conocidas y extendidas son las normas ISO 9001 (gestión de calidad) e ISO 14001 (medio ambiente), ya que se trata de normas genéricas para sistemas de gestión que se pueden aplicar en cualquier organización.

Adicionalmente, alineadas con las normas ISO 9001 e ISO 14001, han surgido diversas normas ISO específicas para diferentes sectores.

El caso que nos ocupa, la norma ISO/IEC 15504, también conocida como *Software Process Improvement Capability Determination*, abreviado *SPICE*, en español, *Determinación de la Capacidad de Mejora del Proceso de Software* es un modelo para la mejora y evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas de información y productos de software.

Junto con la norma ISO/IEC 15504 se utiliza de manera conjunta norma la ISO 12207, conocida como *Information Technology / Software Life Cycle Processes*, en español, *Proceso del Ciclo de Vida de la Tecnología de la Información / Software*, para evaluar la madurez de los procesos de desarrollo y mantenimiento de software de las organizaciones. La propia norma ISO/IEC 15504 define su dimensión de proceso en base a la norma ISO/IEC 12207.

#### 2.1.1.1 Introducción

ISO/IEC 15504 es un estándar internacional que es aplicable a cualquier organización/empresa que quiera conocer y mejorar la capacidad de sus procesos,

independientemente del tipo de organización, del modelo del ciclo de vida adoptado, de la metodología de desarrollo y de la tecnología utilizada.

ISO/IEC 15504 proporciona un modelo para la evaluación y mejora de los procesos de una organización. Este marco puede ser utilizado por aquellas organizaciones que trabajan de algún modo en la planificación, gestión, control, monitorización y mejora de los procesos de compra, suministro, desarrollo, evolución y soporte de productos o servicios.

ISO/IEC 15504 ofrece un enfoque estructurado para la evaluación de los procesos con el propósito de comprender el estado de los mismos en una organización de cara a su mejora y determinar su conveniencia para lograr los objetivos de la organización.

El marco para la evaluación de procesos que ofrece ISO/IEC 15504:

- Fomenta la auto-evaluación.
- Dirige la adecuación de la gestión de los procesos evaluados.
- Tiene en cuenta el contexto en el que operan los procesos evaluados
- Proporciona un conjunto de procesos clasificados y no un mero listado del tipo cumple/no cumple.
- Es apropiado para todos los tipos y tamaños de organizaciones.

Para que una organización mejore la calidad de sus productos resultantes debe tener un método coherente, fiable y probado para evaluar el estado de sus procesos. La determinación de la madurez de los procesos que hace ISO/IEC 15504 se basa en la comparación de los procesos de una organización contra un objetivo caracterizado por un perfil de capacidad de procesos a partir de resultados de evaluaciones previas o de una evaluación específica para determinar la madurez.

De igual forma, la organización debe tener un medio de utilizar los resultados de la evaluación como parte de un programa de mejora continua. La evaluación que propone esta norma provee los medios para caracterizar la madurez de los procesos de una organización. El análisis de los resultados permite identificar las fortalezas y

debilidades de los procesos, y determinar los riesgos de negocio para una empresa que considera desarrollar un nuevo producto o servicio.

El enfoque de la evaluación de proceso definida en la norma ISO/IEC 15504 está diseñado para proporcionar la base de un enfoque común de cara a describir los resultados del proceso de mejora, lo que permite cierto grado de comparación de las evaluaciones basadas en métodos y modelos diferentes pero compatibles.

### **2.1.1.2 Modelo de referencia**

ISO/IEC 15504 establece un modelo de referencia que describe los procesos que una organización puede ejecutar, adquirir, proveer, desarrollar, operar, evolucionar, brindar soporte de software y todas las prácticas genéricas que caracterizan las potencialidades de estos procesos.

El modelo de referencia define un conjunto de procesos, definidos de acuerdo sus objetivos y resultados, y un marco para determinar la madurez de los procesos a través de la evaluación de atributos de proceso estructurados en niveles de madurez.

El modelo de referencia que ofrece ISO/IEC 15504 posee una arquitectura que se compone de dos dimensiones:

- **Dimensión de proceso**, caracterizada por la declaración de finalidad de proceso, que establece los objetivos de medida esenciales de un proceso.

Si se toma el modelo de referencia de procesos del ciclo de vida del software representado en la norma ISO/IEC 12207, se obtienen todos los procesos que una organización puede realizar para comprar, suministrar, desarrollar, operar, mantener y soportar el software.

A partir de esa norma, el modelo de referencia agrupa los procesos que se realizan durante el ciclo de vida del software en tres niveles dentro de los que se incluyen cinco categorías de proceso según el tipo de actividad al que se aplican: Cliente-Proveedor (CUS), Ingeniería (ENG), Soporte (SUP), Gestión (MAN) y Organización (ORG).

ISO/IEC 15504 es flexible en cuanto que para implementar esta dimensión es posible utilizar otra norma o modelo de procesos, diferente a ISO/IEC 12207,

para construir un modelo de referencia adaptado a la finalidad concreta que se desea.

Cada proceso en el modelo de referencia se describe en base a una declaración de objetivos que cuando se satisface representa el primer paso para lograr la madurez del proceso. Cada proceso incluye diferentes actividades, tareas y prácticas que van a generar productos de trabajo. La ejecución de esas actividades, tareas y prácticas, junto con los productos generados, son los indicadores que permiten demostrar que los objetivos del proceso definidos se han cubierto.

Cada uno de los procesos que forman parte del modelo se describen según los seis siguientes componentes:

- **Identificador de proceso:** número que identifica la categoría a la que pertenece el proceso y el número del proceso dentro de su categoría.
- **Nombre del proceso:** texto corto descriptivo de qué le concierne al proceso.
- **Tipo de proceso:** se caracteriza el proceso según cinco tipos en función de si se trata de un proceso basado totalmente en un proceso de la norma base (i. Básico), es una extensión de un proceso de la norma base (ii. Extensión de proceso), un nuevo proceso (iii. Nuevo proceso), o una recopilación de actividades de un mismo proceso (iv. Componentes de proceso) a las que pueden añadirse nuevos materiales (v. Extensión de componentes de proceso).
- **Propósito del proceso:** párrafo en el que se describe el propósito del proyecto junto con una descripción de alto nivel de sus objetivos.
- **Productos del proceso:** listado de resultados que produce la ejecución exitosa del proceso que se incluye en la descripción del proceso.
- **Notas del proceso:** lista opcional de notas informativas sobre el proceso y su relación con otros procesos.

- **Dimensión de madurez de proceso**, caracterizada por una serie de atributos, aplicables a cualquier proceso, que representan las características medibles necesarias para gestionar y posibilitar la mejora de su madurez.

### 2.1.1.3 Dimensión de madurez del proceso

La dimensión de madurez del modelo de referencia define una escala de medida para la madurez de cualquier proceso. La madurez se define mediante una escala de seis niveles que permite que la madurez se evalúe desde el nivel más bajo de la escala, Incompleto, hasta el mayor, Optimizado. La escala representa el incremento de madurez desde procesos que no son capaces de conseguir sus resultados hasta procesos que son capaces de producir resultados que derivan de los objetivos de la organización.

La evolución de la madurez de un proceso se estudia en base a una serie de atributos de proceso que son evaluados. En función de los resultados que se obtengan, se determina el grado de madurez del proceso en base a la escala de niveles definida.

Un nivel de madurez está caracterizado por un grupo de atributos que juntos proporcionan una importante mejora en la madurez de un proceso. Los diferentes niveles que define la norma constituyen un camino mediante el que una organización puede ir mejorando la madurez de cualquier proceso.

Los seis niveles de capacidad o madurez de la escala de medida que permiten determinar la madurez de un proceso son los siguientes:

- **Nivel 0, Incompleto:** a este nivel no existe proceso o no se consiguen sus objetivos. Hay pocos o ninguno producto de trabajo y tampoco se identifican resultados.
- **Nivel 1, Ejecutado:** el objetivo del proceso generalmente es conseguido, si bien estas metas se consiguen sin una planificación rigurosa ni se realiza seguimiento de la ejecución del proceso. Las personas de la organización reconocen que se debe ejecutar una acción y ésta se realiza cuando es necesario y de acuerdo a como está definida. Existen productos de trabajo generados por el proceso, lo que permite demostrar que el proceso se ejecuta.

- **Nivel 2, Gestionado:** el proceso genera productos de trabajo de acuerdo a los procedimientos especificados, los trabajos se planean y controlan.

La principal diferencia con el nivel Ejecutado es que la ejecución del proceso genera productos de trabajo que cumplen con los requisitos de calidad y las tareas se ejecutan con una planificación y recursos definidos.

- **Nivel 3, Establecido:** el proceso se realiza y se gestiona utilizando procedimientos definidos según los principios de la Ingeniería del Software. Cada implementación de un proceso se hace utilizando procedimientos creados según un estándar y debidamente documentados, además, se dispone de los recursos necesarios para alcanzar los propósitos establecidos.

La principal diferencia con el Nivel Gestionado, es que se utiliza un proceso definido y con capacidad para alcanzar los resultados esperados.

- **Nivel 4, Predecible:** la realización del proceso se gestiona de forma cuantitativa, es decir, se recogen resultados cuantitativos de la realización del proceso y se analizan. Esto permite mantener el proceso dentro de unos límites predefinidos, así como disponer de una mejor posición para poder cuantificar la madurez del proceso y predecir su comportamiento. La calidad de los productos de trabajo se determina de forma cuantitativa.

La principal diferencia con el nivel Establecido es que ahora el proceso se lleva a término de manera consistente dentro de unos límites predefinidos

- **Nivel 5, Optimizado:** La realización de un proceso se optimiza de forma continuada, de cara a su contribución a alcanzar los objetivos de negocio de la organización. Se establecen objetivos cuantitativos de eficacia y eficiencia en la realización de los procesos, basados en los objetivos de negocio de la organización. Se lleva a cabo una monitorización continua de los procesos y se analizan los datos obtenidos. Esto permite que los procesos estándar definidos dentro de la organización cambien dinámicamente, para adaptarse de forma efectiva a los actuales y futuros objetivos de la empresa. La optimización del proceso implica el pilotaje de nuevas ideas y tecnologías, así como la adaptación de los procesos no efectivos de cara a lograr las metas definidas.

La principal diferencia con el nivel Predecible, es que ahora los procesos, definidos y estandarizados, cambian de manera dinámica, y se adaptan para satisfacer con eficacia los objetivos actuales y futuros del negocio.

El nivel de madurez que tiene un proceso depende de los atributos que posee y del grado con el cual se alcanzan dichos atributos. Un proceso puede cumplir con más o menos atributos, lo que le proporciona mayor o menor nivel de madurez. Los atributos se miden mediante una escala de porcentajes para ofrecer una visión detallada de la madurez del proceso facilitando la evaluación de cada proceso.

El modelo de referencia define nueve atributos de proceso que se reparten por los niveles de la escala de madurez. En el nivel Incompleto no hay ningún atributo de proceso.

Para que un proceso se encuentre en el nivel **Ejecutado** debe cumplir el atributo:

- **PA 1.1, Ejecución del proceso:** grado en que el proceso logra los resultados del proceso mediante la transformación de los productos de trabajo identificados de entrada para producir productos de trabajo identificables de salida.

Las prácticas de atributo son:

- AP 1.1.1, Alcanzar las salidas del proceso.

Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- El alcance del trabajo que debe ser ejecutado y los productos de trabajo que deben ser generados son comprendidos.
- Los productos de trabajo producidos apoyan el logro de los resultados de proceso.

Un proceso que haya logrado el nivel **Gestionado**, debe cumplir los siguientes atributos para llegar al nivel Gestionado:

- **PA 2.1, Gestión de la ejecución:** grado en que la ejecución del proceso es dirigida para generar los productos de trabajo que cumplan con los objetivos definidos.

Las prácticas de atributo son:

- AP 2.1.1, Definir los objetivos del proceso
- AP 2.1.2, Planificar y controlar el proceso
- AP 2.1.3, Adaptar la realización del proceso
- AP 2.1.4, Asignar la responsabilidad y autoridad para el proceso
- AP 2.1.5, Asignar los recursos y la información para el proceso
- AP 2.1.6, Gestionar la comunicación entre las partes involucradas

Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Los objetivos para la ejecución del proceso se identifican (calidad, plazo, utilización de recursos, etc.).
  - Se asigna la responsabilidad y autoridad para desarrollar los productos de trabajo.
  - La ejecución del proceso se gestiona para generar productos de trabajo que cumplen con los objetivos definidos.
- **PA 2.2, Gestión de los productos de trabajo:** grado en que la ejecución del proceso es dirigido a producir los productos de trabajo que estén debidamente documentados, controlados y verificados.

Las prácticas de atributo son:

- AP 2.2.1, Definir los requisitos para los productos de trabajo
- AP 2.2.2, Definir los requisitos para la documentación y control de los productos de trabajo
- AP 2.2.3, Identificar, documenta y controlar los productos de trabajo
- AP 2.2.4, Revisar y adaptar los productos de trabajo para cumplir los requisitos definidos.



Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Se definen los requisitos de los productos de trabajo especificados para el proceso.
- Se definen los requisitos para la documentación y control de los productos de trabajo.
- Se identifican las dependencias entre los productos de trabajo controlados.
- Los productos de trabajo se identifican y documentan adecuadamente, y los cambios que se produzcan en ellos se controlan.
- Se verifican y ajustan los productos de trabajo para cumplir con los requisitos definidos.

Un proceso alcanza el nivel **Establecido** cuando cumple además de cumplir los atributos anteriores se puede demostrar que cumple con los siguientes:

- **PA 3.1, Definición del proceso:** grado en que la ejecución del proceso utiliza una definición de proceso basado en un proceso estándar para lograr los resultados del proceso.

Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Se define una guía de adaptación para el proceso estándar que soporta la ejecución del proceso gestionado.
- La ejecución del proceso se lleva a cabo de acuerdo con la documentación debidamente seleccionada y/o adaptada al proceso estándar.
- Se registra información histórica acerca de la ejecución del proceso para establecer y perfeccionar el comportamiento del proceso (por ejemplo, para determinar cuántos recursos son necesarios para ejecutar el proceso).

- Las experiencias de utilizar el proceso definido se utilizan para perfeccionar el proceso estándar.
- **PA 3.2, Recursos del proceso:** grado en que el proceso define los recursos necesarios y están adecuadamente asignados para implementar el proceso definido.

Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Se identifican y documentan los roles, las responsabilidades y competencias requeridas para la ejecución del proceso.
- Se identifican y documentan las infraestructuras requeridas para la ejecución del proyecto.
- Se asegura la disponibilidad de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto.

Los siguientes atributos de proceso demuestran cuando un proceso ha alcanzado el nivel **Predecible**:

- **PA 4.1, Medición del proceso:** grado en que los productos, objetivos y medidas del proceso son utilizados para garantizar que la ejecución del proceso contribuye a lograr los objetivos de negocio definidos.

Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Se identifican productos, objetivos y medidas del proceso, que se alinean con los objetivos de negocio relevantes.
- Se registran los productos y medidas del proceso para medir en qué grado se consiguen los objetivos definidos.
- Se analiza la tendencia de cómo se ejecuta el proceso en la organización.
- La madurez del proceso se mide y se mantiene en toda la organización.

- **PA 4.2, Control del proceso:** grado en que el proceso se controla a través de la recogida, el análisis, y el uso de medidas de producto y proceso para corregir, en caso necesario, el rendimiento del proceso y lograr el producto y objetivos definidos.

Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Se identifican análisis y técnicas de control adecuados.
- El proceso propio recoge y analiza las medidas de los productos y procesos para apoyar el control del rendimiento del proceso dentro de límites definidos.
- La ejecución del proceso se gestiona cuantitativamente.

Y finalmente, para que un proceso consiga el nivel de madurez **Optimizado** ha de evidenciar que cumple los siguientes atributos:

- **PA 5.1, Innovación del proceso:** grado en que los cambios en la definición, gestión y control del proceso son controlados para lograr los objetivos de negocio de la organización.

Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Se evalúa el impacto de los cambios propuestos en el producto y objetivos del proceso definidos en el proceso estándar.
- La implementación de todos los cambios aceptados se gestiona para asegurar que se comprende y se actúa sobre cualquier trastorno en la ejecución del proceso.
- Se evalúa la eficacia de los cambios en los procesos sobre la base de los resultados reales en relación con el producto definido y objetivos de los procesos para hacer los ajustes necesarios

- **PA 5.2, Optimización continua:** grado en que los procesos son identificados e implementados para asegurar la mejora continua en el cumplimiento de los objetivos de negocio relevantes de la organización.

Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Se definen los objetivos de mejora del proceso para lograr los objetivos de negocio relevantes de la organización.
- Se identifica el origen de los problemas reales y potenciales.
- Se identifican oportunidades de mejora.
- Se establece en la organización una estrategia de implementación para alcanzar los objetivos de mejora de procesos en toda la organización.

Un atributo de proceso representa una característica medible según se define anteriormente. La escala para la valoración de los atributos es una escala porcentual, de 0 a 100, que representa el grado en que el atributo se ha logrado. La escala se compone de cuatro valores o grados distintos de posesión de un atributo:

- **No conseguido (N):** El grado de alcance de los componentes asociados al atributo de proceso es del 0% al 15%.
- **Parcialmente logrado (P):** El grado de alcance de los componentes asociados al atributo de proceso es del 16% al 50%.
- **Conseguido en gran parte (L):** El grado de alcance de los componentes asociados al atributo de proceso es del 51% al 85%.
- **Totalmente conseguido (F):** El grado de alcance de los componentes asociados al atributo de proceso es del 86% al 100%.

A cada atributo de proceso evaluado en una organización se le otorga una calificación utilizando la escala de atributos definidos anteriormente.

## 2.1.2 CMMI

La creciente necesidad de creación de software durante los años 80, sumada a décadas de promesas incumplidas en cuanto a calidad, costos y cumplimiento en el desarrollo de software, condujo al Instituto de Ingeniería del Software (SEI), de la Universidad Carnegie Mellon de Pittsburgh, a desarrollar un método para evaluar el nivel de madurez del proceso de desarrollo del software de una empresa u organismo. El proceso se evalúa mediante un cuestionario y las respuestas sirven para determinar una magnitud denominada "Nivel de Madurez del Proceso". El modelo se llama CMM (Capability Maturity Model - Modelo de Madurez de Capacidad).

La primera versión de CMM fue desarrollada por el SEI y se publicó en septiembre de 1987. El modelo evolucionó para ser aplicado al desarrollo de software y dio lugar a SW-CMM (CMM for Software), cuya última versión se publicó en 1993.

CMMI (Capability Maturity Model Integration) [5] es la evolución de CMM. Su primera versión fue presentada en el año 2000 para posteriormente, en 2002, lanzarse CMMI versión 1.1, y en agosto de 2006 la versión 1.2. CMMI agrupó los diferentes modelos desarrollados mediante CMM para diferentes disciplinas de la industria.

### 2.1.2.1 El modelo CMMI

CMMI es un modelo de mejora de la madurez de procesos para el desarrollo de productos y servicios. Consiste en una serie de buenas prácticas que dirigen el desarrollo y mantenimiento de las actividades que cubren el ciclo de vida del producto: concepción, desarrollo, entrega y mantenimiento.

Actualmente CMMI cubre las áreas de interés: desarrollo de software, adquisición y servicios. En la versión actual, CMMI 1.2, hay tres constelaciones disponibles para dar respuesta a las tres áreas de interés indicadas:

- CMMI for Development (CMMI-DEV, o CMMI para desarrollo). Se refiere a procesos de desarrollo de productos y servicios.

- CMMI for Acquisition (CMMI-ACQ, o CMMI para la adquisición). Trata la gestión de la cadena de suministro, adquisición y contratación externa de los procesos en el gobierno y la industria.
- CMMI for Services (CMMI-SVC, o CMMI para servicios). Cubre toda actividad en las que se requiera gestionar, establecer y entregar servicios.

Cada constelación se forma a partir de los componentes que forman el núcleo de CMMI, a los cuales se les añade diverso material adicional para así conformar cada uno de los modelos de aplicación específica.

El modelo CMMI está formado por una serie de componentes que se pueden dividir en tres categorías que indican cómo interpretarlos:

- Componentes requeridos: describen que es lo que la organización debe lograr para satisfacer un área de proceso. Estos logros debe estar implementados en un proceso de la organización. La satisfacción de los objetivos es usada en las evaluaciones como la base para determinar si un área de proceso ha sido cubierto.
- Componentes esperados: describen lo que la organización debe implementar para cubrir un componente requerido. Estos componentes sirven de guía para aquellos que se encargan de llevar a cabo la mejora de procesos o para los que ejecutan las evaluaciones.
- Componentes informativos: se trata de aquellos elementos que proveen detalles que ayudan a las organizaciones a comenzar a plantear cómo enfocar los componentes requeridos y esperados. Suelen tratarse de subprácticas, productos típicos de trabajo, notas, etc.

En CMMI se conoce como proceso a las actividades que se establecen como implementación de las prácticas de un modelo CMMI.

Un área de proceso es un conjunto de prácticas relacionadas dentro de un ámbito de la organización, que cuando se implementan conjuntamente satisfacen una serie de objetivos que han sido identificados como importantes para conseguir mejoras en dicho ámbito.

La implantación de CMMI se basa en la mejora de los procesos que se ejecutan en una organización de tal modo que se intervenga sobre todas las prácticas de las diferentes áreas de proceso en las que se quiere actuar. Los componentes de cada una de las áreas de proceso sirven como guía para desarrollar procesos que permitan obtener la mejora esperada en la organización.

### 2.1.2.2 CMMI for Development (CMMI-DEV)

Por ser la más extendida, por analogía a la norma ISO/IEC 15504 y su combinación con la norma ISO/IEC para la mejora de los procesos de una organización de desarrollo de software, se analiza más a fondo la constelación CMMI-DEV.

El propósito del modelo CMMI-DEV es ayudar a las organizaciones a mejorar los procesos de desarrollo y mantenimiento de software que ofrezca a sus clientes.

CMMI-DEV define 22 áreas de proceso sobre las que se debe actuar para lograr la mejora de sus procesos:

CAR	Análisis de causas y resolución
DAR	Análisis de decisiones y resolución
PPQA	Aseguramiento de calidad de procesos y productos
OPD	Definición de procesos organizacionales
RD	Desarrollo de requisitos
OPF	Enfoque organizacional en procesos
OT	Formación organizacional
QPM	Gestión cuantitativa de proyectos
CM	Gestión de la configuración
REQM	Gestión de requisitos
RSKM	Gestión de riesgos
SAM	Gestión de acuerdos con proveedores
IPM	Gestión integrada de proyectos
OID	Innovación y despliegue organizacionales
PI	Integración de producto
MA	Medición y análisis
PMC	Monitorización y control de proyecto

PP	Planificación de proyecto
OPP	Rendimiento de procesos organizacionales
TS	Solución técnica
VAL	Validación
VER	Verificación

**Tabla 1. Áreas de proceso CMMI-DEV**

Cada área de proceso define una serie de metas específicas que describen las características que debe cubrir el proceso que implementa el área de proceso para satisfacerla.

Las prácticas específicas describen aquellas actividades que son consideradas importantes para lograr el objetivo específico al que pertenecen.

Los objetivos genéricos describen las características que deben cubrirse para institucionalizar el proceso que implementa el área. El logro de un objetivo genérico en un área de proceso significa que se va a mejorar el control en la planificación y ejecución de los procesos asociados a esa área de proceso. Los objetivos genéricos no pertenecen a un área de proceso sino que pueden aplicarse sobre varios.

Las prácticas genéricas son las actividades que aseguran que el proceso que implementa el área de proceso va a ser efectivo, repetible y duradero. Al igual que los objetivos genéricos, las prácticas genéricas pueden estar presentes en más de un área de proceso.

CMMI-DEV facilita la posibilidad de lograr la mejora de procesos y su correspondiente evaluación mediante dos representaciones diferentes: continua y escalonada. Las áreas de proceso mostradas en el cuadro anterior son comunes a ambas representaciones, si bien la primera los clasifica en categorías (en concreto 4) y la segunda por niveles de madurez (en este caso 5), que por analogía a la norma ISO/IEC 15504 es la que se va a analizar más a fondo.

El nivel escalonado ofrece un método sistemático y estructurado para lograr la mejora de los procesos. La organización tiene la posibilidad de ir completando diferentes etapas, las cuales aseguran que cuando se logra completar una de ellas se han madurado un gran número de procesos de la organización y por tanto, está en



disposición de afrontar el paso a la siguiente. Esas etapas se conocen como niveles de madurez y cada una contiene a un subgrupo de las áreas de proceso que componen CMMI-DEV.

De acuerdo al nivel de madurez que se desea alcanzar se establecen las áreas de proceso sobre los que la organización debe actuar. Los niveles no pueden saltarse, por lo que para alcanzar uno en concreto, la organización debe haber llegado a satisfacer todos los anteriores.

Para comprobar que se ha alcanzado un nivel de madurez se debe verificar que se han satisfecho los objetivos específicos y genéricos asociados con cada grupo de áreas de proceso relacionados.

La representación escalonada define los siguientes cinco niveles de madurez:

1	Inicial
2	Gestionado
3	Definido
4	Gestionado cuantitativamente
5	Optimizado

**Tabla 2. Niveles de madurez CMMI-DEV**

- **Inicial:** en el proceso de madurez nivel 1 se encuentran las organizaciones que no disponen de un entorno estable para ejecutar el proceso. El éxito en estos casos depende principalmente del buen hacer de las personas que componen el equipo del proyecto y no de unos procesos implantados en la organización. A pesar de este caos, las organizaciones en nivel de madurez 1 desarrollan productos que funcionan, pero los costes suelen dispararse y las planificaciones casi nunca se cumplen.

Se trata de un nivel que depende en exclusiva de los individuos de la organización, no se dispone de un proceso implantado y por tanto es muy difícil lograr repetir el éxito logrado en alguno de los proyectos abordados.

- **Gestionado:** el nivel 2 de madurez asegura que los procesos se planifican y ejecutan de acuerdo con la política organizacional. En épocas de mucho trabajo

y alto estrés, el nivel 2 de madurez garantiza que las prácticas establecidas se mantienen y se ejecutan correctamente.

Los proyectos de una organización en el nivel gestionado disponen de un equipo de trabajo formado por personal cualificado, se involucra a todas las partes interesadas en su desarrollo y se realiza un seguimiento y control del estado de los mismos. En definitiva, se siguen una serie de pautas que garantizan que los proyectos se desarrollan de acuerdo a lo planificado y se asegura de que se cumplen los objetivos pactados inicialmente con el cliente.

- **Definido:** en este nivel de madurez la organización dispone de un conjunto de procesos estándar establecido y sometido a una mejora constante. Gracias a esos procesos estándar se consigue la consistencia en toda la organización. Los proyectos adecúan los procesos a sus necesidades siguiendo las guías de adaptación que acompañan al conjunto estándar de procesos.

Para realizar la transición del nivel 2 al nivel 3, además de actuar sobre las áreas de proceso que agrupa el nuevo nivel, se debe actuar sobre las del nivel anterior para lograr satisfacer los objetivos de nivel 3.

La distinción principal entre el nivel 3 y el 2 es el ámbito de los estándares, la descripción de los procesos y los procedimientos. Mientras que en el nivel 2 la forma de ejecutar los procesos puede hacerse de forma diferente en cada proyecto, en el nivel 3 debe hacerse de igual manera en todos ellos, la organización debe tener una forma de trabajo común. Las únicas diferencias permitidas entre los proyectos serán aquellas que se especifiquen en las guías de adaptación.

Y además, en el nivel 3 los procesos se describen con un detalle mucho mayor que en el nivel 2.

- **Gestionado cuantitativamente:** en este nivel de madurez, la empresa y los propios proyectos establecen objetivos cuantitativos para medir tanto la calidad como la ejecución de los procesos.

Los objetivos son utilizados como criterio de gestión y se definen a partir de las necesidades del cliente, de los usuarios finales, de la propia organización desarrolladora y de los diseñadores de los procesos. La calidad y la ejecución de

los procesos se cuantifican, ambas se entienden en términos estadísticos para ser gestionadas durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Determinados subprocesos claves se monitorizan durante la ejecución de los procesos y se almacenan mediciones detalladas de su ejecución. Esta información es analizada estadísticamente para identificar las causas especiales de variación de los procesos que puedan afectar a la consecución de los objetivos prefijados. Todos estos datos se almacenan en un repositorio de la organización, de forma que pueda utilizarse posteriormente como ayuda a la toma de decisiones. Dado que se tienen identificados los motivos que producen una desviación en el proceso, éstos pueden ser corregidos para prevenir futuras variaciones.

La principal diferencia entre los niveles 3 y 4 es la previsibilidad de la ejecución del proceso. En el nivel 3 los procesos son predecibles cualitativamente. Sin embargo, dado que en el nivel 4 la ejecución del proceso se controla utilizando técnicas estadísticas, los procesos son predecibles cuantitativamente.

- **Optimizado:** lo que caracteriza a este nivel de madurez es la mejora continua que la organización realiza sobre la eficiencia de sus procesos, basándose para ello en el estudio de las causas comunes de variación inherentes a los procesos.

El nivel 5 de madurez se centra en la mejora continua de la ejecución de los proyectos a través de mejoras progresivas e innovadoras en los procesos y en la tecnología utilizada. Se establecen los objetivos cuantitativos de mejora de procesos, los cuales son continuamente revisados para reflejar los cambios en los objetivos de negocio, y se utilizan como criterio para la gestión de la mejora de los procesos. Los efectos de las mejoras desarrolladas en los procesos son medidos y evaluados de acuerdo a los objetivos cuantitativos de mejora de procesos. Tanto los procesos definidos como el conjunto estándar de procesos de la organización son objeto de actividades de mejora medibles.

La diferencia principal entre los niveles 4 y 5 de madurez es el tipo de variación del proceso que se analiza para lograr mejorar los procesos. En el nivel 4 la organización analiza las causas especiales de variación de los procesos para obtener una previsibilidad estadística en la ejecución de los procesos, si bien puede ser insuficiente para cumplir con los objetivos establecidos. En cambio,

en el nivel de madurez 5 la organización se centra en analizar las causas comunes de variación inherentes a los procesos y modificar dichos procesos para mejorar su ejecución y cumplir así con los objetivos cuantitativos de mejora de procesos establecidos.

En la siguiente figura se muestran las áreas de proceso sobre las que se debe actuar en función del nivel de madurez que se desee alcanzar:

Nivel de madurez	Áreas de proceso
Inicial	---
Gestionado	Gestión de requisitos (REQM) Planificación de proyectos (PP) Monitorización y control de proyecto (PMC) Gestión de acuerdos con proveedores (SAM) Medición y análisis (MA) Aseguramiento de la calidad de proceso y producto (PPQA) Gestión de la configuración (CM)
Definido	Desarrollo de requisitos (RD) Solución técnica (TS) Integración de producto (PI) Verificación (VER) Validación (VAL) Enfoque organizacional en procesos (OPF) Definición de procesos organizacionales (OPD) Formación organizacional (OT) Gestión integrada de proyectos (IPM) Gestión de riesgos (RSKM) Análisis de decisiones y resolución (DAR)
Gestionado cuantitativamente	Rendimiento de procesos organizacionales (OPP) Gestión cuantitativa de proyectos (QPM)
Optimizado	Innovación y despliegue organizacionales (OPI) Análisis causal y resolución (CAR)

**Tabla 3. Correspondencia entre niveles y áreas de proceso**

Los niveles de madurez no pueden saltarse, cada nivel proporciona la base necesaria para una implementación satisfactoria de los procesos del siguiente nivel. Así, tendremos grandes posibilidades de implementar con éxito los procesos de los niveles más altos gracias al trabajo ya realizado para los niveles inferiores.

### **2.1.3 COBIT**

Objetivos de Control para Tecnologías de Información y Relacionadas (COBIT) [6] nace para dar respuesta a aquellas organizaciones en las que la información y la tecnología que las soportan representan sus más valiosos activos, si bien en muchas ocasiones se trata de elementos empresariales poco entendidos. Las empresas exitosas reconocen los beneficios de la tecnología de la información y la utilizan para impulsar el valor de sus interesados. Estas empresas también entienden y administran los riesgos asociados, tales como el aumento en requerimientos regulatorios, así como la dependencia crítica de muchos procesos de negocio en TI.

La necesidad del aseguramiento del valor de TI, la administración de los riesgos asociados a TI, así como el incremento de requerimientos para controlar la información, se entienden ahora como elementos clave del Gobierno Corporativo. El valor, el riesgo y el control constituyen la esencia del gobierno de TI.

El gobierno de TI es responsabilidad de los ejecutivos, del consejo de directores y consta de liderazgo, estructuras y procesos organizacionales que garantizan que TI en la empresa sostiene y extiende las estrategias y objetivos organizacionales. TI integra e institucionaliza las buenas prácticas para garantizar que TI en la empresa soporta los objetivos del negocio. De esta manera, el gobierno de TI facilita que la empresa aproveche al máximo su información, maximizando así los beneficios, capitalizando las oportunidades y ganando ventajas competitivas.

COBIT ofrece conjunto de buenas prácticas, consensuadas por expertos, para el gobierno de TI creado por la Asociación para la Auditoría y Control de Sistemas de Información (ISACA) y el Instituto de Administración de las Tecnologías de la Información (ITGI) en 1992. La primera edición fue publicada en 1996 y desde mayo de 2007 está disponible la versión 4.1.

#### **2.1.3.1 COBIT 4.1**

COBIT propone un conjunto de buenas prácticas a través de un marco de trabajo de dominios y procesos, y presenta las actividades en una estructura manejable y lógica.

Las buenas prácticas de COBIT representan el consenso de los expertos. Están enfocadas fuertemente en el control y menos en la ejecución. Estas prácticas ayudan a optimizar las inversiones habilitadas por TI, aseguran la entrega del servicio y ofrecen una medida contra la cual juzgar cuando las cosas no van bien.

Para que TI tenga éxito en satisfacer los requerimientos del negocio, la dirección debe implementar un sistema de control interno o un marco de trabajo. El marco de trabajo de control COBIT contribuye a estas necesidades de la siguiente manera:

- Estableciendo un vínculo con los requerimientos del negocio
- Organizando las actividades de TI en un modelo de procesos generalmente aceptado
- Identificando los principales recursos de TI a ser utilizados
- Definiendo los objetivos de control gerenciales a ser considerados

La orientación al negocio que enfoca COBIT consiste en alinear las metas de negocio con las metas de TI, brindando métricas y modelos de madurez para medir sus logros, e identificando las responsabilidades asociadas de los dueños de los procesos de negocio y de TI.

COBIT da soporte al gobierno de TI al ofrecer un marco de trabajo que garantiza que:

- TI está alineada con el negocio
- TI habilita al negocio y maximiza los beneficios
- Los recursos de TI se usan de manera responsable
- Los riesgos de TI se administran apropiadamente

El enfoque hacia procesos de COBIT se ilustra con un modelo, el cual subdivide TI en 34 procesos de acuerdo a las áreas de responsabilidad de planear, construir, ejecutar y monitorear, ofreciendo una visión completa de cómo controlar, administrar y medir cada proceso de la TI. Los conceptos de arquitectura empresarial ayudan a

identificar aquellos recursos esenciales para el éxito de los procesos, es decir, aplicaciones, información, infraestructura y personas.

COBIT establece que para que la empresa ponga bajo control TI de tal manera que se genere la información que la empresa necesita, se administren sus riesgos y logre soportar la consecución de los objetivos de negocio de la organización, es necesario que se establezcan objetivos de control que definan la meta final de implementar políticas, procedimientos, prácticas y estructuras organizacionales diseñadas para brindar un aseguramiento razonable de que:

- Se alcanzan los objetivos de negocio.
- Se prevén o se detectan y corrigen los eventos no deseados.

Las empresas requieren una medición objetiva de dónde se encuentran y dónde se requieren mejoras, para ello COBIT define un **modelo de madurez** para identificar brechas en la capacidad de los procesos, define **metas y métricas** para medir sus resultados y desempeño, y finalmente también define **metas de actividades** para controlar estos procesos con base en los objetivos de control detallados de COBIT.

La evaluación de la capacidad de los procesos basada en los modelos de madurez de COBIT es una parte clave de la implementación del gobierno de TI. Después de identificar los procesos y controles críticos de TI, el modelo de madurez permite identificar y demostrar a la dirección las brechas en la capacidad. Entonces se pueden crear planes de acción para llevar estos procesos hasta el nivel objetivo de capacidad deseado.

La medición del desempeño es esencial para el gobierno de TI. COBIT le da soporte e incluye el establecimiento y el monitoreo de objetivos que se puedan medir, referentes a lo que los procesos de TI requieren generar (resultado del proceso) y cómo lo generan (capacidad y desempeño del proceso). Los objetivos de control de TI de COBIT están organizados por proceso de TI; por lo tanto, el marco de trabajo ofrece una alineación clara entre los requerimientos de gobierno de TI, los procesos de TI y los controles de TI.

Los beneficios de implementar COBIT como marco de referencia de gobierno sobre TI incluyen:

- Mejor alineación, con base en su enfoque de negocios.
- Una visión, entendible para la gerencia, de lo que hace TI.
- Propiedad y responsabilidades claras, con base en su orientación a procesos.
- Aceptación general de terceros y reguladores.
- Entendimiento compartido entre todos los interesados, con base en un lenguaje común.
- Cumplimiento de los requerimientos COSO (el marco de referencia de control ampliamente aceptado para gobierno corporativo y para la administración de riesgos) para el ambiente de control de TI.

### **2.1.3.2 Marco de Trabajo COBIT**

El objetivo del marco de trabajo COBIT es dar respuesta a las necesidades que se plantean en las organizaciones respecto al gobierno de TI:

- Alinear la estrategia de TI con la estrategia del negocio.
- Conocer si con la información administrada en la empresa es posible que se garantice el logro de sus éxitos.
- Lograr que toda la estrategia de TI, así como las metas fluyan de forma gradual a toda la empresa.
- Realizar un manejo estandarizado de los riesgos de TI.
- Medir el desempeño de TI.
- Servir a una variedad de interesados internos y externos.



El marco de trabajo COBIT se creó con las características principales de ser orientado a negocios, orientado a procesos, basado en controles e impulsado por mediciones.

### **ORIENTADO AL NEGOCIO**

El principio en el que se basa el marco de trabajo de COBIT es que para proporcionar la información que la empresa requiere de cara a cumplir con sus objetivos de negocio, debe invertir, administrar y controlar los recursos de TI utilizando un conjunto estructurado de procesos que provean los servicios que entregan la información empresarial requerida.

Para satisfacer los objetivos del negocio, la información necesita adaptarse a ciertos criterios de control. COBIT define los siguientes **criterios de información**:

- **Efectividad:** tiene que ver con que la información sea relevante y pertinente a los procesos del negocio, y se proporcione de una manera oportuna, correcta, consistente y utilizable.
- **Eficiencia:** consiste en que la información sea generada con el óptimo (más productivo y económico) uso de los recursos.
- **Confidencialidad:** se refiere a la protección de información sensible contra revelación no autorizada.
- **Integridad:** está relacionada con la precisión y completitud de la información, así como con su validez de acuerdo a los valores y expectativas del negocio.
- **Disponibilidad:** se refiere a que la información esté disponible cuando sea requerida por los procesos del negocio en cualquier momento. También concierne a la protección de los recursos y las capacidades necesarias asociadas.
- **Cumplimiento:** tiene que ver con acatar aquellas leyes, reglamentos y acuerdos contractuales a los cuales está sujeto el proceso de negocios, es decir, criterios de negocios impuestos externamente, así como políticas internas.

- **Confiabilidad:** se refiere a proporcionar la información apropiada para que la gerencia administre la entidad y ejerza sus responsabilidades fiduciarias y de gobierno.

Mientras que los criterios de información proporcionan un método genérico para definir los requerimientos del negocio, la definición de un conjunto de **metas genéricas de negocio** y de TI ofrece una base más refinada y relacionada con el negocio para el establecimiento de requerimientos de negocio y para el desarrollo de métricas que permitan la medición con respecto a estas metas.

La estrategia de la empresa se debe traducir por parte del negocio en objetivos relacionados con iniciativas habilitadas por TI. Estos objetivos a su vez, deben conducir a una clara definición de los propios objetivos de TI, y luego éstos a su vez definir los recursos y capacidades de TI requeridos para ejecutar de forma exitosa la parte que le corresponde a TI de la estrategia empresarial. Con métricas derivadas de las metas se monitorizan los resultados para garantizar que se cumple con las expectativas de negocio.

COBIT identifica una serie de **recursos TI** en los que la empresa debe invertir para crear una capacidad técnica adecuada para dar soporte a la capacidad del negocio que genere el resultado que responda a los requerimientos que el negocio tiene hacia TI:

- **Aplicaciones:** incluyen tanto sistemas de usuario automatizados como procedimientos manuales que procesan información.
- **Información:** datos en todas sus formas, de entrada, procesados y generados por los sistemas de información, en cualquier forma en que sean utilizados por el negocio.
- **Infraestructura:** tecnología e instalaciones que permiten el procesamiento de las aplicaciones.
- **Personas:** personal requerido para planear, organizar, adquirir, implementar, entregar, soportar, monitorear y evaluar los sistemas y los servicios de información. Estas pueden ser internas, por outsourcing o contratadas, de acuerdo a como se requieran.

### ORIENTADO A PROCESOS

COBIT define las actividades de TI en un modelo genérico de procesos organizado en cuatro dominios. Estos dominios son Planear y Organizar, Adquirir e Implementar, Entregar y Dar Soporte y Monitorear y Evaluar. Los dominios se equiparan a las áreas tradicionales de TI de planear, construir, ejecutar y monitorear.

- **Planear y Organizar (PO):** cubre las estrategias y las tácticas, y tiene que ver con identificar la manera en que TI puede contribuir de la mejor manera al logro de los objetivos del negocio. Este dominio proporciona dirección para la entrega de soluciones (AI) y la entrega de servicio (DS).

Los procesos identificados en este dominio son los siguientes:

PO1	Definir un Plan Estratégico de TI
PO2	Definir la Arquitectura de la Información
PO3	Determinar la Dirección Tecnológica
PO4	Definir los Procesos, Organización y Relaciones de TI
PO5	Administrar la Inversión en TI
PO6	Comunicar las Aspiraciones y la Dirección de la Gerencia
PO7	Administrar Recursos Humanos de TI
PO8	Administrar la Calidad
PO9	Evaluar y Administrar los Riesgos de TI
PO10	Administrar Proyectos

**Tabla 4. Procesos del dominio PO**

- **Adquirir e Implementar (AI):** para llevar a cabo la estrategia de TI, las soluciones de TI necesitan ser identificadas, desarrolladas o adquiridas así como implementadas e integradas en los procesos del negocio. El cambio y el mantenimiento de los sistemas existentes está cubierto por este dominio para garantizar que las soluciones sigan satisfaciendo los objetivos del negocio. Este dominio proporciona las soluciones y las pasa para convertirlas en servicios.

Los procesos identificados en este dominio son los siguientes:

AI1	Identificar soluciones automatizadas
AI2	Adquirir y mantener software aplicativo
AI3	Adquirir y mantener infraestructura tecnológica
AI4	Facilitar la operación y el uso
AI5	Adquirir recursos de TI
AI6	Administrar cambios
AI7	Instalar y acreditar soluciones y cambios

**Tabla 5. Procesos del dominio AI**

- **Entregar y Dar Soporte (DS):** cubre la entrega en sí de los servicios requeridos, lo que incluye la prestación del servicio, la administración de la seguridad y de la continuidad, el soporte del servicio a los usuarios, la administración de los datos y de las instalaciones operativos. Este dominio recibe las soluciones y las hace utilizables por los usuarios finales

Los procesos identificados en este dominio son los siguientes:

DS1	Definir y administrar los niveles de servicio
DS2	Administrar los servicios de terceros
DS3	Administrar el desempeño y la capacidad
DS4	Garantizar la continuidad del servicio
DS5	Garantizar la seguridad de los sistemas
DS6	Identificar y asignar costos
DS7	Educar y entrenar a los usuarios
DS8	Administrar la mesa de servicio y los incidentes
DS9	Administrar la configuración
DS10	Administrar los problemas
DS11	Administrar los datos
DS12	Administrar el ambiente físico
DS13	Administrar las operaciones

**Tabla 6. Procesos del dominio DS**

- **Monitorear y Evaluar (ME):** Monitorear y evaluar de forma regular todos los procesos de TI para asegurar que se sigue la dirección prevista en cuanto a su calidad y cumplimiento de los requerimientos de control. Este dominio abarca la

administración del desempeño, el monitoreo del control interno, el cumplimiento regulatorio y la aplicación del gobierno.

Los procesos identificados en este dominio son los siguientes:

ME1	Monitorear y Evaluar el Desempeño de TI
ME2	Monitorear y Evaluar el Control Interno
ME3	Garantizar el Cumplimiento Regulatorio
ME4	Proporcionar Gobierno de TI

**Tabla 7. Procesos del dominio ME**

Los 34 procesos, repartidos entre los 4 dominios, pueden ser utilizados para verificar que se completan las actividades y responsabilidades en la organización; sin embargo, no es necesario que apliquen todas, y, aun más, se pueden combinar como se necesite por cada empresa.

**BASADO EN CONTROLES**

COBIT define objetivos de control en cada uno de los 34 procesos, así como para el proceso general y los controles de aplicación. Los objetivos de control de TI proporcionan un conjunto completo de requerimientos de alto nivel a considerar por la gerencia para un control efectivo de cada proceso de TI, la cual debe seleccionar aquellos que sean aplicables y decidir cuáles deben implementarse.

Ya que los objetivos de control de TI de COBIT están organizados por procesos de TI, el marco de trabajo brinda vínculos claros entre los requerimientos de gobierno de TI, los procesos de TI y los controles de TI. Cada uno de los procesos de TI de COBIT tiene un objetivo de control de alto nivel y varios de objetivos de control detallados. Como un todo, representan las características de un proceso bien administrado.

Además de los objetivos de control detallados, cada proceso COBIT tiene requerimientos de control genéricos que se identifican con PCn, que significa Control de Proceso número.

PC1	Metas y Objetivos del Proceso
PC2	Propiedad del Proceso

PC3	Proceso Repetible
PC4	Roles y Responsabilidades
PC5	Políticas, Planes y Procedimientos
PC6	Desempeño del Proceso

**Tabla 8. Requerimientos de control genéricos**

La dirección ejecutiva se encarga de definir el enfoque genérico hacia el gobierno y el control estableciendo lo que se conoce como controles del negocio.

También se aplican controles para actividades específicas del negocio. La mayoría de los procesos de negocio están automatizados e integrados con los sistemas aplicativos de TI, dando como resultado que muchos de los controles estén automatizados. Son los controles de aplicación.

Los controles generales son aquellos que están inmersos en los procesos y servicios de TI y se aplican a todas las actividades de servicio de TI.

La siguiente lista ofrece el conjunto recomendado de objetivos de control de aplicación. Identificados por ACn, de Control de Aplicación número.

AC1	Preparación y Autorización de Información Fuente
AC2	Recolección y Entrada de Información Fuente
AC3	Chequeos de Exactitud, Integridad y Autenticidad
AC4	Integridad y Validez del Procesamiento
AC5	Revisión de Salidas, Reconciliación y Manejo de Errores
AC6	Autenticación e Integridad de Transacciones

**Tabla 9. Objetivos de control de aplicación.**

### **IMPULSADO POR LA MEDICIÓN**

COBIT establece un **modelo de madurez** que facilita la evaluación por medio de benchmarking y la identificación de las mejoras necesarias en la capacidad de los procesos, ofreciendo así una visión objetiva del nivel de desempeño propio de una empresa.

El modelo de madurez para la administración y el control de los procesos de TI se basa en un método de evaluación de la organización, de tal forma que se pueda evaluar a sí misma desde un nivel de no-existente (0) hasta un nivel de optimizado (5). Se trata de un modelo de madurez derivado del que se define en CMMI, si bien con los modelos de madurez de COBIT no hay intención de medir los niveles de forma precisa o probar a certificar que un nivel se ha conseguido con exactitud. Una evaluación de la madurez de COBIT resultara en un perfil donde las condiciones relevantes a diferentes niveles de madurez se han conseguido. El fin del modelo de madurez de COBIT es identificar dónde se encuentran los problemas y cómo fijar prioridades para las mejoras.

0	No existente
1	Inicial
2	Repetible pero intuitivo
3	Definido
4	Administrador y medible
5	Optimizado

**Tabla 10. Niveles de madurez COBIT 4.1**

- **No existente:** No se aplican procesos administrativos en lo absoluto. Carencia completa de cualquier proceso reconocible. La empresa no ha reconocido siquiera que existe un problema a resolver.
- **Inicial:** Existe evidencia que la empresa ha reconocido que los problemas existen y requieren ser resueltos. Sin embargo; no existen procesos estándar en su lugar existen enfoques ad hoc que tienden a ser aplicados de forma individual o caso por caso. El enfoque general hacia la administración es desorganizado.
- **Repetible pero intuitivo:** Se han desarrollado los procesos hasta el punto en que se siguen procedimientos similares en diferentes áreas que realizan la misma tarea. No hay entrenamiento o comunicación formal de los procedimientos estándar, y se deja la responsabilidad al individuo. Existe un alto grado de confianza en el conocimiento de los individuos y, por lo tanto, los errores son muy probables.

- **Definido:** Los procedimientos se han estandarizado y documentado, y se han difundido a través de entrenamiento. Sin embargo, se deja que el individuo decida utilizar estos procesos, y es poco probable que se detecten desviaciones. Los procedimientos en sí no son sofisticados pero formalizan las prácticas existentes.
- **Administrador y medible:** Es posible monitorear y medir el cumplimiento de los procedimientos y tomar medidas cuando los procesos no estén trabajando de forma efectiva. Los procesos están bajo constante mejora y proporcionan buenas prácticas. Se usa la automatización y herramientas de una manera limitada o fragmentada.
- **Optimizado:** Los procesos se han refinado hasta un nivel de mejor práctica, se basan en los resultados de mejoras continuas y en un modelo de madurez con otras empresas. TI se usa de forma integrada para automatizar el flujo de trabajo, brindando herramientas para mejorar la calidad y la efectividad, haciendo que la empresa se adapte de manera rápida.

Un proceso que es evaluado en COBIT podrá obtener un resultado en el que se ve como la implementación de sus actividades están en diferentes niveles, siendo posible incluso que algunas partes del proceso pueden estar bien definidas, y, aun cuando esté incompleto, sería erróneo decir que no está definido del todo.

Utilizando los modelos de madurez desarrollados para cada uno de los 34 procesos TI de COBIT, la gerencia podrá identificar:

- El desempeño real de la empresa—Dónde se encuentra la empresa hoy
- El estatus actual de la industria—La comparación
- El objetivo de mejora de la empresa—Dónde desea estar la empresa
- El crecimiento requerido entre “como es” y “como será”

Los modelos de madurez COBIT se enfocan en la capacidad, y no necesariamente en el desempeño. No son un número al cual hay que llegar, ni están diseñados para ser una base formal de certificación con niveles discretos que formen



umbrales difíciles de atravesar. Sin embargo, se diseñaron para ser aplicables siempre, con niveles que brindan una descripción que una empresa pueda reconocer como la mejor para sus procesos. El nivel correcto está determinado por el tipo de empresa, por su medio ambiente y por la estrategia.

La capacidad administrativa de un proceso no es lo mismo que el desempeño. La capacidad requerida, como se determina en el negocio y en las metas de TI, puede no requerir aplicarse al mismo nivel en todo el ambiente de TI, es decir, de forma inconsistente o sólo a un número limitado de sistemas o unidades.

Para la medición del desempeño COBIT define **metas y mediciones de desempeño** para los procesos de TI, que demuestran cómo los procesos satisfacen las necesidades del negocio y de TI, y cómo se usan para medir el desempeño de los procesos internos basados en los principios de un marcador de puntuación balanceado.

Las métricas y las metas se definen en COBIT a tres niveles:

- Las metas y métricas de TI que definen lo que el negocio espera de TI (lo que el negocio usaría para medir a TI)
- Metas y métricas de procesos que definen lo que el proceso de TI debe generar para dar soporte a los objetivos de TI (cómo sería medido el dueño del proceso de TI)
- Métricas de desempeño de los procesos (miden qué tan bien se desempeña el proceso para indicar si es probable alcanzar las metas).

Las metas están definidas de arriba hacia abajo por lo que una meta de negocio determinará varias metas de TI que la soporten. Una meta de TI se logra por un proceso o la interacción de varios procesos. Por lo tanto, las metas de TI ayudan a definir las diferentes metas de proceso. A su vez, cada meta de proceso requiere varias actividades, estableciendo así las metas de actividad.

Las Medidas de Resultado indican cuando las metas se han conseguido. Estas pueden medirse sólo después el hecho y, por eso, se llaman ‘indicadores pasados’. Los Indicadores de Desempeño indican si es probable conseguir la meta. Se pueden medir antes de que el resultado sea claro y, por eso, se llaman ‘indicadores futuros’. Las

medidas de resultado de el nivel más bajo se convierten en indicadores de desempeño para las metas de nivel más alto.

Por lo tanto, las métricas provistas son tanto medidas de resultado de la función de TI, proceso de TI o meta de la actividad que miden, como un indicador de desempeño que impulsa las metas de más alto nivel del negocio, función de TI o proceso de TI.

#### **2.1.4 ISO/IEC 33000**

Durante el año 2008 se propuso la revisión de la norma ISO/IEC 15504 de cara a reestructurarla y obtener un marco de trabajo (*framework*) coherente para un estándar de evaluación de procesos software [7]. Va a ser pasar de ser un estándar, ISO/IEC 15504, dividido en diez partes a un conjunto de estándares relacionados. ISO ha reservado para este nuevo conjunto de estándares el rango de numeración 33001 a 33099, lo que va a dar lugar a la serie ISO/IEC 33000.

Si bien se trata de una serie de normas aún en desarrollo, a continuación se comentan sus características principales.

El propósito de este nuevo estándar de evaluación de procesos es proporcionar un enfoque estructurado para la evaluación de procesos con los siguientes fines:

- Que una organización, u otra en su nombre, comprenda el estado de sus procesos para la mejora de los mismos.
- Que una organización, u otra en su nombre, determine la idoneidad de sus procesos para un requisito o un conjunto de ellos.
- Que una organización, u otra en su nombre, determine la idoneidad de los procesos de otra organización para un contrato o un conjunto de ellos.

El marco de trabajo para la evaluación de procesos que se busca debe ofrecer las siguientes características:

- Facilitar la auto evaluación.
- Proporcionar la base para la mejora de procesos y determinar la madurez.

- Tener en cuenta el contexto en el que se implementa el proceso de evaluación.
- Proporcionar un proceso de calificación.
- Dirigir la capacidad del proceso para conseguir su meta.
- Ser apropiado para todos los dominios de aplicación y tamaños de organización.
- Proporcionar un método de comparación objetivo entre organizaciones.

La evaluación de procesos incluye la determinación de las necesidades de negocio, una evaluación de los procesos utilizados por la organización y un análisis de la situación actual. Los resultados de todo ese análisis se van a utilizar para dirigir las actividades de mejora de los procesos o para determinar la madurez de los procesos utilizados por la organización.

ISO/IEC 33000 define Modelo de Referencia de Procesos (PRM) como un conjunto de procesos que juntos pueden lograr las metas principales de una comunidad de intereses. Un Modelo de Referencia de Procesos proporciona la base para uno o más Modelos de Evaluación de Procesos (PAM) ya que éstos últimos se van a apoyar en los procesos definidos en el Modelo de Referencia de Procesos.

El Modelo de Evaluación de Procesos de ISO/IEC 33000 proporciona una visión bidimensional de la madurez de procesos. En una dimensión se describen los procesos definidos en el Modelo de Procesos de Referencia que se toma como base, es la dimensión de proceso. Mientras que en la otra dimensión se describen los niveles de capacidad de proceso definidos en el marco de medición seleccionado, en el cual a su vez se definen los atributos de proceso. Es la dimensión de madurez. Se trata por tanto de un modelo similar al empleado en la norma ISO/IEC 15504, con una dimensión de proceso y otra de madurez.

En cada caso, a la hora de aplicar el Modelo de Evaluación de Procesos se debe seleccionar uno o más Modelos de Referencia de Procesos para implementar la dimensión de proceso. Para implementar la dimensión de madurez debe seleccionarse el marco de medición que se desee.

ISO/IEC 33000 define un Marco de Medición de madurez de proceso similar al que define ISO/IEC 15504. Los niveles de madurez son los mismos: Incompleto, Ejecutado, Gestionado, Establecido, Predecible y Optimizado. Los atributos de proceso de cada nivel, los cuales permiten conocer cuando un proceso se encuentra en un nivel de madurez, son los mismos que define la norma ISO/IEC 15504.

ISO/IEC 33000 introduce un nuevo concepto, el Modelo de Madurez de la Organización (OMM) que deriva de uno o más Modelos de Evaluación de Procesos [8]. Para el Modelo de Madurez Organizacional se debe definir una lista detallada de los procesos que lo componen, pudiendo seleccionar un subconjunto de procesos de cada Modelo de Evaluación de Procesos en los que se basa. Además, debe seleccionarse un marco de medición mediante el que se establecen los niveles de madurez para los que se evaluará la organización.

ISO/IEC 33000, al igual que hace para la madurez de procesos, define un Marco de Medición para la evaluación de la madurez de la organización. Se divide en seis niveles que representan el grado en que la organización ha ejecutado, gestionado y establecido sus procesos de forma explícita y consistente, con un rendimiento predecible y cómo demuestra su capacidad para modificar y adaptar la ejecución de los procesos para conseguir los objetivos de negocio de la organización.

La medición de la madurez de procesos muestra la capacidad de un proceso para cumplir con las metas de negocio actuales o proyectados, mientras que la medición de madurez de una organización muestra el grado en que una organización implementa consistentemente un conjunto de procesos en un alcance definido que contribuyen al logro de sus metas de negocio.

La madurez de una organización se expresa mediante seis niveles de madurez [9]:

- **Nivel 0, Organización inmadura:** la organización no demuestra la implementación efectiva de los procesos que son fundamentales para desarrollar las actividades primarias de la organización.

- **Nivel 1, Organización Básica:** la organización demuestra el logro del propósito de aquellos procesos que son fundamentales para desarrollar las actividades primarias de la organización.
- **Nivel 2, Organización Gestionada:** la organización demuestra la gestión y coordinación de los procesos que son fundamentales para desarrollar las actividades primarias de la organización.
- **Nivel 3, Organización Establecida:** la organización ha establecido procesos estándar que dan soporte a los objetivos de la organización. Esos procesos estándar se definen mediante una adecuación previa para su ejecución.
- **Nivel 4, Organización predecible:** la organización demuestra un entendimiento objetivo de los procesos relevantes que son fundamentales para lograr las metas de negocio de la organización, a fin de establecer un rendimiento constante y predecible.
- **Nivel 5, Organización innovadora:** la organización demuestra la capacidad para modificar y adaptar la ejecución de los procesos que son fundamentales para lograr las metas de negocio de la organización de una manera sistemática planificada y previsible.

### 2.1.5 Comparativa

Tanto ISO/IEC 15504, CMMI como COBIT son modelos orientados a la mejora de procesos. Como se ha visto en los apartados anteriores los dos primeros se centran más hacia actividades de desarrollo de software que COBIT, que se dirige más hacia la administración de TI.

Los modelos de madurez presentados por los tres modelos son muy similares, de hecho COBIT reconoce que su modelo de madurez deriva del presentado por CMMI. Y en el caso de ISO/IEC 15504 el número de niveles es igual que para COBIT. La diferencia radica en el modo en que se evalúan los procesos para determinar su modelo de madurez ya que mientras ISO/IEC 15504 y CMMI sitúan a cada proceso en un nivel, COBIT sin embargo ofrece una medida de dónde se encuentra el proceso y determina donde se encuentran los problemas para definir así las acciones de mejora.

CMMI y COBIT ofrecen un modelo de procesos ya definido, mientras que ISO/IEC 15504 se combina con la ISO/IEC 12207 para ofrecer su implementación más extendida en base al conjunto de procesos de esta última. ISO/IEC 15504 define los atributos de proceso, equivaldrían a las prácticas genéricas de CMMI, y los aplica sobre los procesos definidos en la norma ISO/IEC 12207 para definir un modelo de madurez adhoc.

La norma ISO/IEC 15504 ya ha sido combinada con otras normas para adaptar el modelo de evaluación a unas necesidades concretas, como es el caso del modelo de evaluación de procesos en Pymes y pequeños grupos de desarrollo por niveles de madurez [10].

Es esta última característica la que hace más interesante a la norma ISO/IEC 15504 de cara a desarrollar una metodología que permita evaluar la madurez de un sistema de gestión de la I+D+i, ya que se podría combinar con una norma para la gestión de la I+D+i para conformar un sistema de evaluación de la madurez específico para la gestión de la I+D+i.

Las normas ISO/IEC 33000 quedan descartadas debido a estar en fase de desarrollo.

## **2.2 Normas para la gestión de la I+D+i**

En una coyuntura como la actual, con la economía sumergida en una profunda crisis mundial, la innovación es una de las vías que puede conseguir modificar la estructura económica de un país [11]. Durante los últimos años, en España se destinaron numerosos recursos para poner en marcha diversos planes de innovación y como fruto de esas políticas innovadoras surge una norma, casi única en el mundo, la UNE 166002 para la Gestión de la I+D+i.

### **2.2.1 UNE 166000**

AENOR es la organización responsable de la elaboración de las normas UNE y representante de los intereses españoles en los organismos de normalización europeos e internacionales.

Las normas UNE son un conjunto de normas tecnológicas creadas por los Comités Técnicos de Normalización (CTN), de los que forman parte todas las entidades y agentes implicados e interesados en los trabajos del comité. Por regla general estos comités suelen estar formados por la empresa AENOR, fabricantes, consumidores y usuarios, administración, laboratorios y centros de investigación.

La serie de normas 166000 están desarrolladas por el Comité Técnico AEN/CTN 166 “I+D+i” [12] y se encargan de establecer los requisitos de los proyectos I+D+i, definir las características y actividades que debe cubrir un sistema de gestión de la I+D+i, así como las de un sistema de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Se divide en las siguientes 6 partes:

- **UNE 166000:2006:** Gestión de la I+D+i: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i.
- **UNE 166001:2006:** Gestión de la I+D+i: Requisitos de un proyecto de I+D+i.
- **UNE 166002:2006:** Gestión de la I+D+i: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i.
- **UNE 166004:2003 EX:** Gestión de la I+D+I: Competencia y evaluación de auditores de sistemas de gestión de I+D+I.
- **UNE 166005:2004 IN:** Gestión de la I+D+i: Guía de aplicación de la Norma UNE 166002:2002 EX al sector de bienes de equipo.
- **UNE 166006:2011:** Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.
- **UNE 166007:2010:** Gestión de la I+D+i: Guía de aplicación de la Norma UNE 166002:2006.

### **2.2.1.1 UNE 166002:2006 Requisitos para la gestión de la I+D+i**

La norma UNE 166002:2006 define los requisitos para un sistema de gestión de I+D+i, independientemente de su tamaño o del sector económico en el que realice su actividad. Estos requisitos son complementarios a los requisitos de cualquier otro

sistema de gestión implantado en la organización tales como: gestión de la calidad, gestión medioambiental, gestión de la seguridad, etc. La norma está alineada con las normas UNE-EN ISO 9001:2000 y UNE-EN ISO 14001:2004.

El objeto de la norma UNE 166002:2006 es proporcionar directrices que van más allá de los requisitos establecidos en otras normas de sistemas de gestión, con el fin de considerar tanto la eficacia como la eficiencia de un sistema de gestión de la I+D+i y por lo tanto el potencial de mejora de los resultados, así como la mejora de los procedimientos de transferencia interna de estos resultados para optimizar los procesos de innovación tecnológica de la organización.

La norma parte del compromiso de la alta dirección de las organizaciones en la mejora continua, a través del establecimiento de una política de I+D+i y de una revisión continua de la gestión. Los requisitos y directrices contenidos en esta norma capacitan a una organización para formular y desarrollar una política de innovación tecnológica y unos objetivos acordes con sus actividades, productos y servicios específicos, pero sin establecer aspectos prescriptivos para la formulación de las políticas de I+D+i.

Todos los requisitos de esta norma son genéricos y se pretende que sean aplicables a todas las organizaciones sin importar su tipo y tamaño y que, tras hacer un diagnóstico previo de su situación de I+D+i, deseen:

- Establecer las bases para iniciarse en las actividades de I+D+i.
- Definir, implantar, mantener al día y mejorar un sistema de gestión de la I+D+i de acuerdo con su política.
- Demostrar frente a terceros el cumplimiento de los requisitos de esta norma y/o certificar el sistema de gestión de la I+D+i.

Los requisitos que define la norma y que toda organización que desee obtener el certificado que demuestre que la cumple debe cumplir se clasifican en los siguientes grupos:

- **Modelo y sistema de gestión de la I+D+i:** requisitos generales del sistema de gestión de I+D+i en los que se obliga a establecer, documentar, implantar y mantener un modelo del proceso de I+D+i. La norma exige además un sistema



de gestión de la documentación para controlar y registrar toda la documentación asociada al proceso.

- **Responsabilidad de la dirección:** grupo de requisitos que exigen el compromiso por parte de la alta dirección con el desarrollo e implantación de un sistema de gestión de la I+D+i, para lo que debe definir una política de I+D+i, establecer unos objetivos, y se debe asegurar de que las necesidades y expectativas de las partes interesadas en el proceso de I+D+i se consideran y se analizan. Además, la norma define la Unidad de Gestión de I+D+i y la Unidad de I+D+i, entes que deben ser creados en las organizaciones para gestionar el sistema de I+D+i, gestionar los proyectos I+D+i y ejecutar las actividades de I+D+i.
- **Gestión de los recursos:** requisitos en los que se dicta la necesidad de que la organización provea los recursos humanos necesarios para el desarrollo de las actividades de I+D+i, asegurando que cumple con las competencias necesarias para ejercer su labor, fomentando su creatividad y manteniendo el nivel de motivación de los mismos dentro de un ambiente de trabajo favorable. En cuanto a infraestructuras, la norma dicta que la organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para el proceso de I+D+i.
- **Actividades de I+D+i:** conjunto de actividades que debe ejecutar la Unidad de I+D+i para ejecutar los proyectos de I+D+i, actividades que se contratan a otras organizaciones y actividades que ejecuta la unidad de gestión de I+D+i para gestionar el sistema de I+D+i.
  - **Herramientas:** las unidades de I+D+i y de gestión de I+D+i para desarrollar sus actividades deben utilizar herramientas como la vigilancia tecnológica, la previsión tecnológica, la creatividad, el análisis interno y el análisis externo.
  - **Identificación y análisis de problemas y oportunidades:** La unidad de gestión de I+D+i debe establecer la sistemática para analizar los problemas y oportunidades que se presentan, teniendo en cuenta los

principales resultados de I+D+i de interés para los mercados que son propios de la organización.

- **Análisis y selección de ideas I+D+i:** La unidad de gestión de I+D+i debe identificar y establecer los criterios generales de evaluación y de selección de ideas a adoptar y desarrollar. Para ello se debe definir un método de selección de ideas. El método de selección debe valorar una serie de factores que tratarán de garantizar el éxito de la idea. Entre estos factores deben encontrarse los económicos, los productivos, los legales y los sociales, además de los de carácter tecnológico.
- **Planificación, seguimiento y control de la cartera de proyectos:** las ideas una vez seleccionadas dan lugar a la definición de proyectos de I+D+i donde los resultados que cabe esperar se puedan describir y los recursos necesarios se puedan cuantificar. La unidad de gestión de I+D+i debe establecer una sistemática para llevar a cabo la planificación, seguimiento y control de la cartera de proyectos.
- **Transferencia de tecnología:** la unidad de gestión de I+D+i debe establecer la sistemática para mantener y documentar un sistema de transferencia de tecnología que considere tanto la tecnología propia como la posibilidad de incorporar tecnología ajena.
- **Producto I+D+i:** la organización, una vez definidos los proyectos y con la colaboración de todas las partes interesadas, debe planificar y desarrollar el proceso necesario para la realización del producto de I+D+i que debe incluir, cuando proceda, las fases siguientes, que no necesariamente tienen carácter secuencial: diseño básico, diseño detallado, prueba piloto, producción y comercialización.
- **Compras:** la organización debe asegurarse de que las subcontrataciones y/o los productos adquiridos cumplen los requisitos especificados por la unidad de gestión de I+D+i. Para ello debe establecer e implantar la inspección u otras actividades necesarias para asegurarse de que la

entidad subcontratada o el producto comprado cumple los requisitos especificados.

- **Resultados del proceso I+D+i:** los resultados del proceso de I+D+i deben documentarse de tal manera la unidad de gestión de I+D+i pueda realizar el seguimiento y medición de los mismos para evaluar el efectivo cumplimiento de los objetivos planteados en la política de I+D+i.
- **Protección y explotación de los resultados de I+D+i:** la unidad de gestión de I+D+i debe valorar la viabilidad y oportunidad de proteger y explotar los resultados obtenidos a través de mecanismos como el establecimiento de acuerdos de transferencia de tecnología o la solicitud de patentes, además de garantizar la confidencialidad de los resultados y determinar el modo de conseguirla.
- **Medición, análisis y mejora:** grupo de requisitos en los que se establece la necesidad de que la organización debe planificar, programar e implantar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora de la ejecución de las actividades de I+D+i, del sistema de gestión de I+D+i así como la mejora continua de todo el proceso de I+D+i.

### 3 METODOLOGÍA

Según se ha detallado en el apartado anterior, el modelo de evaluación de procesos definido en la norma ISO 15504 se divide en dos partes bien diferenciadas: la dimensión de madurez y la dimensión de proceso.

La dimensión de madurez está formada por una serie de atributos de proceso que van a ser comunes a todos los procesos del modelo. En función del nivel de madurez que la organización desee alcanzar, todos los procesos han de implementar más o menos atributos de proceso, los que correspondan para llegar al nivel seleccionado.

Para el nuevo modelo de evaluación se va a seguir criterio que el de la norma y se van a incluir en él los mismos atributos de proceso. De esta forma se mantiene el modo en que se evalúan los procesos y se determinan sus niveles de capacidad y, por extensión, de la organización.

La dimensión de proceso está formada por los procesos que definen en sí mismos las actividades que deben implementarse. Para desarrollar la dimensión de proceso del nuevo modelo de evaluación se va a desgranar la norma UNE 166002 y se van a definir una serie de procesos, agrupados en categorías según la metodología conocida como “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” (PDCA, del inglés Plan-Do-Check-Act).

Los procesos que se definan para la dimensión de madurez del nuevo modelo recogerán todas las actividades incluidas en la norma de referencia como necesarias para implementar un sistema de gestión de la I+D+i.

Dado que el modelo de sistema de gestión de la I+D+i definido por la norma UNE 166002 obliga a que el sistema de gestión que se implemente ha de incluir todas las actividades definidas en la norma, los procesos que se desarrollen para la dimensión de proceso van a ser los mismos para todos los niveles.

## **4 PROPUESTA DE MODELO PARA LA EVALUACIÓN DE LA MADUREZ DE LA GESTIÓN DE I+D+I**

### **4.1 Dimensión de madurez**

En este capítulo se presentan las prácticas de gestión relacionadas con los atributos de proceso y niveles de madurez definidos en el modelo de referencia de la norma ISO/IEC 15504-2. Las prácticas de gestión con sus características asociadas son el indicador de la madurez de los procesos y son la manera de mejorar esa madurez de acuerdo con los atributos de proceso.

La evidencia de que las prácticas de gestión se ejecutan ofrece una medida del grado de cumplimiento de los atributos de proceso y por extensión del nivel de madurez que posee la organización.

Las prácticas de gestión están orientadas a ser aplicadas a todos los procesos de la dimensión de proceso. Los indicadores de madurez de proceso ayudan a establecer evidencias objetivas de que las prácticas de gestión asociadas con los procesos de atributo están siendo ejecutadas.

La dimensión de madurez se compone de los siguientes seis niveles de madurez.

#### **4.1.1 Nivel 0: proceso incompleto**

El proceso no está implementado en la organización o el proceso falla al generar los productos de trabajo.

En este nivel hay poca o ninguna evidencia de cualquier logro sistemático de ninguno de los atributos definidos.

#### **4.1.2 Nivel 1: proceso ejecutado**

Los procesos implementados logran generar sus productos de trabajo.

El siguiente atributo de proceso demuestra el cumplimiento de este nivel:

#### **4.1.2.1 PA 1.1, Ejecución del proceso**

Grado en que el proceso logra los resultados del proceso mediante la transformación de los productos de trabajo identificados de entrada para producir productos de trabajo identificables de salida

Prácticas de gestión:

**MP 1.1.1:** Identificar los productos de trabajo tanto de entrada como de salida.

**MP 1.1.2:** Asegurar que el alcance del trabajo está identificado para la ejecución del proceso y para los productos de trabajo que son utilizados y generados por el proceso.

**MP 1.1.3:** Asegurar que las prácticas base están implementadas, se generan productos de trabajo que apoyan el logro de los resultados del proceso definidos.

#### **4.1.3 Nivel 2: proceso gestionado**

El nivel anterior, proceso ejecutado, además se gestiona en base a unos objetivos definidos: se planifica, se controla, se verifica y se mejora.

Los siguientes atributos de proceso demuestran el cumplimiento de este nivel:

##### **4.1.3.1 PA 2.1, Gestión de la ejecución**

Grado en que la ejecución del proceso es dirigida para generar los productos de trabajo que cumplan con los objetivos definidos. Como resultado del logro de este atributo:

- Los objetivos de la ejecución del proceso son identificados.
- La responsabilidad y la autoridad para desarrollar los productos de trabajo del proceso se define.
- La ejecución del proceso se gestiona para producir productos de trabajo que satisfagan los objetivos definidos.

Prácticas de gestión:

**MP 2.1.1:** Identificar los objetivos para la ejecución del proceso.

**MP 2.1.2:** Planificar la ejecución del proceso según los objetivos identificados: se deben identificar las actividades del proceso, su plazo de ejecución y la asignación de recursos para cada actividad.

**MP 2.1.3:** Planificar y asignar la responsabilidad y autoridad para desarrollar los productos de trabajo del proceso.

**MP 2.1.4:** Gestionar la ejecución de las actividades mediante un seguimiento continuo que asegure la generación de los productos de trabajo que satisfagan los objetivos definidos.

#### **4.1.3.2 PA 2.2, Gestión de los productos de trabajo**

Grado en que la ejecución del proceso es dirigido a producir los productos de trabajo que estén debidamente documentados, controlados y verificados. Como resultado del logro de este atributo:

- Los requisitos de los productos de trabajo se definen.
- Los requisitos para la documentación y control de los productos de trabajo se definen.
- Se identifican las dependencias entre los productos de trabajo.
- Los productos de trabajo se identifican y documentan adecuadamente, y los cambios son controlados.
- Se verifica que los productos de trabajo satisfacen los requisitos definidos.

Prácticas de gestión:

**MP 2.2.1:** Identificar los requisitos para los productos de trabajo.

**MP 2.2.2:** Gestionar la documentación, gestión de la configuración y control de cambios de los productos de trabajo.

**MP 2.2.3:** Identificar y definir las dependencias de los productos de trabajo.

**MP 2.2.4:** Gestionar la calidad de los productos de trabajo para asegurar que satisfacen los requisitos.

#### **4.1.4 Nivel 3: proceso establecido**

El nivel anterior, proceso gestionado, se ejecuta ahora según un proceso definido previamente de acuerdo a la norma UNE 166002.

Los siguientes atributos de proceso demuestran el cumplimiento de este nivel:

##### **4.1.4.1 PA 3.1, Definición del proceso**

Grado en que la ejecución del proceso utiliza una definición de proceso basado en un proceso estándar para lograr los resultados del proceso. Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Se define una guía de adaptación para el proceso estándar que soporta la ejecución del proceso gestionado.

- La ejecución del proceso se lleva a cabo de acuerdo con la documentación debidamente seleccionada y/o adaptada al proceso estándar.

- Se registra información histórica acerca de la ejecución del proceso para establecer y perfeccionar el comportamiento del proceso (por ejemplo, para determinar cuántos recursos son necesarios para ejecutar el proceso).

- Las experiencias de utilizar el proceso definido se utilizan para perfeccionar el proceso estándar.

Prácticas de gestión:

**MP 3.1.1:** Identificar el proceso estándar que soporta la ejecución del proceso gestionado y proporciona guías de adaptación.



**MP 3.1.2:** Implementar y/o adaptar el proceso estándar para obtener un proceso definido apropiado al contexto del proceso.

**MP 3.1.3:** Recoger información acerca de la ejecución del proceso de forma que el comportamiento del proceso definido pueda ser comprendido.

**MP 3.1.4:** Establecer y refinar la comprensión del comportamiento del proceso utilizando datos de rendimiento del proceso.

#### **4.1.4.2 PA 3.2, Recursos del proceso**

Grado en que el proceso define los recursos necesarios y están adecuadamente asignados para implementar el proceso definido. Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Se identifican y documentan los roles, las responsabilidades y competencias requeridas para la ejecución del proceso.
- Se identifican y documentan las infraestructuras requeridas para la ejecución del proyecto.
- Se asegura la disponibilidad de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto.

Prácticas de gestión:

**MP 3.2.1:** Identificar y documentar los roles, las responsabilidades y las competencias necesarias para apoyar la implementación del proceso definido.

**MP 3.2.2:** Identificar y documentar los requisitos de infraestructura del proceso necesarios para apoyar la implementación del proceso definido.

**MP 3.2.3:** Proveer, asignar y utilizar los recursos necesarios para apoyar la implementación del proceso definido.

**MP 3.2.4:** Proveer, asignar y utilizar infraestructura del proceso adecuada para apoyar la implementación del proceso definido.

#### **4.1.5 Nivel 4: proceso predecible**

El nivel anterior, proceso gestionado, se ejecuta ahora dentro de unos límites establecidos para lograr sus resultados de proceso.

Los siguientes atributos de proceso demuestran el cumplimiento de este nivel:

##### **4.1.5.1 PA 4.1, Medición del proceso**

Grado en que los productos, objetivos y medidas del proceso son utilizados para garantizar que la ejecución del proceso contribuye a lograr los objetivos de negocio definidos. Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Se identifican productos, objetivos y medidas del proceso, que se alinean con los objetivos de negocio relevantes.
- Se registran los productos y medidas del proceso para medir en qué grado se consiguen los objetivos definidos.
- Se analiza la tendencia de cómo se ejecuta el proceso en la organización.
- La madurez del proceso se mide y se mantiene en toda la organización.

Prácticas de gestión:

**MP 4.1.1:** Identificar las metas y medidas de los productos y procesos que apoyen el logro de los objetivos de negocio más relevantes.

**MP 4.1.2:** Recoger las medidas de producto y procesos definidas durante la ejecución del proceso.

**MP 4.1.3:** Analizar tendencias en la ejecución del proceso a lo largo de toda la organización.

**MP 4.1.4:** Medir la madurez del proceso y mantenerlo dentro de los límites definidos a lo largo de toda la organización.

#### **4.1.5.2 PA 4.2, Control del proceso**

Grado en que el proceso se controla a través de la recogida, el análisis, y el uso de medidas de producto y proceso para corregir, en caso necesario, el rendimiento del proceso y lograr el producto y objetivos definidos. Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Se identifican análisis y técnicas de control adecuados.
- El proceso propio recoge y analiza las medidas de los productos y procesos - para apoyar el control del rendimiento del proceso dentro de límites definidos.
- La ejecución del proceso se gestiona cuantitativamente.

Prácticas de gestión:

**MP 4.2.1:** Identificar técnicas de medida adecuadas, apropiadas para el contexto del proceso, que permitan lograr la mejora del proceso y del producto.

**MP 4.2.2:** Recoger las medidas e identificar los parámetros de control del proceso para ejecutar el análisis.

**MP 4.2.3:** Controlas la ejecución del proceso utilizando el análisis de las medidas que permitan controlar y/o implementar mejoras.

#### **4.1.6 Nivel 5: proceso optimizado**

Los siguientes atributos de proceso demuestran el cumplimiento de este nivel:

##### **4.1.6.1 PA 5.1, Innovación del proceso**

Grado en que los cambios en la definición, gestión y control del proceso son controlados para lograr los objetivos de negocio de la organización. Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Se evalúa el impacto de los cambios propuestos en el producto y objetivos del proceso definidos en el proceso estándar.

- La implementación de todos los cambios aceptados se gestiona para asegurar que se comprende y se actúa sobre cualquier trastorno en la ejecución del proceso.

- Se evalúa la eficacia de los cambios en los procesos sobre la base de los resultados reales en relación con el producto definido y objetivos de los procesos para hacer los ajustes necesarios

Prácticas de gestión:

**MP 5.1.1:** Identificar cambios en la definición del proceso estándar en base a una interpretación cuantitativa del proceso.

**MP 5.1.2:** Evaluar el impacto de los cambios propuestos respecto a las metas de producto y proceso de los procesos estándar.

**MP 5.1.3:** Definir una estrategia de implementación para los cambios aprobados, asegurando que cualquier interrupción en la ejecución de los procesos es comprendida y se actúa sobre ella.

**MP 5.1.4:** Implementar los cambios aprobados en los procesos afectados de acuerdo a la estrategia de implementación.

**MP 5.1.5:** Evaluar la efectividad de los cambios realizados en los procesos de acuerdo a la ejecución real respecto a los productos definidos, metas de proceso y de negocio, realizando los ajustes necesarios.

#### **4.1.6.2 PA 5.2, Optimización continúa**

Grado en que los procesos son identificados e implementados para asegurar la mejora continua en el cumplimiento de los objetivos de negocio relevantes de la organización. Como resultado de un cumplimiento completo de este atributo:

- Se definen los objetivos de mejora del proceso para lograr los objetivos de negocio relevantes de la organización.

- Se identifica el origen de los problemas reales y potenciales.

- Se identifican oportunidades de mejora.

- Se establece en la organización una estrategia de implementación para alcanzar los objetivos de mejora de procesos en toda la organización.

Prácticas de gestión:

**MP 5.2.1:** Definir los objetivos de mejora para los procesos que apoyan los objetivos relevantes de la organización.

**MP 5.2.2:** Analizar la fuente de los problemas del proceso reales y potenciales, identificando oportunidades de mejora de una manera sistemática y proactiva para mejorar continuamente el proceso.

**MP 5.2.3:** Implementar cambios en las áreas seleccionadas de los procesos adaptados según la estrategia de implementación.

**MP 5.2.4:** Evaluar la efectividad de los cambios realizados en los procesos de acuerdo a la ejecución real respecto a las metas de proceso y de negocio. Se realimenta la definición del proceso estándar.

## 4.2 Dimensión de proceso

A partir del proceso para la gestión de la innovación definido por la norma UNE 166002, se plantea el siguiente mapa de procesos basado en la aplicación de la metodología conocida como “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” (PDCA, del inglés Plan-Do-Check-Act).

En base a la metodología PDCA se han definido cuatro categorías de proceso que agrupan procesos que participan en fases similares de la gestión de la innovación. Las categorías que se han definido son las siguientes:

- **Planificación I+D+i:** Establecer los objetivos de I+D+i necesarios para conseguir los resultado de I+D+i de acuerdo con la estrategia tecnológica marcada por la dirección y los requisitos del mercado potencial.
- **Proyectos I+D+i:** Implantar el procedimiento de sistematización de la I+D+i mediante la ejecución de actividades y proyectos I+D+i.

- **Seguimiento I+D+i:** Realizar el seguimiento y controlar el proceso de I+D+i respecto a los objetivos de I+D+i e informar sobre los resultados.
- **Mejora del proceso I+D+i:** Tomar decisiones para mejorar continuamente el proceso de I+D+i dentro de la organización.

Y el conjunto de procesos definido para la gestión de la I+D+i se muestra en este cuadro:

<b>PROCESO DE I+D+I</b>		
<b>PLA</b>	<b>Planificación I+D+i</b>	
	PLA.1	Política de I+D+i
	PLA.2	Planificar actividades I+D+i
	PLA.3	Competencias y formación del personal
	PLA.4	Motivación y ambiente de trabajo
	PLA.5	Establecer UGIDI
<b>IDI</b>	<b>Proyectos I+D+i</b>	
	IDI.1	Generación de ideas
	IDI.1.1	Vigilancia tecnológica
	IDI.1.2	Previsión tecnológica
	IDI.1.3	Creatividad
	IDI.1.4	Análisis interno
	IDI.1.5	Análisis externo
	IDI.1.6	Identificación de problemas y oportunidades
	IDI.2	Análisis y selección de ideas I+D+i
	IDI.3	Planificación de proyectos I+D+i
	IDI.4	Producto de I+D+i
	IDI.4.1	Diseño básico
	IDI.4.2	Diseño detallado
	IDI.4.3	Prueba piloto
	IDI.4.4	Rediseño y producción
	IDI.4.5	Comercialización
	IDI.5	Transferencia Tecnológica
	IDI.6	Compra
	IDI.7	Resultados del proceso de I+D+i

<b>SEG</b>	<b>Seguimiento I+D+i</b>	
	SEG.1	Seguimiento actividades I+D+i
	SEG.2	Seguimiento proyectos I+D+i
	SEG.3	Seguimiento sistema de gestión I+D+i
<b>MEJ</b>	<b>Mejora del proceso I+D+i</b>	
	MEJ.1	Mejora

**Tabla 11. Procesos del modelo de evaluación**

### **4.3 Categoría Planificación I+D+i (PLA)**

La categoría de procesos Planificación de la I+D+i tiene dentro de sus componentes a aquellos procesos que se encargan de establecer el proceso de I+D+i en la organización y obtener el compromiso de la dirección con el proceso definido.

Los procesos que pertenecen a la categoría de Planificación I+D+i son los siguientes:

- PLA.1 Política de I+D+i
- PLA.2 Planificar actividades I+D+i
- PLA.3 Competencias y formación del personal
- PLA.4 Motivación y ambiente de trabajo
- PLA.5 Establecer UGIDI

#### **4.3.1 Proceso política de I+D+i (PLA.1)**

El propósito del proceso política de I+D+i es establecer y desarrollar una política de innovación tecnológica junto con una revisión continua de la gestión que se realiza de ella, definir unos objetivos y obtener el compromiso por parte de la alta dirección de la organización con la política instaurada. Como resultado de la implementación de este proceso:

- La organización define una política de I+D+i adecuada a su propósito.

- Se definen unos objetivos para la I+D+i medibles y acordes con el propósito de la organización.
- La alta dirección de la organización formaliza su compromiso con la ejecución de las actividades de la I+D+i.
- La organización institucionaliza una política de I+D+i que se elabora y se comunica a todas las partes interesadas para que todas conozcan el compromiso de la organización al crearla.

#### Prácticas base

**PLA1.BP1:** Definir la política de I+D+i: ha de definirse una política de I+D+i que sea adecuada al propósito de la organización, que responda a las necesidades de las partes interesadas (proveedores, clientes, propiedad, que cumpla con la legislación vigente y que responda a las expectativas del mercado.

**PLA1.BP2:** Definir los objetivos de I+D+i: los objetivos deben ser medibles y coherentes a la política de I+D+i.

**PLA1.BP3:** Establecer el presupuesto para I+D+i: la dirección debe definir y aprobar el presupuesto disponible para conseguir los objetivos I+D+i que se identificaron.

**PLA1.BP4:** Establecer las competencias claves de la organización: de acuerdo a la política de I+D+i establecida la dirección debe seleccionar, de todo el árbol de competencias de conocimiento de la organización, aquellas que se consideren claves para alcanzar el logro de los objetivos I+D+i

**PLA1.BP5:** Formalizar el compromiso de la dirección: registrar como producto de trabajo en el sistema de gestión de la I+D+i el compromiso de la alta dirección para con la política de I+D+i definida.

**PLA1.BP6:** Comunicar la política I+D+i: la alta dirección debe comunicar a todas las partes interesadas (empleados, clientes, proveedores, etc.) la política de I+D+i establecida en la organización así como el compromiso exigido para cada una de ellas de cara a lograr el cumplimiento de los objetivos.



La organización debe asegurarse que la política es entendida por todas las partes interesadas.

Productos de trabajo

- Declaración de la política de I+D+i
- Declaración de los objetivos de I+D+i
- Listado de competencias de conocimiento claves
- Declaración del compromiso por parte de la alta dirección de la organización
- Comunicado a todas las partes interesadas con la política de I+D+i
- Aceptación de la política de I+D+i por todas las partes interesadas

#### **4.3.2 Proceso planificar actividades I+D+i (PLA.2)**

El propósito del proceso planificar actividades I+D+i es identificar y planificar las actividades del sistema de gestión I+D+i. Como resultado de la implementación de este proceso:

- Se define el plan de I+D+i en el que se identifican las actividades I+D+i que son objeto del sistema de gestión de la I+D+i.
- El plan de I+D+i planifica temporalmente las actividades I+D+i y les asigna los recursos necesarios para asegurar su correcta operación.
- Los resultados que deben ofrecer las actividades I+D+i se recogen en el plan de I+D+i.

Prácticas base

**PLA.2.BP1:** Definir actividades I+D+i: se trata de identificar las actividades I+D+i que han de ejecutarse bajo el sistema de gestión de I+D+i junto con los resultados esperados para cada una de ellas.

**PLA.2.BP2:** Identificar dependencias entre las actividades I+D+i: ordenar las actividades I+D+i temporalmente de acuerdo a las dependencias existentes entre ellas.

**PLA.2.BP3:** Asignar recursos: la dirección debe asegurar los recursos personales y materiales necesarios para la ejecución de las actividades.

NOTA: Aquellas actividades que se contratan externamente deben ser identificadas pertinentemente para asegurar su correcto seguimiento posterior.

Productos de trabajo

- Plan de I+D+i, que incluye:
- Listado de actividades I+D+i a ejecutar en la organización
- Planificación temporal de las actividades I+D+i
- Listado de recursos asociados a cada una de las actividades I+D+i identificadas
- Resultados esperados para cada actividad I+D+i
- Listado de actividades I+D+i contratadas a otras organizaciones

### **4.3.3 Proceso competencias y formación del personal (PLA.3)**

El propósito del proceso competencias y formación del personal es asegurar que el personal dispone de la cualificación necesaria para lograr los objetivos definidos en su política de I+D+i. Como resultado de la implementación de este proceso:

- Se alinean las necesidades formativas del personal con los objetivos de I+D+i de la organización.
- Un plan de acciones formativas cubre las necesidades detectadas.
- Se evalúan la eficacia de las acciones formativas desarrolladas

Prácticas base

**PLA.3.BP1:** Currículum del personal: registrar apropiadamente y actualizar periódicamente los registros de educación, formación, habilidades, competencias, nivel de cualificación y experiencia de cada uno de los miembros de la organización.

**PLA.3.BP2:** Plan de formación: determinar las acciones formativas a desarrollar para cubrir las carencias en la cualificación del personal para asegurar el cumplimiento de los objetivos I+D+i.

**PLA.3.BP3:** Evaluar la eficacia de las acciones desarrolladas: medir la eficacia de las acciones formativas ejecutadas respecto a las necesidades que motivaron su inclusión en el plan de formación y respecto al beneficio con cumplimiento de los objetivos de I+D+i.

Productos de trabajo

- Ficha personal de cada miembro de la organización con su currículum
- El plan de formación de la organización
- Valoración de cada una de las acciones formativas

#### **4.3.4 Proceso motivación y ambiente de trabajo (PLA.4)**

El propósito del proceso motivación y ambiente de trabajo es conseguir que el personal aproveche todas sus habilidades y cualificación de la mejor forma posible para lograr los objetivos de la I+D+i. Como resultado de la implementación de este proceso:

- Se determina el grado de motivación e implicación de los miembros de la organización.
- Se mide la calidad del ambiente de trabajo en la organización
- Se ponen en marcha acciones para implicar al personal y conseguir un ambiente de trabajo en el equipo adecuado para el logro de los objetivos de la I+D+i.

Prácticas base

PLA.4.BP1: Medir la motivación: evaluar y registrar periódicamente el grado de motivación de todo el personal de la organización.

PLA.4.BP2: Analizar el ambiente de trabajo: evaluar y registrar periódicamente el clima laboral con el que se vive en la organización y el grado en el que funciona el trabajo en equipo.

PLA.4.BP3: Implicar al personal: ejecutar acciones internas de motivación para implicar a todo el personal en el desarrollo de las actividades de I+D+i, así como fomentar el trabajo en equipo y la creatividad.

Productos de trabajo

- Registros del grado de motivación del personal
- Registros del nivel del ambiente de trabajo
- Campaña de acciones internas de motivación

#### **4.3.5 Proceso establecer UGIDI (PLA.5)**

El propósito del proceso establecer UGIDI es que la dirección de la organización defina el equipo de personas que se van a encargar de desarrollar las actividades de I+D+i junto con su correspondiente gestión. En ambos casos ha de tratarse de equipos flexibles que logren adaptarse a proyectos de diversos tipos y tamaños. Como resultado de la implementación de este proceso:

- La dirección define el equipo de personas que van a ejecutar las actividades de I+D+i definidas en la planificación de I+D+i.
- La dirección determina el equipo de personas que van a realizar la gestión de los proyectos de I+D+i, tanto internos como externos, que se ejecuten para cumplir con los objetivos definidos en la política de I+D+i. En algunos casos puede darse la circunstancia de que ambas unidades coincidan en una sola.
- La estructura organizativa y las funciones de las unidades I+D+i son definidas y se comunican a toda la organización.

### Prácticas base

**PLA.5.BP1:** Constituir la Unidad de Gestión de I+D+i (UGIDI): la dirección debe definir la composición del equipo y la estructura organizativa de la UGIDI.

**PLA.5.BP2:** Constituir la Unidad de I+D+i: la dirección debe definir, cuando proceda, la composición del equipo y la estructura organizativa de la Unidad de I+D+i.

**PLA.5.BP3:** Representación de la dirección: la dirección debe designar su representante en las unidades de I+D+i.

**PLA.5.BP4:** Comunicación interna: se deben establecer mecanismos de comunicación interna en la organización que aseguren su eficacia.

**PLA.5.BP5:** Presentar unidades I+D+i: la dirección debe comunicar a toda la organización la estructura, funciones y responsabilidades de las unidades I+D+i establecidas en la organización.

### Productos de trabajo

- Organigrama de la Unidad de Gestión de I+D+i
- Organigrama de la Unidad de I+D+i
- Comunicado a toda la organización de la estructura, funciones y responsabilidades de las unidades I+D+i

### 4.3.6 Categoría Proyectos I+D+i (IDI)

La categoría de procesos Proyectos I+D+i tiene dentro de sus componentes a aquellos procesos que afectan directamente a la ejecución tanto de las actividades I+D+i, como de los proyectos I+D+i que se desarrollan en la organización.

Los procesos que pertenecen a la categoría de Proyectos I+D+i son los siguientes:

IDI.1            Generación de ideas

IDI.1.1	Vigilancia tecnológica
IDI.1.2	Previsión tecnológica
IDI.1.3	Creatividad
IDI.1.4	Análisis interno
IDI.1.5	Análisis externo
IDI.1.6	Identificación de problemas y oportunidades
IDI.2	Análisis y selección de ideas I+D+i
IDI.3	Planificación de proyectos I+D+i
IDI.4	Producto de I+D+i
IDI.4.1	Diseño básico
IDI.4.2	Diseño detallado
IDI.4.3	Prueba piloto
IDI.4.4	Rediseño y producción
IDI.4.5	Comercialización
IDI.5	Transferencia Tecnológica
IDI.6	Compra
IDI.7	Resultados del proceso de I+D+i

#### **4.3.7 Proceso generación de ideas (IDI.1)**

El propósito del proceso generación de ideas es dotar a la organización de un método sistemático para la generación de ideas que satisfagan nuevas necesidades del mercado o para la mejora de productos o procesos ya existentes. Como resultado de la implementación de este proceso:

- Se establece un método sistemático para la prospección de nuevas necesidades en el mercado y la detección de mercados potenciales.
- Se establece un método sistemático para la detección y el análisis de problemas.

Prácticas base:

**IDI.1.BP1:** Utilizar herramientas I+D+i: las unidades de I+D+i de la organización deben hacer uso de las siguientes herramientas para desarrollar sus actividades: vigilancia tecnológica, previsión tecnológica, creatividad, y análisis externo e interno.

**IDI.2.BP2:** Analizar problemas: la unidad de gestión de I+D+i debe ejecutar de forma sistemática un mecanismo para analizar los problemas y oportunidades que se presentan, transformándolos en oportunidades cuando así sea factible.

Productos de trabajo:

- Registros de notas de interés para la organización
- Registro de nuevas oportunidades de negocio

#### **4.3.8 Proceso vigilancia tecnológica (IDI.1.1)**

El propósito del proceso vigilancia tecnológica es que la organización disponga de un método sistemático para la captura, el análisis, la difusión y la explotación de las informaciones científicas o técnicas útiles de cara a alertar sobre las innovaciones científicas o técnicas susceptibles de crear oportunidades o amenazas en el negocio de la organización. Como resultado de la implementación de este proceso:

- Se establece un método sistemático para la identificación de fuentes de información.
- La información se analiza sistemáticamente y se difunde entre la organización.

Prácticas base:

**IDI.1.1.BP1:** Identificar necesidades de información: a partir de las competencias de conocimiento clave definidas en la política I+D+i, las unidades de I+D+i deben determinar la necesidad de información tecnológica de la organización e identificar a las personas de la organización interesadas en esa información.

**IDI.1.1.BP2:** Identificar fuentes de información: las unidades de I+D+i deben identificar las fuentes de información que permitan obtener información científica y técnicas de interés que respondan a las necesidades de la organización.

**IDI.1.1.BP3:** Análisis y valoración de la información: las unidades de I+D+i deben planificar el análisis periódico de la información proveniente de las fuentes de información seleccionadas. Ese análisis debe permitir valorar en qué grado es susceptible de crear oportunidades o amenazas para el cumplimiento de los objetivos I+D+i de la organización.

**IDI.1.1.BP4:** Difusión de la innovación: las unidades de I+D+i deben hacer llegar a los destinatarios adecuados la información que resulte de alto interés para la organización.

Productos de trabajo:

- Registro de necesidades de información
- Listado de fuentes de información
- Registro de notas de vigilancia tecnológica

#### **4.3.9 Proceso previsión tecnológica (IDI.1.2)**

El propósito del proceso previsión tecnológica es fomentar la reflexión en la organización para detectar nuevas ideas que permitan guiar el desarrollo de nuevos productos y/o procesos futuros por la organización que den respuesta a las nuevas



tendencias y necesidades del mercado. Como resultado de la implementación de este proceso:

- Se establece un método sistemático para la recopilación y análisis de información.
- La organización obtiene información periódica de las tendencias del mercado e ideas para la aplicación de nueva tecnología o el desarrollo de nuevos productos.

Prácticas base:

**IDI.1.2.BP1:** Recopilar la información necesaria: la unidad de I+D+i debe recoger toda información que sea relevante para la organización y permita realizar un análisis de tendencias y generación de nuevas ideas: proyectos ya desarrollados, experiencias anteriores, resultados de la vigilancia tecnológica y el análisis interno y externo realizados en la organización.

**IDI.1.2.BP2:** Analizar la información: la unidad de I+D+i debe estudiar la información disponible para detectar necesidades del mercado, generar nuevas ideas y futuras acciones que den lugar a nuevos productos y/o procesos innovadores.

Productos de trabajo:

- Informe de previsión tecnológica

#### **4.3.10 Proceso creatividad (IDI.1.3)**

El propósito del proceso creatividad es impulsar nuevos métodos en la organización para la generación de ideas que permitan solucionar un determinado problema. Como resultado de la implementación de este proceso:

- Se motiva y se entrena al personal en el análisis y generación de ideas.
- Se establece un método sistemático en la organización para la generación de ideas.

- La organización obtiene soluciones a los problemas que se le plantean.

Prácticas base:

**IDI.1.3.BP1:** Entrenar al personal: desarrollar periódicamente sesiones individuales y grupales para la práctica de técnicas y herramientas de búsqueda de ideas.

**IDI.1.3.BP2:** Formulación del problema: analizar la situación que debe resolver la organización y definir el problema.

**IDI.1.3.BP3:** Búsqueda de ideas: aplicar técnicas para la generación de ideas que den respuesta al problema planteado.

**IDI.1.3.BP4:** Valorar las ideas: recopilar todas las soluciones planteadas para el problema y realizar una valoración de cada una de ellas para clasificarlas y seleccionar la más beneficiosa para la organización.

Productos de trabajo:

- Registro de las sesiones de entrenamiento
- Listados ordenados de ideas para la solución de problemas

#### **4.3.11 Proceso análisis interno (IDI.1.4)**

El propósito del proceso análisis interno es realizar un análisis sistemático de la organización para determinar las acciones que son necesario acometer para contribuir efectivamente a la generación de ideas innovadoras. Como resultado de la implantación de este proceso:

- Se establece un método sistemático en la organización para llevar a cabo el análisis externo.
- La organización obtiene un informe periódico con sus fortalezas y debilidades internas en el proceso de generación de ideas.

Prácticas base:

**IDI.1.4.BP1:** Inventariar recursos: la unidad de gestión de la I+D+i debe registrar todos los recursos, tanto humanos como materiales, susceptibles de ser utilizados en tareas de I+D+i.

**IDI.1.4.BP2:** Catalogar habilidades y conocimientos: la unidad de gestión de I+D+i debe clasificar los recursos humanos y materiales, y el conocimiento disponible en la organización, de acuerdo a su árbol de competencias.

**IDI.1.4.BP3:** Análisis de factores de éxito y de fracaso internos: la unidad de gestión de I+D+i debe analizar los proyectos internos que se finalicen y determinar los factores de éxito y fracaso para extraer las buenas y malas prácticas que se han dado en la organización.

**IDI.1.4.BP4:** Análisis interno: la unidad de gestión de I+D+i debe analizar la información interna recopilada para determinar las fortalezas y debilidades de la organización respecto a los recursos, el conocimiento y las tecnologías utilizadas.

Productos de trabajo:

- Informe de análisis interno

#### **4.3.12 Proceso análisis externo (IDI.1.5)**

El propósito del proceso análisis externo es realizar una valoración sistemática de la importancia de las ideas innovadoras, comparándolas con la realidad exterior a la organización. Como resultado de la implantación de este proceso:

- Se establece un método sistemático en la organización para llevar a cabo el análisis interno.
- La organización obtiene un informe periódico con sus fortalezas y debilidades respecto al mercado y la competencia.

Prácticas base:

**IDI.1.5.BP1:** Recopilar información del mercado: las unidades de I+D+i deben obtener estudios de mercado y datos de evolución de los mercados en su sector.

**IDI.1.5.BP2:** Comparativa con la competencia: las unidades de I+D+i deben realizar estudios tecnológicos comparativos de productos de la competencia.

**IDI.1.5.BP3:** Análisis de factores de éxito y de fracaso externos: las unidades de I+D+i deben analizar proyectos externos y determinar los factores de éxito y fracaso para identificar las buenas y malas prácticas que se han dado en otras organizaciones.

**IDI.1.5.BP4:** Identificar y caracterizar escenarios: las unidades de I+D+i deben identificar y caracterizar escenarios de evolución para la organización basados desarrollos tecnológicos o la incorporación de nuevas tecnologías.

**IDI.1.5.BP5:** Alianzas tecnológicas: las unidades de I+D+i deben identificar, valorar y proponer aquellas alianzas tecnológicas que resulten beneficiosas para la organización.

**IDI.1.5.BP6:** Análisis externo: la unidad de gestión de I+D+i debe analizar la información externa recopilada para determinar las fortalezas y debilidades de la organización respecto al mercado, la competencia y las tecnologías externas que pudiera ser interesante incorporar a la organización.

Productos de trabajo:

- Informe de análisis externo

#### **4.3.13 Proceso identificación de problemas y oportunidades (IDI.1.6)**

El propósito del proceso identificación de problemas y oportunidades es realizar un análisis sistemático de los problemas y oportunidades que se presentan, teniendo en

cuenta los principales resultados de I+D+i de interés para los mercados que son propios de la organización. Como resultado de la implantación de este proceso:

- Se establece un método sistemático en la organización para llevar a cabo la identificación de problemas y oportunidades.

Prácticas base:

**IDI.1.6.BP1:** Recopilar resultados: la unidad de gestión de I+D+i debe realizar un seguimiento periódico de los principales resultados científicos y tecnológicos de los mercados propios de la organización y obtener información acerca de ellos.

**IDI.1.6.BP2:** Analizar los resultados: la unidad de gestión de I+D+i debe analizar los resultados científicos y tecnológicos, de acuerdo a la política de I+D+i de la organización, para detectar oportunidades en el mercado y anticiparse a los cambios.

**IDI.1.6.BP3:** Identificar problemas: la unidad de gestión de I+D+i debe detectar las barreras que impiden la utilización en la organización de los nuevos conocimientos y definir un plan para adquirir el conocimiento necesario que permita superar los problemas que aparecen durante el proceso de innovación.

**IDI.1.6.BP4:** Colaboraciones externas: la unidad de gestión de I+D+i debe identificar las posibles colaboraciones externas en materia de investigación y adquisición de conocimientos.

**IDI.1.6.BP5:** Valorar las posibilidades de éxito: la unidad de gestión de I+D+i debe hacer una estimación de las probabilidades de éxito para cada una de las alternativas de cambio y colaboraciones externas planteadas.

Productos de trabajo:

- Registro de los avances científicos y tecnológicos de interés para la organización.
- Listado ordenado de ideas y alternativas de cambio

- Listado ordenado de posibles colaboraciones externas

#### **4.3.14 Proceso análisis y selección de ideas I+D+i (IDI.2)**

El propósito del proceso análisis y selección de ideas es definir un método de selección de ideas a adoptar que tenga en cuenta una serie de factores que garanticen el éxito de la idea. Como resultado de la implantación de este proceso:

- Se establece un método formal para la selección de ideas.
- Las ideas se evalúan y únicamente se seleccionan aquellas que tengan un mínimo de garantías de éxito.

Prácticas base:

**IDI.2.BP1:** Establecer los criterios de selección de ideas: la unidad de gestión de I+D+i debe definir los criterios de selección de evaluación y selección de ideas que tenga en cuenta factores económicos, productivos, legales, sociales, económicos y tecnológicos.

**IDI.2.BP2:** Caracterizar las ideas: la unidad de gestión debe identificar y definir por cada idea que se evalúe los siguientes aspectos:

- Escenarios de evolución
- Recursos necesarios y costes asociados
- Tareas principales a ejecutar
- Contribución a los objetivos de I+D+i de la organización y a su posición en el mercado
- Factores de riesgo
- Probabilidad de éxito
- Beneficios esperables

**IDI.2.BP3:** Evaluar las ideas: la unidad de gestión debe aplicar los criterios establecidos para evaluar las probabilidades de éxito de cada idea.

Productos de trabajo:

- Inventario de ideas seleccionadas, categorizadas según su probabilidad de éxito.

#### **4.3.15 Proceso planificación de proyectos I+D+i (IDI.3)**

El propósito del proceso planificación de proyectos I+D+i es que los proyectos que se definan a partir de las ideas seleccionadas se planifiquen de forma sistemática. Como resultado de la implantación de este proceso:

- Se define la metodología para planificar los proyectos de I+D+i en la organización.
- La organización se asegura de que los proyectos de I+D+i cuenten con unas garantías mínimas de éxito.

Prácticas base:

**IDI.3.BP1:** Definir el proyecto: a partir de la idea seleccionada se debe redactar la memoria del proyecto, en la que se describen los resultados esperados. El contenido de la memoria debe incluir, al menos, los siguientes apartados:

- **Objetivos del proyecto:** este apartado debe contener un resumen del proyecto con la estructura general de los trabajos y unos objetivos medibles. Se debe especificar el impacto y las oportunidades que ofrece el proyecto en los aspectos técnicos, económicos, sociales, etc.
- **Estado del arte:** se debe describir el estado actual de los conocimientos, productos, procesos y tecnologías en el ámbito de interés para la organización en relación con los objetivos del proyecto, identificando las desventajas y/o limitaciones de lo ya existente.
- **Avances que propone el proyecto:** debe describirse de forma detallada los avances científicos y/o técnicos que supondrían el logro de los objetivos, tomando como punto de partida la situación planteada en el estudio del estado del arte.
- **Protección de los resultados:** debe indicarse si la organización tiene previsto proteger los resultados del proyecto.

- Legislación y otras regulaciones: se debe mencionar, en caso de aplicación, la legislación y otro tipo de normas relevantes que afecten específicamente al proyecto y/o a la organización.

**IDI.3.BP2:** Designar el jefe de proyecto: la organización debe designar un responsable del proyecto y establecer sus funciones.

**IDI.3.BP3:** Planificar los conocimientos y habilidades necesarios: se deben definir las aptitudes, en términos de formación inicial, conocimientos y experiencia, del personal que trabaje en el proyecto.

**IDI.3.BP4:** Planificar el proyecto: se debe describir la estructura y metodología de la gestión del proyecto.

El proyecto se debe dividir en fases y tareas, siguiendo el ciclo lógico del ciclo de vida de un proyecto. Para cada fase y tarea planteada debe especificarse las fechas y plazos de ejecución previstos, e incluir las relaciones entre las diferentes fases y tareas. El número de fases y tareas debe ser el adecuado a la complejidad del proyecto.

Se debe definir la estructura organizativa del proyecto, especificar las responsabilidades de los participantes en cada fase y tarea, así como las relaciones entre ellos. Se debe asegurar el cumplimiento de las competencias profesionales necesarias para el desarrollo del proyecto.

Por cada fase y tarea se deben describir los contenidos de los trabajos, así como los resultados esperados al finalizar cada una de ellas.

**IDI.3.BP5:** Establecer el presupuesto del proyecto: se debe componer el presupuesto del proyecto en base a las estimaciones de costes y la planificación realizada. El presupuesto se debe presentar en un formato adecuado para su aceptación y control.

Se deben estimar todos los costes del proyecto, su distribución en el tiempo, y su conexión con las tareas definidas en el proyecto. Los costes deben estar documentados y ser fácilmente trazables hasta su origen.



Para aumentar las garantías de ejecución del proyecto la organización debe buscar fuentes de financiación adecuadas.

**IDI.3.BP6:** Planificar los recursos del proyecto: se debe establecer un mecanismo para identificar qué recursos son requeridos por el proyecto, de acuerdo con su planificación, especificar cómo y dónde se obtienen los recursos y cómo se asignan, así como las posibles limitaciones en la provisión de los mismos

Se debe prever un sistema de control de la dedicación del personal propio implicado en el proyecto para poder establecer y justificar fácilmente las partidas anuales de personal destinadas al proyecto.

La organización debe buscar colaboraciones internas y externas que faciliten la provisión de recursos adecuados al desarrollo del proyecto.

**IDI.3.BP7:** Identificar los riesgos del proyecto: se deben identificar y evaluar los riesgos y puntos críticos que puedan afectar de forma relevante a la ejecución del proyecto, estableciendo procedimientos para implantar los cambios necesarios para responder a los imprevistos y riesgos identificados, y modificando cuando sea previsto la planificación inicial.

**IDI.3.BP8:** Gestión de la información: se debe definir el control de la documentación para identificar, registrar y archivar toda la documentación generada en el proyecto.

**IDI.3.BP9:** Control del proyecto: se deben describir las medidas de control necesarias a establecer. Se debe determinar el ritmo de revisiones de la ejecución del proyecto y la frecuencia de recogida de datos para asegurar el control adecuado de las fases y tareas del proyecto y de los resultados relacionados con las mismas.

**IDI.3.BP10:** Aprobar los proyectos: la organización debe hacer una revisión de los proyectos I+D+i planificados y aprobar su ejecución priorizándolos de acuerdo a los objetivos I+D+i de la organización.

Productos de trabajo:

- Cartera de proyectos I+D+i
- Riesgos de los proyectos I+D+i y procedimientos de respuesta
- Puntos de control de los proyectos I+D+i

#### **4.3.16 Proceso producto de I+D+i (IDI.4)**

El propósito del proceso es formalizar el proceso de desarrollo de los proyectos I+D+i definidos a partir de las ideas seleccionadas para la realización del producto de I+D+i. Como resultado de la implantación de este proceso:

- La organización establece una metodología para el desarrollo de los proyectos I+D+i.

Prácticas base:

**IDI.4.BP1:** Diseño básico del producto I+D+i: el equipo del proyecto debe desarrollar una aproximación al diseño del producto I+D+i.

**IDI.4.BP2:** Diseño detallado del producto I+D+i: a partir del diseño básico y de la realimentación de las fases posteriores, se debe desarrollar el diseño detallado e implementar un prototipo del producto I+D+i.

**IDI.4.BP3:** Prueba piloto: el prototipo desarrollado se debe probar durante esta fase, en la cual se debe resolver los problemas de tipo técnico y realimentar a la fase de diseño para refinar las especificaciones del producto I+D+i.

**IDI.4.BP4:** Rediseño y producción: se deben ejecutar demostraciones reales de la producción del prototipo aprobado que van a dar lugar a mejoras con las que hay que realimentar la fase de diseño. Una vez se obtiene el prototipo definitivo para el producto I+D+i, se debe proceder a su producción.

**IDI.4.BP5:** Comercialización: en esta fase la organización confronta el producto I+D+i con el mercado para ver realmente como éste satisface las necesidades de las partes interesadas. Con las mejoras que se detecten se deben realimentar las fases anteriores para refinar así el nuevo producto.

Productos de trabajo:

- Diseño detallado del producto I+D+i
- Producto I+D+i.

#### **4.3.17 Proceso diseño básico (IDI.4.1)**

El propósito del proceso diseño básico es convertir las ideas que dan lugar a los proyectos I+D+i de la organización en un primer diseño básico en el que se recogen conocimientos científico-técnicos existentes o, si se recurre a la Investigación, las invenciones resultantes de los nuevos conocimientos generados. Como resultado de la implantación de este proceso:

- La organización formaliza el proceso de obtención de una aproximación al diseño del producto I+D+i.

Prácticas base:

**IDI.4.1.BP1:** Apoyo de la investigación: el equipo del proyecto debe detectar las carencias de conocimiento para el desarrollo del diseño básico y acudir a la investigación interna o externa para subsanarlas.

**IDI.4.1.BP2:** Descripción del diseño: el equipo del proyecto debe realizar una primera descripción del diseño del producto I+D+i y un perfilado de sus características.

**IDI.4.1.BP3:** Planificar los recursos: se debe realizar una estimación de los recursos que van a ser necesarios para el desarrollo del producto I+D+i diseñado.

Productos de trabajo:

- Diseño básico del producto I+D+i.

#### **4.3.18 Proceso diseño detallado (IDI.4.2)**

El propósito del proceso diseño detallado es completar el diseño del producto I+D+i desarrollado durante la fase diseño básico, o mejorar el diseño ya propuesto con

la información que resulte de las fases de prueba y comercialización. Como resultado de la implantación de este proceso:

- La organización formaliza el proceso de obtención del diseño del producto I+D+i.
- Se establece la trazabilidad del diseño del producto I+D+i con los cambios y mejoras que van surgiendo durante su desarrollo.

Prácticas base:

**IDI.4.2.BP1:** Apoyo de la investigación: el equipo del proyecto debe detectar las carencias de conocimiento para el desarrollo del diseño y acudir a la investigación interna o externa para subsanarlas.

**IDI.4.2.BP2:** Diseño del producto I+D+i: a partir del diseño básico y de las mejoras propuestas desde las fases de prueba, producción y comercialización, se desarrolla el diseño definitivo del producto I+D+i.

**IDI.4.2.BP3:** Trazabilidad de cambios: todas las modificaciones realizadas en el diseño del producto I+D+i deben quedar registrados junto con los motivos que originaron el cambio.

**IDI.4.3.BP4:** Prototipo del producto I+D+i: a partir del diseño realizado se desarrolla un prototipo del producto I+D+i.

Productos de trabajo:

- Diseño del producto I+D+i
- Histórico de versiones del diseño del producto I+D+i
- Prototipo del producto I+D+i

#### **4.3.19 Proceso prueba piloto (IDI.4.3)**

El propósito del proceso es probar el prototipo del producto I+D+i que ha sido desarrollado durante la fase de diseño y resolver los problemas técnicos que puedan aparecer. Como resultado de la implantación de este proceso:

- La organización formaliza el proceso de pruebas del prototipo desarrollado para el producto I+D+i.
- Se establece un método sistemático para la detección y resolución de problemas técnicos.

Prácticas base:

**IDI.4.3.BP1:** Descripción de la situación real de trabajo: el equipo del proyecto debe definir las condiciones en las que se va a realizar la fabricación del producto I+D+i.

**IDI.4.3.BP2:** Definir los criterios de aceptación: la organización debe definir los requisitos que van a determinar la validez del producto desarrollado. La aceptación de los productos de I+D+i debe ir en la línea que marcan los objetivos definidos por la organización en su política de I+D+i.

**IDI.4.3.BP3:** Plan de pruebas: el equipo del proyecto debe desarrollar el plan de pruebas que se va a ejecutar sobre el prototipo del producto I+D+i para demostrar la validez del mismo en base a los criterios de aceptación definidos.

**IDI.4.3.BP4:** Realimentar el diseño: con los resultados de la ejecución del plan de pruebas se debe realimentar la fase de diseño para refinar el prototipo del producto I+D+i y lograr que cumpla con los requisitos impuestos.

Productos de trabajo:

- Plan de pruebas del producto I+D+i
- Resultado de las pruebas realizadas al prototipo I+D+i

#### **4.3.20 Proceso rediseño y producción (IDI.4.4)**

El propósito del proceso rediseño y producción es fabricar el producto resultante del proceso I+D+i. En esta fase se descubren facetas, aspectos y elementos del prototipo a modificar, retocar o cambiar que realimentan las fases de diseño y prueba para definir el prototipo de producción definitivo. Como resultado de la implantación de este proceso:

- La organización formaliza el proceso de fabricación del producto I+D+i.
- Se establece un método para la detección y resolución de problemas a la hora de fabricar el producto I+D+i.

Prácticas base:

**IDI.4.4.BP1:** Demostración real de fabricación: se debe planificar la ejecución de una fase con demostraciones de la fabricación del prototipo del producto I+D+i.

**IDI.4.4.BP2:** Realimentar el diseño: se deben registrar todos aquellos aspectos y elementos del prototipo del producto I+D+i que sea necesario retocar, para realimentar las fases anteriores.

**IDI.4.4.BP3:** Asignar los recursos: se debe proveer al proceso de producción del producto I+D+i de los recursos y medios necesarios.

**IDI.4.4.BP4:** Producción del producto I+D+i: una vez que se dispone del prototipo del producto I+D+i definitivo se procede a su producción.

Productos de trabajo:

- Registro de mejoras para el prototipo del producto I+D+i.
- Producto I+D+i.

#### **4.3.21 Proceso comercialización (IDI.4.5)**

El propósito del proceso es poner en el mercado el producto, comprobar cómo satisface las necesidades de las partes interesadas y detectar aquellos cambios que deben realizarse, lo que realimenta las fases anteriores para refinar el producto I+D+i. Como resultado de la implantación de este proceso:

- La organización formaliza el proceso de comercialización del producto I+D+i.

- La organización formaliza el proceso de detección de necesidades no cubiertas por el producto I+D+i.

Prácticas base:

**IDI.4.5.BP1:** Plan de comercialización: la organización debe desarrollar un plan de comercialización para el producto I+D+i. La puesta en el mercado del nuevo producto permite confrontarlo con las necesidades del mercado.

**IDI.4.5.BP2:** Detectar mejoras: se debe detectar las necesidades del mercado y de las partes interesadas que el producto I+D+i no satisface, registrarlas y realimentar las fases anteriores.

Productos de trabajo:

- Plan de comercialización
- Registro de mejoras para el producto I+D+i.

#### **4.3.22 Proceso transferencia tecnológica (IDI.5)**

El propósito del proceso transferencia tecnológica es que la unidad de gestión de I+D+i establezca la sistemática para mantener y documentar un sistema de transferencia de tecnología que considere tanto la tecnología propia como la posibilidad de incorporar tecnología ajena. Como resultado de la implantación de este proceso:

- La organización implanta un sistema de transferencia de tecnología propia y ajena.

Prácticas base:

**IDI.5.BP1:** Propiedad intelectual: la unidad de gestión de I+D+i debe identificar y registrar la legislación aplicable a la protección de la innovación, así como comunicar en la organización las novedades que se produzcan.

**IDI.5.BP2:** Identificar tecnologías protegibles: la unidad de gestión de I+D+i debe identificar en cada proyecto las tecnologías cuya propiedad

intelectual puede ser protegida y el modo en que se debe proteger (patentes, modelos de utilidad, etc.).

**IDI.5.BP3:** Protección de la tecnología: al finalizar cada proyecto la unidad de gestión de I+D+i debe proteger la propiedad intelectual de la tecnología que se haya identificado.

**IDI.5.BP4:** Plan de explotación de la tecnología: la unidad de gestión de I+D+i junto con la dirección de la organización deben elaborar el plan de explotación de la tecnología mediante su venta o cesión a terceros.

**IDI.5.BP5:** Identificar las necesidades tecnológicas: la unidad de gestión de I+D+i debe identificar las tecnologías desarrolladas en el exterior, a través de la vigilancia tecnológica que se desarrolla en la organización y proponer, cuando resulte beneficioso para el cumplimiento de los objetivos de I+D+i de la organización, su adquisición o la explotación de la tecnología externa mediante asistencia técnica.

La dirección de la organización debe evaluar las propuestas de adquisición y asistencia técnica, y contratar aquellas propuestas se aprueben.

**IDI.5.BP6:** Establecer alianzas: la unidad de gestión de I+D+i y la dirección de la organización deben identificar áreas de colaboración con clientes y proveedores.

La dirección debe evaluar las propuestas de colaboración y establecer aquellas que sean beneficiosas para el cumplimiento de los objetivos de I+D+i de la organización.

Productos de trabajo:

- Inventario de la legislación aplicable.
- Protección de tecnología
- Contratos de venta, cesión, compra de tecnología o asistencia técnica.
- Alianzas con clientes, proveedores, centros de investigación, etc.



### 4.3.23 Proceso compra (IDI.6)

El propósito del proceso compra es asegurar que las subcontrataciones que realice la organización y los productos que adquiera cumplen con los requisitos especificados por la unidad de gestión de la I+D+i. Como resultado de la implantación de este proceso:

- Los proveedores se seleccionan en función de su capacidad para satisfacer las necesidades de la unidad de I+D+i.
- La organización realiza una verificación formal a las subcontrataciones o compras realizadas para asegurar que se cumplen los requisitos especificados para ellas.

Prácticas base:

**IDI.6.BP1:** Identificar necesidades: la unidad de gestión de I+D+i debe describir el trabajo a subcontratar o el producto a adquirir, incluyendo los requisitos para la aprobación de la compra o para la calificación del personal subcontratado.

**IDI.6.BP2:** Evaluar proveedores: la organización debe evaluar, a partir de las necesidades de adquisición, a los proveedores para seleccionar a aquellos con capacidad suficiente para satisfacer los requisitos de la compra.

**IDI.6.BP3:** Verificar compras: la organización realiza la inspección o cualquier otra actividad que sea necesaria para asegurar que el proveedor cumple con los requisitos especificados para el servicio subcontratado o el producto adquirido.

Productos de trabajo:

- Orden de compra.
- Registro de evaluación de proveedores
- Registro de verificación de compras/subcontrataciones

#### 4.3.24 Proceso resultados del proceso de I+D+i (IDI.7)

El propósito del proceso resultados del proceso de I+D+i es verificar que los resultados de cumplen con los objetivos de la política de I+D+i de la organización, realizar la protección adecuada y explotarlos. Como resultado de la implantación de este proceso:

- Los resultados se documentan, se cuantifican y se evalúan.
- Los nuevos descubrimientos se protegen y se asegura la confidencialidad acerca de los mismos.
- Se elabora un plan de explotación para aquellos resultados de I+D+i que puedan tener demanda en el mercado y ofrecer beneficios para la organización.

Prácticas base:

**IDI.7.BP1:** Documentar los resultados: la unidad de gestión de I+D+i debe documentar e informar de los resultados de I+D+i, tanto a nivel de proyecto como en conjunto de todas las actividades I+D+i desarrolladas, y del conocimiento adquirido.

**IDI.7.BP2:** Criterios de evaluación: la unidad de gestión de I+D+i debe definir los criterios para la revisión, selección y aprobación de los resultados del proceso I+D+i.

**IDI.7.BP3:** Cuantificar y evaluar los resultados: la unidad de gestión de I+D+i debe realizar la medición de los resultados de I+D+i y compararlos con los objetivos establecidos en la política de I+D+i. Se debe describir cómo los resultados previstos del proyecto contribuyen a la mejora de la competitividad de la organización.

**IDI.7.BP4:** Protección de los resultados: la unidad de gestión de I+D+i debe valorar la viabilidad y oportunidad de proteger los resultados de I+D+i. Para ello debe establecer niveles de confidencialidad y determinar las medidas para asegurarla, seleccionar la alternativa de protección más adecuada (secreto

industrial, patente, modelo de utilidad, etc.) e iniciar los procedimientos de protección sobre los nuevos descubrimientos.

**IDI.7.BP5:** Transferencia de tecnología: la unidad de gestión de I+D+i debe definir los mecanismos y acuerdos de transferencia de tecnología, tanto internos como externos, que faciliten la explotación de los resultados de I+D+i.

**IDI.7.BP6:** Plan de explotación: cuando la organización lo desee, o se exija por terceros, se establecerá un plan de explotación en el que se definan las características del nuevo producto así como sus posibles aplicaciones, se establece el mercado potencial y, en caso de proyectos con varias organizaciones participantes, los acuerdos pertinentes de propiedad, participación y explotación económica.

Productos de trabajo:

- Informes finales de los proyectos
- Protección de los resultados obtenidos
- Acuerdos de transferencia tecnológica
- Plan de explotación

#### **4.4 Categoría Seguimiento I+D+i**

La categoría de procesos Seguimiento I+D+i tiene dentro de sus componentes a aquellos procesos que se encargan de realizar el seguimiento del proceso I+D+i, tanto de las actividades que se llevan a cabo en la organización como del desarrollo de los proyectos I+D+i puestos en marcha.

Los procesos que pertenecen a la categoría Seguimiento I+D+i son los siguientes:

- |       |                                      |
|-------|--------------------------------------|
| SEG.1 | Seguimiento actividades I+D+i        |
| SEG.2 | Seguimiento proyectos I+D+i          |
| SEG.3 | Seguimiento sistema de gestión I+D+i |

#### 4.4.1 Proceso seguimiento actividades I+D+i (SEG.1)

El propósito del proceso seguimiento actividades I+D+i es establecer los mecanismos adecuados de monitoreo y control de la ejecución de las actividades I+D+i para asegurar su correcta operación. Como resultado de la implementación de este proceso:

- Se establecen los procedimientos para llevar a cabo el seguimiento, medición y análisis de las actividades I+D+i.
- Se definen los mecanismos para implantar las acciones necesarias que permitan alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de las actividades I+D+i.

Prácticas base:

**SEG.1.BP1:** Seguimiento actividades I+D+i: la unidad de gestión de la I+D+i debe llevar a cabo un seguimiento periódico de la ejecución de las actividades I+D+i y una medición del grado de utilización de los recursos asignados. Debe registrar las desviaciones significativas que se detecten respecto de la planificación realizada.

**SEG.1.BP2:** Medir los resultados: la unidad de gestión de I+D+i debe realizar la medición de los resultados obtenidos de la ejecución de las actividades I+D+i y registrar las desviaciones que se produzcan respecto a los resultados previstos en la planificación.

**SEG.1.BP3:** Revisar los compromisos adquiridos: la unidad de gestión de I+D+i debe realizar una revisión periódica del cumplimiento de los compromisos adquiridos y de la involucración de las partes interesadas, respecto de la política y planificación realizadas, y registrar aquellos que no hayan sido satisfechos.

**SEG.1.BP4:** Medidas correctoras: la unidad de I+D+i debe diseñar, implantar y registrar las medidas y acciones correctoras que se precisen para corregir las desviaciones o no conformidades detectadas.

Productos de trabajo:

- Listado de desviaciones respecto de la planificación de las actividades I+D+i
- Listado de desviaciones respecto a los resultados previstos de las actividades I+D+i
- Registro de evaluación de los compromisos adquiridos
- Registro de evaluación de la involucración de las partes interesadas
- Acciones correctivas

#### **4.4.2 Proceso seguimiento proyectos I+D+i (SEG.2)**

El propósito del proceso seguimiento proyectos I+D+i es recoger periódicamente y al cierre de los proyectos el grado de avance en su ejecución. Como resultado de la implementación de este proceso:

- El seguimiento del grado de ejecución de los proyectos I+D+i se realiza de forma sistemática.
- Se miden y registran las desviaciones detectadas en la ejecución de los proyectos.
- La organización pone en marcha acciones correctivas para corregir las desviaciones detectadas en la ejecución de los proyectos.

Prácticas base:

**SEG.2.BP1:** Seguimiento de los parámetros del proyecto: de acuerdo a la periodicidad establecida para la revisión del proyecto se debe realizar la revisión del grado de ejecución del proyecto respecto a su planificación temporal, presupuesto, cumplimiento de objetivos y utilización de recursos.

**SEG.2.BP2:** Seguimiento de los riesgos del proyecto: de acuerdo a la periodicidad establecida para la revisión del proyecto se deben revisar los riesgos del proyecto.

**SEG.2.BP3:** Seguimiento de la gestión de la información: de acuerdo a la periodicidad establecida para la revisión del proyecto se debe verificar que la documentación generada por el proyecto está siendo gestionada según el método definido en la planificación del proyecto.

**SEG.2.BP4:** Registrar desviaciones: todas aquellas desviaciones que sean detectadas en la ejecución del proyecto debe ser registradas, revisadas por la dirección y, cuando sea posible, se debe ejecutar una acción correctiva para corregir la desviación detectada. Si la desviación es aceptada el proyecto debe ser replanificado.

**SEG.2.BP5:** Gestionar las acciones correctivas: las acciones correctivas puestas en marcha se deben gestionar hasta su cierre y verificar la subsanación de la desviación que la originó.

**SEG.2.BP6:** Seguimiento global: periódicamente la unidad de gestión de I+D+i debe realizar la revisión global de la cartera de proyectos de I+D+i y elaborar un informe de situación y progreso de los proyectos.

Productos de trabajo:

- Informes de situación y progreso de la cartera de proyectos I+D+i
- Informes técnico-económicos de seguimiento de proyecto
- Acciones correctivas

#### **4.4.3 Proceso seguimiento sistema de gestión I+D+i (SEG.3)**

El propósito del proceso sistema de gestión I+D+i es establecer los mecanismos adecuados de análisis y revisión del sistema de gestión de I+D+i implantado en la organización. Como resultado de la implementación de este proceso:

- La organización determina, analiza y recopila los datos apropiados para demostrar la idoneidad y la eficacia del sistema de gestión de la I+D+i.

Prácticas base:

**SEG.3.BP1:** Criterios de evaluación y mejora: la organización debe definir los criterios que se van a utilizar para evaluar y mejorar su sistema de gestión de I+D+i. Los datos deben proveer información sobre la satisfacción de las partes interesadas, la conformidad con los requisitos de los resultados del proceso de I+D+i, y las características y tendencias del proceso de I+D+i y de sus resultados.

**SEG.3.BP2:** Recoger datos: la organización debe determinar los datos que se deben recoger para dar respuesta a los criterios de evaluación y mejora del sistema de gestión de I+D+i, junto con la periodicidad de su recogida. Los datos seleccionados deben quedar registrados según la frecuencia planificada.

**SEG.3.BP3:** Análisis de datos: la organización debe analizar los datos recogidos en base a los criterios establecidos para determinar la eficacia del sistema de gestión de la I+D+i y evaluar donde puede realizarse su mejora continua.

**SEG.3.BP4:** Auditoría interna: la organización debe establecer un plan de auditorías internas para verificar periódicamente que el sistema de gestión de la I+D+i es conforme a las disposiciones planificadas, se ajusta a los requisitos de la norma UNE166002 y a los establecidos en la política de I+D+i, además de comprobar que el sistema está implantado y se mantiene de manera eficaz.

**SEG.3.BP5:** Revisión por la dirección: la dirección de la organización debe planificar y ejecutar la revisión del sistema de gestión de I+D+i. Tanto la planificación prevista como el resultado de la ejecución de las revisiones deben quedar registrados.

Productos de trabajo:

- Criterios de evaluación y mejora
- Registro de los datos generados
- Análisis de datos realizados junto con sus resultados
- Recomendaciones de mejora del sistema de gestión I+D+i

- Plan de auditorías internas
- Registro de las auditorías internas realizadas
- Planificación de las revisiones por parte de la dirección
- Registro de las revisiones realizadas por la dirección

#### **4.5 Categoría Mejora del proceso I+D+i**

La categoría de procesos Mejora del Proceso I+D+i tiene dentro de sus componentes a aquellos procesos que se encargan de llevar a cabo el control y la mejora de la ejecución del proceso I+D+i en la organización.

Los procesos que pertenecen a la categoría Mejora del Proceso I+D+i son los siguientes:

MEJ.1 Mejora

##### **4.5.1 Proceso Mejora (MEJ.1)**

El propósito del proceso mejora es mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de I+D+i mediante el uso de la política de I+D+i, los objetivos de I+D+i, los resultados de las auditorías, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas, y la revisión por la dirección. Como resultado de la implantación de este proceso:

- La organización aplica las mejoras propuestas para el sistema de gestión de I+D+i resultantes del control realizado sobre él.
- Se aplican acciones correctivas y preventivas para evitar la aparición o reproducción de no conformidades en el sistema de gestión de I+D+i.

Prácticas base:

**MEJ.1.BP1:** Mejora continua: la organización debe aplicar las recomendaciones de mejora de la eficacia sobre el sistema de gestión de I+D+i.

**MEJ.1.BP2:** Acciones correctivas: la organización debe revisar las no conformidades en el sistema de gestión de I+D+i, analizar sus causas, evaluar si



deben evitarse, y en caso afirmativo implantar las acciones necesarias para evitar que vuelvan a ocurrir.

**MEJ.1.BP3:** Acciones preventivas: la organización debe determinar periódicamente las no conformidades potenciales, analizar sus posibles causas, evaluar si deben evitarse, y en caso afirmativo implantar las acciones necesarias para prevenir su ocurrencia eliminando las causas que las pueden originar.

**MEJ.1.BP4:** Gestionar las acciones correctivas: la organización debe gestionar las acciones correctivas que se hayan tomado hasta su cierre y registrar los resultados obtenidos.

Productos de trabajo:

- Trazabilidad de los cambios realizados en el sistema de gestión de I+D+i
- Análisis y evaluación de las no conformidades
- Registro de acciones correctivas
- Registro de acciones preventivas

**4.6 Diagrama – Visión integral**

PROCESOS	NIVELES DE CAPACIDAD				
	1	2		3	
	PA 1.1	PA 2.1	PA 2.2	PA 3.1	PA 3.2
Política de I+D+i	NIVEL DE MADUREZ 1	NIVEL DE MADUREZ 2	NIVEL DE MADUREZ 3		
Planificar actividades I+D+i					
Competencias y formación del personal					
Motivación y ambiente de trabajo					
Establecer UGIDI					
Generación de ideas					
Vigilancia tecnológica					
Previsión tecnológica					
Creatividad					
Análisis interno					
Análisis externo					
Identificación problemas y oportunidades					
Análisis y selección de ideas I+D+i					
Planificación de proyectos I+D+i					
Producto de I+D+i					
Diseño básico					
Diseño detallado					
Prueba piloto					
Rediseño y producción					
Comercialización					
Transferencia Tecnológica					
Compra					
Resultados del proceso de I+D+i					
Seguimiento actividades I+D+i					
Seguimiento proyectos I+D+i					
Seguimiento sistema de gestión I+D+i					
Mejora					

**Tabla 12. Atributos de proceso a implementar según nivel de madurez**

Por claridad, en la tabla anterior no se han incluido los niveles de madurez 4 y 5 ya que son niveles que alcanzan muy pocas organizaciones. Además, por analogía, se deduce que los atributos de proceso PA4.1 y PA4.2 son los que todos los procesos han de implementar para alcanzar el nivel 4 de madurez; y los atributos de proceso PA5.1 y PA5.2 son los que corresponden al nivel 5.

## 5 APLICABILIDAD DEL MODELO

Hasta marzo de 2011 AENOR había emitido un total de 371 certificados en Sistemas de Gestión de la I+D+i según la norma UNE 166002 [13]. Todas estas entidades estarían en disposición de someterse a la evaluación del modelo desarrollado en este trabajo y determinar el grado de madurez de su sistema de gestión.

El modelo de evaluación descrito en este trabajo puede ser aplicado sobre cualquiera de esas organizaciones con el objetivo de conocer el grado de implantación de la norma UNE 166002. El certificado de AENOR para esta norma demuestra que la organización cumple sus requisitos y ejecuta los procesos que define. Por tanto, cualquier entidad que disponga del certificado muestra evidencias de que ejecuta las actividades de la norma así que es posible decir que ha alcanzado el nivel 1 de madurez: Ejecutado.

Cuando una organización ofrece evidencias de que ejecuta todas las prácticas base de todos los procesos del modelo (la obtención del propio certificado ratifica este hecho), si además por cada proceso evidencia que se cumplen todas las prácticas de gestión de los atributos de proceso PA2.1 y PA2.2, entonces se puede afirmar que habrá alcanzado el nivel 2 de madurez: Gestionado.

El propio sistema documental que utilice la organización para dar soporte a sus sistemas de gestión de calidad u otros, si los tiene implantados, sería suficiente para dar soporte al sistema de gestión de I+D+.

Adicionalmente, sería necesaria la utilización de una herramienta informática que permita gestionar los recursos, planificar las tareas, asignar las tareas a los recursos, gestionar la documentación e incluso el presupuesto dedicado a I+D+i. Este sistema facilita la tarea de alcanzar el nivel 2 de madurez ya que se hace una gestión centralizada de los elementos anteriormente mencionados.

Esa herramienta informática aún será más útil cuando la organización decida alcanzar el nivel 3. Entre otros requisitos, la organización debe ser capaz de conocer la carga de trabajo de los recursos para garantizar la disponibilidad de los mismos, por lo que la gestión de los mismos y la asignación de tareas debe realizarse de forma

centralizada y con la posibilidad de consultar dicha información por parte de los responsables de la organización de cara a realizar una planificación eficiente. Además, es necesario recoger información acerca del comportamiento del proceso y su rendimiento para su utilización en la mejora del mismo.

Para alcanzar el tercer nivel, Establecido, una organización que disponga del certificado de AENOR para la norma UNE 166002, sólo tendrá que evidenciar que las actividades y los productos de trabajo se planifican y se gestionan correctamente según las prácticas de gestión de los atributos anteriormente indicados. Se trata de establecer una serie de procesos estándar para toda la organización que se adaptarán a cada área mediante guías de adaptación, y por otro lado, se deben formalizar las tareas que la organización realiza con una planificación y una correcta gestión, por lo que el logro del nivel 2 de madurez no ha de ser muy costoso.

Formalmente, el nivel 3 se alcanza cuando se cumplen las condiciones del nivel 2 y además se evidencia la ejecución de las prácticas de gestión de los atributos de proceso PA3.1 y PA3.2.

Los niveles 4 y 5, muy similares a los de CMMI-DEV, únicamente son objetivo de grandes organizaciones. En el caso de CMMI-DEV un porcentaje muy bajo de las entidades que logran alcanzar el nivel 3 dan el salto a los niveles 4 o 5 [14].

En el nivel Predecible la organización debe formalizar unos indicadores cuantitativos, alineados con los objetivos de negocio de la organización, recoger sus valores, analizarlos, aplicar técnicas de control y asegurar que los procesos se mantienen dentro de unos límites establecidos previamente. Se trata de realizar un control cuantitativo de la ejecución de los procesos. Cobra vital importancia por tanto un sistema de información que, además de los requisitos ya mencionados para niveles anteriores, facilite la recogida de toda esa información cuantitativa, su análisis, e incluso la posibilidad de implementar técnicas de control.

Para alcanzar el nivel 4, Predecible, la organización debe partir del nivel 3 e implementar las prácticas de gestión de los atributos de proceso 4.1 y 4.2, lo que resulta muy costoso según lo comentado anteriormente, y hace imprescindible la gestión

integral de la organización con un sistema de información que permita realizar un control avanzado.

El último nivel, Optimizado, si bien una vez que se alcanza el nivel 4 supone un coste similar al salto del nivel 3 al 4, son mayoría las organizaciones que al implantar CMMI-DEV en su nivel 4 llegan al nivel 5.

El salto al nivel 5 obliga a que la organización ejecute por cada proceso del modelo de evaluación las prácticas de gestión de los atributos de proceso 5.1 y 5.2. La organización debe formalizar unos objetivos de mejora alineados con los objetivos de negocio, identificar fuentes de problemas y oportunidades, identificar cambios tras el análisis cuantitativo de los procesos, e implementar los cambios y evaluarlos para garantizar su efectividad.

## 6 CONCLUSIONES

El presente trabajo realiza una exploración de las normas y modelos existentes para la evaluación de la madurez de organizaciones TIC, tras la que se selecciona la norma ISO/IEC 15504 debido a su flexibilidad para combinarse con otra norma en la que se defina el proceso a evaluar.

A continuación se presenta la norma UNE 166002, que define los requisitos para la implantación de un sistema de gestión de la I+D+i.

A partir de la dimensión de madurez definida por el modelo de evaluación de la norma ISO/IEC 15504, y tras diseñar una dimensión de procesos a partir de la norma UNE 166002, se han combinado ambas dimensiones para crear el nuevo modelo de evaluación de la madurez del Sistema de Gestión de la I+D+i en las organizaciones de acuerdo a las normas UNE 166002 e ISO/IEC 15504.

El cumplimiento de la norma UNE 166002, o de la dimensión de proceso del nuevo modelo, garantiza que la organización ejecuta todas las actividades necesarias para disponer de un sistema de gestión de I+D+i. Al complementarlo con la dimensión de madurez, el proceso de I+D+i definido se institucionaliza en la organización y pasa a formar parte de su cultura organizativa, con lo que las actividades I+D+i pasan a ser parte del día a día de los miembros de la organización, se ejecutan más eficientemente, o se realiza un control y mejora más estricto, en función del grado de madurez alcanzado por la organización.

El nuevo modelo es aplicable a aquellas organizaciones que dispongan ya del certificado AENOR para la norma UNE 166002. Aquellas cuyo compromiso con el sistema de gestión haya sido más fuerte lograrían un mayor nivel de madurez, siendo las que realicen una planificación de sus recursos de innovación las que alcancen el nivel 2 de madurez, o al menos las que estarían más cerca. El nivel 3 no parece que sea alcanzable sin hacer una implantación acorde a un modelo de madurez, ya que exige la definición de un proceso estándar y guías de adaptación para las diferentes áreas de la organización. Se trata de una hipótesis a analizar mediante la aplicación del modelo a una muestra de organizaciones que ya dispongan del certificado AENOR para la norma UNE 166002.

El modelo de evaluación definido en este trabajo debe verse como una herramienta que sirva de guía para aquellas entidades que quieran asegurar la institucionalización del sistema de gestión de la I+D+i, tengan implantada la norma UNE 166002 o no. La dimensión de madurez del modelo de evaluación requiere que la organización ejecute las tareas destinadas a institucionalizar el sistema de gestión de la I+D+i.

La norma ISO/IEC 15504, en su parte 7, ofrece una guía para la implantación de la norma en una organización, por tanto resulta interesante el desarrollo de una guía para implantar el modelo de evaluación de la madurez del Sistema de Gestión de la I+D+i en las organizaciones de acuerdo a las normas UNE 166002 e ISO/IEC 15504.

Dado que está previsto que la norma ISO/IEC 15504 sea sustituida por la nueva serie de normas ISO/IEC 33000, una vez sea publicada su versión definitiva el modelo de evaluación de la madurez del sistema de gestión de la I+D+i podría ser revisado para actualizarlo de acuerdo a los nuevos requisitos de dicha norma.

Así mismo, recientemente ya ha sido publicada la nueva versión COBIT 5, la cual introduce una nueva forma de medir la madurez de los procesos basada en el modelo de madurez definido por la norma ISO/IEC 15504 [15]. Por tanto también resulta interesante explorar la posibilidad de utilizar COBIT 5 para evaluar la madurez de un sistema de gestión de I+D+i.



## 7 BIBLIOGRAFÍA

1. UNE. *UNE 166002:2006, Gestión de la I+D+i: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i*. AENOR, 2006.
2. ISO. *ISO/IEC TR 15504-2:1998, Part 2: A reference model for processes and process capability*. ISO, 1998.
3. Shewart, W.A., *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. Van Nostrad, 1931.
4. Portal web ISO – <http://www.iso.org>
5. *CMMI-DEV 1.3*. Software Engineering Institute.
6. *Cobit 4.1*. IT Governance Institute.
7. ISO/IEC JTC1/SC7 /N4991, 2011, Final Study Group Report on the Revision of ISO/IEC 15504.
8. ISO/IEC JTC1/SC7 /N4969, 2010.
9. ISO/IEC JTC 1/SC 7 N 5374, 2012.
10. Garzás, J., Fernández, C.M., Piattini, M., *Una aplicación de la norma ISO/IEC 15504 para la evaluación por niveles de madurez de Pymes y pequeños equipos de desarrollo*; REICIS, e, vol. 5, núm. 2, septiembre, 2009, pp. 88-98
11. Mas, Matilde, Quesada, J., *Las políticas de I+D+i ante la crisis*; Revista Galega de Economía; Año 2010; Vol. 19.
12. UNE. *UNE 166000:2006, Gestión de la I+D+i: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i*. AENOR, 2006.
13. AENOR, *Gestión de la I+D+i* ([http://www.aenor.es/aenor/certificacion/innovacion/innovacion\\_sistemas\\_166002.asp](http://www.aenor.es/aenor/certificacion/innovacion/innovacion_sistemas_166002.asp), visitado por última vez julio 2012).

14. CMMI for SCAMPISM Class A Appraisal Results; Software Engineering Institute; Marzo 2012; (<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/casestudies/profiles/pdfs/upload/2012MarCMMI.pdf>, visitado por última vez julio 2012).
15. *COBIT 5: A Business Framework for the Governance and Management of Enterprise IT*. IT Governance Institute.