

## METHODOLOGY FOR ASSESSMENT OF THE R&D PROCESS MATURITY OF AN ORGANIZATION

González González, R.; Rodríguez Montequín, V.; Villanueva Balsera, J.;  
Barros Alonso, S.

Universidad de Oviedo

Several standards, like UNE 166002 i.e., provide organizations with a standard in order to formalize and implement management system for R&D, as well as others, like ISO 15.504, provide a number of levels through which it is possible to evaluate the implanted process maturity of organizations.

In this paper, a proposal is made combining both approaches to establish a methodology for the implementation of a R&D management system according to the requirements set by the UNE 166002 and that in turn meets standards defining the ISO 15504 standard to achieve maturity level 2, this approach is used to guide the implementation for an organization.

The evaluation model should be seen as a tool to guide for those entities that want to ensure the institutionalization of the R&D management system, either having implemented the UNE 166002 standard or not. The dimension of maturity assessment model requires the organization to execute tasks to institutionalize the system of management of R&D.

**Keywords:** *R&D management; Maturity model; Methodology*

## METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA MADUREZ DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA I+D+I EN LAS ORGANIZACIONES

Distintas normas, como la UNE 166002, ofrecen a las organizaciones un estándar mediante el que formalizar y poner en marcha su sistema de gestión de la I+D+i, así como también otras, como la ISO 15504, ofrecen una serie de niveles mediante los que es posible evaluar la madurez de los procesos implantados en las organizaciones. En este trabajo se realiza una propuesta combinando ambos enfoques 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. El modelo de evaluación definido 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.

**Palabras clave:** *Gestión I+D+i; Modelo madurez; Metodología*

Correspondencia: Vicente Rodríguez Montequín. Área de Proyectos de Ingeniería.  
C/Independencia 13. C.P. 33004. Oviedo, España.

## 1. Introducción

La norma UNE 166002 (AENOR, 2006a) 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.

Otras normas como la ISO 15504 (ISO, 1998) define una serie de niveles mediante los que es posible evaluar la madurez de los procesos implantados en las organizaciones de desarrollo de software. 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.

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, por último se definen los procesos y los atributos de cada nivel de madurez.

## 2. Normas para la mejora de procesos

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 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, siguiendo sus principios de control de calidad estadística (Shewhart, 1980). 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.

Se han estudiado varios de estos modelos de mejora de procesos: la norma ISO/IEC 15504 y su futura sustituta, la ISO/IEC 33000; 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).

CMMI (Capability Maturity Model Integration) (SEI, 2010) 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 varias las áreas, para este trabajo la de mayor interés es CMMI for Development (CMMI-DEV o CMMI para desarrollo). CMMI define como proceso a las actividades que se establecen como implementación de las prácticas de un modelo CMMI y 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.

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. Para lo cual define 22 áreas de proceso sobre las que se debe actuar para lograr la mejora de sus procesos, repartido por 5 niveles de madurez. 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.

COBIT (ISACA, 2007) propone un conjunto de buenas prácticas a través de un marco de trabajo de dominios y procesos. Las buenas prácticas de COBIT representan el consenso de los expertos. Están enfocadas fuertemente en el control y menos en la ejecución. Tiene una orientación al negocio, la consiste en alinear las metas de negocio con las metas del producto software, brindando métricas y modelos de madurez para medir sus logros. El modelo COBIT se subdivide en 34 procesos de acuerdo a las áreas de planear, construir, ejecutar y monitorear, ofreciendo una visión completa de cómo controlar, administrar y medir cada proceso de tecnología de la información.

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 (JTC1, 2011). ISO/IEC 33000, si bien se trata de una serie de normas aún en desarrollo, define un 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. 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 (JTC1, 2010). La madurez de una organización se expresa mediante seis niveles de madurez (JTC1, 2012).

De todas las analizadas en este trabajo se ha seleccionado ISO/IEC 15504 debido a su flexibilidad para combinarse con otra norma en la que se defina el proceso. 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 (Garzás et al., 2009).

## **2.1 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 esta norma se utiliza de manera conjunta la norma 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.

Es aplicable a cualquier organización 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. 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.

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.

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.

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, 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 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 de un proceso. 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. Incluye diferentes actividades, tareas y prácticas que van a generar productos de trabajo.
- **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.

La madurez se define mediante una escala de niveles que permite que la madurez se evalúe desde el nivel más bajo que es Incompleto, pasando por Ejecutado, Gestionado, Establecido, Predecible, 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 y en función de los resultados que se obtengan, se determina el grado de madurez del proceso en base a la escala de niveles. El modelo de referencia define nueve atributos de proceso que se reparten por los 6 niveles de la escala de madurez.

### 3. Normas para la gestión de la I+D+i

La innovación es una de las vías que puede conseguir modificar la estructura económica de un país (Mas, Matilde, 2010). 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 (AENOR, 2006b).

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. Su objeto 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.

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: se obliga a establecer, documentar, implantar y mantener un modelo del proceso de I+D+i.
- Responsabilidad de la dirección: compromiso por parte de la alta dirección.
- Gestión de los recursos: organización provea los recursos necesarios.
- Actividades de I+D+i:
  - Vigilancia tecnológica, la previsión tecnológica, la creatividad, el análisis interno y el análisis externo. Identificación y análisis de problemas y oportunidades. Análisis y selección de ideas I+D+i.
  - Planificación, seguimiento y control de la cartera de proyectos. Compras.
  - Proceso necesario para la realización del producto de I+D+i. Resultados del proceso I+D+i: documentar y seguimiento. Transferencia de tecnología. Protección y explotación de los resultados de I+D+i
- Medición, análisis y mejora.

#### **4. 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 van a seguir los criterios de la norma y se incluyen en él los atributos de proceso. 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.

La dimensión de proceso está formada por los procesos que definen 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).

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.

## 5. Modelo para la evaluación de la madurez de la gestión de I+D+i

En este apartado se detalla el modelo para la evaluación de la madurez del sistema de gestión de I+D+i. Para ello se recorrerán la dimensión del modelo la de madurez y la de procesos.

### 5.1 Dimensión de madurez

En esta dimensión 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.

**Tabla 1. Atributos de proceso por niveles de madurez ISO/IEC 15504**

Nivel	Atributos de proceso	Prácticas de gestión
Nivel 0: proceso incompleto	Proceso no está implementado.	
Nivel 1: proceso ejecutado	PA 1.1, Ejecución del proceso	MP 1.1.1: Identificar los productos para entrada y salida. MP 1.1.2: Identificar el alcance del trabajo. MP 1.1.3: Asegurar que las prácticas base están implementadas.
		MP 2.1.1: Identificar los objetivos para la ejecución. MP 2.1.2: Planificar la ejecución del proceso. MP 2.1.3: Planificar y asignar la responsabilidad. MP 2.1.4: Gestionar las actividades con seguimiento continuo.
Nivel 2: proceso gestionado	PA 2.1, Gestión de la ejecución	MP 2.2.1: Identificar los requisitos para los productos. MP 2.2.2: Gestionar documentos, config. y control de cambios. MP 2.2.3: Identificar, definir dependencias de producto. MP 2.2.4: Gestionar la calidad y asegurar los requisitos.
	PA 2.2, Gestión de los productos de trabajo	
Nivel 3: proceso establecido	PA 3.1, Definición del proceso	MP 3.1.1: Identificar el proceso estándar y guías de adaptación. MP 3.1.2: Implementar y/o adaptar el proceso estándar. MP 3.1.3: Recoger información acerca de la ejecución del proceso. MP 3.1.4: Establecer y refinar la comprensión del proceso.
	PA 3.2, Recursos del proceso	MP 3.2.1: Identificar y documentar los roles, responsabilidades. MP 3.2.2: Identificar y documentar los requisitos de infraestructura.

		MP 3.2.3: Proveer, asignar y utilizar los recursos necesarios. MP 3.2.4: Proveer, asignar y utilizar infraestructura del proceso.	
Nivel 4: proceso predecible	PA 4.1, Medición del proceso	MP 4.1.1: Identificar las metas y medidas de los productos. MP 4.1.2: Recoger las medidas de producto y procesos. MP 4.1.3: Analizar tendencias en la ejecución del proceso MP 4.1.4: Medir madurez de proceso y mantenerlo en los límites.	
		PA 4.2, Control del proceso	MP 4.2.1: Identificar técnicas de medida adecuadas. MP 4.2.2: Recoger las medidas y parámetros de control. MP 4.2.3: Controlar análisis de medidas e implementar mejoras.
		PA 5.1, Innovación del proceso	MP 5.1.1: Interpretación cuantitativa de cambios del proceso. MP 5.1.2: Evaluar el impacto de los cambios. MP 5.1.3: Definir estrategia de implementación para los cambios. MP 5.1.4: Implementar los cambios aprobados. MP 5.1.5: Evaluar la efectividad de los cambios realizados.
			PA 5.2, Optimización continúa
Nivel 5: proceso optimizado			

En la Tabla 1 se muestran los seis niveles de madurez propuestos para el modelo, para cada nivel de madurez, se enumeran los atributos de proceso que demuestran el cumplimiento de dicho nivel, así como las prácticas de gestión asociadas.

A continuación se describen los niveles y los atributos de proceso:

- 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.

- Nivel 1: proceso ejecutado

- 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.

- Nivel 2: proceso 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. Como resultado del logro de este atributo los objetivos de la ejecución del proceso son identificados, se define la responsabilidad y la autoridad para desarrollar los productos de trabajo y la ejecución del proceso se gestiona para producir productos de trabajo que satisfagan 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. Como resultado del logro de este atributo se definen los requisitos de los

productos de trabajo, de la documentación y control de los productos. Se identifican las dependencias entre los productos de trabajo y se verifica que los productos de trabajo que satisfacen los requisitos definidos.

- Nivel 3: proceso establecido

- 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 la guía de adaptación, se ejecuta el proceso y se registra información histórica con el fin de 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, así como las infraestructuras.

- Nivel 4: proceso 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, también se registra y analizan la tendencia de la ejecución.

- 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 y la ejecución del proceso se gestiona cuantitativamente.

- Nivel 5: proceso optimizado

- 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.

- 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.

## 5.2 Dimensión de madurez

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 resultados 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 la 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.

**Tabla 2. Procesos propuestos para la metodología**

Categoría	Procesos
PLA Planificación I+D+i	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
IDI Proyectos I+D+i	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	
SEG Seguimiento I+D+i	SEG.1 Seguimiento actividades I+D+i
	SEG.2 Seguimiento proyectos I+D+i
	SEG.3 Seguimiento sistema de gestión I+D+i
MEJ Mejora del proceso I+D+i	MEJ.1 Mejora

Para cada proceso se resultados de operación, practicas base y productos del trabajo. Como ejemplo en el caso el proceso PLA.1 Política de I+D+i se tiene:

- Como resultado de la implementación de este proceso:
  - La organización define una política de I+D+i, que se comunica a todas las partes interesadas.
  - 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.
- Prácticas base:
  - PLA.1.BP1: Definir la política de I+D+i.
  - PLA1.BP2: Definir los objetivos de I+D+i.
  - PLA1.BP3: Establecer el presupuesto para I+D+i.
  - PLA1.BP4: Establecer las competencias claves de la organización.
  - PLA1.BP5: Formalizar el compromiso de la dirección.
  - PLA1.BP6: Comunicar la política I+D+i.
- Productos de trabajo:
  - Declaración de la política de I+D+i y de los objetivos de I+D+i. Comunicado a todas las partes interesadas. Aceptación de la política de I+D+i por todas las partes interesadas.
  - Listado de competencias de conocimiento claves
  - Declaración del compromiso por parte de la alta dirección de la organización

## 6. Aplicabilidad del modelo

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+i.

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. Para 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 deben 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.

En el nivel 4 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.

El salto al nivel 5 obliga a que 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.

## 7. Conclusiones

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.

El cumplimiento 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 sería 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.

## 8. Referencias

- AENOR. (2006a). "UNE 166002:2006, Gestión de la I+D+i: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i." Asociación Española de Normalización y Certificación.
- AENOR. (2006b). "UNE 166000:2006, Gestión de la I+D+i: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i." AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Garzás, J., Fernández, C. M., and Piattini, M. (2009). "Una aplicación de la norma ISO/IEC 15504 para la evaluación por niveles de madurez de Pymes y pequeños equipos de desarrollo." *REICIS Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 5(2), 88–98.
- ISACA. (2007). "COBIT (Control Objectives for Information and Related Technology) 4.1." Information Systems Audit and Control Association.
- ISO. (1998). "ISO/IEC TR 15504-2:1998, Part 2: A reference model for processes and process capability." International Organization for Standardization.

- JTC1. (2010). "ISO/IEC JTC1/SC7 /N4969, Study Group Report on the Revision of ISO/IEC 15504." ISO/IEC JTC 001/SC 07/WG 02 "System software documentation."
- JTC1. (2011). "ISO/IEC JTC1/SC7 /N4991, Final Study Group Report on the Revision of ISO/IEC 15504." ISO/IEC JTC 001/SC 07/WG 02 "System software documentation."
- JTC1. (2012). "ISO/IEC JTC1/SC7 /N5374, Study Group Report on the Revision of ISO/IEC 15504." International Organization for Standardization, committee ISO/IEC JTC 001/SC 07/WG 02 "System software documentation."
- Mas, Matilde, Q., J. (2010). "Las políticas de I+D+i ante la crisis." *Revista Galega de Economía*.
- SEI, S. E. I. (2010). "CMMI-DEV 1.3, Capability Maturity Model Integration for Development." Software Engineering Intitute.
- Shewhart, W. A. (1980). *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. ASQC/Quality Press.