

## **PREDICTIVE TOOLS FOR PROJECT PERFORMANCE MANAGEMENT IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY**

Cerezo Narváez, Alberto; Pastor Fernández, Andrés; Otero Mateo, Manuel; Portela Núñez, José María  
Universidad de Cádiz

In a context of social and economic crisis, with a high failure rate in projects and an increasing technical complexity, it is necessary to establish the maximum guarantees in the earliest project stages, establishing objectives-oriented practices that involve management performance factors, aligning them with strategy, as a path to success. This paper proposes the use of two predictive tools for planning and control in construction projects, due to its prognosticative significance and globalizing nature: Project Definition Rating Index (PDRI) and Earned Value (EV). PDRI measures projects scope development by reviewing the status of their components, identifying and describing the most critical items of their definitions, standardizing their evaluations and increasing the maturity of organizations that manage them. EV provides a reliable and independent indicator of development and progress of projects, which allows an analysis of their budgets and schedules, using calculus of variations, performance indicators and future forecasts, enabling anticipated identification of problems and quick decision-making by undertaking preventive and/or corrective actions.

**Keywords:** predictive tools; project definition rating index PDRI; earned value management EVM; project performance; construction industry

## **HERRAMIENTAS PREDICTIVAS PARA LA GESTIÓN DEL RENDIMIENTO DE LOS PROYECTOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

En un contexto de crisis social y económica, con una elevada tasa de fracaso en los proyectos y creciente complejidad técnica, es necesario establecer las máximas garantías en las etapas tempranas de los mismos, a partir del establecimiento de prácticas que, orientadas a objetivos, intervengan en los factores que procuran rendimiento en la gestión, alineándose con la estrategia, como camino hacia el éxito. La presente comunicación propone el uso de dos herramientas predictivas para la planificación y control de los proyectos de construcción, por su significancia precursora y naturaleza global: el índice del grado de definición del proyecto (PDRI) y el valor ganado (EV). El PDRI mide el desarrollo del alcance de los proyectos, mediante la revisión del estado de sus elementos, identificando y describiendo los ítems críticos de su definición, estandarizando su evaluación e incrementando la madurez de las organizaciones que los emprenden. El EV suministra un indicador confiable e independiente del avance y progreso de los proyectos, que permite un análisis de sus costes y plazos, mediante el cálculo de variaciones, indicadores de rendimiento y proyecciones futuras, posibilitando una pronta identificación de problemas y permitiendo una rápida toma de decisiones mediante el emprendimiento de acciones preventivas y/o correctivas.

**Palabras clave:** herramientas predictivas; índice del grado de definición del proyecto; gestión del valor ganado; rendimiento de los proyectos; industria de la construcción

Correspondencia: Alberto Cerezo Narváez - alberto.cerezonarvaez@mail.uca.es

Agradecimientos: Al Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial de la Escuela Superior de Ingeniería de Cádiz (Universidad de Cádiz).

## 1. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción manifiesta en España, durante el período 2009-2015, un estado de crisis que obliga a las organizaciones a replantearse sus estrategias, para su supervivencia presente y desarrollo futuro de sus actividades. A nivel macroeconómico, son numerosos los indicadores económicos que reflejan la gravedad de la crisis sufrida:

- La producción baja un 82,95% (CSCAE 2015)
- El número de trabajadores decrece un 65,75% (SGEEE 2015)
- El volumen de negocio disminuye un 67,70% (SGEEE 2015)
- La contribución al PIB nacional se reduce un 57,20% (INE 2015)

Asimismo, en relación al fracaso en los proyectos de construcción, a nivel mundial, puede destacarse que (KPMG 2015):

- <31% de los proyectos se terminan por debajo del 110% del presupuesto planificado
- <25% de los proyectos se terminan por debajo del 110% del cronograma planificado

En este contexto de grave crisis económica, alta tasa de fracaso en los proyectos emprendidos y creciente complejidad, tanto técnica como socioeconómica, del proceso constructivo, las organizaciones del sector necesitan establecer una ventaja competitiva, mediante la ampliación de cuotas de mercado y/o la creación de nuevas líneas de negocio; surgiendo como solución la dirección de proyectos, al participar, de forma eficiente, en los intereses y necesidades del cliente y demás actores interesados.

La utilización de metodologías maduras en dirección de proyectos, genera múltiples beneficios en las organizaciones (Fortune et al. 2011), por lo que se convierte en un tema cada vez más importante en las organizaciones y que se manifiesta por un cuerpo creciente de asociaciones profesionales, certificaciones, normas y metodologías que buscan reducir el fracaso en los mismos (Davis 2014).

En los proyectos de la industria de la construcción, es necesario, además, que las partes interesadas reflejen adecuadamente sus respectivos requisitos desde las primeras fases (Heywood & Smith 2006), siendo necesario:

- Identificar los elementos que se deben considerar para la definición de los proyectos en la etapa de planificación
- Investigar la interrelación e interacción entre los elementos para formular el modelo de estructura de la red de los mismos
- Determinar el nivel de importancia de cada elemento, en términos de su contribución a los proyectos en general
- Identificar quiénes son los actores que deben participar en la definición de cada elemento del alcance de los proyectos
- Investigar los intereses y preocupaciones de las partes interesadas en los elementos de definición de los proyectos, para formular el modelo de estructura jerárquica
- Identificar el grado y alcance de la contribución de cada uno de las partes interesadas en la mejora de la integridad de cada elemento del alcance de los proyectos
- Desarrollar una herramienta de evaluación para medir el nivel de definición del alcance de los proyectos, de acuerdo a la entrada de las partes interesadas

Al respecto, la gestión del alcance es el instrumento que permite a la dirección de proyectos disponer de la información suficiente y necesaria para conducirlos hacia su realización exitosa (PMI 2013) (IPMA 2015), implicando:

- Definir todo el trabajo de los proyectos, identificándolo e incluyéndolo al 100%, descomponiéndolo para poder estimar el esfuerzo requerido para su compleción
- Definir los entregables de los proyectos, asegurando la implicación y compromiso de las partes interesadas
- Asignar roles y responsabilidades, relacionando la estructura de desglose de trabajos -EDT- con el organigrama de los proyectos
- Proporcionar al resto de agentes una visión clara acerca de los resultados finales previstos por los proyectos, tras su ejecución, cubriendo las necesidades y expectativas de las partes interesadas
- Proveer un marco referencial, que sirva de base para la comunicación entre las partes interesadas, organizando la información relativa a su avance
- Facilitar la comunicación entre los participantes en los proyectos
- Controlar los proyectos, facilitando la comparación de lo que se ejecuta contra lo presupuestado
- Generar estimaciones de coste y plazo más precisas

Por el contrario, la mala definición del alcance es una de las principales causas de fracaso de los proyectos, afectando negativamente a los mismos en las áreas de costes, plazos y características operativas (Wang 2002), por lo que es preciso intervenir en su gestión.

## **2. OBJETIVOS**

El objetivo general de esta investigación es demostrar la utilidad de las herramientas predictivas en la dirección de proyectos en el sector de la construcción, tanto para contrastar la implantación de sistemas de gestión relacionados, como para, una vez implementados, evaluar la planificación y ejecución de los proyectos desarrollados con dichos sistemas. En consecuencia, de paso, también se comprueba el correcto estado, avance y progreso de los proyectos y, por consiguiente, se validan y verifican los sistemas de gestión implantados.

## **3. METODOLOGÍA**

La metodología de la investigación consta de los siguientes pasos:

En primer lugar, se modeliza un sistema de gestión del alcance, estableciéndose los pasos previos necesarios para proceder con éxito a la implantación del sistema, dependientes de la cultura en dirección de proyectos de las organizaciones intervinientes, de la competencia de sus miembros -agentes edificatorios- y de su propia madurez, eligiendo los enfoques por competencias y por procesos como las perspectivas adecuadas para abordarlo.

A continuación, se seleccionan las herramientas predictivas para la evaluación del rendimiento de los proyectos en los que se pretende implantar el sistema de gestión:

- Índice del grado de definición del proyecto -PDRI-
- Gestión del valor ganado -EVM-

Seguidamente se seleccionan los proyectos en los que implantar el sistema. Finalmente, se contrastan los resultados obtenidos, comparándolos con resultados históricos.

### 3.1. Modelización del Sistema

La gestión del alcance considera qué puede hacerse en los proyectos, por qué debe hacerse -las necesidades a cubrir-, y cómo puede hacerse, -a tiempo, con calidad y en coste-, jugando un papel clave en la definición de los resultados de los proyectos, en términos de rendimiento (Camilleri 2011).

Asimismo, el propósito de la definición de los proyectos es proporcionar la información adecuada que se necesita para identificar el trabajo que, sin grandes cambios, se ha de realizar (Chritamara, Ogunlana & Bach 2001), preparándose para su ejecución y ayudando a decidir sobre si debe o no continuar (Fageha & Aibinu 2013).

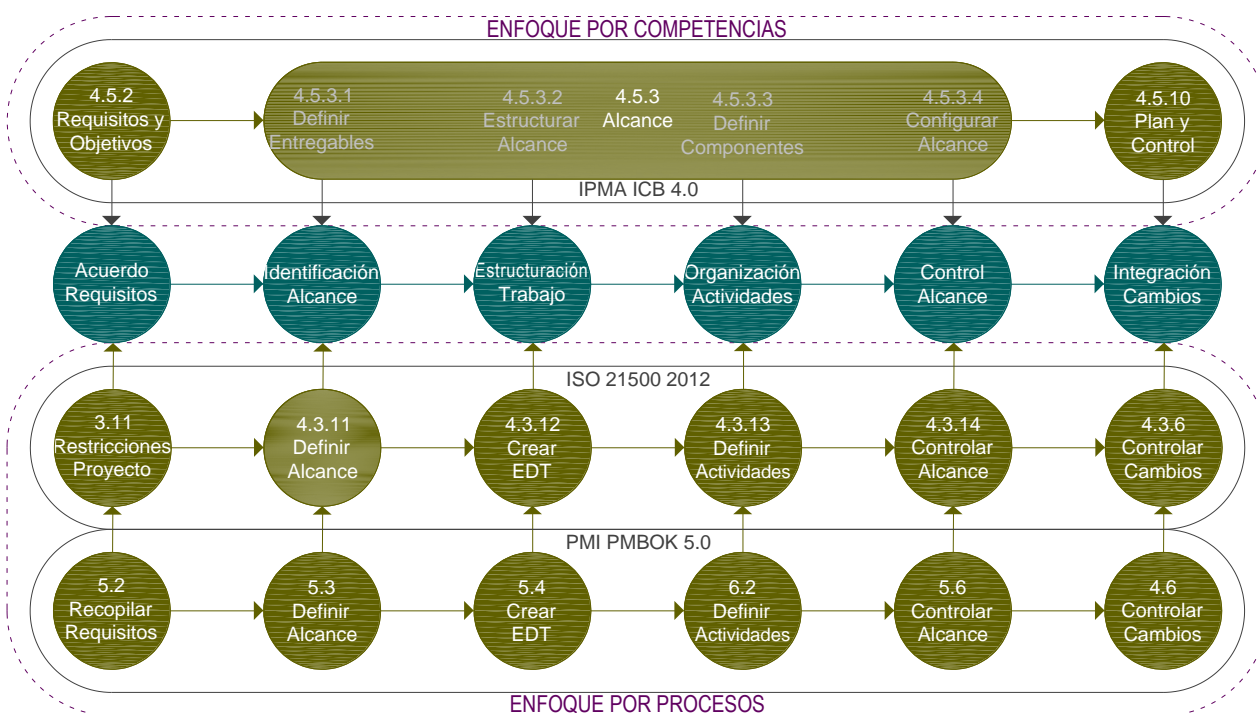
Una definición del alcance incompleta, en las primeras etapas del ciclo de vida de los proyectos, es una fuente común de dificultades en el sector de la construcción. Por el contrario (Fageha & Aibinu 2014), una definición completa del alcance, garantiza una aplicación, sin problemas y con éxito, de la ejecución de los proyectos.

Por ello, uno de los primeros pasos en el proceso de planificación de los proyectos es entender lo que ha de ser definido, con el fin de asegurar por adelantado que el alcance es claro, lo que facilita su éxito (Cho & Gibson 2001), procurando en relación a los elementos:

- Identificar los que deben ser considerados en la definición de los proyectos
- Investigar las interrelaciones
- Determinar las contribuciones a la integridad general de la definición de los proyectos

En definitiva, el alcance de los proyectos, se presenta como la primera de sus dimensiones de éxito, por su naturaleza globalizadora y significancia predictiva, así como por su importancia táctica frente a los cambios, por lo que, para poder disponer de una metodología efectiva para la gestión de los proyectos, es preciso comenzar por la modelización de un sistema para la gestión del alcance de los mismos, a partir de las propuestas de las principales organizaciones internacionales en dirección de proyectos, como PMI, IPMA e ISO, según indica la Figura 1:

**Figura 1: Modelo para la gestión del alcance en los proyectos de construcción**



Las bases para la competencia ICB 4 de IPMA (IPMA 2015) suministran las competencias profesionales en dirección de proyectos necesarias, al presentar la capacidad de integrar sus elementos. Asimismo, la estructura de la guía PMBOK 5 del PMI (PMI 2013) provee un marco de referencia para aplicar los procesos, herramientas y técnicas del sistema.

De esta forma, partiendo de las teorías propuestas por las asociaciones más prestigiosas a nivel mundial, tanto PMI, con sus programas de investigación y oportunidades de desarrollo, como IPMA, con su visión humanista, se consigue alinear el modelo teórico con el estándar internacional ISO 21500 (AENOR 2013), compatible, no sólo con PMI PMBOK e IPMA NCB, sino también con AXELOS PRINCE2, PMAJ P2M, ISO 10006, BS 6079, DIN 69901, ANSI 99-001-2013 y AS 4915, entre otros estándares de referencia.

### 3.2. Índice del grado de definición del proyecto -PDRI-

PDRI es una herramienta de la dirección de proyectos que ayuda a calcular una puntuación total que represente el nivel de definición del proyecto (Dumont, Gibson & Fish 1997).

Para proyectos del sector de la construcción, PDRI es una lista, exhaustiva y ponderada, de sesenta y cuatro elementos de definición del alcance del proyecto, que proporciona a los equipos de proyectos y a su dirección, una evaluación objetiva del estado de los mismos (Wang 2002). Se divide en tres secciones, que representan las tres fases principales de los proyectos: viabilidad, planificación y ejecución, con sus respectivas categorías, tal y como muestra la Tabla 1:

**Tabla 1. Secciones y categorías del PDRI-Elaboración propia**

| I. Viabilidad del Proyecto | (16) | II. Diseño del Proyecto | (32) | III. Ejecución del Proyecto | (14) |
|----------------------------|------|-------------------------|------|-----------------------------|------|
| A. Estrategias de Negocio  | (6)  | D. Información General  | (8)  | H. Estrategia de Compras    | (2)  |
| B. Filosofía del Cliente   | (4)  | E. Programación         | (13) | J. Entregables              | (2)  |
| C. Requisitos del Proyecto | (6)  | F. Parámetros de Diseño | (8)  | K. Control del Proyecto     | (5)  |
|                            |      | G. Equipamiento         | (3)  | L. Plan de Ejecución        | (5)  |

Nota: entre paréntesis el número de elementos por sección y/o categoría

La utilización de esta práctica (Wang 2002) genera en los proyectos y, por extensión, a sus partes interesadas, numerosos beneficios, entre los que destacan:

- Mide el grado de desarrollo del alcance de los proyectos
- Identifica elementos no suficientemente definidos, para emprender acciones
- Mejora la eficiencia en la gestión del tiempo y del coste en las primeras etapas de los proyectos, al utilizarse como guía para la definición de los objetivos y del alcance
- Permite evaluar y controlar los proyectos durante todo su ciclo de vida
- Predice factores de riesgo que pueden desviar el rendimiento de los proyectos
- Unifica criterios en la evaluación del estado, avance y progreso de los proyectos
- Crea cultura en las organizaciones para ejecutar proyectos maduros, con objetivos y alcance definidos
- Mejora el alineamiento y comunicación en los equipos de dirección de los proyectos

Más en detalle, PDRI es una herramienta de puntuación para medir la adecuación de la definición del alcance de los proyectos, con el fin de mejorar la definición completa de su alcance: Una puntuación PDRI baja representa que existe una buena definición del alcance y, en general, corresponde con una mayor probabilidad de que los proyectos resulten exitosos. Por el contrario, una alta puntuación significa que ciertos elementos del alcance carecen de una definición adecuada (Cho & Gibson 2001).

### 3.3. Gestión del valor ganado -EVM-

EVM proporciona a las organizaciones la metodología necesaria para integrar la gestión del alcance de los proyectos, cronograma y presupuesto, respondiendo a cuestiones críticas para el éxito de los mismos (PMI 2011):

- Estado actual de los trabajos, en relación a lo previsto
- Cronogramas de compleción de los proyectos
- Costes reales actuales, en relación a los presupuestos
- Costes de compleción de los proyectos

Con carácter general (Alsina 2013), EVM brinda las siguientes oportunidades:

- Revisar si los proyectos progresan por encima o por debajo del presupuesto
- Revisar si los proyectos progresan adelantados o atrasados respecto del cronograma
- Observar tendencias en los proyectos
- Hacer proyecciones en función de las distintas situaciones de los proyectos
- Empezar acciones para mitigar el impacto de los problemas detectados

No obstante, el requisito más exigente y crítico en EVM no son ni el coste ni el plazo de los proyectos, sino la definición total de su alcance, así como su estructuración a través de las estructuras de desglose de trabajos -EDT- (Fleming & Koppelman 2010).

Asimismo, si se rechaza la hipótesis de que, en los proyectos de construcción, una reducción temporal implica, indefectiblemente y de modo directo, una reducción de costes indirectos y gastos generales, entonces es preciso matizar esta relación, inversamente proporcional, entre el plazo y los costes directos. En este contexto, surge la necesidad de utilizar una herramienta que relacione estas variables, entre sí y, además, con alcance de los proyectos (Bustos 2014).

En el ámbito de la construcción, desde el punto de vista de la dirección facultativa, este método permite que se supere una actitud pasiva, basada en recopilar información para registrar el desarrollo de la obra, adoptando un enfoque estratégico que permite pronosticar y tomar medidas en consecuencia (Valderrama & Guadalupe 2010).

Para ello, EVM (PMI 2011) permite el seguimiento y control de los grupos de materia del alcance, tiempo y coste, midiendo:

- Rendimiento, determinando el coste presupuestado del trabajo realizado, también llamado valor ganado -EV-, comparándolo con el coste real del trabajo realizado -AC-
- Avance, comparando el valor ganado -EV- con el presupuesto planificado -PV-

A continuación, y a partir de las variables EV, PV y AC, se procede a la definición de los indicadores que permiten controlar el estado de los proyectos, en relación a los presupuestos y cronogramas aprobados, en cualquier momento de su ejecución, y no sólo una vez finalizados:

- $CPI=EV/AC$ , mide la eficiencia del uso de recursos en un proyecto, procurando que los valores sean  $\geq 1$ , referencia planificada
- $SPI=EV/PV$ , mide la eficiencia del trabajo y progreso en un proyecto, procurando que los valores sean  $\geq 1$ , referencia planificada
- $CSI=CSI \times SPI$ , mide el grado en que se compensan CPI y SPI

#### 4. CASO DE ESTUDIO

En el presente estudio, se presentan cuatro proyectos de construcción, dos históricos y dos en los que el sistema de gestión, descrito en el punto 3.1, ha sido implantado, para evaluar y comparar su rendimiento; validando, tanto la modelización del sistema como el uso de las herramientas predictivas elegidas, PDRI y EVM.

Los proyectos elegidos, dos industriales en su fase de proyecto técnico y dos comerciales en su fase de ejecución de obra, se desarrollan en el mismo contexto socioeconómico, entre los años 2011 y 2015, y geográfico, todas situadas en la localidad gaditana de El Puerto de Santa María. Asimismo, son dirigidos por el mismo equipo facultativo y presentan similares características tipológicas, técnicas y constructivas.

Los proyectos y obras seleccionados son:

- **Gabinete de Ingeniería Avanzada**, como proyecto histórico con el que contrastarse
- **Vivero de Empresas Industriales**, como proyecto industrial de tamaño medio
- **Vinoteca**, como obra histórica con la que compararse
- **Clínica dermatológica**, como obra comercial de pequeño tamaño

En la tabla 2 se presenta la ficha técnica de los proyectos seleccionados:

**Tabla 2. Ficha técnica de los proyectos seleccionados**

| Proyecto / Obra     | Emplazamiento       | Superficie construida | Finalización proyecto | Finalización obra |
|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| Gabinete Ingeniería | PI Salinas Poniente | 400 m <sup>2</sup>    | 2012                  | 2013              |
| Vivero Industrias   | PI Salinas Poniente | 990 m <sup>2</sup>    | 2013                  | En ejecución      |
| Vinoteca            | C/ Ribera del Río   | 70 m <sup>2</sup>     | 2011                  | 2012              |
| Clínica             | U/ Vistahermosa     | 120 m <sup>2</sup>    | 2014                  | 2015              |

#### 5. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los cuatro proyectos seleccionados, a través de los indicadores facilitados por las herramientas predictivas objeto de estudio: PDRI y EVM.

Seguidamente, se contrastan dichos resultados, con el objeto de obtener, por un lado, la aprobación del sistema de gestión modelizado y, por otro lado, la validación de las herramientas predictivas utilizadas.

##### 5.1. Resultados del PDRI

En este apartado se analizan los resultados obtenidos por los cuatro proyectos y obras seleccionadas, en los sesenta y cuatro indicadores de las categorías del PDRI de construcción, en sus tres secciones -viabilidad, planificación y ejecución-.

Como aclara el Construction Industry Institute -CII-, los elementos del PDRI no tienen la misma importancia con respecto a su potencial impacto en el éxito global del proyecto (CII 1999), para aumentar su utilidad como herramienta de análisis de riesgos, por lo que la puntuación de la escala de satisfacción no es uniforme.

PDRI se obtiene a partir de los datos históricos disponibles de los proyectos previos, y con los datos registrados de los proyectos en los que sí se ha implantado un sistema, como muestra la Tabla 3:

**Tabla 3. Puntuaciones por secciones del PDRI en los proyectos seleccionados**

| Sección<br>Elemento                   | Nivel de Definición |     |     |     | Sección<br>Elemento               | Nivel de Definición |            |            |     |
|---------------------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----------------------------------|---------------------|------------|------------|-----|
|                                       | PI1                 | PI2 | OC1 | OC2 |                                   | PI1                 | PI2        | OC1        | OC2 |
| <b>I. Viabilidad del Proyecto</b>     |                     |     |     |     | <b>136</b>                        | <b>52</b>           | <b>105</b> | <b>48</b>  |     |
| A1. Uso del Edificio                  | 12                  | 1   | 1   | 1   | A2. Justificación Empresarial     | 0                   | 0          | 0          | 0   |
| A3. Plan de Negocio                   | 14                  | 8   | 0   | 0   | A4. Análisis Económico            | 6                   | 6          | 0          | 0   |
| A5. Instalaciones                     | 9                   | 2   | 16  | 9   | A6. Expansión Futura              | 1                   | 1          | 1          | 1   |
| A7. Consideraciones del Lugar         | 8                   | 1   | 8   | 1   | A8. Declaración de Objetivos      | 4                   | 1          | 11         | 4   |
| B1. Confiabilidad                     | 5                   | 5   | 5   | 5   | B2. Mantenimiento                 | 5                   | 1          | 9          | 1   |
| B3. Funcionamiento                    | 5                   | 1   | 5   | 1   | B4. Diseño                        | 1                   | 1          | 1          | 1   |
| C1. Proceso Valor-Análisis            | 10                  | 6   | 14  | 6   | C2. Criterios de Diseño           | 13                  | 1          | 1          | 1   |
| C3. Instalaciones Existentes          | 2                   | 2   | 2   | 2   | C4. Alcance General               | 5                   | 1          | 5          | 1   |
| C5. Cronograma                        | 15                  | 6   | 11  | 6   | C6. Costo Estimado                | 21                  | 8          | 15         | 8   |
| <b>II. Planificación del Proyecto</b> |                     |     |     |     | <b>157</b>                        | <b>69</b>           | <b>119</b> | <b>52</b>  |     |
| D1. Disposición                       | 0                   | 1   | 0   | 0   | D2. Estudios                      | 8                   | 1          | 0          | 0   |
| D3. Información Geotécnica            | 19                  | 2   | 0   | 0   | D4. Normativa                     | 1                   | 1          | 1          | 1   |
| D5. Evaluación Ambiental              | 12                  | 5   | 5   | 1   | D6. Servicios Públicos            | 4                   | 1          | 7          | 1   |
| D7. Seguridad                         | 1                   | 1   | 1   | 1   | D8. Tratamiento de Residuos       | 3                   | 1          | 6          | 1   |
| E1. Programa                          | 9                   | 5   | 12  | 5   | E2. Lista Resumen                 | 16                  | 6          | 21         | 6   |
| E3. Adyacencias                       | 3                   | 3   | 10  | 6   | E4. Apilamientos                  | 4                   | 4          | 13         | 4   |
| E5. Desarrollo por Fases              | 1                   | 1   | 8   | 5   | E6. Circulaciones                 | 4                   | 1          | 1          | 1   |
| E7. Relaciones Funcionales            | 3                   | 1   | 1   | 1   | E8. Logística                     | 4                   | 2          | 1          | 1   |
| E9. Transportes                       | 7                   | 7   | 1   | 1   | E10. Acabados de Construcción     | 1                   | 1          | 1          | 1   |
| E11. Datos por Estancias              | 7                   | 4   | 4   | 1   | E12. Mobiliario y Equipamiento    | 4                   | 1          | 1          | 1   |
| E13. Tratamiento de Ventanas          | 0                   | 0   | 0   | 0   | F1. Diseño General                | 4                   | 1          | 1          | 1   |
| F2. Diseño Arquitectónico             | 1                   | 1   | 1   | 1   | F3. Diseño Estructural            | 1                   | 1          | 0          | 0   |
| F4. Diseño Mecánico                   | 6                   | 2   | 0   | 0   | F5. Diseño Eléctrico              | 5                   | 1          | 1          | 1   |
| F6. Seguridad                         | 1                   | 1   | 1   | 1   | F7. Análisis de Constructabilidad | 11                  | 4          | 4          | 1   |
| F8. Sofisticación Tecnológica         | 5                   | 3   | 5   | 3   | G1. Listado                       | 5                   | 1          | 5          | 1   |
| G2. Ubicación de Dibujos              | 1                   | 1   | 3   | 1   | G3. Utilidad de equipos           | 6                   | 4          | 6          | 4   |
| <b>III. Ejecución del Proyecto</b>    |                     |     |     |     | <b>94</b>                         | <b>40</b>           | <b>115</b> | <b>55</b>  |     |
| H1. Equipamiento y Materiales         | 10                  | 1   | 7   | 4   | H2. Procedimientos de Compra      | 9                   | 3          | 11         | 3   |
| J1. Modelo                            | 2                   | 0   | 4   | 0   | J2. Entregables                   | 2                   | 1          | 7          | 2   |
| K1. Aseguramiento de la Calidad       | 3                   | 1   | 3   | 1   | K2. Control de Costos             | 7                   | 4          | 7          | 4   |
| K3. Control de Plazos                 | 11                  | 4   | 8   | 4   | K4. Gestión de Riesgos            | 14                  | 10         | 18         | 10  |
| K5. Seguridad                         | 1                   | 1   | 1   | 1   | L1. Organización del proyecto     | 5                   | 3          | 5          | 3   |
| L2. Criterios de Aprobación           | 9                   | 4   | 9   | 6   | L3. Entrega del proyecto          | 5                   | 1          | 15         | 8   |
| L4. Plan Constructivo                 | 11                  | 4   | 11  | 4   | L5. Requisitos de Terminación     | 5                   | 3          | 9          | 5   |
| <b>Total</b>                          |                     |     |     |     | <b>387</b>                        | <b>161</b>          | <b>339</b> | <b>155</b> |     |

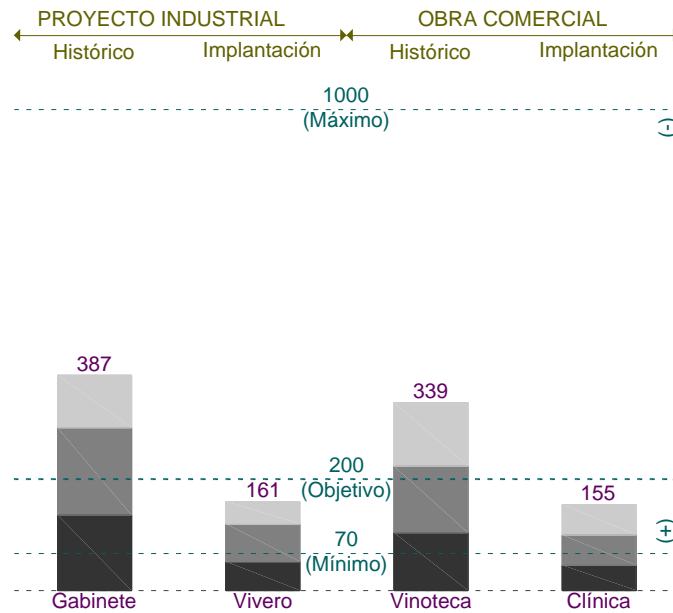
Siendo:

|     |                                    |   |
|-----|------------------------------------|---|
| PI1 | Proyecto Industrial 1 (histórico). | Gabinete Técnico de Ingeniería Avanzada |
| PI2 | Proyecto Industrial 2.             | Vivero de Empresas Industriales         |
| OC1 | Obra Comercial 1 (histórico).      | Vinoteca                                |
| OC2 | Obra Comercial 2.                  | Clínica Dermatológica                   |

En la Figura 2 se resumen los resultados obtenidos por los cuatro proyectos seleccionados, comprobándose como el sistema de gestión consigue situar las puntuaciones por debajo del valor objetivo y, por lo tanto, lograr los objetivos establecidos:



**Figura 2: Resultados obtenidos en el PDRI por los proyectos seleccionados**



## 5.2. Resultados del EVM

En este apartado se analizan los resultados obtenidos por los cuatro proyectos y obras seleccionadas, en relación al cumplimiento de los costes y plazos planificados, mediante la herramienta EVM, partiendo de los datos históricos de los proyectos previos con los datos disponibles de los proyectos en los que sí se ha implantado un sistema. En la Tabla 4 se muestra el porcentaje de presupuesto, planificado y real, por cada primer nivel de la EDT, tanto para los proyectos industriales como para las obras comerciales:

**Tabla 4. Costes planificado y real de los proyectos y obras seleccionados**

| EDT (1 nivel)                          |                                |                |                                 |                |
|--|--------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|
| Presupuesto (%)                        |                                |                |                                 |                |
| Proyectos Industriales                 | Gabinete técnico de Ingeniería |                | Vivero de Empresas industriales |                |
|  | Planificado                    | Real           | Planificado                     | Real           |
| 1. Memoria                             | 12,50%                         | 16,10%         | 12,50%                          | 12,50%         |
| 2. Anejos a la memoria                 | 20,00%                         | 25,80%         | 20,00%                          | 20,28%         |
| 3. Pliego de condiciones               | 7,50%                          | 9,67%          | 7,50%                           | 7,78%          |
| 4. Mediciones y presupuesto            | 22,50%                         | 28,93%         | 22,50%                          | 22,78%         |
| 5. Planos                              | 37,50%                         | 48,30%         | 37,50%                          | 38,00%         |
| <b>Total</b>                           | <b>100,00%</b>                 | <b>132,80%</b> | <b>100,00%</b>                  | <b>101,33%</b> |
| Obras comerciales                      | Vinoteca                       |                | Clínica dermatológica           |                |
|  | Planificado                    | Real           | Planificado                     | Real           |
| D. Demoliciones                        | 6,96%                          | 7,74%          | 5,35%                           | 9,16%          |
| F. Fachadas                            | 6,68%                          | 7,54%          | 9,55%                           | 4,90%          |
| P. Particiones                         | 14,71%                         | 16,64%         | 12,44%                          | 17,19%         |
| I. Instalaciones                       | 26,87%                         | 30,43%         | 27,42%                          | 26,98%         |
| N. Aislamientos e Impermeabilizaciones | 0,73%                          | 0,91%          | 1,16%                           | 0,84%          |
| R. Revestimientos                      | 27,96%                         | 31,66%         | 28,27%                          | 28,57%         |
| S. Señalización y Equipamientos        | 9,43%                          | 10,66%         | 12,16%                          | 9,08%          |
| G. Gestión de Residuos                 | 2,76%                          | 2,80%          | 2,33%                           | 2,52%          |
| Y. Seguridad y Salud                   | 3,90%                          | 3,90%          | 1,30%                           | 1,99%          |
| <b>Total</b>                           | <b>100,00%</b>                 | <b>112,29%</b> | <b>100,00%</b>                  | <b>101,22%</b> |

En la Tabla 5, se muestra el porcentaje de cronograma, planificado y real, por cada primer nivel de la EDT, de los proyectos y obras seleccionados:

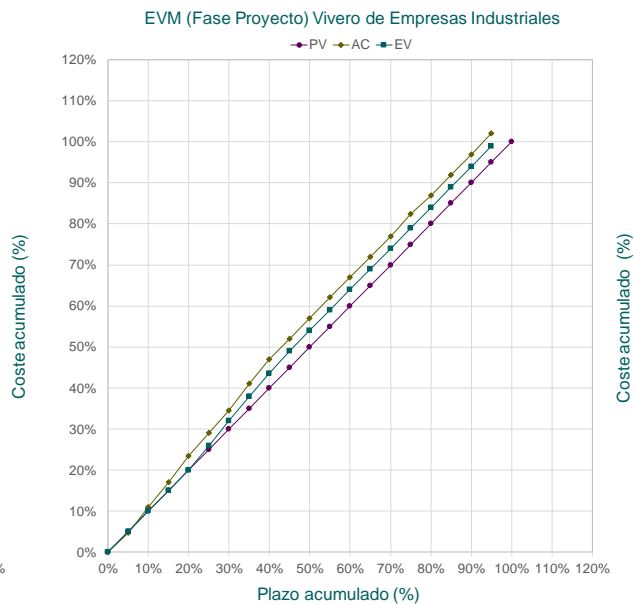
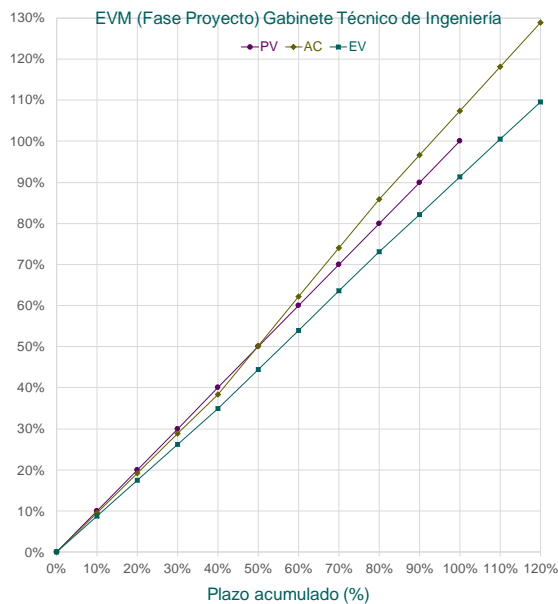
**Tabla 5. Plazos planificado y real de los proyectos y obras seleccionados**

| EDT (1 nivel)                          | Cronograma (%)                        |                |  |                |
|--|---------------------------------------|----------------|--|----------------|
| <b>Proyectos industriales</b>          | <b>Gabinete técnico de Ingeniería</b> |                | <b>Vivero de Empresas industriales</b> |                |
|  | Planificado                           | Real           | Planificado                            | Real           |
| 1. Memoria descriptiva                 | 10,00%                                | 15,00%         | 12,50%                                 | 12,50%         |
| 2. Anejos a la memoria                 | 20,00%                                | 25,00%         | 18,75%                                 | 18,75%         |
| 3. Pliego de condiciones               | 10,00%                                | 10,00%         | 8,33%                                  | 8,33%          |
| 4. Mediciones y presupuesto            | 25,00%                                | 25,00%         | 20,83%                                 | 25,00%         |
| 5. Planos                              | 35,00%                                | 45,00%         | 37,50%                                 | 31,25%         |
| <b>Total</b>                           | <b>100,00%</b>                        | <b>120,00%</b> | <b>100,00%</b>                         | <b>95,83%</b>  |
| <b>Obras comerciales</b>               | <b>Vinoteca</b>                       |                | <b>Clínica dermatológica</b>           |                |
|  | Planificado                           | Real           | Planificado                            | Real           |
| D. Demoliciones                        | 30,00%                                | 40,00%         | 10,00%                                 | 20,00%         |
| F. Fachadas                            | 30,00%                                | 30,00%         | 20,00%                                 | 30,00%         |
| P. Particiones                         | 30,00%                                | 40,00%         | 50,00%                                 | 60,00%         |
| I. Instalaciones                       | 60,00%                                | 50,00%         | 50,00%                                 | 40,00%         |
| N. Aislamientos e Impermeabilizaciones | 20,00%                                | 10,00%         | 30,00%                                 | 30,00%         |
| R. Revestimientos                      | 50,00%                                | 60,00%         | 50,00%                                 | 50,00%         |
| S. Señalización y Equipamientos        | 10,00%                                | 20,00%         | 30,00%                                 | 40,00%         |
| G. Gestión de Residuos                 | 100,00%                               | 100,00%        | 70,00%                                 | 80,00%         |
| Y. Seguridad y Salud                   | 100,00%                               | 120,00%        | 100,00%                                | 100,00%        |
| <b>Total</b>                           | <b>100,00%</b>                        | <b>120,00%</b> | <b>100,00%</b>                         | <b>101,22%</b> |

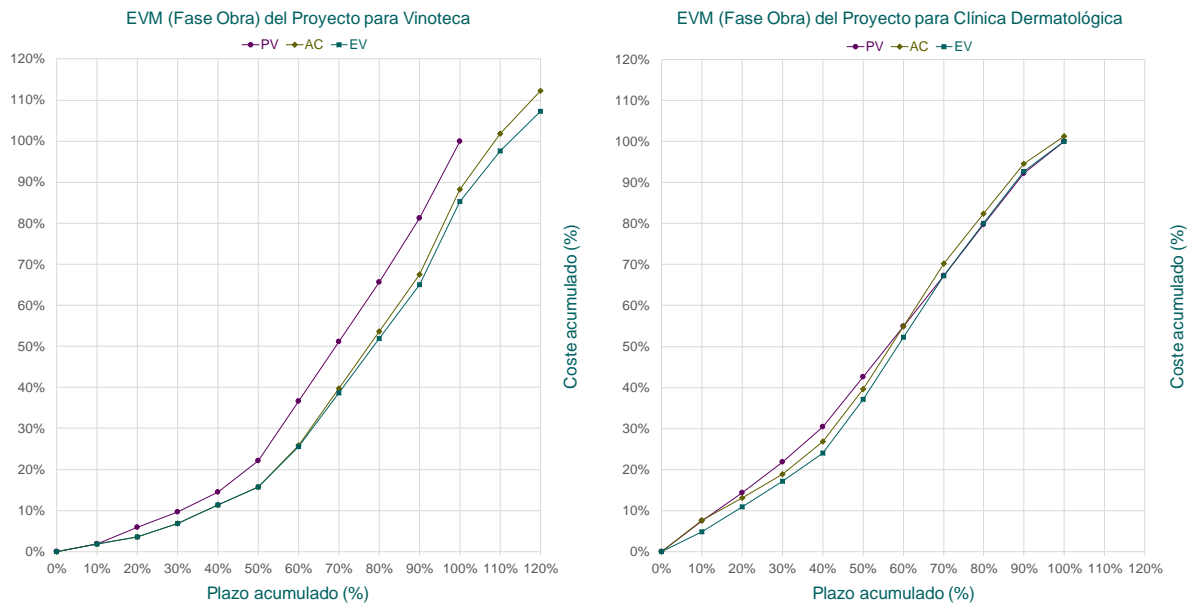
A partir de los datos del presupuesto y cronograma de los proyectos seleccionados, se obtienen los indicadores finales del EVM, a partir de sus curvas de avance PV, AC, EV, tanto en la fase de proyecto, para el caso de los industriales, como de obra, para el caso de los comerciales.

En las Figuras 3a-3b se presentan las curvas de avance de los proyectos y obras seleccionados:

**Figura 3a: Curvas de avance del EVM de los proyectos industriales seleccionados**



**Figura 3b: Curvas de avance del EVM de las obras comerciales seleccionadas**



En la Tabla 6 se muestran los indicadores finales del EVM, tal y como muestra la Tabla 6:

**Tabla 6. Análisis EVM en proyectos seleccionados**

| Tipología de Proyectos Industriales |  | CPI   | SPI   | CSI          |
|-------------------------------------|--|-------|-------|--------------|
| Histórico                           | <b>Gabinete Técnico de Ingeniería</b>  | 0,851 | 0,913 | <b>0,777</b> |
| Implantación Sistema de Gestión     | <b>Vivero de Empresas Industriales</b> | 0,980 | 1,035 | <b>1,014</b> |
| Tipología de Obras Comerciales      |  | CPI   | SPI   | CSI          |
| Histórico                           | <b>Vinoteca</b>                        | 0,956 | 0,852 | <b>0,815</b> |
| Implantación Sistema de Gestión     | <b>Clínica Dermatológica</b>           | 0,988 | 1,00  | <b>0,988</b> |

### 5.3. Análisis de resultados

En el caso del proyecto industrial donde se implanta el sistema para la gestión del alcance, PDRI se reduce un 58%; y en el caso de la obra comercial, un 54%, logrando en ambos casos situarse por debajo del valor objetivo, gracias a las implicaciones que la gestión del alcance, reflejado en la correcta definición de las distintas partes de los proyectos, tiene en la estrategia, calidad, presupuesto y cronograma de los mismos (Cho & Gibson 2001), entre otras restricciones.

Asimismo, en el caso del proyecto industrial donde se implanta el sistema para la gestión del alcance, el índice CSI del EVM se incrementa un 31%; y en el caso de la obra comercial un 21%, logrando incluso en este último caso situarse por encima del valor objetivo, al permitir analizar la posibilidad de compensar ahorros en el presupuesto con retrasos en el cronograma y viceversa, mediante la adición de recursos, subcontratación de procesos o paralelización de actividades (Tello 2010).

De los resultados obtenidos mediante las herramientas predictivas, PDRI y EVM, se deduce que la gestión del alcance es la más importante de las tres restricciones que conforman el núcleo duro del proyecto -junto al coste y el plazo- (Shenhar et al. 2001). En consecuencia, se procede a aceptar el modelo de gestión implementado, validándose con los resultados que muestra la Tabla 7:

**Tabla 7. Resultados de la implantación del sistema en términos de rendimiento**

| Fase Proyecto (Tipología industrial) |  | $\Delta$ Presupuesto * | $\Delta$ Cronograma * |
|--------------------------------------|--|------------------------|-----------------------|
| Anterior a la implantación           | <b>Gabinete Técnico de Ingeniería</b>  | + 29 %                 | + 20 %                |
| Posterior a la implantación          | <b>Vivero de Empresas Industriales</b> | + 01 %                 | - 04 %                |
| Fase Obra (Tipología comercial)      |  | $\Delta$ Presupuesto * | $\Delta$ Cronograma * |
| Anterior a la implantación           | <b>Vinoteca</b>                        | + 15 %                 | + 20 %                |
| Posterior a la implantación          | <b>Clínica Dermatológica</b>           | + 01 %                 | $\pm$ 00 %            |

\* No engloba extras solicitados por el cliente, sino cambios debidos a problemas en la definición del proyecto

Gracias a la implantación del modelo de gestión propuesto y mediante las herramientas de control PDRI y EVM, se evitan sobrecostes -entre un 15% y un 30%- y retrasos -entre un 20% y un 25%-, derivados de la falta de definición del proyecto.

## 6. CONCLUSIONES

En las organizaciones que intervienen en los proyectos de construcción, deben emprenderse acciones que permitan minimizar los efectos negativos en el presupuesto y cronograma, por lo que un adecuado control sobre ambos resulta trascendental para garantizar el éxito de los proyectos. Asimismo, una adecuada gestión del alcance de los proyectos proporciona los fundamentos necesarios que permiten intervenir sobre los aspectos más relevantes a considerar para reducir las causas que originan falta de rendimiento en dichas áreas.

A partir del establecimiento de las máximas garantías en las etapas tempranas de definición de los proyectos, se proponen prácticas que, orientadas a objetivos, pueden intervenir en los factores que procuran rendimiento en la gestión, alineándose con la estrategia, como camino hacia el éxito.

El sistema propuesto documenta las competencias y procesos necesarios para la realización de una eficiente y efectiva gestión del alcance, favoreciendo el seguimiento del proyecto en todas sus fases, desde su ideación hasta su liquidación, concienciando en la responsabilidad de definir el proyecto, inspeccionando las variables que pueden impedir la consecución de los objetivos acordados.

En relación a los proyectos anteriores a la implantación del sistema, la falta de definición de alcance en su planificación y ejecución, genera cambios que repercuten en el rendimiento. Sin embargo, una vez se implanta el sistema, se produce una mayor definición de los proyectos, generando un menor número de cambios, por deficiencias de los mismos, y; por tanto, de contradictorios, así como estimaciones más realistas.

En consecuencia, la utilización de herramientas predictivas durante el desarrollo de los proyectos y no solo a su conclusión, permite a la dirección de los mismos, a partir del estado y progreso de los mismos, conocer su avance y tendencia, por lo que puede anticiparse emprendiendo las acciones correctivas o preventivas necesarias.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- AENOR. (2013). *Directrices para la dirección y gestión de proyectos. UNE-ISO 21500:2013*. Madrid: AENOR.
- Alsina, J. (2013). *Gestión del valor ganado para el control de proyectos*. ProjectCharter.
- Bustos, O. (2014). *Factores latentes de la desviación de presupuestos en proyectos de arquitectura. Un análisis empírico*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia. DOI:10.13140/RG.2.1.1214.4168.

- Camilleri, E. (2011). *Project success: critical factors and behaviours*. Burlington: Gower Publishing Company.
- Cho, Ch., & Gibson, G. E. (2001). Building project scope definition using project definition rating index. *Journal of Architectural Engineering*, 7 (4): 115–125. DOI:10.1061/(ASCE)1076-0431(2001)7:4(115).
- Chritamara, S., Ogunlana, S., & Bach, N. L. (2001). Investigating the effect of initial scope establishment on the performance of a project through system dynamics modelling. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 8 (5/6): 381–392. DOI:10.1108/eb021198.
- Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España -CSCAE-. (2015). *Estadística de La Edificación. 4º Trimestre 2014*. Madrid:CSCAE.
- Construction Industry Institute -CII-. (1999). *RR155-11 – Development of a Project Definition Rating Index (PDRI) for Building Projects*. Austin: The University of Texas.
- Davis, K. (2014). Different stakeholder groups and their perceptions of project success. *International Journal of Project Management*, 32 (2): 189–201. DOI:10.1016/j.ijproman.2013.02.006.
- Dumont, P. R., Gibson G. E., & Fish, J. (1997). Scope management using project definition rating index. *Journal of Management in Engineering*, 13 (5): 54–60. DOI:10.1061/(ASCE)0742-597X(1997)13:5(54).
- Fageha, M. K., & Aibinu, A. A. (2013). Managing project scope definition to improve stakeholders' participation and enhance project outcome. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 74: 154–164. DOI:10.1016/j.sbspro.2013.03.038.
- Fageha, M. K., & Aibinu, A. A. (2014). Prioritising project scope definition elements in public building projects. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 14 (3): 18–33. DOI:10.5130/ajceb.v14i3.4155.
- Fleming, Q. W., & Koppelman, J. M. (2010). *Earned value project management*. (4<sup>a</sup> ed). Newtown Square: Project Management Institute.
- Fortune, J., White, D., Jugdev, K., & Walker, D. (2011). Looking again at current practice in project management. *International Journal of Managing Projects in Business*, 4 (4): 553–572. DOI:10.1108/17538371111164010.
- Heywood, C., & Smith, J. (2006). Integrating stakeholders during community FM's early project phases. *Facilities*, 24 (7/8): 300–313. DOI:10.1108/02632770610666152.
- Instituto Nacional de Estadística -INE-. (2015). *Contabilidad nacional trimestral de España, CNTR*. Madrid.
- International Project Management Association -IPMA-. (2015). *Individual competence baseline for project, programme & portfolio management*. (4<sup>a</sup> ed). Zurich: IPMA.
- KPMG. (2015). *Global construction survey 2015 - Climbing the curve*. <https://goo.gl/2bH004>
- Project Management Institute -PMI-. (2011). *Practice standard for earned value management*. (2<sup>a</sup> ed). Newtown Square: Project Management Institute.
- Project Management Institute -PMI-. (2013). *A guide to the project management body of knowledge: PMBOK Guide*. (5<sup>a</sup> ed). Newtown Square: Project Management Institute.
- Shenhar, A.J., Dvir, D., Levy, O., & Maltz, A.C. (2001). Project success: A multidimensional strategic concept. *Long Range Planning*, 34 (6): 699–725. DOI:10.1016/S0024-6301(01)00097-8.
- Subdirección General de Estudios Económicos y Estadísticas -SGEEE-. (2015). *Estructura de La Construcción 2013*. Madrid.
- Tello, E. (2010). Valor ganado, una operativa a seguir para monitorear un proyecto. *Congreso Tour PMI Cono Sur 2010*, 43. Mendoza: PMI-Capítulo de Buenos Aires.
- Valderrama, F. G., & Guadalupe, R. E. (2010). Dos modelos de aplicación del método del valor ganado para el sector de la construcción. *XIV Congreso Internacional de Proyectos de Ingeniería*, 58–73. Madrid: AEIPRO, IPMA.
- Wang, Y. (2002). *Applying the PDRI in project risk management*. Tesis doctoral. The University of Texas at Austin.