

Marco de trabajo para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos de software

Trabajo final presentado en opción al título académico de Máster en
Calidad de Software

Autor: Ing. Jacqueline Marín Sánchez

Tutores: Dra.C Neida Aragón González

MSc. José Alejandro Lugo García

Consultante: Dr.C Juan Pedro Febles Rodríguez

La Habana, Junio de 2015

Año 57 de la Revolución

“Cada vez que las computadoras puedan contribuir con su pasmosa velocidad a un mejor y más rápido cálculo, a la obtención de una mejor información, etc.; el desempeño de los trabajadores se incrementará.”

Lázaro J. Blanco Encinosa, 2011.
“La informática en la dirección de empresas”

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA

Declaro por este medio que yo Jacqueline Marín Sánchez, con carné de identidad 84031415791, soy la autora principal del trabajo “Marco de trabajo para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control del proyectos de software”, desarrollado como parte de la Maestría en Calidad de Software y que autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso de la misma en su beneficio, así como los derechos patrimoniales con carácter exclusivo.

Y para que así conste, firmo la presente declaración jurada de autoría en la ciudad de La Habana a los __ días del mes de _____ del año 2015.

RESUMEN

La industria cubana del software está llamada a organizarse de un modo superior que le permita convertirse en una fuente de ingresos confiable para el país. Para lograrlo, se hace imprescindible el empleo de actividades, técnicas y herramientas adecuadas para conocer el estado de los proyectos que se desarrollan. Sin embargo, existen insuficiencias sobre cómo emplear adecuadamente la tecnología de forma que facilite la aplicación de las buenas prácticas existentes para el monitoreo y control de proyectos de software y contribuya a la evaluación objetiva del desempeño del proyecto. El objetivo de la presente investigación es proponer un marco de trabajo para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos de software, que contextualice las buenas prácticas establecidas por estándares de reconocimiento internacional a las necesidades de la industria, tomando como base la experiencia adquirida en el país en este campo. Los principales resultados se relacionan con: la definición de actividades, guía para el uso y aplicación de una herramienta informática para la gestión de proyectos y la propuesta de niveles de madurez que permiten aplicar gradualmente la propuesta. Mediante la aplicación del marco de trabajo se contribuye a mejorar la evaluación del desempeño de los proyectos, siendo factible y adaptable para las organizaciones que desarrollan software en el país.

Palabras clave: buenas prácticas, industria cubana del software, monitoreo y control, proyectos de software, tecnología.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: TENDENCIAS PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE PROYECTOS DE SOFTWARE	9
1.1 GESTIÓN ORIENTADA A PROYECTOS	9
1.1.1 <i>Proyectos de software</i>	9
1.1.2 <i>Dirección estratégica por proyectos</i>	10
1.2 MONITOREO Y CONTROL DE PROYECTOS DE SOFTWARE.....	10
1.3 DESEMPEÑO DE PROYECTOS.....	12
1.4 INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO.....	13
1.5 TECNOLOGÍA PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE PROYECTOS	14
1.6 TOMA DE DECISIONES	15
1.7 FORMACIÓN Y COMUNICACIÓN.....	16
1.8 LECCIONES APRENDIDAS	17
1.9 BASE DE CONOCIMIENTOS	17
1.10 GESTIÓN POR PROCESOS	18
1.11 ESTÁNDARES DE MEJORA DE PROCESOS	18
1.11.1 <i>A Guide to the Project Management Body of Knowledge (América del Norte)</i>	18
1.11.2 <i>Capability Maturity Model Integration for Development (América del Norte)</i>	19
1.11.3 <i>Normas ISO (Europa)</i>	20
1.11.4 <i>Modelo de Procesos para la Industria de Software Mexicana (América del Sur)</i>	22
1.11.5 <i>Mejora de Proceso del Software Brasileño–MPS.BR (América del Sur)</i>	23
1.12 INDUSTRIA CUBANA DEL SOFTWARE	24
1.12.1 <i>Desarrollo de la industria</i>	24
1.13 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	28
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	29
2.1 FUNDAMENTOS PARA LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	29
2.1.1 <i>Terminología asociada</i>	30
2.1.2 <i>Aplicación gradual</i>	30
2.1.3 <i>Entradas y salidas</i>	31
2.1.4 <i>Precondiciones</i>	32
2.1.5 <i>Recursos</i>	33
2.2 DESCRIPCIÓN DEL MARCO DE TRABAJO	35
2.2.1 <i>Propósito</i>	35
2.2.2 <i>Objetivos</i>	35
2.2.3 <i>Descripción detallada</i>	35
2.3 DIMENSIÓN RECURSOS HUMANOS.....	50
2.1 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	51
CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	52
3.1 SÍNTESIS DE APLICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	52
3.1.1 <i>Compatibilidad con estándares internacionales</i>	52
3.1.2 <i>Tecnología seleccionada</i>	53
3.1.3 <i>Caso de estudio utilizando Xedro GESPRO</i>	54
3.2 VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA	58
3.2.1 <i>Usabilidad del marco de trabajo</i>	59
3.2.2 <i>Impacto en el rendimiento del proyecto</i>	62
3.2.3 <i>Impacto en los recursos de trabajo</i>	66
3.2.4 <i>Satisfacción de los usuarios</i>	69
3.2.5 <i>Resultados de la triangulación metodológica</i>	71
3.3 INCIDENCIA SOCIAL DE LA PROPUESTA	72
3.4 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	73
CONCLUSIONES.....	74

RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

INTRODUCCIÓN

La industria del software reconoce que para ganar calidad en la producción, requiere de procesos bien definidos y gestionados, además de prácticas que permitan a las organizaciones aprovechar sus recursos de la mejor manera (Calero, et al., 2010). Una vía para esto lo constituye la distribución del desarrollo en proyectos productivos lo cual a su vez influirá en la mejora continua de la organización (Juran, et al., 2001).

Un proyecto de software es un conjunto gestionado de actividades y recursos interrelacionados, incluyendo personal, que entrega uno o más productos o servicios a un cliente o a un usuario final (SEI, 2010). La gestión de proyectos de software implica la planificación, *monitoreo y control* del personal, del proceso y de los eventos que ocurren mientras evoluciona el software (Pressman, 2010). El proceso de monitoreo y control es indispensable para comprender el progreso del proyecto (SEI, 2010), a través del análisis de indicadores clave, obtenidos de la recolección de datos del desempeño durante su ejecución, facilitando así la toma de decisiones (PMI, 2013).

Es común que los proyectos de desarrollo de software concluyan con importantes desvíos en cronograma y costos o, en algunos casos, sean cancelados. Una de las causas de esta dificultad consiste, en no aplicar buenas prácticas para el monitoreo y control del proyecto a partir del análisis de un cuadro de mando integral, que alerte tempranamente sobre posibles problemas (The Standish Group, 2013). Normalmente esto sucede porque se utiliza información subjetiva para registrar y analizar el desempeño del proyecto, incidiendo luego negativamente durante la toma de decisiones por no conocer el progreso real (Pussacq Laborde, 2004).

En este sentido Pressman afirma que, cuanto más cuantitativo sea el enfoque para el monitoreo y control del proyecto, se estará más preparado para prevenir problemas potenciales y responder en modo proactivo (Pressman, 2010). Por tanto, se hace necesario el uso de indicadores clave de desempeño que permitan controlar el alcance, tiempo, costo, calidad y recursos humanos y definir acciones correctivas apropiadas cuando el desempeño del proyecto se desvíe significativamente del plan (PMI, 2013).

Existen estándares de mejora de procesos que proporcionan directrices, reglas y métodos para el entendimiento del proceso de monitoreo y control de proyectos. Entre los de más aceptación se encuentra la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK Guide por sus siglas en inglés), el Modelo de Madurez y Capacidad Integrado para Desarrollo

(CMMI-DEV por sus siglas en inglés) y la familia de normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés), por citar algunos ejemplos. El uso de estos está cobrando cada vez más fuerza en las organizaciones, donde uno de los mayores beneficios es la armonización de las diferentes terminologías y comprensión de los procesos productivos y métodos, además de incidir en la mejora continua y la satisfacción de los clientes. Sin embargo, es importante señalar el papel meramente teórico que estos ejercen, orientados a la didáctica y a las certificaciones, siendo las organizaciones las encargadas de definir sus metodologías de trabajo, así como las técnicas y herramientas a utilizar (Zabaleta Etxebarria, et al., 2012) (PMI, 2013).

Las tareas requeridas para monitorear y controlar los proyectos, no se deberían realizar manualmente (Pressman, 2010). Dada la creciente complejidad para manejar la información resultante de este proceso y debido a que la mayoría de los datos primarios necesarios para la gestión provienen del empleo de conceptos lingüísticos suministrados por los propios seres humanos (Zadeh, 1965), se hace imprescindible el empleo de herramientas informáticas que automaticen la obtención de indicadores de desempeño y manejen la incertidumbre de los datos a partir de la lógica borrosa (Lugo García, et al., 2013).

Una de las funciones más importantes de las herramientas informáticas de apoyo a la gestión es, ofrecerle a los involucrados en el monitoreo y control reportes completos y frecuentes del estado del proyecto, facilitando el análisis de la información de forma eficaz. El monitoreo y control de proyectos de software soportado por el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), introduce un cambio en el estilo de dirección durante la interacción entre el equipo de proyecto, los directivos y las partes interesadas, con el propósito de alcanzar los objetivos en el menor plazo de tiempo posible, en el marco del presupuesto y con la calidad requerida (Delgado Victore, et al., 2011).

El uso de la tecnología como soporte a los procesos fundamentales de la organización, debe ir aparejada a un cambio de cultura organizacional que le permita al personal asumir las responsabilidades necesarias. Existen barreras cognoscitivas y psicológicas que dificultan la aplicación de las TIC en la toma de decisiones, el aprendizaje de estas soluciones contribuirá a su eliminación. La formalización del proceso de monitoreo y control y una adecuada metodología de trabajo para el uso de la tecnología como apoyo a la toma de decisiones, redundará en mayor eficacia y eficiencia para el proyecto y para la dirección estratégica de la organización (Blanco Encinosa, 2011).

Los recientes Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución cubanos hacen un llamado a sostener y desarrollar los resultados alcanzados en la industria del software y el proceso de informatización de la sociedad (PCC, 2011). Además, garantizar la calidad del software cubano es un imperativo para la industria nacional, afirmó el Viceministro de la Informática y las Comunicaciones en el marco de la XV Convención y Feria Internacional Informática 2013 (Suzarte Medina, 2013). Como respuesta a ello, el Ministerio de Comunicaciones (MINCOM) se proyecta hacia objetivos como, entre otros: identificar los modelos organizativos y marcos de trabajo que debe tener la industria de software para las condiciones de Cuba; fortalecer la seguridad y soberanía tecnológica en la producción de software; y potenciar el desarrollo sostenible de distributivas cubanas de software sobre plataformas de código abierto (MINCOM, 2014).

El desarrollo de software en Cuba, fomentado en su mayoría por pequeñas y medianas organizaciones productoras, necesita contar con métodos de mejora y estandarización del proceso de monitoreo y control de proyectos, adaptable a sus características y necesidades, y que favorezca la toma de decisiones en los distintos niveles de dirección. Esto requiere la utilización de las tecnologías adecuadas y el dominio de su uso como apoyo al proceso, que permita aprovechar sus potencialidades.

Una experiencia pionera en la mejora de procesos en el país lo constituye la certificación del nivel dos de CMMI-DEV a tres centros de desarrollo de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Esta llevó a cabo un Programa de Mejora de Procesos¹ para normalizar y controlar los procesos de desarrollo de software en la organización, dentro de los cuales se encuentra el monitoreo y control de proyectos. El mismo se institucionalizó a través de un libro de procesos y guías predeterminadas que orientan cómo dar seguimiento a los proyectos, realizar reportes objetivos y administrar las acciones correctivas adecuadamente.

Como soporte a este Programa la organización implanta una única herramienta informática para la gestión de los proyectos de software que en ella se desarrollan. Desplegada por el Laboratorio de Investigaciones en Gestión de Proyectos de la universidad, desde 2010 hasta la actualidad, la Suite de Gestión de Proyectos Xedro GESPRO (Piñero Pérez, et al., 2013) constituye dicha herramienta, la cual cuenta con módulos específicos para el monitoreo y

¹ Iniciado en septiembre del 2008 y concluido en julio del 2011. El Programa de Mejora tuvo como objetivo que la universidad certificara sus procesos productivos con un modelo internacional, convirtiéndose en la primera empresa cubana certificada en CMMI y una de las pocas en el área del Caribe. (Ramos, et al., 2011),

control de proyectos. Esta implementa un cuadro de mando integral que permite el análisis de la ruta crítica y un conjunto de indicadores de rendimiento que facilitan una mirada completa del estado del proyecto, a distintos niveles de dirección.

El Complejo de Investigaciones Tecnológicas Integradas (CITI) sigue igualmente las prácticas propuestas por CMMI para el monitoreo y control de sus proyectos. El mismo cuenta con un conjunto de sistemas informáticos para la gestión, que permiten el análisis de tableros de control con diferentes vistas de métricas, reportes e indicadores a través de un portal corporativo, al cual tienen acceso cada uno de los niveles directivos de la organización (Montero Posada, et al., 2013).

Debido al esfuerzo que implica la implantación de un estándar internacional, el Centro Nacional de Calidad de Software (Calisoft) trabaja en el desarrollo de un modelo cubano para el perfeccionamiento de aplicaciones informáticas en la industria nacional (Mariño, 2014). Este facilitará la estandarización de la producción de software en el país y servirá de base para alcanzar certificaciones en estándares reconocidos. El modelo aspira establecer, entre otros, un proceso base dedicado a la gestión de proyectos que permitirá monitorear y controlar el progreso del proyecto y realizar correcciones cuando se tengan desvíos significativos de lo planeado (Pérez Montalván, 2014).

Un diagnóstico realizado por Calisoft en el año 2014 (Calisoft, 2014) en 14 organizaciones desarrolladoras de software del país, representadas por 61 unidades organizativas, demostró que el 96,72 % de estas realiza acciones de monitoreo de proyectos, pero solo el 40,98 % utiliza indicadores para el análisis del desempeño. Para ejecutar el proceso, el 59,02 % sigue prácticas establecidas por CMMI; un 26,22 % utiliza PMBOK; otro 19,67 % se rige por otros estándares como PRODESOF que es una creación de una de las organizaciones diagnosticadas siguiendo actividades de CMMI y PMBOK; y el 24,59 % restante no adopta ningún estándar o guía. El estudio permitió observar además que el 82,24 % de las organizaciones utiliza herramientas para la gestión de sus proyectos, de las cuales el 64,81 % representa el uso del *Microsoft Project*; un 47,54 % utiliza Xedro GESPRO o *Redmine*; otro 9,83 % se auxilia del *Microsoft Excel*; y el restante 3,27 % se apoya en *Planner* o *dotProject*.

A partir de lo anterior y de entrevistas personales realizadas a varios especialistas en el área que estudia la presente investigación como (Delgado Victore, et al., 2011), (André Ampuero, et al., 2011), (García Pérez, et al., 2013) y (Abreu Bosch, et al., 2013) se pudo conocer que:

- no es homogéneo el uso de buenas prácticas para el monitoreo y control de los proyectos de desarrollo de software en las organizaciones cubanas, lo cual se evidencia en las diferentes formas en que el proceso se realiza;
- el monitoreo no se realiza, en la mayoría de los casos, en función del análisis de indicadores clave que caractericen y faciliten la evaluación del desempeño de los proyectos;
- existe escaso control a profundidad que conlleva a toma de decisiones basadas en elementos subjetivos, resultando impredecible el progreso y desempeño real del proyecto;
- no se almacenan ni utilizan lecciones aprendidas resultantes de las experiencias del monitoreo y control de proyectos cerrados y/o en ejecución;
- de forma general, no se hace un uso adecuado de la tecnología para conocer el desempeño del proyecto que propicie una toma de decisiones eficiente y eficaz.

De la situación problemática descrita se identifica el siguiente diseño teórico de la investigación:

Problema científico

¿Cómo emplear adecuadamente la tecnología de forma que facilite la aplicación de las buenas prácticas existentes para el monitoreo y control de proyectos de software y contribuya a la evaluación objetiva del desempeño del proyecto?

A los efectos de la presente investigación el desempeño se refiere a las dimensiones:

- Rendimiento: referido a los indicadores de índice del rendimiento de la ejecución; el tiempo; de los recursos humanos; y de la eficacia (calidad).
- Recursos de trabajo: tiempo para conocer y evaluar el estado del proyecto; y subjetividad de la información para la toma de decisiones.

Objeto de estudio

Proceso de monitoreo y control de proyectos de software.

Campo de acción

El uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos de software.

Objetivo general

Desarrollar un marco de trabajo para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos de software, que contribuya a mejorar la evaluación del desempeño de los proyectos en la industria cubana del software.

Objetivos específicos

1. Elaborar un marco teórico referencial relacionado con el monitoreo y control de proyectos de software teniendo en cuenta las tendencias y retos actuales.
2. Definir actividades, técnicas y herramientas de un marco de trabajo para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos de software, aplicables en organizaciones cubanas productoras de este rublo.
3. Proponer las funcionalidades necesarias para seleccionar la tecnología base de apoyo.
4. Validar el marco de trabajo propuesto a través de los métodos de trabajo científico seleccionados.

Tipo de investigación

Descriptiva, donde existe suficiente conocimiento para plantear una hipótesis a nivel descriptivo. Investigación clara en lo referente a la caracterización del fenómeno en sus aspectos externos. Los objetivos de la investigación permiten establecer las caracterizaciones estructurales y funcionales, así como las correlaciones y clasificación que de ella se derivan (Hernández Sampieri, et al., 2006).

Hipótesis

Si se desarrolla e implementa un marco de trabajo para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos de software, se contribuirá a mejorar la evaluación del desempeño de los proyectos en la industria cubana del software.

Para llevar a cabo este proyecto de investigación se utilizaron **métodos de trabajo científico** tales como:

Métodos teóricos

- Analítico-Sintético: para analizar cada uno de los elementos del problema de investigación por separado y luego sintetizar como un todo las relaciones que existen entre un elemento y otro en la solución de la propuesta.
- Histórico lógico: para el estudio crítico de trabajos relacionados con el tema que se investiga, tomándolos como referencia para los resultados y conclusiones de la solución planteada.
- Hipotético-Deductivo: a partir de la hipótesis de la investigación y siguiendo elementos lógicos llegar a resultados parciales.
- La modelación: para el diseño del marco de trabajo.

Métodos empíricos

- Entrevista a profundidad: para obtener información referente al proceso de monitoreo y control de proyectos en la industria de software cubana, sus características y necesidades, además de poder contar con la concepción, acerca del tema, de especialistas en la rama.
- Encuesta: para conocer el estado de las organizaciones desarrolladoras de software del país respecto a la mejora de procesos y para la consulta a expertos y a usuarios potenciales de la propuesta.
- La observación participante: para adquirir información necesaria para el planteamiento del problema, la hipótesis, así como realizar la confrontación de los resultados obtenidos.
- Cuasi experimento: permitió evaluar el desempeño de los proyectos a partir de la aplicación de la propuesta en un entorno controlado.

Métodos cualitativos y cuantitativos

- Escala de Likert: para evaluar el criterio de los expertos con respecto a la propuesta.
- Iadov: para validar la satisfacción de los usuarios con relación al marco de trabajo propuesto.

Métodos estadísticos matemáticos

- Test de Shapiro–Wilk: para contrastar la normalidad de los indicadores de rendimiento.
- Test de Levene: para comprobar homogeneidad de varianzas.
- Prueba de Kruskal-Wallis: para determinar diferencias significativas entre los indicadores de rendimiento y medir el comportamiento de los mismos.
- Prueba de Mann-Whitney: para comparar diferencias significativas entre los cortes de cada indicador y obtener las medianas.
- Test de Wilcoxon: para comparar los recursos de trabajo antes y después de la aplicación de la propuesta.

Instrumentos

Guía de preguntas para entrevistas (soporte digital); matriz de comparación de estándares internacionales para la mejora de procesos en cuanto a criterios para el monitoreo y control de proyectos (soporte digital); matriz de comparación de herramientas de gestión de proyectos en cuanto al nivel de completamiento de las funcionalidades propuestas (soporte digital); tabla que demuestra la compatibilidad de la propuesta con estándares de reconocimiento internacional (soporte digital); cuestionarios para encuestas (formato duro y soporte digital); herramienta pgAdmin III v1.18.1 (PostgreSQL Global Development Group, 2014) para obtener indicadores de rendimiento de la base de datos de proyectos terminados

de Xedro GESPRO; herramientas IBM SPSS Statistics v22 (IBM, 2014) y STATGRAPHICS Centurion XV v15.2.14 (Statgraphics.Net, 2015) para pruebas estadísticas.

Aporte de la investigación

Un marco de trabajo que fundamenta la necesidad del uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos de software y que fue debidamente validado. Este incluye:

- Actividades a ejecutar para el uso de la tecnología en el monitoreo y control de proyectos de software sustentadas en buenas prácticas de estándares internacionales.
- Conjunto de componentes del marco de trabajo que viabilizan su interpretación e implantación: descripción gráfica y textual, roles y responsabilidades, productos de trabajo, propuesta de técnicas y herramientas.
- Propuesta de una base de conocimientos para la mejora de la organización a partir del almacenamiento de datos del desempeño de los proyectos, lecciones aprendidas y la usabilidad del proceso de monitoreo y control de proyectos.
- Beneficio: al disponer de un monitoreo y control del proyecto soportado por la tecnología, es posible alcanzar una estabilidad en la evaluación del desempeño, reducir la cantidad de esfuerzo y evitar la repetición del trabajo.

Estructura de la tesis

El documento se encuentra estructurado en Introducción, Capítulos (1, 2 y 3), Conclusiones, Recomendaciones, Referencias bibliográficas y Anexos.

En el **Capítulo 1** se elabora un marco teórico sobre el monitoreo y control de proyectos de software teniendo en cuenta las tendencias y retos. Se describen las bases teóricas necesarias y las características del proceso en la industria cubana del software, que permitirán comprender la necesidad de desarrollar la propuesta.

En el **Capítulo 2** se detalla un marco de trabajo para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos de software. Se describen las actividades, recursos, entradas y salidas y controles necesarios para aplicar la propuesta. Se propone el uso de una herramienta informática que automatice algunas de las actividades del marco de trabajo y la creación de una base de conocimientos.

En el **Capítulo 3** se presenta una síntesis de la aplicación de la propuesta con el uso de Xedro GESPRO 13.05. Se muestran los resultados obtenidos a través de estrategia de validación utilizada en la investigación, los que permitieron confirmar la usabilidad del proceso y mejoras en la evaluación del desempeño de los proyectos. Finalmente se valora el impacto social del marco de trabajo propuesto.

CAPÍTULO 1: TENDENCIAS PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE PROYECTOS DE SOFTWARE

En el presente capítulo se exponen los elementos que brindan la base teórico conceptual para el monitoreo y control de proyectos, específicamente en proyectos de desarrollo de software. Se analizan las diferentes escuelas relacionadas con el tema profundizando en las actividades, técnicas, herramientas, bases de conocimientos e indicadores para lograr dicho proceso. Se exponen las ventajas y limitaciones de los estándares internacionales de mejora de procesos para su aplicación en el entorno cubano. Se realiza un estudio sobre las dificultades y oportunidades del monitoreo y control de proyectos en la industria cubana del software, demostrándose una voluntad hacia la organización del proceso. Finalmente, se discuten las conclusiones parciales.

1.1 Gestión orientada a proyectos

La gestión de proyectos es la nueva frontera de la productividad global de las organizaciones. Dirigir una organización orientada a proyectos permite que los recursos se utilicen de forma efectiva. El proceso de gestión de proyectos implica planear el trabajo y luego ejecutar y controlar el plan para alcanzar los objetivos establecidos (Gido, et al., 2012).

1.1.1 Proyectos de software

Un proyecto, de acuerdo con PMI (del inglés *Project Management Institute*), es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único (PMI, 2013). Guido y Clements agregan además, que es un intento por lograr un objetivo específico mediante un grupo único de tareas interrelacionadas y la utilización efectiva de los recursos. Tiene un propósito bien definido, expresado en términos de alcance, cronograma y costo (Gido, et al., 2012).

Un proyecto organiza las tareas y las soluciones para ellas, en una estructura en la que está clara la definición de los objetivos y el plan para su ejecución. La gestión por proyectos le permite a la organización, obtener visibilidad en el progreso de las actividades a lo largo del desarrollo en términos de tiempo y recursos aplicados frente a los objetivos establecidos, permitiendo identificar puntos de control y de aprobación a lo largo del desarrollo (Juran, et al., 2001).

Considerando la valoración de Pressman, la diferencia entre un proyecto de fabricación y uno dedicado al desarrollo de software, radica en la forma de gestionarlo por la propia complejidad

del software. El desarrollo de software organizado en proyectos proporciona estabilidad, control y organización a una actividad que puede, si no se controla, volverse caótica (Pressman, 2010).

1.1.2 Dirección estratégica por proyectos

La necesidad de mantener un monitoreo y control sistemático de los proyectos debe partir desde la propia dirección estratégica de la organización. Entendiendo por estrategia al plan detallado que establece la dirección y que guía la utilización de recursos para alcanzar la visión de la organización, misión, dimensiones (estratégica, táctica, operativa) y objetivos estratégicos (Ronda Pupo, 2007). La organización debe ser capaz de ganar madurez desde un enfoque de dirección orientada a proyectos y viceversa (Río, 2014).

La dirección de proyectos debe comprometerse en el fortalecimiento de los mecanismos de monitoreo del plan; elevar el control sobre todos los recursos destinados al proyecto; medir el desempeño a partir de los objetivos trazados; analizar las desviaciones; tomar decisiones estratégicas y generar pronósticos confiables (Delgado Victore, et al., 2011). El desempeño de un proyecto debe estar dirigido por la eficacia (la habilidad para hacer las cosas "correctas") y la eficiencia (la habilidad para hacerlas "correctamente"). Esto se traduce en: establecer los objetivos "correctos" y después elegir los medios "correctos" para alcanzarlos. En este sentido, se hace necesario establecer objetivos específicos medibles y con fechas alcanzables. Los mismos proporcionarán un sentido de dirección; permitirán enfocar los esfuerzos; guiarán los planes y las decisiones, y ayudarán a evaluar el desempeño del proyecto (Río, 2014).

1.2 Monitoreo y control de proyectos de software

El proceso de monitoreo y control de proyectos, está compuesto por aquellas actividades requeridas para supervisar, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes (PMI, 2013). El SEI (del inglés *Software Engineering Institute*) establece además, que el propósito de este proceso incide en proporcionar una comprensión del progreso del proyecto para que se puedan tomar las acciones correctivas apropiadas, cuando el desempeño se desvíe significativamente del plan (SEI, 2010). El IEEE (del inglés *Institute of Electrical and Electronics Engineers*) agrega, que el monitoreo y control abarca la recopilación y el análisis de los indicadores del proyecto, la conservación de los registros, así como la identificación de oportunidades de mejora (IEEE, 2006).

En el PMBOK (del inglés *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*) se define al monitoreo como: recolectar datos de desempeño del proyecto con respecto a un plan, producir medidas de desempeño, e informar y difundir la información sobre el desempeño y la evaluación de las mediciones; y al control como: comparar el desempeño real con el planificado, analizar las variaciones, calcular las tendencias para realizar mejoras en los procesos, evaluar las alternativas posibles y recomendar las acciones correctivas apropiadas según sea necesario (PMI, 2013).

En consonancia con Pressman, el monitoreo se puede realizar de diferentes maneras:

- realizando reuniones periódicas del estado del proyecto en las que todos los miembros del equipo informan del progreso y de los problemas;
- evaluando los resultados de todas las revisiones realizadas a lo largo del proceso;
- determinando si se han conseguido los hitos formales del proyecto en la fecha programada; y/o
- comparando la fecha real de inicio con las previstas para cada tarea del proyecto listada en el cronograma.

El control por su parte, es usado para administrar los recursos, enfrentarse a los problemas y dirigir al personal del proyecto (Pressman, 2010). En función de esto Ishikawa propone un ciclo de control ([Anexo 1](#)), el cual se divide en 6 categorías sobre la base de aprender y mejorar (Aragón González, 2009).

Cuanto más cuantitativa sea la información resultante del monitoreo y control, se estará más preparado para prevenir problemas potenciales y responder de un modo proactivo (Pressman, 2010). La principal herramienta para este fin debe ser la aplicación de un cuadro de mando integral (CMI) (Kaplan, et al., 2002), que incluya indicadores clave de desempeño o *Key Performance Indicators* (KPI por sus siglas en inglés) y que permita traducir los objetivos estratégicos en resultados (Blanco Encinosa, 2011). La ISO 10006 sugiere la definición de KPI y la forma de medirlos, a fin de efectuar un seguimiento del avance, facilitar las acciones correctivas y preventivas, y confirmar que los objetivos del proyecto continúan siendo válidos en un entorno cambiante para el mismo (ISO, 2007).

Los indicadores deben ser monitoreados y controlados por cortes planificados en el proyecto con el propósito de tomar decisiones estratégicas, a partir de la información que se genere en cada corte ([Anexo 2](#)), que garantice el cumplimiento de los objetivos. Los cortes estratégicos con la participación de los niveles de dirección de la organización, pueden ser mensuales y los cortes operativos pueden ser semanales con consolidados mensuales

(Delgado Victore, et al., 2011). En general, mientras más corto sea el período de recopilación de información sobre el desempeño del proyecto, mayores serán las posibilidades de identificar tempranamente los problemas y llevar a cabo acciones correctivas efectivas (Gido, et al., 2012).

Sin embargo, las tareas requeridas para la recopilación de información no se deberían realizar manualmente (Pressman, 2010). Este trabajo requiere de una disciplina tecnológica motivada y exigida por el personal directivo de la organización. El monitoreo y control de proyectos apoyado por las TIC introduce un cambio de estilo de dirección en la interacción entre el equipo de proyecto, los directivos y las partes interesadas (Delgado Victore, et al., 2011). El uso de herramientas informáticas como soporte a este proceso permite que el desempeño del proyecto se analice y evalúe de manera sistemática sin entorpecer en el buen funcionamiento del mismo, con el fin de identificar variaciones respecto del plan y alcanzar los objetivos del proyecto en el menor plazo de tiempo posible.

1.3 Desempeño de proyectos

De acuerdo con la Real Academia de la Lengua Española (RAE), desempeño es la acción y efecto de actuar, trabajar y/o dedicarse a una actividad. La definición de desempeño ha sido tomada del inglés *performance*, vocablo que también admite la traducción como rendimiento. Este último, a criterio de la RAE, se asocia más al producto o resultado de algo (RAE, 2013). Por tanto, la presente investigación manejará el término desempeño para referirse a cómo se logran los objetivos, cómo se trabaja; y el rendimiento se referirá a los resultados, al valor alcanzado y/o a cuánto cuesta lograr los objetivos. Se incluye además, el análisis del rendimiento dentro de la evaluación del desempeño.

Para la gestión de proyectos, la guía del PMBOK indica que el desempeño está sujeto al comportamiento del trabajo en las diferentes áreas del conocimiento teniendo en cuenta la línea base definida. Esta permite guardar la información inicial con respecto a la cual se mide el avance y desempeño del proyecto (Delgado Victore, et al., 2011). Esta información se procesa, analiza, transforma y comunica durante el monitoreo y control, con el fin de conocer el estado del proyecto y facilitar la toma de decisiones (PMI, 2013).

En general, se aprecia un consenso en la literatura y estándares en gestión de proyectos sobre los datos de desempeño (tiempo, coste y calidad). Sin embargo, se observan algunas diferencias con respecto a cuáles parámetros emplear para su medición:

- La calidad en la ejecución de las tareas, el cumplimiento de los requisitos y los resultados del proyecto (PMI, 2013).

- El grado de avance real de las actividades e hitos (SEI, 2010).
- La comparación de objetivos, planes y contratos planificados del proyecto, contra el rendimiento real como medida para la toma de acciones correctivas (IPMA, 2011).
- Enfoque en el plan línea de base y los KPI (APM, 2010).
- Comparación del desempeño con las metas planificadas, los niveles de tolerancia, tiempo, coste, alcance, beneficios y riesgo (OCG, 2009).
- Información sobre cambios en el alcance, cronograma y el presupuesto (Gido, et al., 2012).
- El trabajo de los recursos humanos de acuerdo al progreso del proyecto y a la eficiencia y eficacia en el cumplimiento de las tareas (Delgado Victore, et al., 2011).
- Factores críticos de éxito (Bannerman, 2013).

En el análisis del desempeño del proyecto se debe valorar además, el desempeño profesional. En este último intervienen factores como disposición, capacidad y *recursos de trabajo*. El factor *recursos de trabajo* agrupa todos los recursos que la organización y proyecto ponen a disposición del trabajador a fin de cumplir sus obligaciones. Implicando tanto recursos materiales (económicos, tecnológicos, de soporte) como inmateriales (sensación de apoyo, conocimiento, estilo de liderazgo). Si los recursos no están disponibles, el desempeño del personal se limita a pesar de la buena actitud y las capacidades disponibles (Diez Silva, et al., 2012).

A partir de lo anterior, en la presente investigación el desempeño de proyectos tendrá en cuenta el rendimiento de la ejecución (incluye el estado de los hitos), el tiempo, los recursos humanos y la calidad; así como los recursos de trabajo puestos a disposición del personal para la evaluación objetiva del desempeño que permita una toma de decisiones eficiente y eficaz.

1.4 Indicadores clave de desempeño

Es crucial que los datos de desempeño sean recopilados de forma oportuna y objetiva a través de indicadores clave de desempeño, y sirvan para comparar los resultados reales con los planificados (Gido, et al., 2012). Un indicador es una expresión cualitativa o cuantitativa observable, que permite describir características o comportamientos a través de la evolución de una o varias variables, las que comparadas con períodos anteriores, productos similares o un objetivo o compromiso, permiten evaluar el desempeño y su progreso en el tiempo (Gutiérrez López, et al., 2013). Al reflexionar en este sentido, Pressman afirma que los indicadores deben: ser simples, fáciles de calcular y si es posible, diseñados para su cálculo

automático; obtenerse de la práctica y sus valores indicar algún síntoma; y ser consistentes y objetivos (Pressman, 2010).

El proyecto debe definir indicadores clave de desempeño y la forma de medirlos continuamente a lo largo del ciclo de vida, para analizar comportamientos e identificar desviaciones con relación a la línea base (Delgado Victore, et al., 2011). Los KPI permiten poder evaluar el avance de los proyectos bajo una visión descendente en la cual analizar de lo general (estratégico) a los particular (operacional y/o táctico), es decir poder comenzar examinando la cartera de proyectos² y terminar trabajando con un proyecto particular (Bonet, 2008). Los resultados de la medición basados en evidencia objetiva pueden ayudar a monitorear el progreso, tomar decisiones técnicas y de gestión, y permitir la toma de acciones correctivas (SEI, 2010).

Investigaciones demuestran que hay cuatro tipos definidos de métricas relacionadas con el desempeño, como muestra el [Anexo 3](#) (Rivas Roces, 2010). El hecho de separar los KPI del resto de las métricas tiene un profundo impacto en la forma en que se monitorea el desempeño. Los KPI están relacionados con la estrategia básica de la organización y proyectos mientras que el resto de las métricas están más relacionadas con aspectos de gestión.

1.5 Tecnología para el monitoreo y control de proyectos

El mejor modo de emprender un proyecto es utilizar la tecnología adecuada. El incremento constante de la complejidad para gestionar la información relacionada con el monitoreo y control de proyectos, muestra evidente la necesidad del uso de herramientas informáticas que sigan una filosofía de CMI y faciliten, a partir del progreso de las tareas y el cálculo automático de KPI: alertas tempranas sobre el estado del desempeño; reportes que permitan analizar el estado del proyecto; análisis de comportamientos; realizar diagnósticos y establecer pronósticos y tendencias con el propósito de obtener los elementos necesarios para la toma de decisiones.

La mayoría de los datos del desempeño del proyecto son suministrados por seres humanos, esto provoca vaguedad en conceptos e incertidumbre en la información. Una alternativa de

² Se define Cartera o Portafolio de proyectos a una colección de proyectos y/o programas (grupo de proyectos relacionados y gestionados de una forma coordinada para obtener beneficios y control que no sería posible gestionándolos individualmente) y otros trabajos que se agrupan juntos para facilitar la gestión efectiva de ese trabajo para alcanzar los objetivos estratégicos del negocio (Bucero, 2013).

solución a la problemática anterior lo constituye la aplicación de técnicas de *soft computing* (Bello, et al., 2010). En (Lugo García, et al., 2013) se sugiere la implementación de este tipo de técnicas en herramientas informáticas para la gestión de proyectos.

De acuerdo con Pressman, las herramientas informáticas se deben utilizar como complemento de las prácticas del monitoreo y control, no como sustantivo. Antes de poder utilizar las herramientas eficazmente, se deben dominar los conceptos y métodos del monitoreo y control de proyectos de software, solo así el uso de las mismas proporcionará beneficios (Pressman, 2010).

Aunque muchas de las herramientas de apoyo a la gestión de proyectos ([Anexo 4](#)) satisfacen las necesidades de sus clientes, no siempre cubren las expectativas de todos por temas tan específicos o combinados relativos a precio, licencia, soporte o insuficiencias en el manejo de ciertos datos relacionados con el proceso de monitoreo y control (Lugo García, 2012). Para la selección de la tecnología, considerando a Gido y Clements, es necesario realizar un análisis de si esta ofrece las características necesarias para el entorno en que se desenvuelve la organización (Gido, et al., 2012).

1.6 Toma de decisiones

La información generada a través del análisis de los KPI se convierte en una herramienta importante para la toma de decisiones a distintos niveles de la organización, conduciendo a los jefes de proyecto a mantener sus proyectos actualizados y el mismo grado de control que en niveles superiores (Kaplan, et al., 2002). El análisis de la información puede ayudar a determinar la causa de los problemas existentes o potenciales y por lo tanto guiar las decisiones hacia las acciones correctivas y preventivas necesarias para la mejora (ISO, 2009).

Si el problema está bien definido y caracterizado con un buen diagnóstico, siempre es posible determinar las soluciones técnicas. Una de las habilidades más importantes que debe tener el jefe de proyecto es saber identificar cuándo el nivel de información es el adecuado. Un problema mal identificado conduce a soluciones erróneas y un problema bien planteado siempre tiene una solución. El buen uso del tiempo es la base para el desarrollo de un buen control de proyecto, utilizando las TIC como apoyo en un proceso cíclico y continuo en los cortes previstos del proyecto (Delgado Victore, et al., 2011).

Durante todo el ciclo de vida el proyecto está sujeto a múltiples afectaciones que describen una trayectoria próxima a la línea de deseo con un conjunto de puntos de inflexiones en

ocasiones muy diferentes a la prevista. Se hace necesario entonces el establecimiento de un procedimiento de monitoreo y control que permita identificar las causas de los problemas por cortes operativos y actuar sobre ellos, en un proceso continuo de dirección estratégica. Para lograr su efectividad se debe tener en cuenta en cada corte: el análisis del comportamiento del proyecto y el cumplimiento de los acuerdos en corte anterior (I-1); la caracterización (diagnóstico) del proyecto en corte actual (I), la evaluación de los indicadores y las decisiones con sus respectivos acuerdos; y el pronóstico y metas para el próximo corte (I+1) entre otros aspectos de interés, [Anexo 5](#) (Delgado Victore, et al., 2011).

1.7 Formación y comunicación

La puesta en práctica o implantación de una estrategia empieza por la educación e involucración de la gente que debe ejecutarla. Esta retroalimentación implica a los recursos humanos en el futuro de la organización, les alienta a formar parte de la formulación e implementación de la estrategia, crea conciencia y promueve conductas (Kaplan, et al., 2002).

Un proyecto se compone de personas y el éxito está en sus hombros (The Standish Group, 2013). El proyecto requiere de un proceso de organización, comunicación y motivación del personal para garantizar el proceso de monitoreo y control. Los trabajadores deben conocer y tener acceso a toda la información relativa con los objetivos de la organización y del proyecto, así como con los KPI que se definan para evaluar el cumplimiento de los mismos y cómo estos serán medidos. Los miembros del equipo además, deben ser capacitados para reportar objetivamente el desempeño del proyecto.

La comunicación formal e informal sobre el desempeño del proyecto, el uso adecuado de la tecnología y el monitoreo y control para conocer el estado real en un proceso continuo, le permite al personal del proyecto identificar los conflictos, determinar las causas e identificar los efectos y brindar soluciones oportunas. El jefe de proyecto debe otorgar responsabilidad al equipo en la toma de decisiones, haciéndole saber a todos sus miembros que la calidad es importante y que no debe verse comprometida. Cuanto más control se le proporcione al equipo de proyecto para tomar decisiones técnicas y del proceso de desarrollo, aplicar lecciones aprendidas de proyectos anteriores a nuevas situaciones, establecer técnicas que permitan la retroalimentación y solución de problemas, mayores serán los logros, la integración y la motivación del mismo (Pressman, 2010).

1.8 Lecciones aprendidas

Se denomina “lecciones aprendidas” a los conocimientos adquiridos durante un proyecto que muestran cómo se abordaron los eventos del mismo, o cómo deben ser tratados en el futuro con el fin de mejorar el desempeño (PMI, 2013). El conocimiento derivado de los problemas, las decisiones asociadas a ellos y el control de su ejecución debe conservarse y registrarse convenientemente en función de lecciones aprendidas (Blanco Encinosa, 2011).

La documentación de lecciones aprendidas contribuye a convertir el conocimiento tácito (aquel que se encuentra en la mente y deriva de la experiencia de las personas), en conocimiento explícito (aquel contenido en documentos, archivos electrónicos u objetos), facilitando su difusión. Para que las lecciones aprendidas sean pertinentes y útiles, estas deben ser: aplicables, porque tienen impacto real o potencial en las operaciones o procesos; válidas, porque se basan en hechos verdaderos; y significativas, porque identifican procesos o decisiones que reducen o eliminan fallas o refuerzan un resultado positivo (Henao, et al., 2006).

Las lecciones aprendidas se documentan a lo largo del ciclo de vida del proyecto pero, como mínimo, deben documentarse durante el cierre del mismo. Estas deben generar información para mejorar la gestión y toma de decisiones de futuros proyectos, quedando archivadas en la(s) base(s) de conocimientos de la organización (PMI, 2013).

1.9 Base de conocimientos

La bibliografía define el conocimiento como “el *saber cómo hacer*, el *saber qué hacer*, el *saber por qué hacer*, el *saber cuándo hacer*, el *saber dónde hacer* y el *saber para qué hacer*” (Blanco Encinosa, 2011). Es decir, el conocimiento es la posibilidad de poder hacer correctamente lo requerido en el momento y el lugar preciso ante un problema dado.

Una base de conocimientos almacena información histórica y lecciones aprendidas sobre los resultados de las decisiones y el desempeño anterior del proyecto (PMI, 2013). Con el fin de agilizar los procesos de intercambio de información y control, las bases de conocimientos deben contener funcionalidades necesarias para la recolección, organización y recuperación de la experiencia acumulada mediante el uso de tecnologías.

Para ordenar este conocimiento y proporcionar buenas prácticas a la hora de aplicarlo en organizaciones y proyectos, han surgido disímiles estándares de mejora de procesos de reconocimiento internacional. Al profundizar sobre este asunto, *The Standish Group*

considera que para lograr éxito en la gestión de proyectos es esencial contar con experiencia en gestión de procesos (The Standish Group, 2013).

1.10 Gestión por procesos

La identificación y gestión sistemática de los procesos empleados en la organización y en particular las interacciones entre ellos se conoce como "enfoque basado en procesos" (ISO, 2005). La gestión del proyecto con un enfoque basado en procesos permite identificar indicadores clave para poder evaluar el desempeño de las distintas áreas, no solo consideradas de forma aislada, sino formando parte de un conjunto estrechamente interrelacionado.

Esta evaluación, es sin duda, el primer paso obligado hacia la mejora continua que requiere la adaptación permanente para poder satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, única garantía de éxito y permanencia en los mercados actuales (Beltrán Sanz, et al., 2002). La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de esta (ISO, 2005).

1.11 Estándares de mejora de procesos

El ambiente de competencia en el que se ven inmersas las organizaciones hoy día, hace que la calidad se convierta en un atributo de valor y por lo tanto, un punto diferenciador para determinar ventaja competitiva. La mayoría de los profesionales con experiencia en la gestión de proyectos reconoce que no existe una única manera de gestionar los proyectos y ganar calidad en procesos y productos. Se aplican los conocimientos de gestión, habilidades y procesos necesarios en un orden de preferencia y con diferente rigor para lograr el desempeño deseado del proyecto (PMI, 2013). La evidencia sugiere que se está alcanzando calidad en la gestión de proyectos a través de la certificación en modelos y/o estándares de mejora de procesos (Bannerman, 2013).

A continuación se presentan las principales características del proceso de monitoreo y control de proyectos sugeridas por estándares empleados en la investigación.

1.11.1 A Guide to the Project Management Body of Knowledge (América del Norte)

Desarrollada por el PMI en 1987, la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMI, 2013) se publica cada cuatro años y cuenta con cinco ediciones hasta la actualidad. PMBOK está aprobado como norma americana por el Instituto Americano de Estándares

Nacionales (ANSI por sus siglas en Inglés) (ANSI/PMI, 2004) (ANSI/PMI, 2008) y es considerado un estándar internacional por el IEEE (IEEE, 1998) (IEEE, 2004) (IEEE, 2011).

PMBOK en su 5ta edición, plantea la necesidad de monitorear y controlar el proyecto a través de la recolección de datos del desempeño de cada una de las áreas de conocimiento de la gestión de proyectos: Integración, Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, Recursos Humanos, Comunicaciones, Riesgos, Adquisiciones e Interesados. Estos datos se procesan a través del cálculo de indicadores ([Anexo 6](#)), se analizan en su contexto y se transforman para convertirse en información del proyecto durante varios procesos de monitoreo y control ([Anexo 7](#)). La información puede entonces ser comunicada verbalmente o almacenada y distribuida como informes en varios formatos. Los diferentes interesados del proyecto revisan estos informes y toman acciones, de acuerdo con sus niveles de autoridad y roles en el proyecto. Para lograr hablar en un mismo lenguaje en cuanto al desempeño, esta guía define términos como: datos de desempeño, información de desempeño y reportes de desempeño.

Del análisis del PMBOK se puede concluir que constituye una guía suficientemente completa respecto a los objetivos y actividades para monitorear y controlar un proyecto, proponiendo además, que se gestione el conocimiento a través de la recolección de lecciones aprendidas y su almacenamiento en bases de conocimientos. Con respecto al cálculo de indicadores, el estándar propone las fórmulas solo para controlar algunas áreas de conocimiento, describiendo el resto de forma verbal. Por último, sugiere el uso de medios electrónicos para la generación de reportes, pero por constituir una guía genérica no entra en detalles sobre el manejo de la información a través de herramientas informáticas de gestión de proyectos.

1.11.2 *Capability Maturity Model Integration for Development* (América del Norte)

El Modelo de Madurez y Capacidad Integrado para Desarrollo en su versión 1.3 (SEI, 2010), desarrollado por el SEI, constituye una colección de mejores prácticas para ayudar a las organizaciones dedicadas al desarrollo de productos y servicios de software, en la mejora y evaluación de sus procesos.

El monitoreo y control de proyectos, según el área de igual nombre propuesta por CMMI en su nivel dos, requiere monitorizar el proyecto frente al plan y gestionar las acciones correctivas hasta su cierre. Para ello es necesario: definir bien las actividades del plan; comprender el progreso del proyecto a través de la comparación de los atributos de los productos de trabajo y de las tareas, el esfuerzo, los compromisos, los datos, los riesgos, la

involucración de los interesados, el coste y el cronograma reales, con el plan en los hitos o niveles de control establecidos en el plan del proyecto o en la estructura de desglose del trabajo; y tomar acciones correctivas cuando el desempeño se desvíe significativamente de los valores esperados, teniendo en cuenta que una desviación es significativa si, cuando se deja sin resolver, impide al proyecto cumplir con sus objetivos.

Del análisis de CMMI se puede observar que sugiere roles por actividades, además de productos de trabajo a partir de la aplicación de sus prácticas. Propone el uso de lecciones aprendidas como resultado de tomar acciones correctivas. Hace alusión al establecimiento de medidas (de las cuales son derivables indicadores) y cómo estas se pueden utilizar para monitorear y controlar. No obstante, el modelo se enfoca en la descripción verbal de procesos y no define indicadores específicos y/o métodos concretos para la evaluación del desempeño del proyecto a partir de indicadores. Además, la documentación necesaria para dar cumplimiento a sus prácticas es abundante y el trabajo con la misma se hace engorroso sin el apoyo de herramientas informáticas.

1.11.3 Normas ISO (Europa)

La Organización Internacional de Normalización (ISO, 2014) es el organismo, no gubernamental, encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación (tanto de productos como de servicios), comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Es una red de los institutos de normas nacionales de 164 países, sobre la base de un miembro por país, con una Secretaría Central en Ginebra, Suiza, que coordina el sistema. La ISO, junto a la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC por sus siglas en Inglés) (IEC, 2014), forma el sistema especializado para la normalización mundial ISO/IEC. A continuación, se analizan algunas normas ISO e ISO/IEC que proponen procesos para el monitoreo y control de proyectos.

1.11.3.1 NC ISO 10006:2007

La NC ISO 10006:2007 (ISO, 2007) es una norma de calidad que proporciona orientación sobre la aplicación de la gestión de la calidad en los proyectos y lleva por título “Gestión de la Calidad – Directrices para la calidad en la gestión de proyectos”. Esta norma no constituye en sí misma una guía para la gestión de proyectos, ni orienta sobre el enfoque basado en procesos. De igual forma, dado que solo es un documento de orientación, no está destinada a la certificación.

La 10006 propone monitorear y controlar, a lo largo de todo el proyecto, las actividades, cronograma, costos, riesgos, comunicaciones y el contrato, con el objetivo de evaluar periódicamente el desempeño y avance e identificar posibles deficiencias y oportunidades de mejora. Los datos e información derivados de estas evaluaciones deben ser analizados para identificar tendencias o posibles incertidumbres en el trabajo restante del proyecto y de esta forma tomar decisiones eficaces. En ella se especifica que para asegurar un monitoreo y control adecuado del proyecto se deben establecer los tiempos de revisión del cronograma; definir indicadores del desempeño, la forma de medirlos y la frecuencia de recopilación de los datos; confirmar que los objetivos del proyecto continúan siendo válidos en un entorno cambiante para el proyecto; y establecer acciones correctivas y/o preventivas en caso de ser necesario.

1.11.3.2 ISO/IEC 12207:2008

ISO/IEC 12207 - *Information Technology - Software Life Cycle Processes*, es el estándar para los procesos de ciclo de vida del software de la organización ISO. Para esta norma, en su edición del 2008 (ISO/IEC, 2008), el objetivo del proceso de monitoreo y control de proyectos es determinar el estado del proyecto y asegurar que el mismo se realice de acuerdo a los planes y cronogramas, dentro de los presupuestos proyectados, y que se satisfagan los objetivos técnicos. Para ello es necesario supervisar la ejecución general del proyecto, proporcionando informes del avance que permitan analizar y resolver los problemas detectados durante la misma.

ISO 12207 pone especial énfasis en la gestión de las decisiones con el fin de seleccionar las alternativas y acciones más beneficiosas y óptimas para el proyecto. Este último debe definir una estrategia de toma de decisiones que incluya la identificación de categorías para las decisiones, un esquema de asignación de prioridades y la identificación de los responsables. Las decisiones pueden surgir como resultado de una evaluación de la eficacia, una compensación técnica, un problema que necesita ser resuelto, acción necesaria como respuesta al riesgo de exceder el tiempo aceptable, y/o la aprobación del proyecto a la siguiente etapa del ciclo de vida. Los resultados de las decisiones se deben registrar, controlar, evaluar e informar para confirmar que los problemas se han resuelto de manera eficaz, las tendencias adversas se han invertido y se han aprovechado las oportunidades.

1.11.3.3 ISO 21500:2012

ISO 21500:2012 es una estándar para guiar la gestión de proyecto en cualquier tipo de proyecto, independientemente de su complejidad, tamaño y duración. El mismo estuvo en

desarrollo desde el año 2006 (Committee MB-012, 08) hasta su publicación en septiembre de 2012 (ISO, 2014). Esta norma parte del esfuerzo fundamental de tres naciones: Estados Unidos, Reino Unido y Alemania, por medio de tres asociaciones muy reconocidas como lo son: el PMI (PMI, 2013), PRINCE2 (PRINCE2, 2007-13) e IPMA (IPMA, 2013). En (Gasiorowski-Denis, 2012) se explica que la ISO 21500 permite entender cómo esta disciplina se inscribe en un entorno empresarial. También está destinada a ser utilizada como una guía básica, dirigida tanto al usuario informado como al que no posee un conocimiento en profundidad de la gestión de proyecto.

Existen grandes similitudes entre la ISO 21500 y la Guía del PMBOK cuarta edición (Stanisław Gasik, 2011), la diferencia es que la ISO elimina o une algunos procesos del PMBOK y agrega un nuevo *Subject* (área del conocimiento en PMBOK): la gestión de los *Stakeholder*, área que ya se incluyó en la quinta edición del PMBOK. Esta norma propone un grupo de procesos dedicados al monitoreo y control de proyectos y mantiene los mismos procesos que describe el PMBOK, solo cambia algunos nombres. La 21500 sugiere la recolección de lecciones aprendidas en la puesta en práctica de cada área. Por motivos económicos (ISO, 2012) no ha sido posible obtener este estándar para su análisis en la investigación.

Del análisis de las normas ISO se puede concluir que no proponen técnicas y herramientas ni ejemplos para llevar a cabo los procesos. Consisten en estándares abiertos con explicaciones sencillas sobre qué se debería hacer y no sugieren el cómo cumplir con estos requisitos. Pese a esto, la orientación a procesos, el enfoque al cliente, la necesidad de tomar decisiones eficaces y la propuesta de mejora continua como bases fundamentales de las normas, las convierten en mejores prácticas a tener en cuenta.

1.11.4 Modelo de Procesos para la Industria de Software Mexicana (América del Sur)

El Modelo de Procesos para la Industria de Software Mexicana (MoProSoft), es desarrollado a solicitud de la Secretaría de Economía para servir de base a la Norma Mexicana para la Industria de Desarrollo y Mantenimiento de Software (Oktaba, et al., 2005). El mismo se basa en los modelos ISO 9001:2000, CMM v1.1 e ISO/IEC TR 15504-2:1998.

Este modelo cuenta con un proceso para la Administración de Proyecto Específicos, que dedica una actividad al monitoreo y control. La misma tiene como propósito que se cumplan los objetivos del proyecto, siendo necesario para ello: evaluar el cumplimiento de los planes; analizar y controlar los riesgos; y generar un reporte de monitoreo del proyecto. De esta forma

se supervisa y evalúa el progreso, se identifican desviaciones y se realizan acciones correctivas cuando sea necesario.

MoProSoft sugiere la identificación de lecciones aprendidas y su integración a una base de conocimientos. Propone además, el uso de indicadores para comprobar que se cumplieron las actividades del proceso, describiendo los mismos de forma verbal, dejando a la organización la decisión de asignar valores numéricos o rangos de satisfacción por indicador. El modelo está dirigido a pequeñas y medianas empresas por lo que la descripción de sus actividades es sencilla, pero no llega al detalle de explicar cómo realizarlas, ni qué técnicas y herramientas utilizar. De igual forma, no tiene en cuenta el cálculo de indicadores de desempeño del proyecto ni cómo estos repercuten en la toma de decisiones.

1.11.5 Mejora de Proceso del Software Brasileño–MPS.BR (América del Sur)

El programa MPS.BR, creado en el año 2003, es coordinado por la Asociación para la Promoción de la Excelencia del Software Brasileño (SOFTEX, 2009). De este surge el modelo MPS, el cual consta de tres componentes: Modelo de Referencia (MR-MPS), Método de Evaluación (MA-MPS) y Modelo de Negocio (MN-MPS), [Anexo 8](#).

Los procesos en el MR-MPS están descritos en términos de propósito y resultados. Los resultados esperados relacionados con el monitoreo y control se detallan en el proceso Gestión de Proyectos, el cual se ejecuta a partir del nivel G y evoluciona en los niveles E y B a medida que la organización crece en madurez.

Para monitorear y controlar el proyecto el proceso propone: establecer y mantener los puntos de control; determinar el progreso de la ejecución del proyecto comparando los atributos reales de productos de trabajo y tareas, esfuerzo, costo y cronograma con lo planificado en los puntos de control; registrar los problemas identificados y el resultado del análisis de cuestiones pertinentes con las partes interesadas; establecer, implementar y acompañar hasta su conclusión; y acciones para corregir desvíos de lo planificado y prevenir la repetición de los problemas.

El modelo sugiere además un acompañamiento diario del proyecto, así como recopilar y almacenar productos de trabajo, medidas y lecciones aprendidas para uso futuro y apoyo a la mejora continua. La descripción de los resultados esperados es detallada pero solo quedan en sugerencias no se explica cómo desarrollar cada actividad. De igual forma, no propone roles, herramientas ni indicadores para medir el desempeño del proyecto.

El [Anexo 9](#) muestra una vista comparativa de los estándares antes mencionados en base a criterios identificados, por la autora, como necesidades del proceso de monitoreo y control de proyectos de software.

1.12 Industria cubana del software

Las características actuales del desarrollo de software en el país, tornan difícil el financiamiento e implantación de estándares internacionales de referencia para las organizaciones de esta rama. Atendiendo a (Febles, 2003) (Ramos Blanco, 2013) (Pérez Montalván, 2014), la industria cubana del software está conformada principalmente por pequeñas y medianas organizaciones o pymes como se conoce comúnmente, compuestas generalmente por personal joven y no necesariamente especializado en mejora de procesos. Esto se traduce en, considerando las investigaciones realizadas por (EUROPEAN COMMISSION, 2005) (Lemes Batista, et al., 2007) (SIBCI, 2008) (SELA, 2009) (Sepyme, 2010) y (OMPI, 2013), escasez de tiempo, recursos (tanto financieros como humanos) y capacitación para lograr la implantación de estos estándares foráneos.

La industria del software nacional está llamada a fortalecerse y disponer de un modelo superior de organización y producción. Resultados de encuestas aplicadas a organizaciones dedicadas al desarrollo de software en el país, descritos en (Ramos Blanco, 2013), evidencian que la mayoría sigue un enfoque basado en procesos pero cada una con soluciones particulares. Esto resalta la necesidad de homogeneizar los procesos de gestión, adaptando las buenas prácticas propuestas por estándares internacionales reconocidos al marco regulatorio cubano y a las particularidades de la industria. Es oportuno contar con procesos que impliquen bajo costo en esfuerzo (tiempo y recursos humanos y monetarios); sencillos; ligeros; y que favorezcan la gestión del conocimiento (Pérez Montalván, 2014).

1.12.1 Desarrollo de la industria

Con el fin de consolidar la industria y dar cumplimiento a los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (PCC, 2011), el MINCOM lleva a cabo el Programa “Desarrollo de la industria cubana del software”. El mismo está dirigido hacia objetivos como: identificar los modelos organizativos y marcos de trabajo que debe tener la industria de software para las condiciones de Cuba; fortalecer la seguridad y soberanía tecnológica en la producción de software y la prestación de servicios informáticos con elevado valor agregado; y potenciar el desarrollo sostenible de distributivas cubanas de software sobre plataformas de código abierto, que respondan a las necesidades actuales de la nación (MINCOM, 2014).

1.12.1.1 Monitoreo y control de proyectos de software en Cuba

Resultados de un diagnóstico realizado por Calisoft (Calisoft, 2014) a través de entrevistas y una encuesta a 14 organizaciones de la industria, representadas por 61 unidades organizativas desarrolladoras de software ([Anexo 10](#)), demostró que el 96,72 % de estas realizan acciones de monitoreo de proyectos evidenciando una tendencia a la ordenación del proceso. El análisis de otro de los indicadores del diagnóstico permitió conocer además, que la gestión del conocimiento y la mejora de procesos son áreas poco implementadas en las organizaciones de la industria, dificultando el aprovechamiento de la experiencia en el monitoreo y control de proyectos anteriores y la mejora continua del proceso.

Para monitorear y controlar los proyectos en las unidades organizativas en cuestión, el 59,02 % de estas sigue prácticas establecidas por CMMI; un 26,22 % utiliza PMBOK; otro 19,67 % se rige por otros estándares como PRODESOF que es una creación de una de las organizaciones diagnosticadas siguiendo actividades de CMMI y PMBOK; y el 24,59 % restante no adopta ningún estándar o guía.

Un ejemplo del uso de buenas prácticas para el monitoreo y control de proyectos de software en la industria cubana, lo constituye la aplicación del proceso Monitoreo y Control de Proyectos (PMC) en los centros de desarrollo de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Este fue implantado durante el programa de mejora de procesos llevado a cabo en la organización para la certificación de CMMI-DEV v1.2 en su nivel dos (Ramos, et al., 2011) y responde al área de procesos de igual nombre en el modelo.

PMC está compuesto por un único subproceso que se ejecuta constantemente a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Entre sus principales actividades se encuentra la identificación de puntos de monitoreo para las revisiones de progreso y de hitos del proyecto; el monitoreo de los parámetros del proyecto; la identificación y análisis de desviaciones de la planificación; y la adopción de acciones correctivas en casos necesarios (Ramos Blanco, et al., 2010). Este proceso ha sido objeto de mejoras y en la actualidad responde a la versión 1.3 del modelo, además de adecuarse a la herramienta de gestión de proyectos utilizada en la universidad.

Durante el programa de mejora de la UCI se consumió, para la definición de los procesos que responden a las siete áreas del nivel dos, 17356 horas, lo que equivale a 723 días de trabajo, con un esfuerzo de 810 horas/hombre. De dicho esfuerzo, 135 horas/hombres fue dirigido a PMC, aproximadamente el 17 %. Agregando a estos números un total de 442 horas dedicadas a la capacitación de los proyectos sobre los procesos, de las cuales 76 se utilizaron para el monitoreo y control (un 17 %), constituyendo el área de mayor atención (Ramos, et

al., 2011). A estas y otras cifras debe sumarse el costo monetario de una consultoría especializada y el pago de la evaluación final que superan los 70 000 USD (Ramos Blanco, 2013).

Debido al esfuerzo requerido para la implantación de un estándar internacional como lo es CMMI; que no todas las organizaciones del país cuentan con los requerimientos necesarios para asumir un programa similar y en respuesta a los objetivos del desarrollo de la industria, el MINCOM decide apostar por el diseño de un modelo cubano para el desarrollo de las aplicaciones informáticas que se implementan en las organizaciones del país (Pérez Montalván, 2014). El mismo cuenta, por la importancia que se le atribuye al área, con un proceso base para gestión de proyectos que enfoca algunas de sus directrices en el monitoreo y control de proyectos. Este proceso no pudo ser detallado en la investigación dado que el modelo aún no está liberado para su uso en la industria.

1.12.1.2 Apoyo tecnológico

Como parte del diagnóstico realizado por Calisoft se pudo conocer que el 82,24 % de las unidades consideradas, utiliza herramientas informáticas como buena práctica para apoyar el proceso de monitoreo y control de proyectos (Calisoft, 2014). Esta y otras investigaciones como (Mora González, 2013), (Piñero Pérez, et al., 2013) y (Montero Posada, et al., 2013), evidencian que las soluciones informáticas más utilizadas para este fin en la industria cubana del software, son *Microsoft (MS) Project, Planner, dotProject, Xedro GESPRO y Team Foundation Server (TFS)*.

MS Project 2013 (Microsoft, 2013), es una aplicación de gestión de proyectos con licencia de código cerrado o software propietario, desarrollada y comercializada por *Microsoft*. La misma permite monitorear el progreso de las tareas y situación de los recursos; calcular indicadores; visualizar y editar informes gráficos del estado del trabajo; detectar y resolver problemas; y sincronizarse con otras herramientas de apoyo a la gestión como *SharePoint* facilitando, entre otros, el acceso a los proyectos desde casi cualquier lugar.

Planner es una herramienta de software libre desarrollada por GNOME (The GNOME Project, 2014). *Planner 0.14.6* (última versión) proporciona una interfaz sencilla para la gestión y permite el monitoreo del progreso del proyecto. En el 2013 esta aplicación fue sustituida por *Organiser 2*, solución que permite además, crear árboles de proyectos. Ambas herramientas son recomendadas para proyectos pequeños que no excedan el año de ejecución (Dolphinity B.V., 2013).

dotProject (dotProject Development team, 2007) es una aplicación basada en web, multiusuario, soporta varios lenguajes y es software libre. Esta herramienta es construida por aplicaciones de código abierto y mantenida por un grupo de voluntarios. *dotProject* en su versión 2.1.8 permite el seguimiento del estado de las tareas, el desempeño de los recursos humanos, el avance alcanzado y facilita la toma de decisiones sobre los problemas a distintos niveles de dirección.

TFS 2014 (Microsoft, 2014) es un producto de *Microsoft* que proporciona, además del manejo del proyecto, la gestión del código fuente cubriendo todo el ciclo de vida de la aplicación en desarrollo. El mismo está orientado al desarrollo de soluciones usando *.NET* y presupone sistema operativo *Windows* para el equipo. Esta herramienta permite la obtención de reportes sobre el estado del proyecto mediante la creación y actualización de elementos de trabajo (tareas, riesgos, errores, entre otros). Incluye además, plantillas de proceso para *Agile*, CMMI y Scrum y admite asimismo la creación de plantillas personalizadas para acoplarse a la metodología de la organización.

Esta herramienta es utilizada por el CITI, organización que cuenta con un conjunto de sistemas informáticos integrados que permiten el monitoreo y control de los proyectos y recursos humanos, a través de un tablero de control que proporciona diferentes vistas de métricas, reportes e indicadores. Dicha solución está implementada sobre las tecnologías: TFS y *SharePoint*, además de un portal web desarrollado sobre *.NET* (Montero Posada, et al., 2013).

La Suite de Gestión de Proyectos Xedro GESPRO es una herramienta desarrollada por el Laboratorio de Investigaciones en Gestión de Proyectos de la UCI y está registrada bajo Licencia Pública General de GNU v2.0 (Free Software Foundation, 2014) (GNU GPL por sus siglas en inglés). La misma cuenta con *Redmine* como núcleo para su implementación, además de otras tecnologías libres y propias de la institución.

Esta solución informática se encuentra desplegada en organizaciones como la UCI, Calisoft, XETID, DESOFT (Gerencia Desarrollo Habana) y está concebida bajo las filosofías de PMBOK y CMMI. En su versión 13.05, Xedro GESPRO incluye un CMI que contribuye al control tanto de portafolios de proyectos como proyectos independientes. Cuenta además, con un conjunto de indicadores clave que facilitan conocer el estado del desempeño del proyecto y la organización respecto a áreas fundamentales de la gestión como: rendimiento de la ejecución (IRE); la planificación (IRP); los costos (IRC); la eficiencia (IREF); la logística (IRL); los recursos humanos (IRHH); y la calidad de los datos (ICD). Igualmente, incluye

reportes predeterminados y la posibilidad de añadir otros según las necesidades específicas del entorno (Piñero Pérez, et al., 2013).

El uso de una herramienta informática de gestión de proyectos para automatizar las actividades de monitoreo y control de proyectos, agiliza el proceso y proporciona objetividad en la evaluación del desempeño. Sin embargo solo el 40,98 % de las unidades diagnosticadas utiliza la tecnología adecuadamente, permitiéndole conocer el desempeño del proyecto a partir del análisis de indicadores clave y reportes de estado.

1.13 Conclusiones del capítulo

El enfoque de dirección estratégica por proyectos ayuda a la organización al logro de los objetivos de su plan estratégico. El monitoreo y control sistemático del proyecto a partir de la recolección de KPI utilizando la tecnología, favorece la evaluación objetiva del desempeño del proyecto basada en información fiable y datos históricos. Este conduce al análisis del comportamiento, estado actual y futuras conductas del proyecto, en función de una toma de decisiones eficiente y eficaz a distintos niveles de dirección. El control de proyectos requiere además, la inclusión del recurso humano en las decisiones del proyecto como objetivo principal para la motivación y compromiso del personal con el proyecto y la organización.

Los estándares de mejora de procesos de reconocimiento internacional se han convertido en la vía principal para asegurar un buen desempeño del proyecto, identificando pasos clave que no se deben ignorar en función de asegurar un adecuado monitoreo y control del mismo. Sin embargo, la mayoría de ellos detallan procesos enfocados en grandes organizaciones y requieren altos costos en concepto de tiempo, personal y dinero, tornándose compleja su implantación en las pymes cubanas.

La industria cubana del software requiere de marcos de trabajo propios para el monitoreo y control de proyectos que: se rijan por las tendencias de aceptación internacional y se nutran de las experiencias alcanzadas en la mejora de procesos en el país; favorezcan la gestión del conocimiento y mejora continua del proceso; faciliten un uso adecuado de la tecnología para la evaluación objetiva del desempeño del proyecto; y respondan al cumplimiento de los objetivos del desarrollo de la misma.

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

En este capítulo se presenta un marco de trabajo para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos, que parte de las mejores prácticas de gestión de proyectos y se adapta a las características del entorno de desarrollo de software cubano. Se describen los fundamentos a seguir a la hora de aplicar la propuesta. Se describen las etapas y sus actividades, mecanismos, ejemplos, controles y productos de trabajo, instrumentos que sirven de base para la ejecución del marco de trabajo. Se recomiendan funcionalidades con las que debe contar la herramienta informática de gestión de proyectos para apoyar al proceso de monitoreo y control, así como elementos a tener en cuenta para la atención al recurso humano, principal eslabón del desempeño del proyecto. Por último, se presentan las conclusiones parciales.

2.1 Fundamentos para la aplicación de la propuesta

Un marco de trabajo es una visión general amplia o esquema de elementos interconectados, que define un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular (Cambridge University Press, 2015). Un marco de trabajo proporciona una estructura base para organizar los componentes de un proceso (SEI, 2010), incluyendo actividades, reglas y métodos aplicables a cualquier escenario sin importar su tamaño o complejidad (Pressman, 2010).

La propuesta de solución constituye un marco de trabajo basado en buenas prácticas establecidas por estándares internacionales y en la experiencia nacional, que integra actividades fundamentales para el monitoreo y control en los proyectos de la industria cubana del software y utiliza la tecnología como apoyo. El marco de trabajo sugiere que el proceso de monitoreo y control se desarrolle de forma horizontal por cortes del proyecto a lo largo de su ciclo de vida y se apoye en la línea de tiempo (línea de deseo), la cual representa el avance del mismo desde su inicio hasta el cierre con el logro de los objetivos y el conocimiento adquirido durante su ejecución como muestra el [Anexo 11](#).

El marco de trabajo para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos de software se compone de tres etapas: Planificación, Ejecución del proceso y Gestión de mejoras, como ilustra la Figura 1. El mismo está diseñado bajo la óptica de favorecer la mejora continua del proceso de monitoreo y control de forma frecuente a través de las decisiones del proyecto y de forma paulatina a partir de la estrategia de gestión de mejoras establecida por la organización.

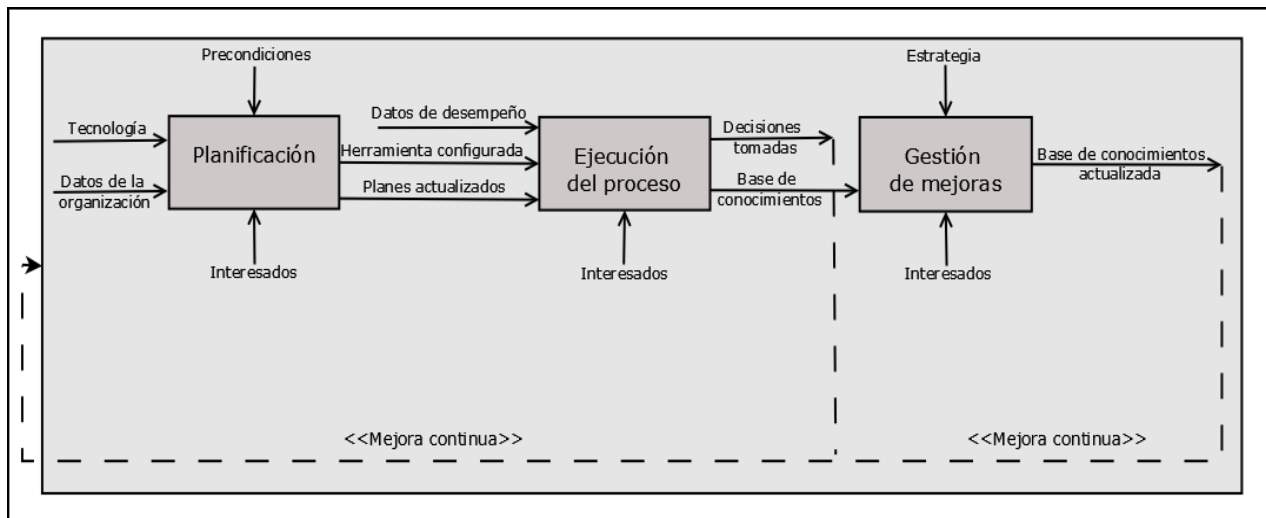


Figura 1. Marco de trabajo para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos de software (elaboración propia).

La etapa de planificación es la que sienta las bases para la realización del proceso de monitoreo y control. Para su ejecución es necesario cumplir un conjunto de precondiciones establecidas. En esta etapa se realizan las siguientes actividades:

1. Seleccionar la tecnología base
2. Establecer principios para monitoreo y control

La etapa de ejecución del proceso se centra en las actividades para el monitoreo y control del desempeño del proyecto, permitiendo una toma de decisiones objetiva:

3. Calcular indicadores
4. Monitorear el desempeño
5. Evaluar y controlar el desempeño

La etapa de gestión de mejoras se lleva a cabo según la estrategia definida en la organización y/o proyecto. Esta facilita la evaluación del proceso y la recolección de lecciones aprendidas tanto de la ejecución del proceso como de las decisiones tomadas en el proyecto. Durante la etapa se ejecuta la actividad:

6. Gestionar mejoras

2.1.1 Terminología asociada

Para mayor comprensión de los términos utilizados en el marco de trabajo consultar el [Anexo 12](#).

2.1.2 Aplicación gradual

Se propone la aplicación gradual de la propuesta dependiendo del nivel de madurez en que se encuentre la organización, para las cuales se sugieren las siguientes clasificaciones:

- Principiantes: son aquellas que por su nivel de madurez están preparadas para gestionar áreas del conocimiento a un nivel básico con ayuda de la herramienta (ej.: tiempo, integración, recursos humanos).
- Preparadas: son aquellas que por su nivel de madurez están preparadas para gestionar áreas del conocimiento a nivel medio con ayuda de la herramienta (ej.: costo, logística).
- Expertas: son aquellas que por su nivel de madurez están preparadas para gestionar áreas del conocimiento a nivel avanzado con ayuda de la herramienta (ej.: calidad).

Se recomienda comenzar a monitorear y controlar los proyectos de la organización por aquellas áreas del conocimiento en las que se encuentren mejor preparadas, en correspondencia con su nivel de madurez: Básico, Medio o Avanzado³. La Figura 2 sugiere algunas áreas a tener en cuenta (se pueden gestionar otras) según el nivel de la organización.

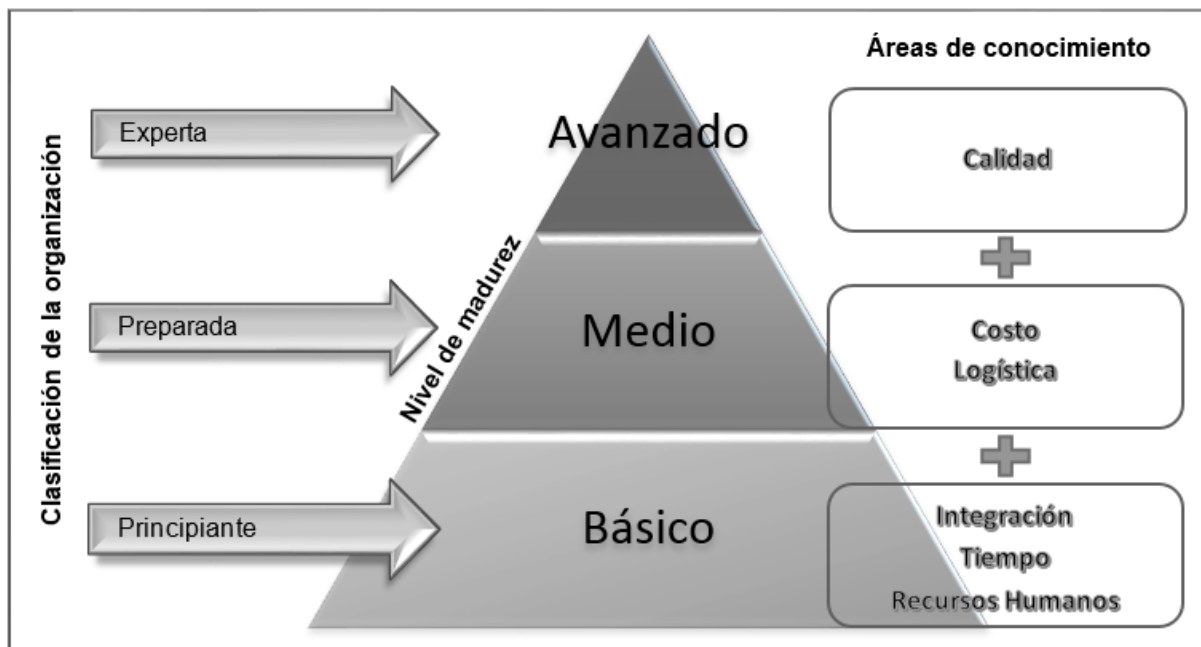


Figura 2. Relación entre los tipos de organizaciones, niveles de madurez y áreas del conocimiento para el monitoreo y control de proyectos establecidos para la propuesta (elaboración propia).

2.1.3 Entradas y salidas

Las Tablas 1 y 2 describen las entradas y salidas generales del marco de trabajo. Las entradas y salidas por actividad se describen en el [Anexo 13](#).

³ Niveles de madurez propuestos para un modelo cubano de desarrollo de aplicaciones informáticas (Pérez Montalván, 2014)

Tabla 1. Descripción de las entradas al marco de trabajo (elaboración propia).

Entradas	
Nombre	Descripción
Tecnología	Conocimientos y herramientas informáticas necesarios o potenciales para el monitoreo y control de los proyectos de la organización.
Datos de la organización	Incluye la misión, visión, dimensiones, objetivos estratégicos, áreas clave, recursos, interesados, datos de los proyectos, riesgos, cronogramas, planes y la base de conocimientos.
Datos de desempeño del proyecto	Datos de los indicadores del proyecto en cada corte, por área del conocimiento de la gestión de proyectos.

Tabla 2. Descripción de las salidas del marco de trabajo (elaboración propia).

Salidas	
Nombre	Descripción
Herramienta configurada	Configuraciones en la herramienta de gestión de proyectos seleccionada en función de los elementos de control establecidos.
Planes actualizados	Actualizaciones a partir de las actividades de monitoreo y control definidas; la frecuencia de los chequeos del proyecto; y los tipos de reporte a generar, su contenido y a quién van dirigidos.
Decisiones tomadas	Acciones correctivas, preventivas y acuerdos definidos para minimizar o eliminar las causas que provocan los problemas.
Base de conocimientos	Actualizada con resultados de encuestas sobre el estado del proceso; causas que provocan los problemas y decisiones tomadas; y lecciones aprendidas.

2.1.4 Precondiciones

Para aplicar el marco de trabajo es necesario cumplir con las precondiciones que se listan a continuación:

- escoger la herramienta informática de gestión de proyectos de apoyo al proceso de monitoreo y control;
- definir roles y responsabilidades;
- definir dimensiones (ej.: financiera, control interno, recursos humanos, formación), objetivos estratégicos y actividades de la organización;
- asociar actividades con proyectos a ejecutar;
- identificar áreas clave de la organización;

- crear base de conocimientos de la organización⁴;
- dominar, por parte de la alta gerencia, el marco de trabajo propuesto y el uso de la herramienta informática de gestión de proyectos;
- tener la herramienta instalada:
 - ✓ configurar datos para la gestión (campos personalizados, días laborables, estado de las peticiones, tipos de peticiones);
 - ✓ añadir los usuarios;
 - ✓ añadir/definir estructura organizacional (representar organigrama del centro);
 - ✓ misión, visión y objetivos de la organización;
 - ✓ definir fondo de recursos compartidos para el entorno de gestión (categorías, recursos);
 - ✓ definir proyectos (datos asociados);
 - ✓ establecer la prioridad de los proyectos.
- identificar riesgos potenciales que puedan afectar al proyecto;
- lograr un equipo de proyecto comprometido y motivado con los objetivos del mismo;
- motivar y exigir, por parte de la alta gerencia, disciplina en el uso de la herramienta y en la actualización de la información;
- contar con una estrategia para la evaluación de los procesos de la organización; y
- establecer la frecuencia de evaluación del proceso de monitoreo y control a nivel de organización, de acuerdo con los objetivos estratégicos de la misma (incluyen los objetivos de mejora continua).

2.1.5 Recursos

A continuación se describen los roles y herramientas fundamentales para llevar a cabo el marco de trabajo, así como sus responsabilidades en el mismo:

- Interesados: se definió para agrupar a todos los involucrados en aquellas actividades en las intervienen varios roles.
- Alta gerencia (director y su consejo): es responsable de definir los indicadores clave de desempeño y emplear la tecnología informática puesta a su disposición para controlar los proyectos. Define la frecuencia de los cortes estratégicos atendiendo a la prioridad de los proyectos. Supervisa el estado de los indicadores, tomando decisiones proactivas y

⁴ En caso de que la organización sea de nuevo surgimiento o que se propone comenzar a introducir el proceso de monitoreo y control de sus proyectos, debe establecer los mecanismos necesarios para crear y enriquecer una base de conocimientos con información confiable.

correctivas ante desviaciones de los planes establecidos. Revisa los compromisos tanto internos como externos, que aún no se hayan cumplido o que estén en riesgo significativo de no cumplirse. Identifica problemas y su impacto. Entrena al personal involucrado en el proceso de monitoreo y control. Garantiza condiciones educativas y psicológicas para el uso de la tecnología introducida. Toma decisiones en cuanto a la mejora del proceso de monitoreo y control.

- Jefe de proyecto: es responsable de cumplir los objetivos del proyecto. Define la frecuencia de los cortes operativos según la prioridad del proyecto. Controla la ejecución del proyecto según los indicadores establecidos por la alta gerencia. Emplea la tecnología informática puesta a su disposición para controlar el estado del proyecto tomando decisiones correctivas y preventivas ante desviaciones del plan. Garantiza condiciones educativas y psicológicas para el uso de la tecnología introducida. Propone mejoras al proceso de monitoreo y control y gestiona las lecciones aprendidas durante la ejecución del mismo.
- Planificador: es responsable de asistir al jefe de proyecto en el monitoreo del desempeño del proyecto y de emplear la tecnología informática puesta a su disposición para reflejar el estado de las planificaciones.
- Equipo de proyecto (jefe de proyecto e integrantes de su grupo de trabajo): es responsable de mantener actualizada la herramienta de gestión de proyectos con los datos del desempeño del proyecto. Ejecuta las tareas del proyecto. Informa el estado del cumplimiento de las tareas asignadas. Apoya la toma de decisiones y la recolección de lecciones aprendidas.
- Cliente: es responsable de cumplir con los acuerdos establecidos en el contrato. Se interesa por conocer el estado de los compromisos del proyecto.
- Administrador de calidad: es responsable de definir las encuestas e indicadores para evaluar el proceso. Configura y aplica encuestas utilizando la tecnología. Gestiona las propuestas de mejora para el proceso.
- Grupo de soporte: es responsable de asesorar a los involucrados en el uso de la herramienta informática de gestión de proyectos y realizar las configuraciones y personalizaciones pertinentes para su correcto funcionamiento y uso.
- Grupo de mejora continua: grupo representado por personal calificado para gestionar la mejora del proceso (debe incluir algún miembro de la alta gerencia). Se conforma atendiendo a los objetivos de mejora continua de la organización. Es responsable de identificar y priorizar los problemas asociados al proceso, analizar sus causas y proponer los cambios necesarios.

- Herramienta informática de gestión de proyectos: recurso que sirve de soporte al proceso de monitoreo y control, cumpliendo con las funcionalidades descritas en el la actividad 1.

2.2 Descripción del marco de trabajo

A continuación se especifica el propósito, objetivos y descripción gráfica y textual del marco de trabajo.

2.2.1 Propósito

El propósito del marco de trabajo es proporcionar información a directivos de organizaciones, jefes de proyectos y otras partes interesadas, sobre el progreso y desempeño del proyecto, mediante indicadores clave obtenidos de forma automática a través de la tecnología seleccionada como apoyo a la ejecución del proceso de monitoreo y control. Con el fin de favorecer la toma de decisiones de modo proactivo y correctivo ante desviaciones del plan y contribuir al cumplimiento de los objetivos, estrategias y mejora continua de la organización.

2.2.2 Objetivos

Los objetivos que se deben cumplir con la aplicación del marco de trabajo son:

- Definir o mejorar los mecanismos para el control del proyecto.
- Monitorear el desempeño del proyecto de acuerdo con lo planeado.
- Tomar decisiones en función de mejorar el desempeño del proyecto.
- Identificar mejoras para el proceso de monitoreo y control.
- Contribuir a la base de conocimientos de la organización.

2.2.3 Descripción detallada

La Figura 3 ilustra la descripción gráfica del marco de trabajo con los recursos, entradas y salidas por cada actividad. En el [Anexo 14](#) se describe textualmente.

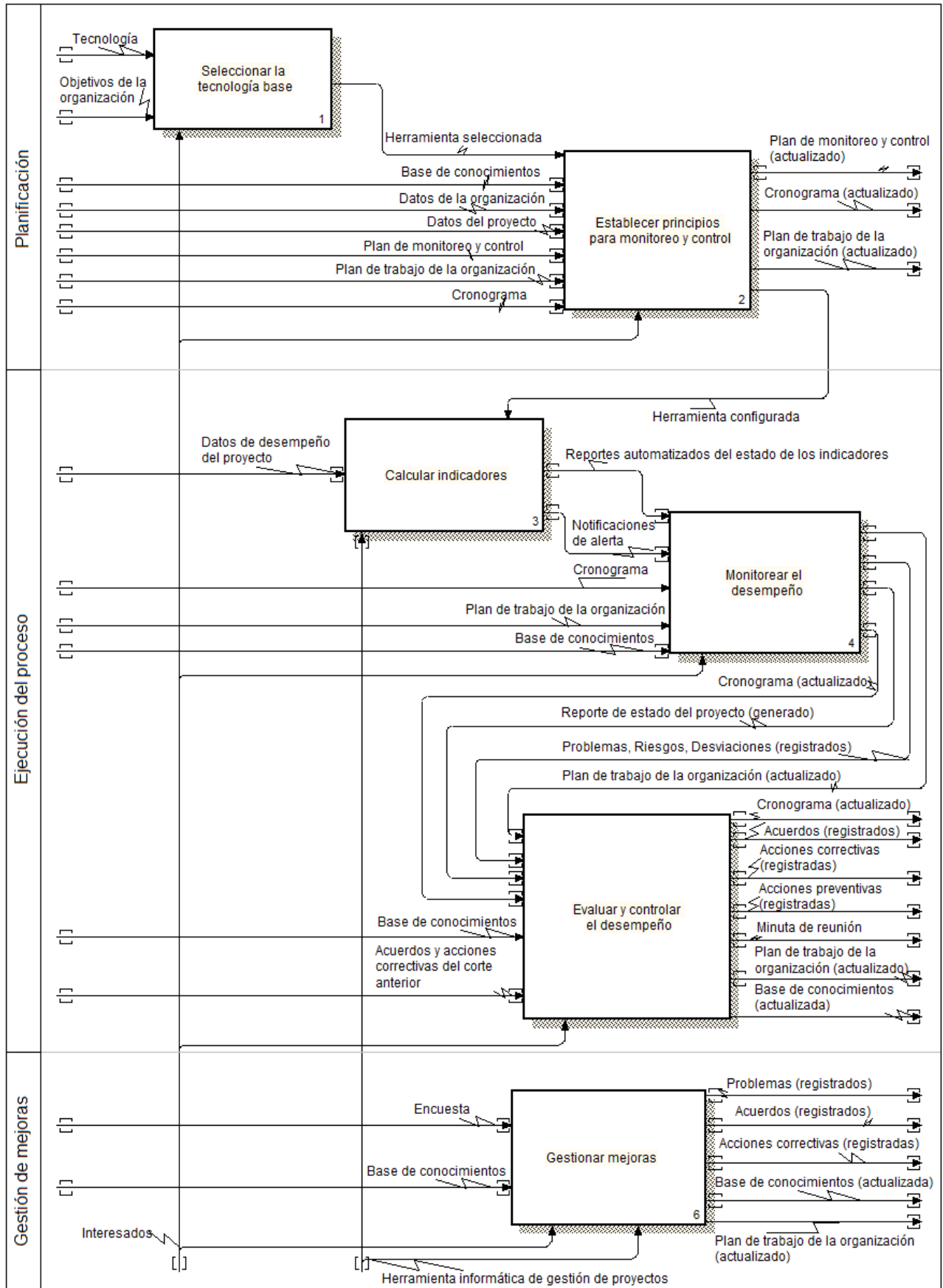


Figura 3. Descripción gráfica del marco de trabajo (elaboración propia).

A continuación se describen las actividades:

Actividad 1. Seleccionar la tecnología base

La alta gerencia selecciona la tecnología de apoyo al proceso de monitoreo y control a partir de los objetivos y necesidades de la organización. Se recomienda que la herramienta de gestión de proyectos seleccionada, sea adaptable a la gestión de la organización e integre o permita implementar, las siguientes funcionalidades (el orden no determina prioridad):

- F1. Gestionar información relacionada con las áreas del conocimiento fundamentales de la gestión de proyectos (ej.: alcance; tiempo; costo; logística; calidad; recursos humanos), según el nivel de madurez de la organización.
- F2. Permitir el monitoreo de tareas, riesgos, acciones correctivas, acuerdos.
- F3. Gestionar problemas y desviaciones.
- F4. Asociar acciones correctivas a riesgos, problemas y desviaciones.
- F5. Permitir el registro de acuerdos por corte.
- F6. Crear indicadores clave de desempeño.
- F7. Calcular automáticamente indicadores clave de desempeño.
- F8. Permitir que se siga una cascada en la toma de decisiones.
- F9. Brindar una evaluación cuantitativa y cualitativa sobre estado de los indicadores según sus interpretaciones, teniendo en cuenta las clasificaciones: Bien (B), Regular (R), Mal (M). Ej.: el IRP=0, su evaluación es M por constituir un atraso.
- F10. Brindar gráficos con información asociada a cortes anteriores al actual, que permita los análisis pertinentes en cuanto al comportamiento del proyecto.
- F11. Visualizar tablero de control con información asociada a elementos en estado de alerta (ej.: indicadores críticos; hitos atrasados; tareas de la ruta crítica atrasadas; cambios).
- F12. Enviar notificaciones por: alertas; responsabilidad en acuerdos y/o tareas; cambios en elementos que involucren al usuario.
- F13. Incluir un generador dinámico de reportes (ej.: (Abreu Medina, et al., 2012)) que le permita al usuario configurar sus reportes de forma sencilla y ágil.
- F14. Brindar filtros para facilitar la visualización de la información.
- F15. Permitir la configuración y aplicación de encuestas (ej.: encuesta para conocer la usabilidad del proceso de monitoreo y control de proyectos).
- F16. Calcular automáticamente indicadores asociados a encuestas.
- F17. Brindar una evaluación cuantitativa y cualitativa sobre estado de los indicadores del proceso según sus interpretaciones.
- F18. Permitir la recolección de lecciones aprendidas (el [Anexo 15](#) propone la información necesaria y cómo registrarla). La herramienta debe gestionar además: fecha de creación; fecha de modificación; autor de la lección aprendida; proyecto, departamento

o nivel organizacional al que pertenece el autor.

- F19. Permitir la creación o configuración de una base de conocimientos. La misma debe facilitar, de forma amigable y en el momento que se necesite, datos históricos de los proyectos y registrar lecciones aprendidas y propuestas de mejora. El [Anexo 16](#) muestra la información a almacenar.
- F20. Manejar la incertidumbre contenida en los datos de entrada: la evaluación propuesta por la herramienta para conocer el estado del desempeño de los proyectos se debe obtener partiendo de la ambigüedad en los conceptos (datos de la gestión de proyectos) e incertidumbre en la información, ya que gran parte de esta es brindada por seres humanos. La herramienta debe implementar algoritmos de *soft computing* para el análisis de los indicadores que se calculen y visualizar las clasificaciones relacionadas con la evaluación de los proyectos (Lugo García, et al., 2013).
- F21. Contar con Ayuda y/o Manual de Usuario.

Es decisión de la dirección de la organización, escoger y configurar la tecnología de apoyo al proceso de monitoreo y control en dependencia de su nivel de madurez y las áreas del conocimiento que desea monitorear y controlar. Para su selección, se propone emplear el instrumento que muestra la Tabla 3 como una lista de chequeo que brinda una visión general del nivel de cumplimiento (total, parcial o nulo) de la tecnología, sobre los requisitos necesarios.

Tabla 3. Instrumento para seleccionar la herramienta informática de gestión de proyectos de apoyo al proceso de monitoreo y control (elaboración propia).

Herramienta	Nombre de la herramienta		
Funcionalidad	Nivel de cumplimiento		
	Total	Parcial	Nulo
F1.			
F2.			
(...)			
F21.			
Total			

Actividad 2. Establecer principios para monitoreo y control

La Figura 4 describe gráficamente la actividad:

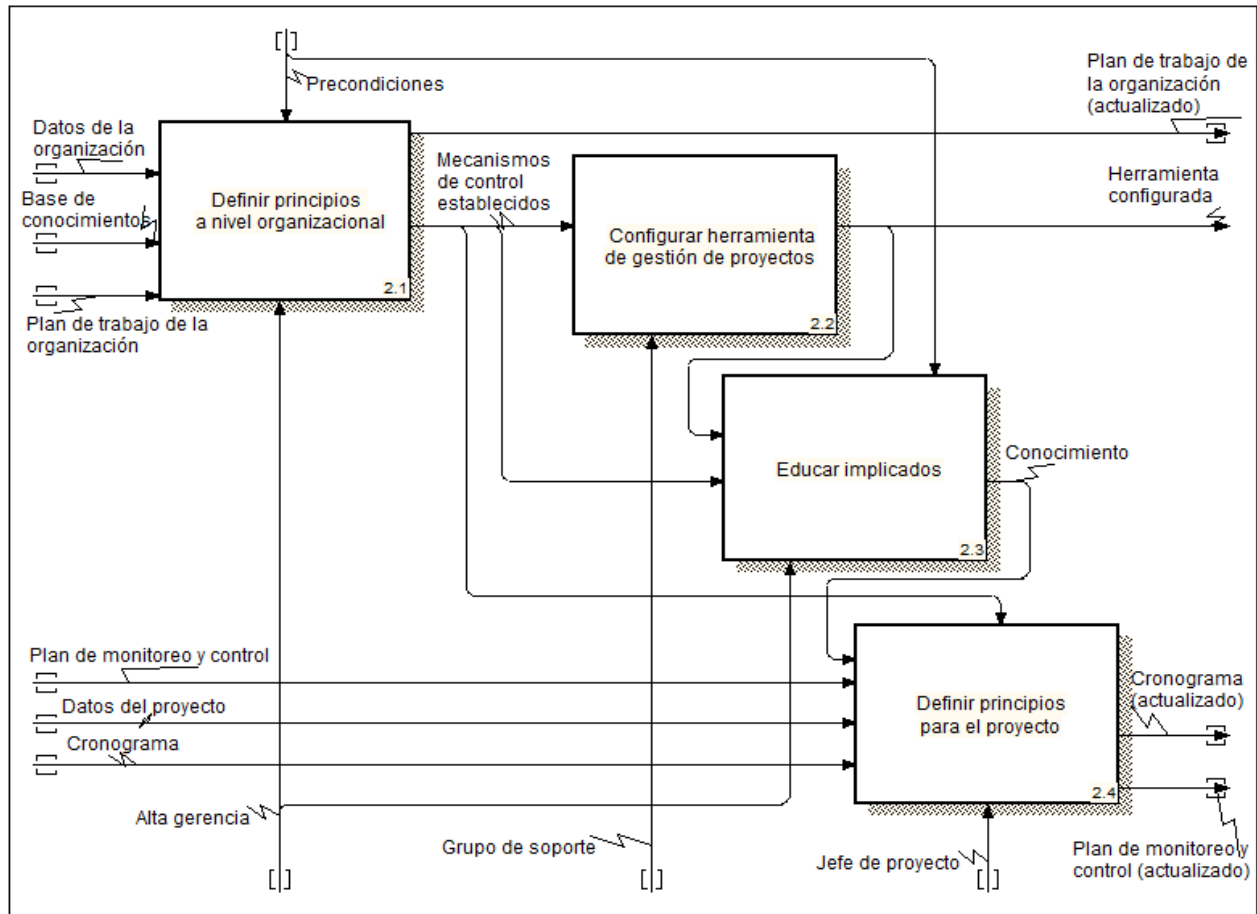


Figura 4. Actividad *Establecer principios para monitoreo y control* (elaboración propia).

Descripción textual:

2.1 La alta gerencia (valorando los objetivos estratégicos de la organización, sus recursos, los datos de los proyectos y el conocimiento asociado a proyectos anteriores y a lecciones aprendidas de ejecuciones anteriores del proceso) en coordinación con el grupo de soporte de la herramienta, define:

- ✓ cómo actualizar el porcentaje de avance de las tareas en correspondencia con los estados (ej.: resuelta es el 90 %; cerrada corresponde al 100 %) o si será a consideración del usuario;
- ✓ los indicadores a emplear para supervisar el desempeño de los proyectos (ej.: el [Anexo 17](#) sugiere indicadores a tener en cuenta) de acuerdo con los objetivos estratégicos y el nivel de madurez de la organización;
- ✓ la frecuencia para los cortes estratégicos de control (ej.: diario; semanal; quincenal; mensual) considerando el interés de la organización para conocer el estado de sus proyectos (prioridad);
- ✓ los elementos de monitoreo permanente (ej.: solicitudes de cambio; hitos) y la forma en la que la herramienta brindará notificaciones de alerta sobre sus estados, en caso

de ser alarmante (ej.: un hito atrasado; indicadores atrasados; desviaciones significativas); y

- ✓ el modo de presentar el estado de los proyectos (ej.: reportes por niveles directivos; indicadores; gráficos; interfaces).

Como resultados de estas acciones se actualiza el *Plan de trabajo de la organización* en la herramienta con los chequeos de proyecto planificados.

2.2 El grupo de soporte configura la herramienta a partir de los elementos de control establecidos para la organización, teniendo en cuenta para ello que la frecuencia de ejecución del cálculo de indicadores debe ser próxima a la frecuencia planificada para los cortes de control establecidos por la alta gerencia.

2.3 La alta gerencia capacita a sus subordinados sobre el proceso de monitoreo y control del proyecto, el uso de la herramienta como apoyo al mismo y sobre la frecuencia de actualización de la información asociada al progreso del proyecto.

2.4 El jefe de proyecto, en correspondencia con los elementos de control establecidos por la alta gerencia y la metodología de desarrollo del proyecto, a partir de los datos del proyecto y el cronograma define:

- ✓ los tipos de control a realizar (ej.: revisión del estado del proyecto; comprobación del cumplimiento de algún hito con el cliente; chequeo por interés de la alta gerencia) y sus objetivos (ej.: evaluar el desempeño de las áreas en las que los indicadores presentan problemas);
- ✓ la frecuencia de los controles operativos según el tipo de proyecto que dirige (ej.: por el tipo de cliente; naturaleza; tipo de programa), cronograma, objetivos y/o prioridad del mismo; y
- ✓ los elementos de monitoreo permanente (ej.: tareas; solicitudes de cambio; hitos) y la forma en la que la herramienta brindará notificaciones de alerta sobre sus estados, en caso de ser alarmante (ej.: un hito atrasado; tarea de la ruta crítica del proyecto atrasada; riesgos activos en el período).

Las actividades de control se planifican en el *Cronograma* del proyecto, mediante el uso de la herramienta. La frecuencia de las mismas y sus objetivos se describen en el *Plan de monitoreo y control*, el [Anexo 18](#) propone su estructura.

Salidas: Herramienta (configurada); Plan de trabajo de la organización (actualizado); Plan de monitoreo y control (actualizado); Cronograma (actualizado).

Notas de ayuda:

- Los cortes estratégicos (chequeos del proyecto con la participación de la alta gerencia) pueden ser mensuales y previos a encuentros con el cliente; los cortes operativos

(chequeos con el equipo de proyecto) pueden ser semanales con consolidados mensuales. La prioridad del proyecto determina la frecuencia de los controles.

- La frecuencia para el cálculo de los indicadores, es establecida en función de las necesidades de la organización (alta gerencia) para conocer el desempeño de sus proyectos. Se recomienda que el cálculo sea próximo a los cortes definidos, permitiendo una valoración objetiva del progreso del proyecto.
- Atendiendo al nivel de madurez en que se encuentre la organización, se tienen en cuenta indicadores como:
 - ✓ Nivel Básico: Rendimiento de la ejecución (IRE), de la planificación (IRP), de los recursos humanos (IRRH) y calidad del dato (ICD).
 - ✓ Nivel Medio: Indicadores del nivel Básico más el rendimiento de costos (IRC) y logística (IRL).
 - ✓ Nivel Avanzado: Todos los indicadores anteriores más el rendimiento de la eficacia (IREF).
- De ser necesario el cálculo de otros indicadores en la herramienta informática de gestión de proyectos, la alta gerencia debe solicitarlo al grupo de soporte de la misma.
- El grupo de soporte puede diseñar reportes a solicitud de los usuarios de la herramienta y generalizarlos para toda la organización si se considera necesario.
- Para identificar los KPI se debe partir de los objetivos estratégicos de la organización y sus áreas clave. Para la definición de los mismos y su implementación en la herramienta, la organización debe tener en cuenta: medidas, fórmulas, interpretación y análisis.
- Aquellas organizaciones que implementen un proceso de medición y análisis, definirán los KPI y sus medidas como parte de las actividades de dicho proceso.
- Esta actividad se lleva a cabo la primera vez que se ejecuta el proceso de monitoreo y control y se vuelve a realizar solo cuando sea objetivo realizar cambios en el modo de hacer, ya sea por la alta gerencia o por la dirección del proyecto con la debida aprobación de la alta gerencia. Por lo general, se realiza una vez al año cuando cambian los objetivos específicos de la organización.

Actividad 3. Calcular indicadores

La Figura 5 describe gráficamente la actividad:

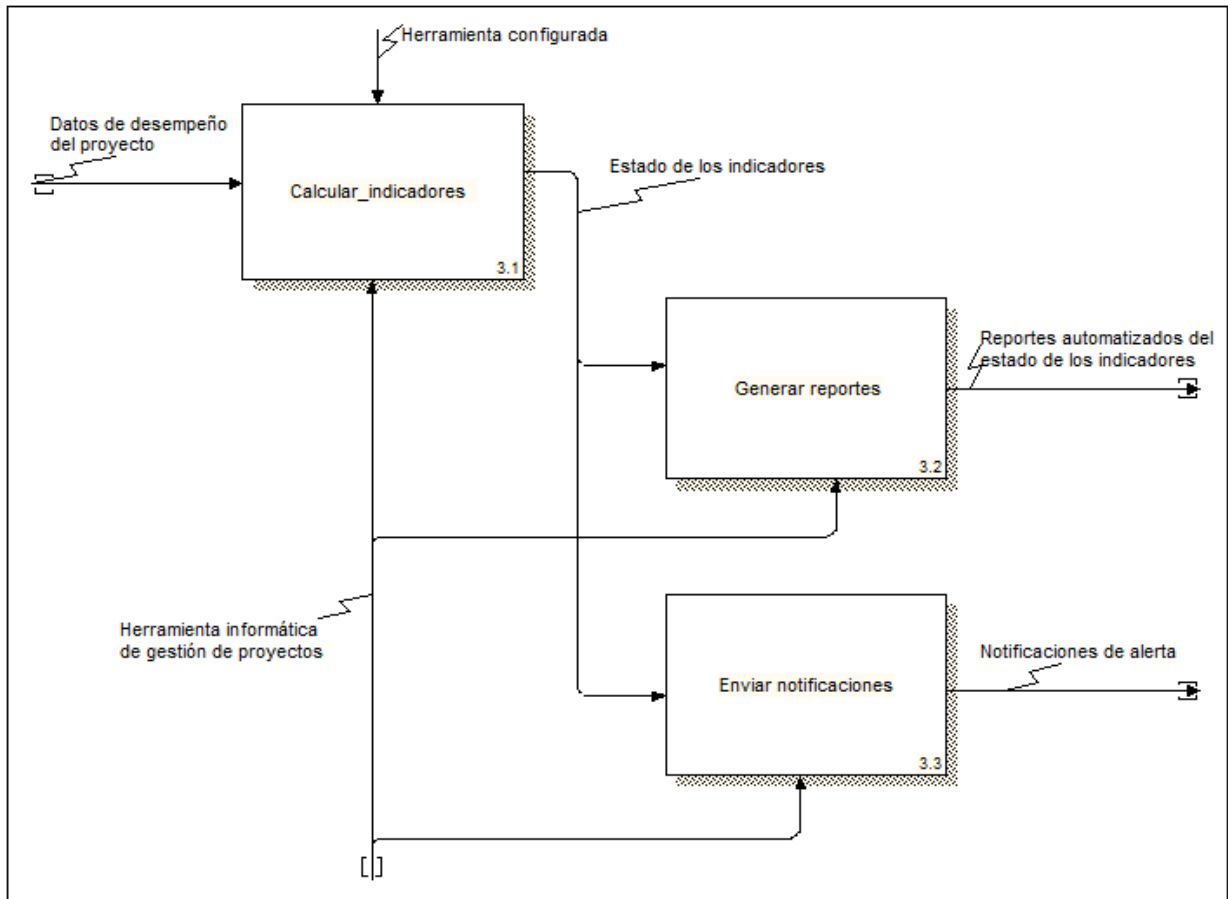


Figura 5. Actividad *Calcular indicadores* (elaboración propia).

Descripción textual:

- 3.1 La herramienta, a partir de las configuraciones realizadas, calcula los indicadores de desempeño acumulados hasta la fecha de corte en que se ejecuta tomando como base los datos del proyecto.
- 3.2 A partir de los datos arrojados por el cálculo, la herramienta genera reportes del estado de los indicadores por cada área.
- 3.3 Según resultados de comparativas con las medias permitidas por indicador, la herramienta envía notificaciones de alerta sobre elementos que se encuentren en situación alarmante.

Salidas: Reportes automatizados del estado de los indicadores; Notificaciones de alerta.

Actividad 4. Monitorear el desempeño

La Figura 6 describe gráficamente la actividad:

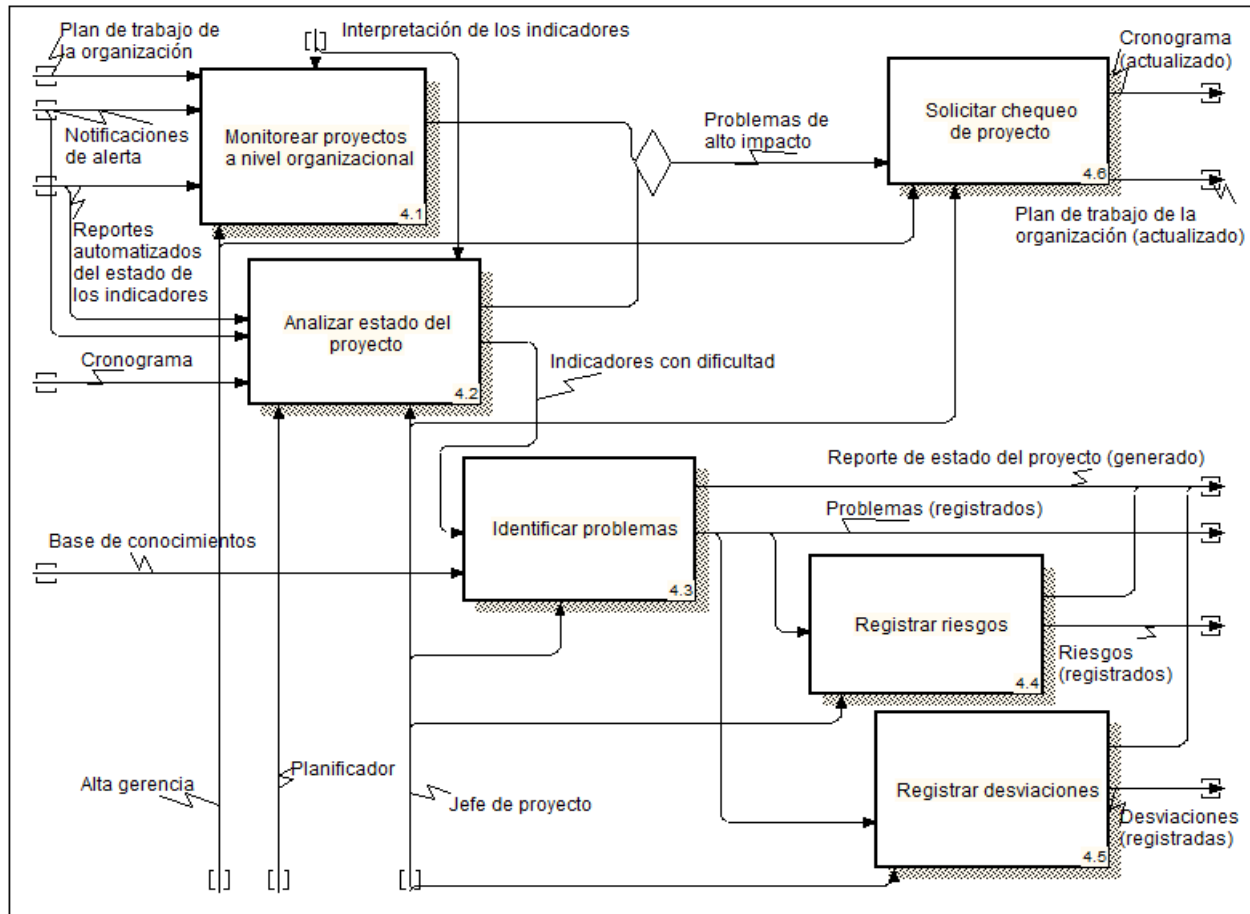


Figura 6. Actividad *Monitorear el desempeño* (elaboración propia).

Descripción textual:

- 4.1 La alta gerencia, ya sea por planificación o por notificaciones de alerta sobre el estado de algún elemento de monitoreo, valora el desempeño de sus proyectos (teniendo en cuenta el nivel de madurez en que se encuentre la organización) mediante la visualización de los reportes que brinda la herramienta. En caso de detectarse problemas de alto impacto que comprometan el plan se ejecuta la actividad 3.6.
- 4.2 El jefe de proyecto y/o el planificador (el rol que lo ejecuta está en dependencia del interés del proyecto), según planificación o notificaciones de alerta, visualiza(n) en la herramienta el estado del proyecto y caracteriza(n) el desempeño del mismo en el corte, a través del análisis de: los indicadores en el intervalo (real contra plan) y acumulados hasta la fecha de corte; estado de avance de las tareas; activación de algún riesgo; solicitudes de cambio; compromisos. En caso de detectarse problemas que comprometan el plan y requieran de toma de decisiones por la alta gerencia, se ejecuta la actividad 3.6.
- 4.3 El jefe de proyecto identifica los indicadores con alertas (evaluados de R) y con dificultades (evaluados de M), analiza los reportes específicos por indicador y determina y registra los problemas en la herramienta.

Para esta actividad el jefe de proyecto puede consultar la base de casos de problemas y la interpretación de los indicadores disponibles en la Base de conocimientos de la organización.

4.4 El jefe de proyecto analiza los problemas e identifica y registra como riesgos, aquellos que los constituyan y no hayan sido identificados como tal anteriormente. De igual forma identifica los riesgos que se hayan activado durante el período en cuestión para definir acciones correctivas.

4.5 El jefe de proyecto identifica y registra en la herramienta las desviaciones a partir de los problemas registrados.

Luego de analizados todos los elementos de monitoreo; actualizados los porcentajes, evaluadas y cerradas las tareas pendientes; y registrados los problemas, riesgos y desviaciones, el jefe de proyecto genera, a través de funcionalidades de la herramienta, el *Reporte de estado del proyecto* (previo al chequeo con el equipo de proyecto o alta gerencia o cliente) según los elementos* necesarios para cada caso. Aquí termina la actividad.

4.6 Se solicita un chequeo extraordinario del proyecto (dada la activación de un evento**) de carácter inmediato y se planifican en el plan de la organización y cronograma del proyecto.

Salidas: Reporte de estado del proyecto (generado); Cronograma (actualizado); Plan de trabajo de la organización (actualizado); Problemas, Riesgos y Desviaciones del proyecto (registrados).

Notas de ayuda:

- *El Reporte de estado del proyecto debe contar como mínimo con los siguientes elementos:
 - ✓ Para chequeo con el proyecto: estado de los indicadores, tareas, hitos y costos; riesgos activos o con probabilidades de activación.
 - ✓ Para chequeo con la alta gerencia y cliente: estado de los hitos, costos y facturación; riesgos activos o con probabilidades de activación.
- **Un evento puede activarse por motivos tales como:
 - ✓ un indicador en estado crítico;
 - ✓ una desviación que trae consigo replanificación del cronograma y esto afecta los hitos pactados con el cliente;
 - ✓ incumplimiento de compromisos tanto por el proyecto como por la parte cliente;
 - ✓ falta de recursos necesarios para el proyecto que comprometa el plan.

- Mediante el Manual de Usuario y/o Ayuda de la herramienta el usuario puede comprender en detalle la interpretación de los indicadores. El grupo de soporte de la herramienta es el encargado de su actualización.

Actividad 5. Evaluar y controlar el desempeño

La Figura 7 describe gráficamente la actividad:

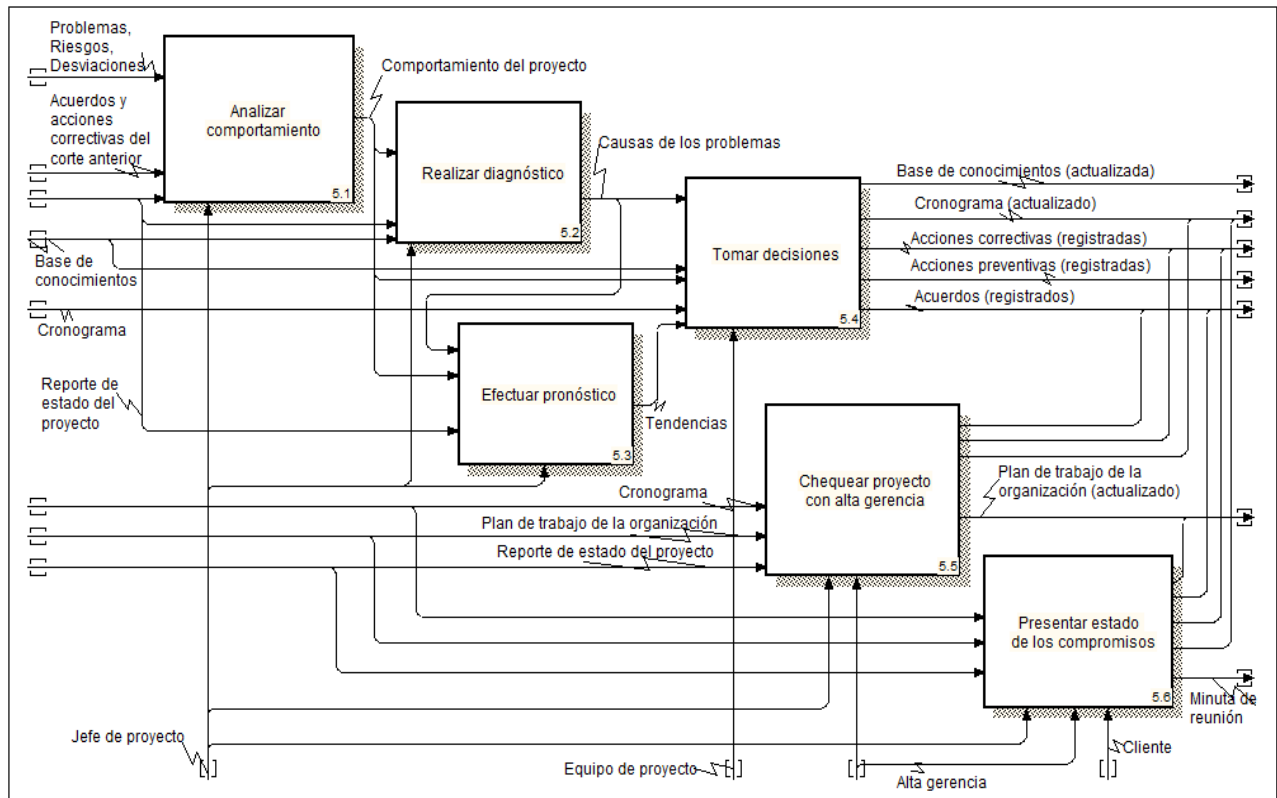


Figura 7. Actividad *Evaluar y controlar el desempeño* (elaboración propia).

Descripción textual:

5.1 El jefe de proyecto en chequeo con su equipo:

- ✓ analiza el cumplimiento de los acuerdos tomados en el corte anterior;
- ✓ analiza si las acciones correctivas del corte anterior resolvieron los problemas identificados;
- ✓ presenta el *Reporte de estado del proyecto* el cual muestra el comportamiento del mismo desde el corte anterior al actual, analizándose los problemas, riesgos y desviaciones.

5.2 El jefe de proyecto y su equipo realizan un diagnóstico de los problemas, riesgos y desviaciones y determinan las causas que provocan los mismos.

Para esta actividad el jefe de proyecto puede consultar la base de casos de problemas en la *Base de conocimientos* de la organización.

5.3 El jefe de proyecto, a partir del comportamiento que ha venido presentando el proyecto

(tendencia al progreso o al atraso) y la evaluación del proyecto en el corte actual, efectúa un pronóstico para el siguiente corte (ej. por ciento en el que deben estar las tareas y su posible incumplimiento), evaluando la incidencia del estado actual en el desempeño del proyecto para el próximo intervalo.

5.4 El equipo de proyecto, teniendo en cuenta las causas que provocan los problemas, desviaciones y activación de riesgos, así como el pronóstico para el próximo corte, toma decisiones en función de corregir y prevenir problemas. El jefe de proyecto registra las decisiones en la herramienta como:

- ✓ acciones correctivas asociadas a desviaciones, acuerdos incumplidos, riesgos, tareas atrasadas, no conformidades;
- ✓ acciones preventivas para mitigar posibles problemas y riesgos;
- ✓ acuerdos para el próximo corte asignándose los responsables para su realización.

El equipo de proyecto puede consultar la base de casos de problemas en la *Base de conocimientos* de la organización para tomar experiencias. En caso de que no se puedan resolver los problemas en el marco del proyecto se escalan las decisiones al nivel superior.

Como resultado de esta actividad se actualiza el *Cronograma* de ser necesario; la herramienta envía notificación de los acuerdos tomados a los involucrados y se actualiza la *Base de conocimientos* con las causas de los problemas y las decisiones tomadas.

5.5 El jefe de proyecto en chequeo con la alta gerencia según planificación, presenta el *Reporte de estado del proyecto*, se analiza el comportamiento del proyecto y se registran en la herramienta los acuerdos y acciones correctivas en caso de existir problemas.

Se actualizan el *Cronograma* del proyecto y el *Plan de trabajo de la organización* en caso de ser necesario.

5.6 El jefe de proyecto y la alta gerencia en chequeo con el cliente según planificación, presentan el *Reporte de estado del proyecto*. Se analiza el estado de los compromisos y se toman acuerdos y acciones correctivas en caso de existir problemas. Si existe una desviación significativa que genera cambios en el cronograma, se presenta la propuesta al cliente para su aprobación. La evidencia de este encuentro queda reflejada en una minuta de reunión.

Se actualizan el *Cronograma* del proyecto y el *Plan de trabajo de la organización* en caso de ser necesario.

Salidas: Cronograma (actualizado); Plan de trabajo de la organización (actualizado); Acuerdos, Acciones correctivas y Acciones preventivas (registrados); Minuta de reunión (creada); Base de conocimientos (actualizada).

Notas de ayuda:

- Para la toma de decisiones en el proyecto se pueden aplicar técnicas como tormenta de ideas, el modelo de seis fases ([Anexo 19](#)), diagramas de causa y efecto, entre otras. El equipo de proyecto puede además, consultar la *Base de conocimientos* que brinda la herramienta con el fin de aprender de las causas y decisiones tomadas sobre problemas similares detectados con anterioridad.
- Teniendo en cuenta las causas que provocan los problemas, las decisiones a tomar pueden estar enfocadas hacia necesidades de mejoras para el proyecto, el proceso, la herramienta y/o la atención a los recursos humanos:
 - ✓ Proyecto: las causas que provocan los problemas identificados se relacionan con errores en la planificación; escasez o retrasos en la entrega de recursos; materialización de un riesgo; fallas tecnológicas; entre otras. En tales casos se toman decisiones dirigidas a mejorar el desempeño del proyecto (ej.: solicitud a la alta gerencia de más recursos humanos para terminar en tiempo un hito de ejecución, que siguiendo los pronósticos no terminará en fecha).
 - ✓ Proceso: las causas que provocan los problemas identificados se relacionan con que los indicadores establecidos para el monitoreo y control son insuficientes; la frecuencia de los chequeos definida para conocer el estado del proyecto no cumplen objetivo dadas las características del proyecto; el porcentaje utilizado para conocer el estado de avance de las tareas no es confiable dada la poca formación o responsabilidad de los implicados en su actualización; entre otras. En tales casos se toman decisiones en función de mejorar los mecanismos establecidos para el monitoreo y control (Ej.: chequear el proyecto todos los lunes a las 8:30 am).
 - ✓ Herramienta: las causas que provocan los problemas identificados se relacionan con que los indicadores implementados en la herramienta no satisfacen las necesidades de información de los involucrados; los reportes no brindan la información necesaria para analizar el estado de las áreas relacionadas; entre otros. En tales casos se toman decisiones dirigidas a la mejora de la herramienta (ej.: solicitud de inclusión de un gráfico para visualizar el comportamiento del proyecto teniendo en cuenta todos los indicadores).
 - ✓ Recursos humanos: las causas que provocan los problemas identificados se relacionan con mal desempeño de los recursos humanos; sobrecarga de trabajo del equipo de proyecto; falta de motivación del personal; escasa capacitación en el desempeño de los roles; desconocimiento en el uso de la tecnología; baja productividad; entre otros. En tales casos se toman decisiones en función de aumentar la motivación, compromiso y capacitación del personal del proyecto (ej.: capacitar al

equipo de proyecto en el uso de herramientas colaborativas). Más información en el epígrafe 2.3.

- El jefe de proyecto y/o el planificador debe(n) planificar tareas en función de cumplir los acuerdos establecidos en el análisis del desempeño del proyecto (acciones correctivas y preventivas). Con el fin de asegurar la trazabilidad, esta relación debe quedar reflejada en la herramienta.
- Se debe seguir una cascada en la toma de decisiones. El decisor comienza controlando el estado de los indicadores propuestos en los niveles superiores de la estructura organizacional (organización, centro de desarrollo, cliente, programa), descendiendo hasta los niveles inferiores de proyecto, tarea y recurso humano. El descenso de niveles para el control solo es necesario en aquellas áreas de conocimiento de la gestión que presenten problemas.
- En caso de existir la necesidad de personalización de la herramienta informática de gestión de proyectos, la alta gerencia debe solicitarlo al grupo de soporte de la misma.

Actividad 6. Gestionar mejoras

La Figura 8 describe gráficamente la actividad:

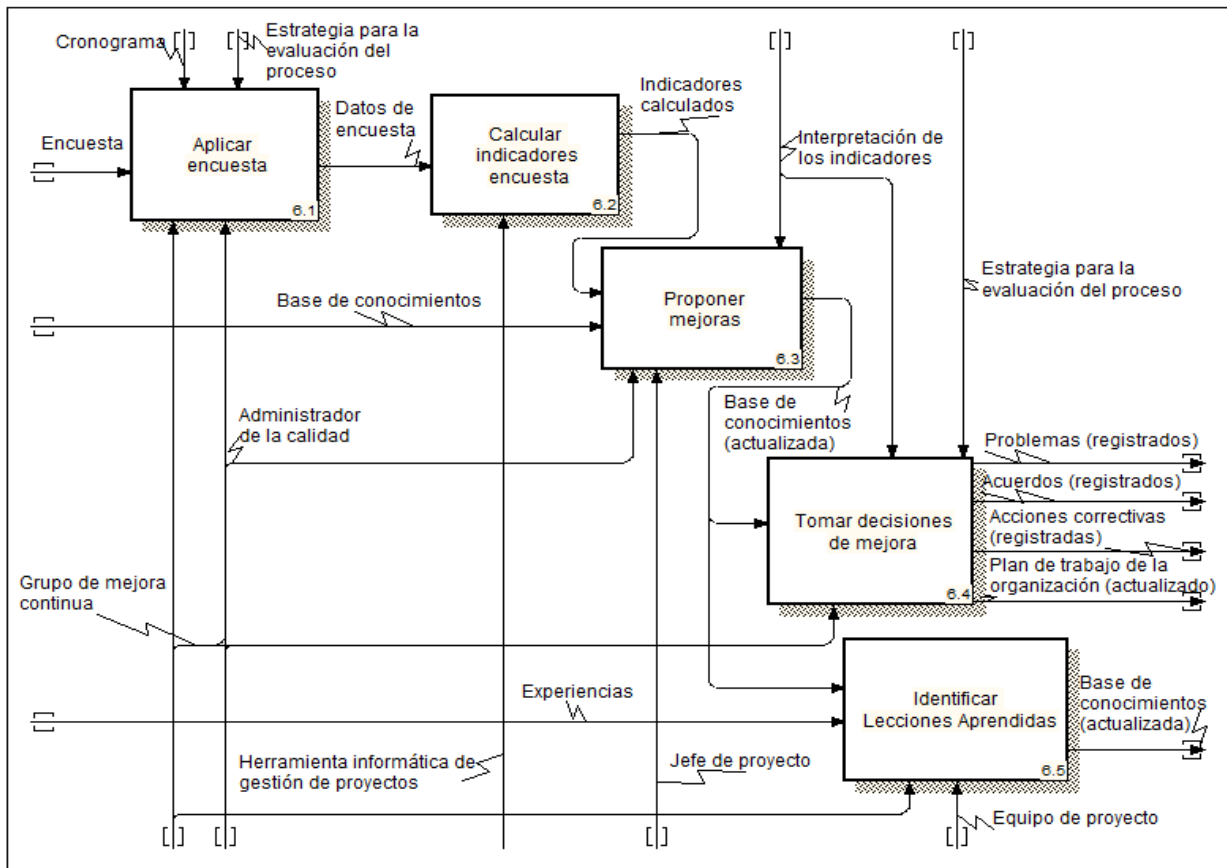


Figura 8. Actividad *Gestionar mejoras* (elaboración propia).

Descripción textual:

- 6.1 De acuerdo con la estrategia establecida en la organización para la evaluación del proceso y la planificación previa, el grupo de mejora continua configura en la herramienta la encuesta a aplicar para evaluar la usabilidad del proceso ([Anexo 20](#)). Luego el administrador de la calidad del proyecto guía a los involucrados en el llenado de la encuesta mediante el uso la herramienta.
- 6.2 La herramienta calcula los indicadores (ej.: [Anexo 21](#)) según los datos de la encuesta.
- 6.3 El administrador de la calidad en trabajo con el jefe de proyecto, analizan la evaluación mostrada por la herramienta y registran las oportunidades de mejora según lo establecido en la organización. Se actualiza la *Base de conocimientos*.
- 6.4 A partir de los resultados de la encuesta y las oportunidades de mejora propuestas para el proceso, el grupo de mejora identifica y registra problemas, analiza sus causas y toma decisiones para mejorar el proceso, registrándose en la herramienta como acuerdos y acciones correctivas. Se actualiza el *Plan de trabajo de la organización*.
- 6.5 El equipo de proyecto y/o el grupo de mejora continua, identifica(n) prácticas y experiencias obtenidas de la ejecución del proceso y/o proyecto (según momento que les corresponda) y las registra(n) en la herramienta como *lecciones aprendidas*. Se actualiza la *Base de conocimientos*.

Salidas: Base de conocimientos (actualizada); Plan de trabajo de la organización (actualizado); Problemas, acuerdos y acciones correctivas (registrados).

Notas de ayuda:

- Se recomienda que la evaluación del proceso tenga una frecuencia anual, pero los involucrados pueden planificarla de acuerdo a necesidades.
- La actividad 5.6 no debe estar sujeta a la frecuencia de evaluación del proceso, puede realizarse mediante encuentros que el jefe de proyecto o el grupo de mejora planifique a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Las reuniones para identificar lecciones aprendidas sirven para captar, recuperar y compartir experiencias, ideas o criterios. El objetivo que se persigue es crear conciencia de un aprendizaje continuo y compartirlo con el resto de la organización. La documentación de lecciones aprendidas debe realizarse como mínimo durante el cierre del proyecto. Se propone que cada vez que se identifique un posible aprendizaje o lección, se registren como *lecciones aprendidas* y se ponga a disposición de la organización.
- Es necesario que la alta gerencia controle el acceso a las *lecciones aprendidas* y eduque al personal sobre el uso adecuado de las mismas (SEI, 2010).

- Para la evaluación del proceso se pueden tener en cuenta indicadores, además de la usabilidad, tales como: esfuerzo dedicado, utilidad, entre otros que la organización considere necesarios. Estas encuestas pueden aplicarse con el uso de la herramienta como se explica en la actividad 6.1.
- Para el análisis de los resultados de la(s) encuesta(s), la identificación de mejoras, los problemas asociados al proceso, entre otros, los interesados pueden consultar la *Base de conocimientos* y aprender de lecciones anteriores.
- Aquellas organizaciones que implementen un proceso para la gestión de mejoras, manejarán las mejoras del proceso de monitoreo y control de proyectos según las actividades propuestas en el mismo.
- Esta actividad se realiza en correspondencia con la estrategia de la organización para la evaluación del proceso y la planificación establecida para ello.

2.3 Dimensión recursos humanos

El recurso humano es el primer eslabón del desempeño del proyecto, es por ello de vital importancia que la dirección de la organización tenga en cuenta buenas prácticas para su control. Las personas a través del control pueden mejorar su desempeño un 20 % (Aragón González, 2013). A continuación se propone un conjunto de elementos a tener en cuenta para la toma de decisiones (como parte del control del desempeño), en función de motivar y comprometer a los miembros del equipo de proyecto:

- Obtener compromiso del equipo hacia las reglas de la organización y viceversa (The Standish Group, 2013).
- Efectuar planificaciones reales.
- Lograr aceptación y comprometimiento de los trabajadores con los plazos para ejecutar las actividades del proyecto.
- Conocer los estados de ánimo y disposiciones e incidir sobre actitudes que afecten el buen funcionamiento del plan.
- Identificar habilidades y motivaciones.
- Mejorar las habilidades del personal a través de la formación, capacitación y/o entrenamiento según sea necesario.
- Desarrollar sentimientos de confianza y cohesión entre los miembros del equipo a fin de incrementar el desempeño a través de un mayor trabajo colectivo (Torres López, 2011).
- Crear compromiso con el uso de la tecnología.
- Ganar responsabilidad con el proceso de monitoreo y control del desempeño. Que no se vea como un obstáculo sino como un medio para el avance del proyecto.

- Equilibrar las cargas de trabajo.
- Monitorear el desempeño.
- Mantener informado al equipo sobre el estado de avance del proyecto.
- Integrar al equipo a la toma de decisiones.
- Trazar estrategias para la gestión del conocimiento (Barroso Tanoira, 2012).
- Evaluar individualmente el desempeño de los recursos humanos (Torres López, 2011).
- Reconocer de forma informal y colectivamente los resultados destacados.
- Sancionar cuando sea necesario.
- Pagar según el desempeño atendiendo a la Resolución No. 17/2014 (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 2014).
- Informar al colectivo de las violaciones y los mecanismos inadecuados que hayan sido análisis de los consejos de dirección u otras reuniones (Torres López, 2011).

2.1 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se propone un marco de trabajo para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos de software. Partiendo del análisis de sus potencialidades y aspectos de mejora, se arriba a las siguientes conclusiones:

- ✓ Facilidad de aplicación con el uso de una o varias herramientas informáticas para la gestión de proyectos, minimizando el trabajo manual.
- ✓ Empleo de indicadores clave que reflejan el estado de las áreas de conocimiento claves de la gestión de proyectos, como son: tiempo, costo, calidad, logística y rendimiento de los recursos humanos.
- ✓ Detalla instrumentos (entradas y salidas) que sirven de base para la ejecución de las actividades y evitan el esfuerzo que lleva consigo su definición.
- ✓ Adaptable a cualquier organización de desarrollo de software del país.
- ✓ Favorece la toma de decisiones a nivel estratégico (organización) y táctico y operativo (proyecto, personas) en las organizaciones donde se utilice.
- ✓ Al estar dirigido a proyectos, las actividades e indicadores propuestos están enfocados en detallar cómo se debe realizar el monitoreo y control del proyecto, no a dependencias superiores como pudieran ser la organización o ministerio, por citar algunos ejemplos.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente capítulo tiene como objetivo analizar los resultados obtenidos luego de la aplicación de la propuesta, utilizando la Suite de Gestión de Proyectos Xedro GESPRO en su versión 13.05. En el contenido se describen la estrategia de evaluación empleada en la investigación y los análisis que de esta se derivan. Para validar el marco de trabajo se aplicaron técnicas como la escala de Likert fundamentada en la opinión de expertos y la técnica de ladov para comprobar la satisfacción de usuarios. Se realizó un cuasiexperimento para determinar mejoras en la evaluación del desempeño de proyectos, cuyos resultados se demuestran mediante pruebas estadísticas. Por último se valora el aporte social de la propuesta y se enuncian las conclusiones parciales.

3.1 Síntesis de aplicación de la propuesta

La propuesta se aplicó en la Universidad de la Ciencias Informáticas utilizando la Suite de Gestión de Proyectos Xedro GESPRO en su versión 13.05 como base tecnológica. La actividad productiva de la UCI es soportada por una Red de Centros, integrada por Centros de Desarrollo de Software y por otros centros que brindan servicios transversales a la misma (UCI, 2014). La universidad utiliza Xedro GESPRO 13.05 como herramienta de soporte al monitoreo y control de proyectos desde mayo del año 2013 hasta la actualidad.

La propuesta se puso en práctica a través de capacitaciones a los roles involucrados en el proceso de monitoreo y control de proyectos en torno al uso de la herramienta, así como en cursos a estudiantes de la 4ta y 5ta edición de la maestría de Gestión de Proyectos Informáticos de la UCI. El marco de trabajo admitió mejoras a partir de propuestas de estudiantes de los cursos y capacitaciones referidas; criterio de expertos; investigaciones realizadas por maestrantes de la mencionada maestría y experiencias adquiridas durante el programa de mejora para certificar el nivel dos de CMMI en la propia universidad, retroalimentándose además, de mejoras en la herramienta.

3.1.1 Compatibilidad con estándares internacionales

El marco de trabajo propuesto asegura, a las organizaciones que lo implementen, coincidencia de sus actividades con procesos y/o actividades homólogos en los estándares más populares de la industria de software analizados en el capítulo 1. Esto sirve de base para la evaluación o certificación en alguno de ellos en el momento en que lo decidan. La Tabla 4 muestra la compatibilidad de la propuesta con dichos estándares.

Tabla 4. Mapa de compatibilidad con los procesos homólogos en estándares internacionales (elaboración propia).

Actividades de la propuesta	Monitoreo y control de proyectos en estándares internacionales						
	PMBOK 5ta edición	CMMI-DEV v1.3	NC 10006:2007	ISO	ISO/IEC 12207:2008	MoProSoft v1.3	MR-MPS:2009
Seleccionar la tecnología base	----	----	----		----	----	----
Establecer principios para monitoreo y control	4.2, 5.4	PMC: SP1.1 (Nivel 2)	5.3.2, 7.3.3, 7.7.3		6.3.7.3.1.4, 6.3.7.3.1.6, 6.3.7.3.1.7	OPE 9.1: A1.4	GPR 5, GPR 18
Calcular indicadores	7.3, 9.3, 10.2, 10.5, 11.2 (sin recomendar el cálculo automático)	MA: SP2.1 (sin recomendar el cálculo automático) (Nivel 2)	5.2.8, 7.3.3, 8.2 (sin recomendar el cálculo automático)		6.3.7.3.2.2 (recomienda apoyo tecnológico)	OPE 9.1: A2.6 (sin recomendar el cálculo automático)	MED 5, MED 6, MED 7 (sin recomendar el cálculo automático)
Monitorear el desempeño	4.3, 4.4, 5.5, 6.6, 7.3, 8.2, 8.3, 11.6, 12.3	PMC: SP1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 SP2.1 MA: SP2.2 (Nivel 2)	5.2.8, 5.3.2, 6.1.3, 7.2.4, 7.3.5, 7.4.5, 7.5.4, 7.7.5		6.3.2.3.1, 6.3.7.3.2.3	OPE 9.1: A2.4, A2.6, A3.1, A3.2, A3.3, M2, M3, M4, M5	GPR 15, GPR 21
Evaluar y controlar el desempeño	4.3, 4.4, 4.5, 5.4, 5.5, 6.6, 7.3, 8.2, 8.3, 9.4, 10.4, 10.5, 11.6, 12.3	PMC: SP1.6, 1.7; SP2.1, 2.2, 2.3 (Nivel 2)	5.2.8, 5.3.2, 6.1.3, 7.2.4, 7.3.5, 7.4.5, 7.5.4, 7.7.5		6.3.2.3.2, 6.3.3.3, 6.3.7.3.2.4	OPE 9.1: A2.11, A3.1, A3.3, M2, M3, M4, M5	GPR 16, GPR 17
Gestionar mejoras	4.3, 4.6	OPF: SP1.2, 1.3 IPM: SP1.5 OPD: SP1.1 (Nivel 3)	5.2.7, 8.3.1, 8.3.2		6.2.1.3.2, 6.2.1.3.3	OPE 9.1: A4.3, A4.4	GPR 19, GPR 20, GPR 24

3.1.2 Tecnología seleccionada

Para la selección de la tecnología de apoyo al proceso de monitoreo y control se utilizó el instrumento propuesto en la actividad 1 del marco de trabajo, comparando el nivel de cumplimiento de las herramientas informáticas para la gestión de proyectos más utilizadas en Cuba, con los requerimientos necesarios para dar soporte al proceso, ([Anexo 22](#)). Se tuvo en cuenta además que la tecnología fuera adaptable a las características de la organización, permitiendo configurar o implementar los requisitos y que cumpliera con los objetivos de la industria. A partir de las comparaciones se obtuvo como resultado que la herramienta con mejores condiciones para la validación de la propuesta es Xedro GESPRO 13.05, como

muestra la Figura 9, por cumplir con la mayor cantidad de requerimientos, ser software de código abierto y contar con un servicio de soporte técnico.

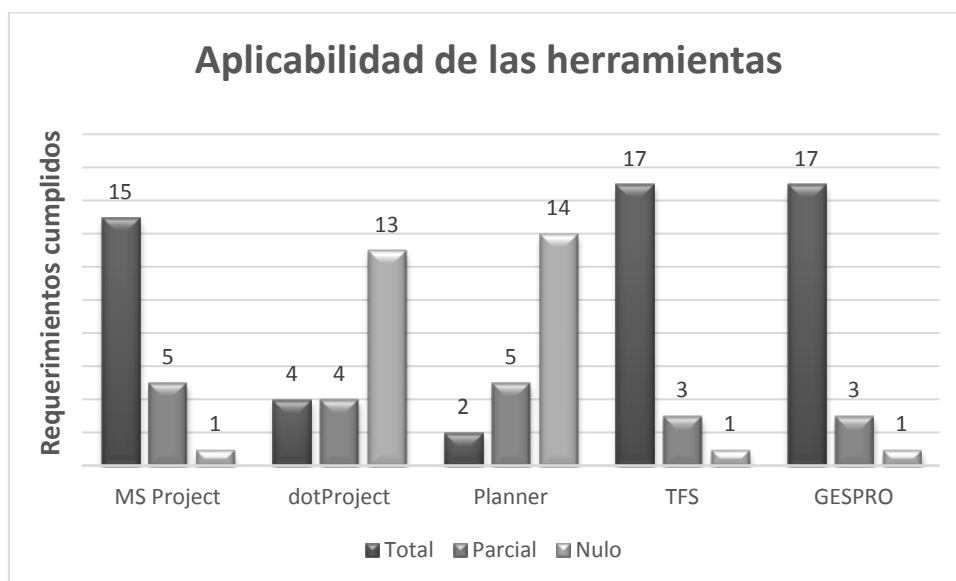


Figura 9. Aplicabilidad de las herramientas teniendo en cuenta los niveles de cumplimiento con los requerimientos necesarios para dar soporte al proceso (elaboración propia).

3.1.3 Caso de estudio utilizando Xedro GESPRO

A continuación se describen los pasos a seguir para chequear un proyecto, utilizando la herramienta de gestión de proyectos Xedro GESPRO. El caso de estudio muestra el estado de los indicadores de un proyecto real.

Para proceder a chequear el avance del proyecto, el jefe de proyecto visualiza en la herramienta la vista Estado del Proyecto, como muestra la Figura 10. La misma debe mostrar el estado de los indicadores de las áreas de conocimiento claves para la gestión del proyecto, así como la evaluación alcanzada dada la fecha de corte en que se realiza el chequeo. Dependiendo del nivel de madurez en el cual la organización enfoca su estilo de gestión de proyectos (áreas del conocimiento de la gestión de proyectos que gestiona), el jefe de proyecto enfoca el análisis solamente en el estado de los indicadores y evaluación del proyecto correspondiente. Para este escenario (nivel básico), dado que la organización no realiza la gestión de las áreas de conocimiento de Costo, Logística y Calidad (indicadores IRC, IRL e IREF), el jefe de proyecto enfoca su análisis en el estado de los restantes indicadores (IRE, IRP, IRRH e ICD) y comprueba la evaluación que la herramienta clasifica para su proyecto en el nivel básico.

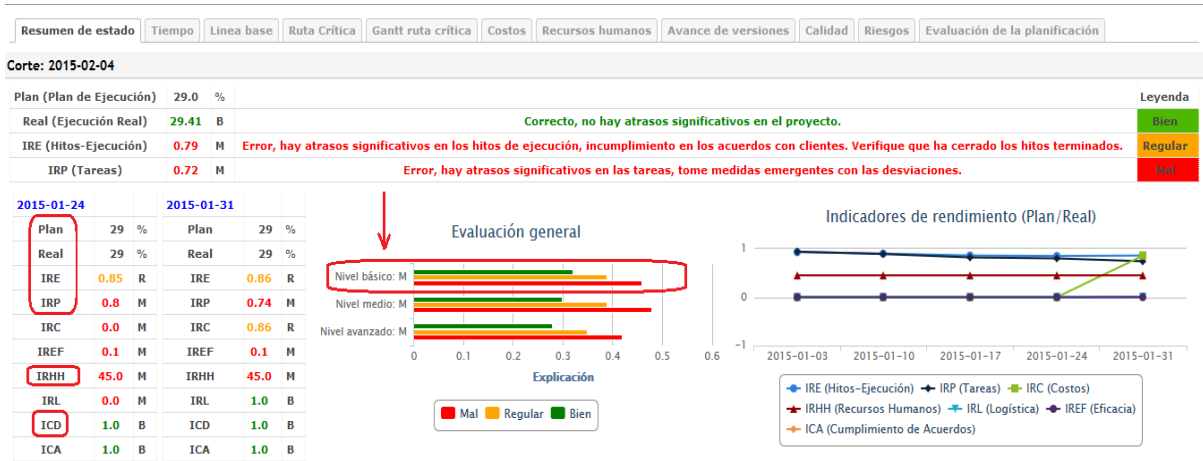


Figura 10. Reporte que muestra el estado general del proyecto.

El jefe de proyecto se enfoca entonces en analizar los indicadores que se encuentran en estado R (color amarillo) y M (color rojo). Identifica además, el estado del indicador auxiliar ICA (índice de cumplimiento de acuerdos), lo cual le ayuda a comprender mejor los motivos del estado de su proyecto. Si el ICA adquiere valores cercanos a 1, esto quiere decir que se cumplieron la mayoría o todos los acuerdos de la reunión de chequeo anterior, por lo que no hay motivos para pensar que el incumplimiento de algún acuerdo resulta la causa de problemas en el estado del proyecto.

Analizando los indicadores con problemas (evaluados de M) y los que están a punto de volverse problemáticos (evaluados de R), el jefe de proyecto identifica que existen dificultades con la gestión de tiempo del proyecto (IRP = 0.74, evaluado de M), con la gestión de los recursos humanos (IRRH = 45.0, evaluado de M) y que la ejecución del proyecto de manera general está en estado alarmante (IRE = 0.86, evaluado de R).

El jefe de proyecto, según el orden que estima conveniente, analiza por separado las causas de los problemas con cada indicador. Para esto accede a las distintas vistas donde se describe con más detalle el estado de los indicadores. En este caso, para conocer por qué el indicador de tiempo (IRP) ha sido evaluado de mal, accede a la pestaña Tiempo y visualiza la pantalla que presenta la Figura 11.

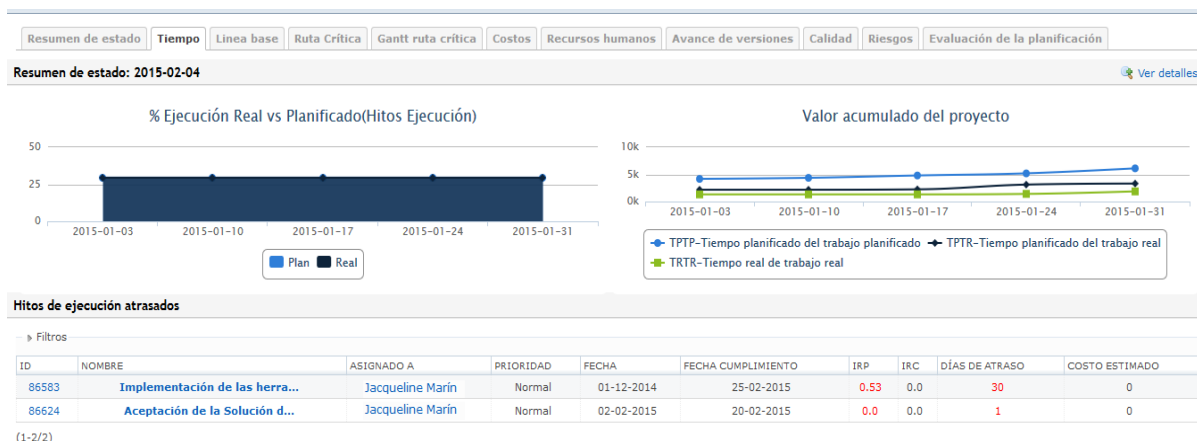


Figura 11. Reporte que resume el estado del tiempo del proyecto.

Teniendo en cuenta que $IRP = TPTR / TPTP$, el jefe de proyecto analiza la gráfica de Valor acumulado del proyecto, observado cómo hasta la fecha en que se realiza el corte (2015-01-31), ha existido una tendencia de las personas a no terminar el trabajo acorde con el tiempo asignado según la planificación (curva TPTR siempre por debajo de TPTP). Si bien, en los dos cortes anteriores (2015-01-24 y 2015-01-17) se evidenció una ligera disposición hacia disminuir esta brecha, no mejoró hacia el corte actual. Acto seguido, el jefe de proyecto verifica si estos atrasos en el tiempo pueden estar provocando atrasos en los compromisos pactados con los clientes (hitos de ejecución). Para ello visualiza, a la izquierda, la gráfica de las métricas sobre el estado de ejecución del proyecto (% Ejecución Real vs. Planificado). Por el momento, el proyecto se mantiene cumpliendo estos compromisos ya que ambos porcentajes muestran una tendencia de solapamiento. Existen razones para pensar, por tanto, que algo está provocando este comportamiento, quizás relacionado con los recursos humanos que es el otro indicador en el cual el proyecto está presentando dificultad.

Sabido lo anterior, el jefe de proyecto accede a la pestaña Recursos Humanos de la herramienta para conocer los detalles del estado de este indicador, visualizando la Figura 12.



Figura 12. Reporte que resume el estado de los recursos humanos del proyecto.

En esta vista el jefe de proyecto identifica que existen dos subindicadores de recursos humanos con problemas. El primero, aunque en estado de R (IRHA = 2.76), le indica que los miembros del proyecto están sobrecargados, lo cual puede provocar atrasos en las tareas. En otras palabras, se están planificando a los miembros del proyecto más horas de trabajo de las que cuentan como fondo de tiempo declarado para participar en el proyecto. El otro indicador, ya en estado crítico por estar evaluado de M (IRHF = 0.74), refleja el mismo problema que el anterior, además de tomar el mismo valor que el IRP del proyecto, pues indica la relación entre el TPTR / TPTP de todas las tareas asignadas a los recursos humanos del proyecto, es decir, las personas no están terminando el trabajo acorde con el tiempo asignado según la planificación.

En este punto del análisis se puede llegar a la conclusión parcial de que la causa del atraso en la gestión del tiempo y los recursos humanos del proyecto está provocada por una sobrecarga de los recursos humanos en cuanto a la planificación, por lo que se deberían reducir las horas planificadas que los mismos tienen asignadas para resolver sus tareas, o revisar e incrementar el fondo de tiempo que tienen declarado en la herramienta.

Como próximo paso, el jefe de proyecto accede desde esta propia vista de Recursos Humanos a la opción “Ver detalles” y la herramienta muestra la pantalla representada en la Figura 13. En la misma, el jefe de proyecto, identifica que los miembros “Jacqueline Marín” y “José Alejandro Lugo” son los responsables de los problemas señalados al proyecto, ya que tienen un rendimiento general de 0 % y evaluación de M con un alto grado de certidumbre (96 %) respecto a la clasificación dada por la herramienta.

Indicadores con fecha de corte: 04-02-2015												
#	USUARIO	FONDO T	ESTIMADO T	TAREAS	MODIFICADAS	IRHA	IRHT	IRHE	IRHF	RENDIMIENTO GENERAL	EVALUACIÓN (IRHH)	EXPLICACIÓN
11	Pedro González	40	0	4	0	1.69	0.99	0.99	1.0	79	B	B(0.6) R(0.56) M(0.51)
35	Marta Gutiérrez	40	0	4	0	0.23	0.55	0.97	1.0	51	R	B(0.55) R(0.6) M(0.55)
40	Jacqueline Marín	32	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	M	B(0.05) R(0.47) M(0.96)
104	Rosa Rodríguez	40	0	0	0	1.44	0.98	1.0	1.0	79	B	B(0.6) R(0.56) M(0.51)
195	José Alejandro Lugo	6	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	M	B(0.05) R(0.47) M(0.96)
234	Ernesto Blanco	24	0	0	0	0.14	1.0	0.84	1.0	51	R	B(0.56) R(0.6) M(0.56)

(1-6/6)

Figura 13. Reporte que detalla el estado de cada recurso humanos del proyecto.

Por último, el jefe de proyecto consulta la vista “Evaluación de la planificación”, como muestra la Figura 14.

Resumen de estado	Tiempo	Línea base	Ruta Crítica	Gantt ruta crítica	Costos	Recursos humanos	Avance de versiones	Calidad	Riesgos	Evaluación de la planificación
Evaluación de la planificación: 2015-02-04 Ver detalles										
CRITERIO DE EVALUACIÓN		VALOR DEL INDICADOR		MENSAJE DE ANÁLISIS						
Indicadores de planificación de la calidad										
Cantidad de planificaciones de la calidad		12		Correcto, hay registradas planificaciones de la calidad.						
Cantidad de solicitudes de cambio		0		Atención, no hay solicitudes de cambio registradas.						
Cantidad de no conformidades		9		Atención, hay no conformidades registradas.						
Indicadores de planificación del alcance										
Cantidad de requisitos		41		Correcto, hay requisitos planificados.						
Indicadores de planificación del tiempo										
Cantidad de etapas del proyecto		3		Correcto, existen etapas planificados en el proyecto.						
Cantidad de tareas		288		Correcto, existen tareas planificadas en el proyecto.						
Cantidad de hitos de ejecución		9		Correcto, existen hitos planificados en el proyecto.						
Cantidad de líneas base registradas		0		Alerta, no hay líneas bases registradas para el proyecto.						
Indicadores de planificación del costo										
Cantidad de ingresos planificados		0		Alerta, no existen registros de ingresos reales.						
Cantidad de registros contables		0		Alerta, no existen registros de la contabilidad real.						
Indicadores de planificación de las adquisiciones										
Cantidad de recursos		8		Correcto, hay recursos registrados.						
Indicadores de planificación de los contratos										
Contrato		0		Alerta, no hay registrados contratos del proyecto.						
Suplementos de contrato		0		Alerta, no hay registrados suplementos al contrato del proyecto.						
Indicadores de planificación de los interesados										
Cantidad de interesados		5		Correcto, existe un registro de interesados.						
Indicadores de planificación de los riesgos										
Cantidad de riesgos		20		Correcto, existe el plan de riesgos.						
Cantidad de desviaciones		2		Atención, hay desviaciones registradas.						
Registro de incidencias		3		Atención, hay incidencias registradas.						
Indicadores de planificación de los recursos humanos										
Cantidad de miembros del proyecto		29		Correcto, hay recursos humanos asociados al proyecto.						

Figura 14: Reporte que evalúa la planificación del proyecto.

En esta el jefe de proyecto verifica que se está realizando una planificación correcta de acuerdo a las áreas de conocimiento que en el proyecto se gestionan. Las alertas correspondientes con aquellas áreas de conocimiento que no se gestionan se deben ignorar. Para este caso, ya que se realiza gestión de integración, tiempo y recursos humanos, el único problema aparece relacionado con: la ausencia de líneas bases registradas para el proyecto, lo cual puede traer repercusión en un análisis futuro de las desviaciones respecto al plan que se pactó inicialmente con el cliente. Es de interés también para el jefe de proyecto en esta vista, los datos relacionados con que existen desviaciones e incidencias registradas.

Conclusiones del análisis y toma de decisiones:

Las causas que provocan una evaluación de mal para este proyecto están relacionadas con la sobrecarga de los recursos humanos, específicamente de los miembros Jacqueline Marín y José Alejandro Lugo. Se deben analizar las desviaciones y problemas pues pueden estar relacionadas con la baja productividad de estas personas. Para este caso se debe considerar la replanificación y mejor distribución de tareas entre los miembros del equipo de proyecto, además de examinar las condiciones actuales de trabajo u otros factores externos como actividades imprevistas ajenas a la voluntad del proyecto.

3.2 Validación de la propuesta

La validación del marco de trabajo propuesto en la investigación se realizó mediante el uso de diferentes métodos cualitativos y cuantitativos. Los que, una vez aplicados, son

triangulados para lograr mayor precisión y objetividad entre las comprobaciones. La Figura 15 ilustra la estrategia descrita.

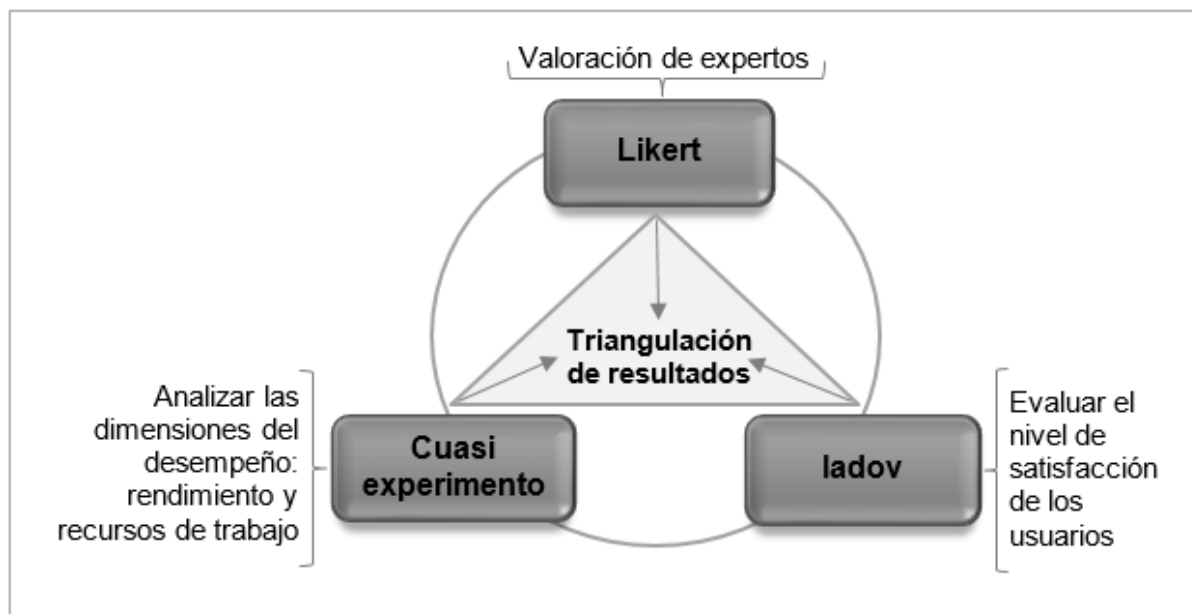


Figura 15: Estrategia de validación de la investigación (elaboración propia).

A continuación se expone una síntesis de los resultados obtenidos con la validación de la propuesta.

3.2.1 Usabilidad del marco de trabajo

En (Hassan Montero, et al., 2009) se puede consultar que la usabilidad es, según la ISO 9142:2003, “el grado en que un producto puede ser usado por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico”. Por su parte en (Nielsen, et al., 2006) se expone que: “La usabilidad se podría definir como la facilidad de uso. Específicamente, hace referencia a la rapidez con que se puede aprender a utilizar algo, la eficiencia al utilizarlo, cuál es su grado de propensión al error, y cuánto le gusta a los usuarios. Si una característica no se puede utilizar o no se utiliza, es como si no existiera”.

A partir de las definiciones anteriores y del análisis de bibliografía como (Hassan Montero, et al., 2009), (ISO/IEC JTC1/SC7, 2010), (De Armas Ramírez, et al., 2011) y (Nielsen, 2012), para la presente investigación se especifican los siguientes atributos relativos a la usabilidad del marco de trabajo:

- Aplicabilidad: capacidad del marco de trabajo para permitirle al usuario aprender su aplicación. Facilidad con la que los usuarios desarrollan una interacción efectiva con el

mismo. Debe expresarse con la suficiente claridad y síntesis para que sea posible su implementación por otras personas.

- **Factibilidad:** posibilidad real de su utilización y de los recursos que requiere. Facilidad con la que el usuario hace uso del proceso de monitoreo y control con menos pasos o más naturales a su formación específica. Capacidad del marco de trabajo para permitirle al usuario entender si es idóneo y cómo puede usarse para las tareas y condiciones de uso particulares.
- **Flexibilidad:** relativa a la variedad de posibilidades con las que el usuario y el marco de trabajo pueden intercambiar información, similitud con tareas anteriores y adaptabilidad. Generalizable y extensible a otros contextos. Capacidad del marco de trabajo para permitirle al usuario utilizarlo y controlarlo. Capacidad de ser atractivo o amigable para el usuario.
- **Conformidad:** capacidad del marco de trabajo para adherirse a las normas, guías o regulaciones relativas al tema. Que tenga pertinencia por su importancia, por su valor social y las necesidades a que da respuesta. Que logre los objetivos para los cuales fue concebido.

Para validar la usabilidad del marco de trabajo se confeccionó un cuestionario que puede ser consultado en el [Anexo 23](#). Este fue aplicado a especialistas con conocimientos y/o experiencias en gestión de proyectos y calidad de software. Los expertos podían seleccionar para cada planteamiento alguna de las siguientes respuestas: definitivamente sí (DS), probablemente sí (PS), indeciso (I), probablemente no (PN) y definitivamente no (DN).

La valoración por parte de expertos tuvo en cuenta a 12 profesionales de diferentes entornos que aportan a la industria, tales como: UCI, ISPJAE, XETID, DESOFT, SOFTEL y ETECSA. El nivel de competencia de los mismos, se comprobó a partir de la metodología implementada por el Comité Estatal para la Ciencia y la Técnica de la extinta URSS para la elaboración de pronósticos científico-técnicos, la cual se detalla y referencia en (Cruz Ramírez, et al., 2012). En dicha metodología la competencia se determina mediante la siguiente fórmula (1):

$$K = \frac{Kc + Ka}{2} \quad (1)$$

Donde,

K: Coeficiente de competencia.

Kc: Coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto acerca del problema, calculado sobre la valoración del propio experto en una escala de 0 a 10 y multiplicado por 0,1.

K_a : Coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto, obtenido como resultado de la suma de los puntos de acuerdo a la escala que muestra el [Anexo 24](#). Esta se incorpora a la encuesta aplicada a los expertos.

A partir de estos datos se especifica el grado de coeficiente de competencia de acuerdo con: si $K > 0,8$ la competencia del experto es Alta; si $0,5 \leq K \leq 0,8$ la competencia del experto es Media; si $K < 0,5$ la competencia del experto es Baja.

El [Anexo 25](#) evidencia el nivel de competencia de los expertos en el objeto de investigación. A partir de estos datos se concluye que el 83 % posee un grado de coeficiente de competencia alto y un 17 % un grado medio, confirmándose que la mayoría de los expertos seleccionados tiene un grado de coeficiente de competencia alto. El número de expertos es mayor que el mínimo (siete) a tener en cuenta, según se referencia en (Ramos Blanco, 2013), lo cual disminuye el error de la decisión que se tome y mejora la previsión. La Tabla 5 refleja las características que componen a los expertos involucrados en la validación.

Tabla 5. Características de los expertos involucrados en la validación (elaboración propia).

Perfil de trabajo	Cantidad
Especialista en gestión de proyectos	5
Especialista en calidad de software	8
Especialista en monitoreo y control de proyectos de software	4
Ha ejercido el rol de jefe de proyectos	7
Años de experiencia en la industria del software	
Más de 10	7
Entre 5 y 10	5
Categoría Científica	
Doctor	5
Máster	5
Institución	
UCI	4
ISPJAE	1
CALISOFT	3
DESOFT	1
SOFTTEL	2
ETECSA	1

Para procesar los resultados de la encuesta realizada fue empleada la escala de Likert (Ávila Baray, 2006), donde se otorga una puntuación entre 1 y 5 a cada ítem. Con esta técnica se

calculan los porcentajes de concordancia de los expertos con cada una de las posibles respuestas para los planteamientos formulados. Luego se calcula un índice porcentual (*IP*) que integra en un solo valor la aceptación de cada planteamiento por los evaluadores mediante la siguiente fórmula (2):

$$IP = \frac{5(\% \text{ de DS}) + 4(\% \text{ de PS}) + 3(\% \text{ de I}) + 2(\% \text{ de PN}) + 1(\% \text{ de DN})}{5} \quad (2)$$

En la Figura 16 se observa que el índice porcentual relacionado con la valoración de los expertos sobre la usabilidad del marco de trabajo, es mayor que 90 en todos los casos. Esto evidencia la alta valoración por los expertos sobre: la claridad y síntesis de la propuesta; posibilidad de su uso en las organizaciones de la industria según sus elementos y condiciones de uso; flexibilidad; y adherencia a las buenas prácticas de consenso internacional.

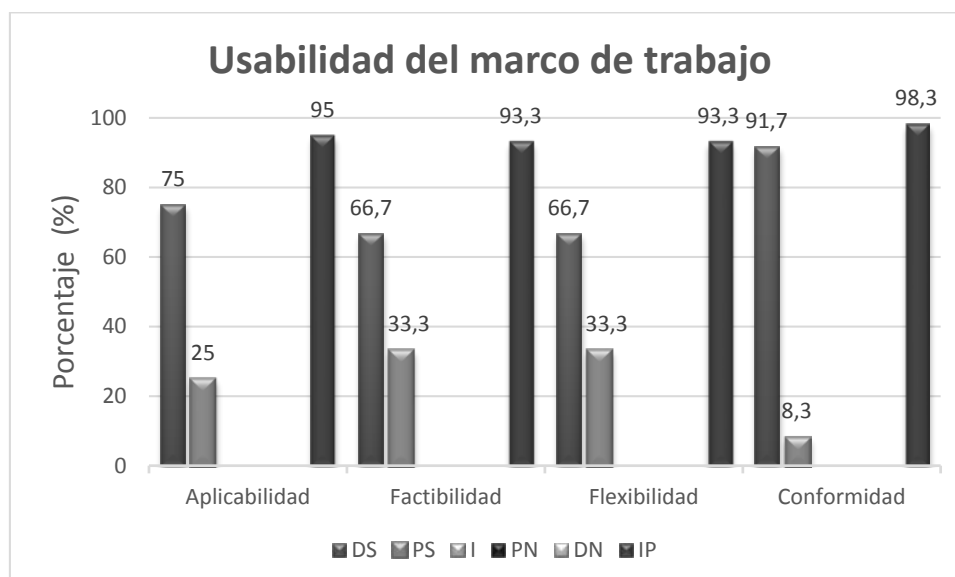


Figura 16. Valoración de los expertos sobre la usabilidad del marco de trabajo propuesto (elaboración propia).

3.2.2 Impacto en el rendimiento del proyecto

En la presente investigación la evaluación del desempeño de proyectos está relacionada con las dimensiones: rendimiento y recursos de trabajo, como muestra el [Anexo 26](#). El rendimiento se divide en cuatro indicadores: Índice de Rendimiento de la Ejecución (IRE), Índice de Rendimiento de la Planificación (IRP), Índice de Rendimiento de los Recursos Humanos (IRRH) e Índice de Rendimiento de la Eficacia (IREF).

Para la validación de esta dimensión se realizó un cuasiexperimento, tomando como muestra los 14 centros de desarrollo de la UCI y comparando el estado de los indicadores antes y después de aplicar la propuesta, verificando posibles mejoras en la evaluación del

desempeño. Con tal propósito se analizaron datos del rendimiento en tres momentos diferentes, obtenidos de la base de datos de proyectos terminados de Xedro GESPRO. Los momentos comparados son los siguientes:

- Corte 1 (15 de diciembre de 2012): desde junio de 2011 se evalúan los proyectos de la universidad mediante el uso de los indicadores en cuestión y de otros que no se tienen en cuenta en la investigación. Durante este tiempo se carece de un marco de trabajo que establezca los pasos a seguir para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de los proyectos. Se analizan 383 proyectos.
- Corte 2 (14 de diciembre de 2013): de la fecha de corte anterior a la particular se continúan controlando los proyectos de la UCI mediante el uso de los indicadores ya mencionados. Desde enero de 2013 a la fecha declarada se imparten cursos en torno al marco de trabajo mediante el uso de Xedro GESPRO, donde se capacita a estudiantes de la Maestría en Gestión de Proyectos Informáticos y a los roles involucrados en el proceso de monitoreo y control. Desde la fecha de corte anterior a la actual se produce una disminución de la cantidad de proyectos por razones administrativas. Se analizan 179 proyectos.
- Corte 3 (28 de junio de 2014): desde la fecha de corte anterior a la particular se continúan controlando los proyectos mediante el uso de los indicadores e impartiendo los cursos de capacitación. Se mantiene una disminución en la cantidad de proyectos por razones administrativas y se produce un número considerable de bajas del personal capacitado. Se analizan 105 proyectos.

Las pruebas estadísticas se realizaron con las herramientas de análisis de datos STATGRAPHICS y SPSS para complementar los resultados. El supuesto de normalidad de las muestras se comprobó a través del test de Shapiro–Wilk. Este arrojó que para los cuatro indicadores (IRE, IRP, IRRH e IREF), en cada uno de los cortes, los valores de probabilidad (p-valor) son menores que 0,05; por lo que se rechaza la idea de distribución normal con un 95 % de confianza. El [Anexo 27](#) ilustra ejemplos de gráficas, de ajuste de la distribución normal a los datos. Por su parte, la prueba de homogeneidad de las varianzas se calculó mediante el estadístico de Levene. El mismo demostró resultados menores que 0,05 para IRE, IRP e IREF, excluyendo la hipótesis de igualdad de varianzas, no siendo así para IRRH como muestra el [Anexo 28](#). Dado que los datos no siguen una distribución normal y sus varianzas son heterogéneas, en la mayoría de los casos, se opta por pruebas no paramétricas para comprobar diferencias significativas entre las muestras.

Por tratarse de muestras independientes, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para determinar diferencias significativas en cada indicador y analizar sus trayectorias. El [Anexo 29](#) refleja que el p-valor es menor que 0,05 en cada caso, confirmando lo anterior. La Figura

17 muestra gráficamente el comportamiento de cada indicador por corte, evidenciando tendencias a la mejora en algunas comparaciones y escasos cambios en otras.

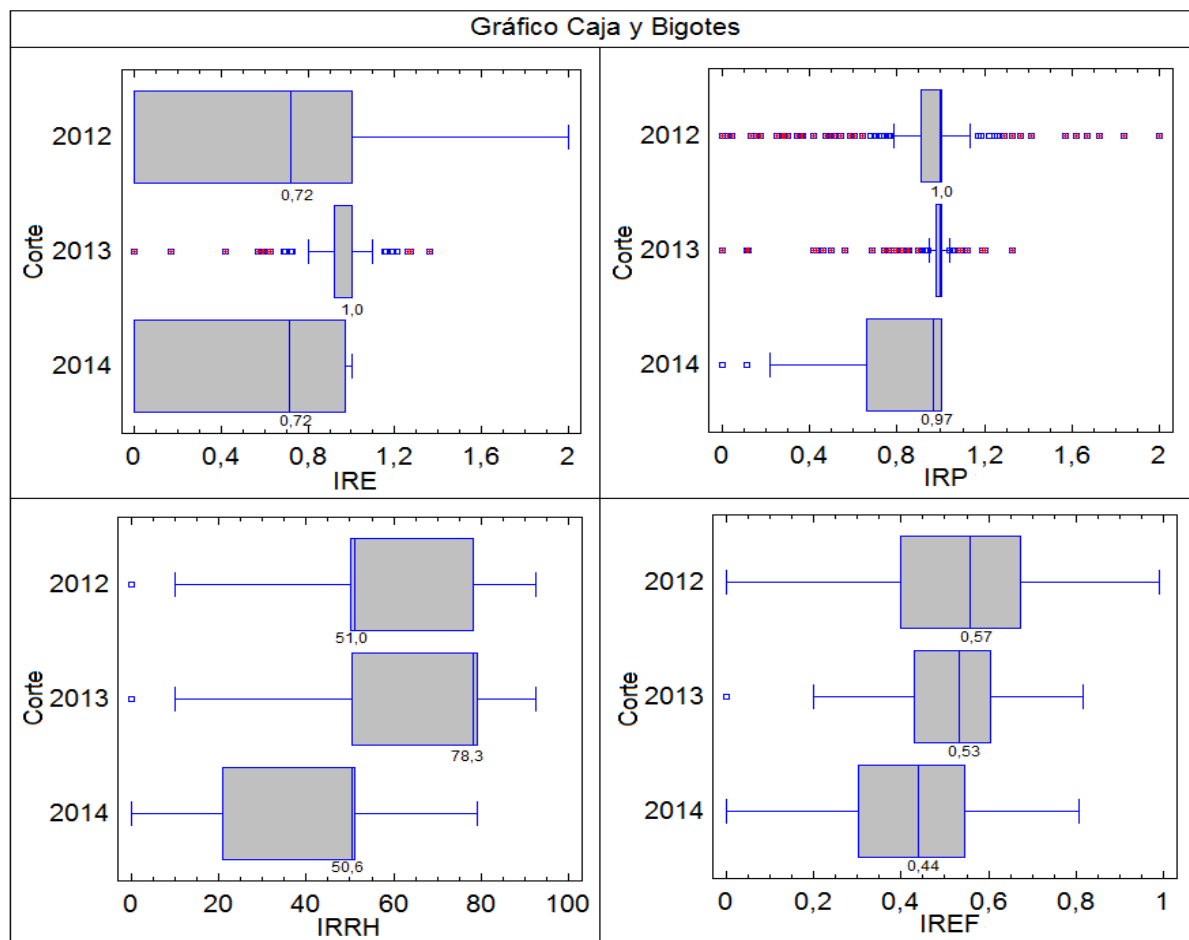


Figura 17 Comportamiento de los indicadores por corte (STATGRAFICS).

Posteriormente, se realizó la prueba de Mann-Whitney buscando diferencias específicas entre los cortes por cada indicador, teniendo en cuenta sus medianas (Anexo 30). Para esto se utilizó una combinatoria de dos en tres sin repetición. Los resultados de esta prueba arrojaron diferencias estadísticamente significativas, entre la mayoría de los pares comparados por indicador. Solo en dos casos no ocurre lo anterior como evidencia el Anexo 31.

El análisis de los indicadores se realiza teniendo en cuenta los rangos e interpretaciones mostrados en la Tabla 6.

Tabla 6. Rango e interpretación de los indicadores (elaboración propia).

Indicador	Rango	Interpretación
IRE	(0-2)	<= 0,8 M > 0,8 <= 0,92 R > 0,92 B
IRP	(0-2)	
IREF	(0-1)	

IRRH	(0-100)	0-45 M 46-75 R 76-100 B
------	---------	-------------------------------

Del estudio de los resultados obtenidos, su evolución en el período analizado y relaciones entre las medianas de los indicadores, se considera lo siguiente:

- Sobre el estado de los indicadores:
 - ✓ El estado del indicador de rendimiento de ejecución, muestra una tendencia plana con valores cercanos a la media permitida. Esto deriva que, los proyectos mantuvieron una ejecución promedio aceptable.
 - ✓ El indicador de rendimiento de planificación, muestra una tendencia plana con valores cercanos a la media permitida. Es decir, los proyectos mantuvieron una ejecución promedio aceptable.
 - ✓ El estado del indicador de rendimiento de recursos humanos muestra una tendencia a la mejora entre los años 2012 y 2013, aunque luego vuelve a decaer en el período de 2013 a 2014. Esto indica que, hubo un progreso y un empeoramiento sobre la gestión en esta área.
 - ✓ El indicador de rendimiento de eficacia, muestra una tendencia ligeramente decreciente, que parte de valores pobres a peor. En otras palabras, desde el comienzo han existido problemas en los proyectos respecto a la gestión de esta área y prosigue la trayectoria negativa hasta el corte realizado.
- Sobre las relaciones, causas de estos resultados y su vínculo con el proceso propuesto:
 - ✓ El marco de trabajo ha estado enfocado a la capacitación de recursos humanos para mejorar las actividades de control mediante el uso de tecnologías.
 - ✓ La institución ha presentado problemas con la estabilidad de los recursos humanos que laboran en los proyectos, específicamente en los niveles inferiores de gestión (programadores, analistas) y en menor medida en los niveles medios (jefes de proyecto, planificadores).
 - ✓ Con la capacitación en torno a la propuesta, los líderes han tratado de mantener niveles de ejecución próximos a la media favorable. Se ha prestado atención a mantener los proyectos en tiempo, con valores cercanos a la media deseada, aunque sin cumplir o sobrepasando los límites para este indicador.
 - ✓ A pesar de los esfuerzos dedicados por los líderes de proyecto y la capacitación dada sobre la propuesta, debido a la inestabilidad de los recursos humanos, ocurre un impacto directo en el detrimento de la gestión sobre esta área. Esto se infiere al observar la tendencia ondular que ocurre con el ascenso de los valores de rendimiento

de recursos humanos entre 2012 y 2013, pero debido a la pérdida de capital humano entre 2013 y 2014, disminuyen los valores de rendimiento para este indicador.

- ✓ Partiendo del análisis anterior, ocurre situación similar con la calidad en los proyectos, dado que esta se logra solo con personal experimentado y comprometido.

3.2.3 Impacto en los recursos de trabajo

La evaluación del desempeño del proyecto depende en alguna medida de los recursos de trabajo puestos a disposición de los recursos humanos. En este caso, se hace referencia a la facilidad que brinda la herramienta informática de gestión de proyectos, para analizar y evaluar el estado del proyecto basado en la objetividad que deriva el cálculo de los indicadores clave ([Anexo 26](#)). Se tiene en cuenta además, el conocimiento adquirido mediante la aplicación de la propuesta para monitorear y controlar el proyecto.

Para validar el impacto de los recursos de trabajo que ofrece la propuesta, en la evaluación del desempeño del proyecto, se aplicó una encuesta a diferentes roles involucrados en el proceso de monitoreo y control. Fueron encuestados 58 personas correspondientes a 12 centros ([Anexo 32](#)), lo que constituye el 86 % de los escenarios descritos. Esta selección se realizó mediante el método probabilístico intencional, quedando distribuida la muestra en las siguientes cuantías: alta gerencia 22 %; jefe de proyecto 48 %; planificador 16 %; y administrador de calidad 14 %.

El cuestionario utilizado en el estudio ([Anexo 33](#)) es el propuesto por (Lugo García, 2012) en su investigación, cuya fiabilidad fue válida a través de un ensayo piloto con ocho expertos y los datos se procesaron a partir de la prueba del coeficiente Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951). Para el estudio actual, en el cuestionario fueron actualizadas las versiones de Xedro GESPRO a comparar (12.05 y 13.05) y los roles que intervienen en el proceso. Las preguntas están dirigidas a demostrar que con la aplicación del marco de trabajo mediante el uso de GESPRO 13.05, disminuye el tiempo requerido para conocer y analizar el estado del proyecto y la subjetividad en la toma de decisiones.

Dado que los resultados de la encuesta son cuantitativos y se tratan muestras dependientes, se empleó el test no paramétrico de Wilcoxon, utilizando el método Monte Carlo para un intervalo de confianza del 99 %, para determinar diferencias significativas entre antes y después de aplicar la propuesta. Las pruebas estadísticas se realizaron mediante el uso de la herramienta SPSS.

3.2.3.1 Subjetividad de la información

De acuerdo con la RAE, la subjetividad está relacionada “a nuestro modo de pensar o de sentir y no al objeto en sí mismo” (RAE, 2015). La ausencia de indicadores clave e incertidumbre de la información que se maneja en el proceso de monitoreo y control sin el apoyo de una herramienta informática, propicia la subjetividad en la evaluación y análisis del desempeño del proyecto y a su vez, en la toma de decisiones.

Los encuestados manifestaron su opinión sobre la subjetividad seleccionando una de las opciones siguientes: Alta (se le asignó el número 3); Media (2) y Baja (1). La Tabla 7 muestra el resultado de la prueba de rangos. Los resultados obtenidos para este caso exponen, que la mayoría de las respuestas (56) considera una disminución de la subjetividad en la toma de decisiones, con la aplicación de la propuesta a través del uso de Xedro GESPRO 13.05.

Tabla 7. Prueba de Rangos (SPSS).

	N	Rango promedio	Suma de rangos
Subjetividad_GESPRO_13.05 - Rangos negativos	56 ^a	28,50	1596,00
Subjetividad_GESPRO_12.05 Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
Empates	2 ^c		
Total	58		

a. Subjetividad_GESPRO_13.05 < Subjetividad_GESPRO_12.05

b. Subjetividad_GESPRO_13.05 > Subjetividad_GESPRO_12.05

c. Subjetividad_GESPRO_13.05 = Subjetividad_GESPRO_12.05

Los resultados finales de la prueba estadísticas (Tabla 8), reflejan que el p-valor es menor que 0.05, lo cual indica que hay diferencias significativas entre antes y después de aplicar la propuesta y refuerza la hipótesis de mayor objetividad.

Tabla 8. Estadísticos de prueba^{a,c} (SPSS).

			Subjetividad_GESPRO_13.05 - Subjetividad_GESPRO_12.05
Z			-7,039 ^b
Sig. asintótica (bilateral)			,000
Sig. Monte Carlo (bilateral)	Sig.		,000
	Intervalo de confianza a 99%	Límite inferior	,000
		Límite superior	,000
Sig. Monte Carlo (unilateral)	Sig.		,000
	Intervalo de confianza a 99%	Límite inferior	,000
		Límite superior	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos positivos.

c. Se basa en 10000 tablas de muestras con una semilla de inicio 334431365.

3.2.3.2 Tiempo requerido

Uno de los mayores problemas a los que se enfrentan los involucrados en el proceso de monitoreo y control de proyectos es al tiempo que emplean para lograr tomar decisiones efectivas. Con la aplicación de la propuesta apoyada en el uso de Xedro GESPRO 13.05 se logra disminuir el tiempo necesario para la toma de decisiones por parte de los usuarios.

La afirmación anterior se obtiene de los resultados de la encuesta, donde se compararon opiniones sobre los tiempos dedicados para conocer y evaluar el estado del proyecto antes y después de aplicar el marco de trabajo. Los encuestados expresaron su criterio sobre el tiempo, considerado una de las siguientes opciones: más de 8 horas (se le asignó el número 4); entre 1 y 8 horas (3); de 10 a 20 minutos (2); y entre 10 y 20 (1).

La Tabla 9 muestra el resultado de la prueba de rangos, exponiendo que 54 respuestas estuvieron a favor de menos tiempo para conocer el estado del proyecto y 57 coincidieron en menor tiempo para evaluar el proyecto con la aplicación de la propuesta a través del uso de Xedro GESPRO 13.05.

Tabla 9. Prueba de Rangos (SPSS).

	N	Rango promedio	Suma de rangos
Informar_Estado_GESPRO_13.05 - Rangos negativos	54 ^a	27,50	1485,00
Informar_Estado_GESPRO_12.05 - Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
Empates	4 ^c		
Total	58		
Evaluar_Estado_GESPRO_13.05 - Rangos negativos	57 ^d	29,00	1653,00
Evaluar_Estado_GESPRO_12.05 - Rangos positivos	0 ^e	,00	,00
Empates	1 ^f		
Total	58		

a. Informar_Estado_GESPRO_13.05 < Informar_Estado_GESPRO_12.05

b. Informar_Estado_GESPRO_13.05 > Informar_Estado_GESPRO_12.05

c. Informar_Estado_GESPRO_13.05 = Informar_Estado_GESPRO_12.05

d. Evaluar_Estado_GESPRO_13.05 < Evaluar_Estado_GESPRO_12.05

e. Evaluar_Estado_GESPRO_13.05 > Evaluar_Estado_GESPRO_12.05

f. Evaluar_Estado_GESPRO_13.05 = Evaluar_Estado_GESPRO_12.05

Los resultados finales de la prueba estadísticas (Tabla 10), reflejan que el p-valor es menor que 0.05, lo cual indica que hay diferencias significativas entre antes y después de aplicar la propuesta y refuerza la hipótesis de disminución de tiempo para obtener una visión del estado del proyecto y para evaluarlo objetivamente.

Tabla 10. Estadísticos de prueba^{a,c} (SPSS).

	Informar_Estado_GESPRO_13.05 - Informar_Estado_GESPRO_12.05	Evaluar_Estado_GESPRO_13.05 - Evaluar_Estado_GESPRO_12.05
Z	-6,579 ^b	-6,670 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000	,000
Sig. Monte Carlo (bilateral) Sig.	,000	,000
Intervalo de confianza a 99% Límite inferior	,000	,000
Límite superior	,000	,000
Sig. Monte Carlo (unilateral) Sig.	,000	,000
Intervalo de confianza a 99% Límite inferior	,000	,000
Límite superior	,000	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos positivos.

c. Se basa en 10000 tablas de muestras con una semilla de inicio 1502173562.

3.2.4 Satisfacción de los usuarios

La técnica de V.A. Iadov en su versión original fue creada por N. V. Kuzmina (KUZMINA, 1970) para el estudio de la satisfacción por la profesión en carreras pedagógicas. Posteriormente, algunos autores la han modificado en parte y aplicado, para valorar la satisfacción en múltiples campos y como parte de diagnósticos y validaciones en diferentes investigaciones.

Esta técnica se empleó para conocer el grado de satisfacción de los implicados (usuarios) en la interacción con la propuesta. Para el desarrollo de la misma se aplicó una encuesta ([Anexo 34](#)), a 25 usuarios del marco de trabajo que desempeñan roles como alta gerencia (1), jefe de proyecto (18) y planificador (6). El [Anexo 35](#) muestra el nexo entre encuestados por área y rol.

Iadov está conformada por cinco preguntas: tres cerradas y dos abiertas. La relación entre las preguntas cerradas se establece a través del denominado "Cuadro Lógico de Iadov", indicando la posición de cada persona en la escala de satisfacción (López Rodríguez, et al., 2002). La Tabla 11 representa cuadro lógico modificado con las preguntas cerradas para la valoración por parte de los usuarios.

Tabla 11. Cuadro lógico de Iadov (modificado por la autora) para medir la satisfacción de los usuarios con respecto al marco de trabajo propuesto.

	1. ¿Considera que el marco de trabajo para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos de software es complejo y difícil de entender?	No	No Sé	Sí
5. ¿Le satisfacen los elementos de este	2. ¿Si Ud. fuera a ejecutar otro proyecto utilizaría el marco de trabajo propuesto para monitorear y controlar el desempeño del mismo?			

marco de trabajo para el monitoreo y control de su proyecto?	Sí	No Sé	No	Sí	No Sé	No	Sí	No Sé	No
Me satisface mucho	1	2	6	2	2	6	6	6	6
No me satisface tanto	2	2	3	2	3	3	6	3	6
Me da lo mismo	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Me disgusta más de lo que me satisface	6	3	6	3	4	4	3	4	4
No me satisface nada	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No sé qué decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4

El número resultante de la interrelación de las tres preguntas indica la posición individual de cada usuario en la siguiente escala de satisfacción: clara satisfacción (A), más satisfecho que insatisfecho (B), no definida (C), más insatisfecho que satisfecho (D), clara insatisfacción (E) y contradictoria (C). La cantidad de respuestas por cada categoría es utilizada para calcular el Índice de Satisfacción Grupal (*ISG*) mediante la fórmula (3):

$$ISG = \frac{A(+1) + B(+0,5) + C(0) + D(-0,5) + E(-1)}{N} \quad (3)$$

Donde *N* representa el número total de usuarios encuestados.

El valor del *ISG* permite reconocer las siguientes categorías grupales:

- Insatisfacción: desde (- 1) hasta (- 0,5).
- Contradicción: desde (- 0,49) hasta (+ 0,49).
- Satisfacción: desde (0,5) hasta (1).

El valor obtenido del *ISG* fue de 0,72 lo que indica satisfacción de potenciales usuarios con respecto al marco de trabajo propuesto. La Figura 18 muestra los resultados obtenidos del nivel de satisfacción de los encuestados.



Figura 18. Nivel de satisfacción de usuarios (elaboración propia).

La técnica de ladov contempla además dos preguntas complementarias de carácter abierto. Estas permiten profundizar en las causas que originan los diferentes niveles de satisfacción. Las respuestas dadas plantearon sugerencias de utilidad para la presente y futuras investigaciones entre las que se destacan:

- Detallar los indicadores.
- Incluir en la base de conocimientos una base de casos de causas y acciones.
- Mostrar varias fases de aplicabilidad del marco de trabajo, cada una asociada al nivel de madurez de la organización.
- Ofrecer un caso de estudio que explique la interpretación de los indicadores.

3.2.5 Resultados de la triangulación metodológica

Una vez aplicados los métodos descritos se puede concluir que la hipótesis planteada en la investigación fue positiva, cumpliéndose el objetivo de desarrollar un marco de trabajo para el uso de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos de software, que contribuya a mejorar la evaluación del desempeño de los proyectos en la industria cubana del software. Los análisis siguientes fundamentan este planteamiento.

El marco de trabajo fue expuesto a criterio de expertos (mediante Likert) que los valoraron de factible, flexible y adaptable a las condiciones del desarrollo de software en el país, además de cumplir con las buenas prácticas establecidas por estándares de reconocimiento internacional. Esta primera validación indicaba que la investigación se dirigía por un camino adecuado. Como segunda acción se realizó un cuasiexperimento mediante el pilotaje del

marco de trabajo en los centros de desarrollo de la UCI, a través de la implantación de Xedro GESPRO 13.05 y capacitaciones acerca de su uso. Los resultados de su aplicación evidenciaron mejoras en el rendimiento de los proyectos y en los recursos de trabajo para la toma de decisiones, demostrando objetividad de la evaluación del desempeño. Por último, se aplicó la técnica de ladov con el fin de conocer el nivel de satisfacción desde el punto de vista del usuario respecto a la utilización del marco de trabajo. La misma arrojó resultados positivos en su mayoría y admitió recomendaciones de mejora.

3.3 Incidencia social de la propuesta

La propuesta parte del estudio de las condiciones actuales del proceso de monitoreo y control de proyectos de software en Cuba y toma como base las mejores prácticas sugeridas por estándares internacionales, para adaptarlas a las necesidades de la industria. Esta se adhiere a la realidad tecnológica del país, contribuyendo con los objetivos del Programa “Desarrollo de la Industria Cubana del Software” dirigido por el MINCOM. A pesar de que la misma no está sujeta a tecnologías específicas para la gestión de proyectos, se demuestra y sugiere el uso de una herramienta informática desarrollada en software libre aplicada en el entorno nacional.

La propuesta constituye una guía base para el uso de la tecnología en el control de proyectos de software en el país, contribuyendo favorablemente a la madurez del proceso. De igual forma, le aporta valor agregado a Xedro GESPRO facilitando el análisis de los indicadores para su entendimiento. Permite además, la organización del subproceso de monitoreo y control en la herramienta, convirtiéndose en manual de apoyo para el estudio y capacitaciones del módulo de control.

El marco de trabajo es compatible con estándares de reconocimiento internacional, permitiendo la certificación del mismo sin necesidad de gastos económicos por conceptos de consultoría externa. El conocimiento está publicado en revistas y sitios nacionales sin costo adicional para acceder a la información, ejemplo (Marín Sánchez, 2013); (Marín-Sánchez, et al., 2014); (Santiesteban García, et al., 2014); (Marín Sánchez, et al., 2014). Este puede ser utilizado además, en las asignaturas de los programas de las maestrías Calidad de Software y Gestión de Proyectos Informáticos, colaborando con la formación de los egresados de las mismas.

La contextualización del marco de trabajo tiene un impacto positivo en el cumplimiento de los lineamientos (12, 83, 129 y 131) de la política económica y social del partido (PCC, 2011). Este incide en el fortalecimiento del control; la calidad; el desarrollo de la industria del software

y el proceso de informatización de la sociedad; así como en la soberanía tecnológica y sustitución de importaciones.

3.4 Conclusiones del capítulo

A partir de los resultados descritos se llega a las siguientes conclusiones:

- Se valida la propuesta mediante el uso de la herramienta informática Xedro GESPRO 13.05, por cumplir esta última con los requerimientos necesarios para dar soporte al proceso de monitoreo y control, ser software de código abierto y contar con un servicio de soporte técnico.
- El marco de trabajo asegura compatibilidad con sus homólogos en los estándares de mejora analizados, sentando las bases para futuras certificaciones o evaluaciones en cualquiera de ellos.
- La propuesta fue satisfactoriamente valorada por usuarios y aceptada por expertos, refinándose a partir de mejoras sugeridas por los mismos.
- A pesar de que los indicadores de rendimiento presentaron modestas mejoras en unos períodos y decrementos en otros, afectados por la gestión de otras áreas del conocimiento como la de recursos humanos y calidad; el impacto en la evaluación del desempeño de proyectos fue favorable.
- Las encuestas realizadas confirmaron que con la aplicación de la propuesta, se disminuyen los tiempos para conocer y evaluar el estado del proyecto y la subjetividad para la toma de decisiones.
- La triangulación metodológica permitió ratificar la convergencia de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los métodos y técnicas de validación.

CONCLUSIONES

- La industria cubana del software necesita contar con métodos y herramientas que contribuyan a la estandarización y calidad del proceso de monitoreo y control de proyectos.
- Tomando como base las tendencias actuales del monitoreo y control de proyectos, el uso de la tecnología como apoyo al proceso, las experiencias alcanzadas en el país en este campo y las necesidades de la industria cubana; se definen actividades, técnicas y herramientas aplicables a las organizaciones de esta rama.
- El marco de trabajo desarrollado facilita el empleo de la tecnología en el proceso de monitoreo y control de proyectos, minimizando los esfuerzos de trabajo manual; propone el uso de indicadores clave de desempeño que reflejan el estado de las diferentes áreas del conocimiento de la gestión de proyectos y favorecen la toma de decisiones en los distintos niveles de dirección; y detalla instrumentos necesarios para su ejecución, adaptables a cualquier organización de desarrollo de software del país.
- La aplicación del marco de trabajo apoyado en el uso de Xedro GESPRO 13.05 contribuye a la evaluación objetiva del desempeño, disminuyendo los tiempos y subjetividad para la toma de decisiones, lo cual influye en la mejora continua del desempeño de los proyectos.

RECOMENDACIONES

- Enriquecer los programas de cursos de las maestrías en Calidad de Software y Gestión de Proyectos Informáticos relacionados con temas de monitoreo y control de proyectos de software, a partir de los resultados obtenidos con la implantación de la propuesta en diversos escenarios.
- Capacitar los niveles superiores en las organizaciones orientadas a la producción por proyectos, siguiendo las actividades y buenas prácticas descritas en el marco de trabajo propuesto.
- Actualizar los manuales de proceso de las organizaciones orientadas a la producción por proyectos, siguiendo las actividades y buenas prácticas descritas en el marco de trabajo propuesto.
- Evaluar anualmente la calidad del proceso de monitoreo y control de proyectos a partir del indicador Usabilidad, teniendo en cuenta los objetivos estratégicos de la organización orientada a la producción por proyectos.
- Definir indicadores de aplicabilidad y desempeño para evaluar el proceso monitoreo y control de proyectos de software.
- Desarrollar una base de conocimientos de usabilidad, aplicabilidad y desempeño del proceso, teniendo en cuenta algoritmos de minería de procesos, para el aprendizaje automático orientado a la mejora de estándares institucionales de control de proyectos.
- Ampliar la investigación adicionando indicadores de esfuerzo dedicado, productividad y estabilidad o experiencia de los recursos humanos, para evaluar el desempeño del proyecto.
- Valorar la inclusión de las actividades del marco de trabajo propuesto dentro de las prácticas de monitoreo y control de proyectos, de un modelo cubano para el desarrollo de las aplicaciones informáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu Bosch, M. R., Infante Abreu, M. B. and Derivet Thureaux, D. 2013. Propuesta para mejorar la productividad de la capacitación en la industria cubana de software. *IX Congreso Internacional Informática en Salud 2013*. Memorias de la XV Convención y Feria Internacional, INFORMATICA, 2013. ISBN: 978-959-7213-02-04.

Abreu Medina, A. J., et al. 2012. Generador dinámico de reportes. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*. 2012, Vol. 5, No. 11. ISSN: RNPS: 2343.

André Ampuero, M., Baldoquín, M. G. and Acuña, S. T. 2011. Formal model for assigning human resources to teams in software projects. *Information and Software Technology*. 2011, Vol. 53, N° 3, pp. 259-275. ISSN: 0950-5849.

ANSI/PMI. 2004. *ANSI/PMI 99/001/2004 - A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) - Third Edition*. s.l. : American National Standards Institute, 2004. Standard.

—. **2008.** *ANSI/PMI 99/001/2008 - A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) - Fourth Edition*. s.l. : American National Standards Institute, 2008. Standard.

APM. 2010. *Project Management Body of Knowledge. Fifth Edition*. UK : Association for Project Management - APM, 2010.

Aragón González, N. 2013. Control del desempeño del proyecto. [interv.] Jacqueline Marín Sánchez. *Entrevista para el trabajo de diploma*. Villa Clara, Diciembre 07, 2013.

—. **2009.** *MEMORIAS PARA UN CURSO DE GESTION DE CALIDAD*. Villa Clara : Memorias para un curso de Maestría de Ingeniería Industrial con salida en Calidad. Facultad de Ingeniería Industrial. UCLV, 2009.

Ávila Baray, H.L. 2006. *Introducción a la metodología de la investigación*. CHIHUAHUA, MEXICO. : Edición electrónica, 2006. ISBN-10: 84-690-1999-6.

Bannerman, P. L. 2013. Barriers to Project Performance. *IEEE Computer Society*. 46th Hawaii International Conference on System Sciences, 2013, pp. 4324-4333. ISBN: 978-1-4673-5933-7.

Barroso Tanoira, F. G. 2012. *Gestión del conocimiento. Importancia de la toma de decisiones en las empresas.* [Revista electrónica] Febrero, México D.F. : Revista Contaduría Pública: IMCP Instituto Mexicano de Contadores Públicos, 2012.

Bello, R. and Verdegay , J. L. . 2010. Los conjuntos aproximados en el contexto de la Soft Computing. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas (RCCI).* Enero-Junio, 2010, Vol. 4, No. 1-2, pp. 5-24. ISSN: 1994-1536.

Beltrán Sanz, J., et al. 2002. *Guía para una gestión basada en procesos.* Sevilla, España : © Instituto Andaluz de Tecnología, 2002. ISBN 84-923464-7-7.

Blanco Encinosa, L.J. 2011. *La informática en la dirección de empresas.* La Habana : Félix Varela, 2011. ISBN 978-959-07-1629-4.

Bonet, G. 2008. Project Portfolio Management Clave para el éxito Corporativo. *Project Management Institute Capítulo de Puerto Rico.* [Online] 2008. <http://www.pmipr.org/>.

Bucero, A. 2013. ¿Qué es una Cartera o Portafolio de proyectos? *Asociación Española de la Dirección Integrada de Proyecto.* [Online] 2013. <http://www.aedip.org/formacion/opinion-profesor/bucero.asp>.

Calero, C., Moraga, M. A. and Piattini, M. G. 2010. *Calidad del producto y proceso software.* Madrid, España : Ra-Ma, 2010. ISBN: 978-84-7897-961-5.

Calisoft. 2014. *CS-03-D (14-001) LIBRO DE DIAGNÓSTICO.* La Habana : Centro Nacional de Calidad de Software, 2014.

Cambridge University Press. 2015. Cambridge Dictionaries Online. [En línea] IDM - Free Online Publishing Platform Company, 2015. <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/american-english/framework>.

Committee MB-012, Project Management. 08. *New International Standard ISO 21500: Guide to Project Managemen.* s.l. : STANDARDS Australia, 08. Communiqué No.1.

Contraloría General de la República. 2011. *Resolución No. 60/11. NORMAS DEL SISTEMA DE CONTROL INTERNO.* La Habana, 3 de marzo : Gaceta Oficial de Cuba, 2011. ISSN 1682-7511.

Cronbach, L. J. 1951. Coefficient alpha and the internal structure of test. *Psychometrika*. September, 1951, Vol. 16, No. 3, pp. 297-334.

Cruz Ramírez, M. and Martínez Cepena, M. C. 2012. Perfeccionamiento de un instrumento para la selección de expertos en las investigaciones educativas. *REDIE. Revista electrónica de investigación educativa*. 2012, Vol. 14, núm. 2, pp. 167-179. ISSN (Versión electrónica): 1607-4041.

De Armas Ramírez, N. and Valle Lima, A. 2011. *RESULTADOS CIENTÍFICOS EN LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA*. Ciudad Habana : Editorial Pueblo y Educación, 2011. ISBN 978-959-13-2124-4.

Delgado Victore, R. and Colectivo de autores. 2011. *La Dirección Integrada de Proyecto como Centro del Sistema de Control de Gestión en el Ministerio del Poder Popular para la Comunicación y la Información*. Caracas,Venezuela : Centro Nacional de Derecho de Autor. CENDA. Cuba, 2011. ISBN: 07685-7685.

Diez Silva, H. M., et al. 2012. Medición del desempeño y éxito en la dirección de proyectos. Perspectiva del Manager público. [ed.] Red de Revistas Científicas de América Latina Redalyc. *Revista Escuela de Administración de Negocios*. julio-diciembre, 2012, núm. 73, pp. pp. 60-79. ISSN: 0120-8160.

Dolphinity B.V. 2013. Planning and Project Management software. [Online] Dolphinity B.V., 2013. <http://www.planner-software.com/home2.htm>.

dotProject Development team. 2007. The Open Source Project Management tool. *dotProject documentation site*. [Online] dotProject.net, 2007. http://docs.dotproject.net/index.php?title=Main_Page.

EUROPEAN COMMISSION. 2005. *The New SME definition User guide and model declaration*. [Online] 2005. http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/files/sme_definition/sme_user_guide_en.pdf.

Falcón Márquez, O. R. 2014. Proyecciones para un salto en la producción de la UCI. [Online] Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014. <http://www.uci.cu/?q=proyecciones-para-un-salto-en-la-produccion-de-la-uci>.

Febles, A. 2003. *Un modelo de Referencia para la Gestión de Configuración en la PYME de Software.* La Habana : Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, Facultad de Ingeniería Industrial. Centro de Estudios de Ingeniería y Sistemas, 2003. Tesis de Doctorado en Ciencias Técnicas.

Free Software Foundation. 2014. El sistema operativo GNU. *Licencias.* [Online] Free Software Foundation, Inc., 2014. <http://www.gnu.org/licenses/licenses.es.html>.

García Pérez, A. M., Aragón González, N. and Rivero Aragón, M. F. 2013. Método para la mejora de procesos empresariales y su informatización. *Revista Nueva Empresa.* 2013, Vol. 9, Nº 1, pp. 54-61. ISSN: 1682-2455.

Gasiorowski-Denis, E. 2012. *New ISO standard on project management.* [Online] October 10, 2012. http://www.iso.org/iso/home/news_index/news_archive/news.htm?refid=Ref1662.

Gido, J. and Clements, J. P. 2012. *Administración Exitosa de Proyectos, 5ta edición [Traducción al español].* México, D.F. : Cengage Learning Editores, S.A. de C.V., 2012. ISBN: 978-607-481-854-3.

Gutiérrez López, J. A. , et al. 2013. *Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores.* Bogotá D.C., Colombia : Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2013.

Hassan Montero, Y. and Ortega Santamaría, S. 2009. *Informe APEI sobre usabilidad.* España : Gijón: Asociación Profesional de Especialistas en Información, 2009. Informe APEI 3. ISBN: 978-84-692-3782-3.

Henao, M., et al. 2006. *Propuesta de aplicación de Lecciones Aprendidas en Proyectos de Desarrollo de Software.* s.l. : COMPETISOFT (Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica), 2006. IT. 10.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. and Baptista Lucio, P. 2006. *Metodología de la investigación. Cuarta edición.* México, D.F. : McGraw-Hill Interamericana, 2006. ISBN 970-10-5753-8.

IBM. 2014. IBM-United States. *SPSS Statistics.* [Online] IBM, 2014. <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/products/statistics/index.html>.

IEC. 2014. International Electrotechnical Commission. *Official Website*. [Online] 2014. <http://www.iec.ch>.

IEEE. 2006. *IEEE Std 1074™-2006-IEEE Standard for Developing a Software Project Life Cycle Process*. New York : IEEE Computer Society, 2006. ISBN 0-7381-4957-8.

—. **1998.** *IEEE Std 1490-1998 - IEEE Guide Adoption of PMI Standard A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. s.l. : Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society, 1998. Standard. E-ISBN 0-7381-0344-6 SH94666.

—. **2004.** *IEEE Std 1490-2003 - IEEE Guide Adoption of PMI Standard a Guide to the Project Management Body of Knowledge*. s.l. : Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society, 2004. E-ISBN 0-7381-3894-0.

—. **2011.** *IEEE Std 1490-2011- IEEE Guide--Adoption of the Project Management Institute (PMI(R)) Standard A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK(R) Guide)--Fourth Edition*. s.l. : Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society, 2011. Standard. E-ISBN 0-7381-1415-4 SS94666.

IPMA. 2011. *ICBC –Addition to the IPMA Competence Baseline for PM Consultants, Version 1.0*. ICBC Version 1.0, June 2011. Netherlands : IPMA® International Project Management Association, 2011. ISBN: 978-3-9523891-1-9.

—. **2013.** IPMA®: International Project Management Association. [Online] 2013. <http://www.ipma.ch>.

Ishikawa. 1988. *¿Qué es el control total de la calidad? La modalida japonesa*. Edición Revolucionaria. La Habana : s.n., 1988.

ISO. 2012. ISO 21500:2012. [Online] 2012. http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=50003.

—. **2005.** *ISO 9000:2005 (traducción certificada). Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario*. [ed.] ISO/TC 176/SC 1. Ginebra, Suiza : ISO, 2005.

—. **2014.** ISO. International Organization for Standardization. *Official Website*. [Online] 2014. <http://www.iso.org/iso/home.htm>.

—. **2007.** *NC-ISO 10006:2007. Sistemas de gestión de la calidad — Directrices para la gestión de la calidad en los proyectos (ISO 10006:2003, IDT).* s.l. : Oficina Nacional de Normalización (NC), 2007. ISO 10006 (ES).

—. **2009.** *UNE-EN ISO 9004:2009. Gestión para el éxito sostenido de una organización. Enfoque de gestión de la calidad (ISO 9004:2009).* [ed.] AEN/CTN 66 - GESTIÓN DE LA CALIDAD Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD. Madrid, España : Asociación Española de Certificación y Normalización (AENOR), 2009.

ISO/IEC. 2008. *ISO/IEC 12207:2008(E). Systems and software engineering – Software life cycle processes.* International Organization for Standardization. United States of America : ISO/IEC-IEEE, 2008. Standard. ISBN 0-7381-5664-7.

ISO/IEC JTC1/SC7. 2010. *ISO/IEC FCD 25010: Software engineering-Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuARE)– System and software quality models.* Montréal, Québec Canada : ISO/IEC JTC1/SC7 Secretariat, 2010.

Juran, J. M. and Blanton Godfrey, A. 2001. *MANUAL DE CALIDAD DE JURAN.* Quinta Edición. Madrid : Traducido de la quinta edición en inglés de: JURAN'S QUALITY HANBOOK. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U, 2001. ISBN: 84-481-3006-5.

Kaplan, R. S. and Norton, D. P. 2002. *Cuadro de Mando Integral, 2da Edición.* Barcelona : Gestion 2000, 2002. ISBN: 978-84-8088-504-1.

KUZMINA, N. V. 1970. *Metódicas investigativas de la actividad pedagógica.* s.l. : LENINGRADO, 1970.

Lemes Batista, A. and Machado Hernández, T. 2007. Enciclopedia y Biblioteca Virtual de las Ciencias Sociales y Económicas, Universidad de Málaga. *LAS PYMES Y SU ESPACIO EN LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA.* [Online] 2007. <http://www.eumed.net/eve/resum/07-enero/alb.htm>.

López Rodríguez, A. and González Maura, V. 2002. La técnica de ladov. Una aplicación para el estudio de la satisfacción. *EFDeportes.com.* Revista Digital - Año 8, 2002, Vol. Abril, N° 47.

Lugo García, J. A. 2012. *MODELO PARA EL CONTROL DE LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS BASADO EN INDICADORES Y LÓGICA BORROSA.* La Habana : Universidad

de las Ciencias Informáticas, Laboratorio de Gestión de Proyectos, 2012. Maestría de Gestión de Proyectos Informáticos.

Lugo García, J. A., et al. 2013. Control de la ejecución de proyectos basado en indicadores y lógica borrosa. *Iberoamerican Journal of Project Management*. A.I., 2013, Vol. 4, No.1, pp. 15-35. ISSN 2346-9161.

Lugo García, J. A., et al. 2013. SOFT COMPUTING PARA LA TOMA DE DECISIONES DURANTE EL CONTROL DE LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS. *II Conferencia Internacional de Ciencias Computacionales e Informáticas (CICCI' 2013)*. XV Convención y Feria Internacional, Informática, 2013.

Marín Sánchez, J. and Lugo García, J. A. 2014. Control de proyectos de software: actualidad y retos para la industria cubana. *Taller de Gestión de Proyectos*. Memorias de la Conferencia Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014. ISBN 978-959-286-024-7.

Marín Sánchez, J. 2013. Proceso Gestión Integrada de Proyectos para un modelo que estandarice el desarrollo de aplicaciones informáticas en Cuba. *VI Taller de Calidad en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. Memorias de la XV Convención y Feria Internacional, INFORMATICA, 2013. ISBN: 978-959-7213-02-4.

Marín-Sánchez, J., et al. 2014. Proceso para la planificación y control de proyectos de software utilizando Xedro-GESPRO. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*. Abril - Junio, 2014, Vol. 8, No 2. ISSN 2227-1899.

Mariño, M. M. 2014. Calisof camino a la perfección del software en la industria cubana. *Granma. ÓRGANO OFICIAL DEL COMITÉ CENTRAL*. 29 de marzo, 2014.

Microsoft. 2013. Office products. *Project Server 2013*. [Online] © Microsoft, 2013. <http://products.office.com/en-US/project/project-and-portfolio-management-software>.

—. **2014.** Visual Studio. *Team Foundation Server*. [Online] © Microsoft, 2014. <http://www.visualstudio.com/en-us/products/tfs-overview-vs.aspx>.

MINCOM. 2011. *Estrategia de exportación de la industria informática*. Ministerio de la Informática y las Comunicaciones. La Habana: Ministerio de Comunicaciones, 2011. Proyecto.

—. **2014**. Programa: Desarrollo de la Industria Cubana del Software. *Ministerio de Comunicaciones*. [Online] DESOFT, 2014. <http://www.mincom.gob.cu/?q=node/321>.

Ministerio de Justicia. 2007. *DECRETO-LEY No. 252 SOBRE LA CONTINUIDAD Y EL FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA DE DIRECCION Y GESTION EMPRESARIAL CUBANO*. La Habana, 17 de Agosto : Gaceta Oficial de la República de Cuba, 2007.

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. 2014. *RESOLUCIÓN No. 17/2014*. La Habana : Gaceta Oficial de la República de Cuba, 2014. ISSN 1682-7511.

Montero Posada, A. and André Ampuero, M. 2013. Herramienta de soporte a un sistema de métricas e indicadores para la gestión de proyectos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*. Abril-Junio, 2013, Vol. 7, No. 2, pp. 49-66. ISSN: 2227-1899.

Mora González, A. 2013. *MODELO PARA LA GESTIÓN DE ADQUISICIONES Y PROVEEDORES EN LA PLATAFORMA GESPRO*. La Habana : Universidad de la Ciencias Informáticas, 2013. Trabajo final presentado en opción al título de Máster en Gestión de Proyectos Informáticos.

Nielsen, J. and Loranger , H. 2006. *USABILIDAD. PRIORIDAD EN EL DISEÑO WEB*. s.l. : ANAYA MULTIMEDIA, 2006. ISBN 9788441520929.

Nielsen, J. 2012. Nielsen Norman Group. Alertbox. *Usability 101: Introduction to Usability*. [Online] Enero 4, 2012. [Cited: Mayo 13, 2013.] <http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>.

OCG. 2009. *Éxito en la Gestión de Proyectos con PRINCE2™, PRINCE2R - Projects in Controlled Environments*. UK : OGC® - Office of Government Commerce, 2009.

Oktaba, H., et al. 2005. *Modelo de Procesos para la Industria de Software MOPROSOFT*. v1.3. s.l. : Secretaría de Economía - México, 2005.

OMPI. 2013. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. *Información sobre la División de Pequeñas y Medianas Empresas*. [Online] 2013. http://www.wipo.int/sme/es/about_sme.html.

PCC. 2011. *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*. La Habana : Partido Comunista de Cuba, 2011.

Pérez Montalván, D. 2014. *GUÍA GENERAL PARA UN MODELO CUBANO DE DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMÁTICAS.* La Habana : Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014. Tesis para optar por el Título de Máster en Ciencias en Calidad de Software.

Pérez Montalván, D., Febles Estrada, A. and Tardío, M. A. 2014. Guía general para un modelo cubano de desarrollo de aplicaciones informáticas. *I Conferencia Científica Internacional UCIENCIA.* 2014. ISBN 978-959-286-026-1.

Piñero Pérez, P.Y. and Colectivo de autores. 2013. GESPRO. Paquete para la gestión de proyectos. *Revista Nueva Empresa.* 2013, Vol. 9, No. 1, pp. 45-53. ISSN 1682-2455.

PMI. 2013. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge. (PMBOK® Guide) – Fifth Edition.* Pennsylvania, USA : Project Management Institute, Inc., 2013. ISBN: 978-1-935589-67-9.

—. **2013.** PMI® Project Management Institute. *Official Site.* [Online] 2013. <http://www.pmi.org>.

PostgreSQL Global Development Group. 2014. PostgreSQL Tools. *pgAdmin.* [Online] PostgreSQL Global Development Group, 2014. <http://www.pgadmin.org/index.php>.

Pressman, R. S. 2010. *Software Engineering: A practitioner's approach, Seventh Edition.* New York : McGraw-Hill, 2010. ISBN: 978-0-07-337597-7.

PRINCE2. 2007-13. Official PRINCE2® Website. [Online] APM Group Ltd, 2007-13. <http://www.prince-officialsite.com>.

Pussacq Laborde, J. P. 2004. ¿Quality Control = Project Control? Indicadores objetivos para control de proyectos de desarrollo de software. *PMI Global Congress Proceedings - Buenos Aires, Argentina.* 2004.

RAE. 2015. Diccionario de la lengua española (DRAE)— 22.^a edición. [Online] Real Academia Española ©, 2015. <http://rae.es>.

—. **2013.** Diccionario de la lengua española (DRAE)— 22.^a edición. [Online] Real Academia Española ©, 2013. <http://rae.es>.

Ramos Blanco, K. and Suárez Batista, A. 2010. Planeación y Monitoreo de un proyecto de software cumpliendo con CMMI-DEV. *Taller de Gestión Tecnológico de la Industria. GESTEC.* XIII edición GESTEC, 2010. ISSN: 1607-6281.

Ramos Blanco, K. 2013. *Proceso Base de Ingeniería de Requisitos para las pequeñas y medianas empresas de desarrollo de software.* La Habana : Universidad de las Ciencias Informáticas, 2013. Tesis en opción al título de Máster en Calidad de Software.

Ramos, K., et al. 2011. Experiencias del programa de mejora de procesos en la Universidad de las Ciencias Informáticas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas.* 2011, Vol. 5, 2. ISBN 1994-1536.

Río, E. G. 2014. DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y PLANEACIÓN ESTRATÉGICA: Claves para una Exitosa Integración. *GESTION. gestion.com.do.* Enero - Marzo, 2014, pp. 14-17.

Rivas Roces, M. 2010. Los KPI y el Balanced Scorecard vinculado. *Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.* [Online] 2010. <http://www.ucv.cl/>.

Ronda Pupo, G. A. 2007. *Dirección Estratégica, Constructo y Dimensiones.* La Habana, Cuba : Ediciones Futuro, 2007. ISBN 978-959-286-003-2.

Santiesteban García, A. M., et al. 2014. Módulo de reportes de apoyo a la toma de decisiones en la gestión de proyectos. *I Taller internacional de Gestión de Proyectos.* Memorias de la I Conferencia Científica Internacional UCIENCIA, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014. ISBN 978-959-286-026-1.

SEI. 2010. *CMMI® for Development, Versión 1.3. Improving processes for developing better products and services.* 2010. TECHNICAL REPORT. CMU/SEI-2010-TR-033.

SELA. 2009. *Desarrollo de la Industria Regional de Software en América Latina y el Caribe: Consideraciones y Propuestas,*. Secretaría Permanente del SELA. Caracas, Venezuela : s.n., 2009. SP/Di N° 7-09.

Sepyme. 2010. Secretaría de la Pyme y Desarrollo Regional. Ministerio de Industria Argentina. *El gobierno amplía el sector PyME.* [Online] 2010. <http://www.sepyme.gob.ar/2010/08/el-gobierno-amplia-el-sector-pyme-2>.

SIBCI. 2008. *DECRETO CON RANGO, VALOR Y FUERZA DE LEY PARA LA PROMOCION Y DESARROLLO DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA Y UNIDADES DE PROPIEDAD SOCIAL.* s.l. : Sistema Bolivariano de Comunicación e Información, 2008. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. N°5.890 Extraordinario.

SOFTEX. 2009. *MPS.BR - Mejora de Proceso del Software Brasileño - Guía General.* 2009. ISBN 978-85-99334-15-7.

Sommerville, I. 2007. *Software Engineering, Eighth Edition.* England : Pearson Education, 2007. ISSN: 978-0-321-31379-9..

Stanisław Gasik, Ph. D. 2011. Comparison of ISO 21500 Draft Version and PMBOK® Guide 4th Edition. 2011.

Statgraphics.Net. 2015. Statgraphics.Net. [Online] 2015. <http://www.statgraphics.net/>.

Stepanek, G. 2012. *Software Project Secrets: Why Software Projects Fail.* s.l. : Apress, 2012. ISBN-13: 978-1-4302-5102-6.

Suzarte Medina, S. 2013. Instan a garantizar la calidad del software cubano. *Trabajadores. Órgano de la Central de Trabajadores de Cuba.* 19 de marzo, 2013.

The GNOME Project. 2014. GNOME Wiki. [Online] The GNOME Project, 2014. <https://www.gnome.org/>.

The Standish Group. 2013. *The CHAOS Manifesto: Think Big, Act Small.* s.l. : Standish Group International, 2013.

Torres López, S. 2011. *MODELO PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS EN CENTROS DE DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN.* La Habana : Universidad de las Ciencias Informáticas, Laboratorio de Gestión de Proyectos, 2011. Maestría de Gestión de Proyectos Informáticos.

UCI. 2014. Universidad de la Ciencias Informáticas. [Online] 2014. [Cited: noviembre 28, 2014.] <http://www.uci.cu>.

Zabaleta Etxebarria, N. , Igartua Lopez , J. and Errasti Lozares , N. 2012. Análisis de la Relación Existente entre los Estándares de Gestión de Proyectos y los Factores Críticos para su Éxito. *6th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management.*

XVI Congreso de Ingeniería de Organización. Vigo, July, 2012, pp. 943-950. ISSN: 978-84-938642-5-5.

Zadeh, L. A. 1965. Fuzzy Sets. *Information and Control*. 1965, Vol. vol, 8, pp. 338-353.