

# Analysis of the Management of Science, Technology and Innovation projects under the PMI Principles

Vivian Cera de los Rios, MSc<sup>1</sup>, and J. L. Villa, PhD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnologica de Bolivar, Colombia, [viviancera@gmail.com](mailto:viviancera@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidad Tecnologica de Bolivar, Colombia, [jvilla@utb.edu.co](mailto:jvilla@utb.edu.co)

*Abstract The Research, Development and Innovation projects have important challenges from the point of view of their management. In this article, an analysis of the management of this type of projects based on the principles of project management published by the Project Management Institute is carried out. The analysis is applied to the case of projects financed by the General System of Science, Innovation and Technology Royalties in the department of Atlántico in Colombia. With the results presented, We intend that the science and technology institutions and the research directors of the projects can have better management tools in the execution of this type of projects.*

*Keywords– Project management, Research and Development, Projects, Royalties General System.*

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.175>  
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

# Análisis de la Gestión de proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación bajo los Principios del PMI

Vivian Cera de los Rios, MSc<sup>1</sup>, and J. L. Villa, PhD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Bolívar, Colombia, viviancera@gmail.com

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica de Bolívar, Colombia, jvilla@utb.edu.co

*Resumen— Los proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación presentan retos importantes desde el punto de vista de su gestión. En este artículo se realiza un análisis de la gestión de este tipo de proyectos basada en los principios de gestión de proyectos publicado por el Project Management Institute. El análisis se aplica al caso de los proyectos financiados por el Sistema General de Regalías de Ciencia, innovación y Tecnología en el departamento del Atlántico en Colombia. Con los resultados presentados pretendemos que las instituciones de ciencia y tecnología y los investigadores directores de los proyectos puedan tener mejores herramientas de gestión en la ejecución de este tipo de proyectos.*

*Palabras Clave—Gestión de Proyectos, Proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación, Sistema General de Regalías.*

## I. INTRODUCCIÓN

A partir de la publicación pionera de Daniel en [1] que analizó el Éxito/Fallas de Proyectos en Sistemas de Información se dio lugar al análisis de los Factores de Éxito/Fallas de los Proyectos en los años 60. Las investigaciones con esta área han evolucionado al punto de que ésta se ha convertido en una de los cinco temas de investigación centrales en Gestión de Proyectos según el análisis bibliográfico realizado por Ng y Chai en [2]. En particular, evaluar el éxito de los proyectos y determinar los factores clave de éxito de los proyectos ha sido el foco principal de estos trabajos, e.g. [3] y [4].

Por otra parte, los proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación presentan dificultades de gestión particulares, ver [5] y [9]. Mas aún, autores como Riol y Thuillier en [6], [7] y [8] reconocen las dificultades intrínsecas de los proyectos de investigación a su vez que reconocen las bondades de aplicar conceptos clásicos de gestión de proyectos a los mismos. En el contexto colombiano, desde el año 2011 se implementó en el país el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación – FCTeI del Sistema General de Regalías – SGR, como un mecanismo de financiación de la ciencia y la tecnología en las regiones.

Este artículo tiene como objetivo aportar a la gestión de proyectos de investigación financiados por este fondo, teniendo en cuenta los principios de planteados en el cuerpo de conocimiento de gestión de proyectos del Project Management Institute [10].

Este artículo está organizado de la siguiente manera. En la Sección II se presenta un análisis de los retos de Gestión de Proyectos de Ciencia y Tecnología, el cual toma como base el Sistema de Gestión de Proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación financiados por el Sistema General de Regalías en Colombia. En la Sección III se discuten los aspectos generales de la metodología diseñada. En la sección IV se presentan los resultados de la aplicación de la metodología y

en la sección V se presentan el análisis y discusión de los resultados obtenidos. Finalmente se presentan las conclusiones y trabajo futuro.

## II. GESTIÓN DE PROYECTOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA FINANCIADOS POR EL SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS EN COLOMBIA

En esta sección se describen algunas particularidades de proyectos de ciencia y tecnología que son financiados por el Fondo de Ciencia, tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías en Colombia.

### A. Descripción del sistema general de regalías de ciencia y tecnología y el sistema de seguimiento

El artículo 360 de la Constitución Política de Colombia define regalías como “la contraprestación económica que está a cargo de las personas naturales o jurídicas a quienes se les otorga el derecho a la exploración o explotación de un recurso natural no renovable, en determinado porcentaje sobre el producto bruto explotado, a favor del Estado colombiano.

Es así como los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables son administrados actualmente por el Sistema General de Regalías. Entre sus principales objetivos se destaca crear condiciones de equidad en la distribución de los ingresos, promover el desarrollo y la competitividad regional, y fomentar la integración de los territorios mediante la ejecución de proyectos comunes de impacto social o ambiental que afecten a las regiones.

Con el fin de cumplir con los objetivos del SGR, se crearon los Fondos de Desarrollo Regional (FDR), de Compensación Regional (FCR), de Ahorro y Estabilización (FAE), y de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTeI).

Los recursos del SGR solo pueden financiar proyectos de inversión.

En la Fig. 1 se encuentra una representación esquemática de los integrantes del Sistema General de Regalías.

### B. Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación

En particular, el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación tiene como objetivo incrementar la capacidad científica, tecnológica, de innovación y de competitividad de las regiones.

El Fondo de CTeI hace parte de un esquema en el que las decisiones son acordadas entre los gobiernos territoriales, los representantes de las universidades y el gobierno nacional a través de una entidad denominada Órgano Colegiado de

Digital Object Identifier (DOI):

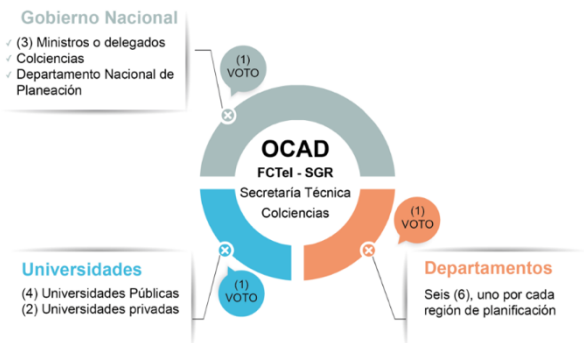
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.175>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

Administración y Decisión (OCAD), el cual se ilustra en la Fig. 2.



**Fig. 1 Integrantes del Sistema General de Regalías**  
Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2018)



**Fig. 2 OCAD FCTeI – SGR.** Fuente: (Colciencias, 2014)

**C. Sistema de Monitoreo, Seguimiento, Control y Evaluación (SMSCE)**

Con el propósito de velar por el uso eficiente y eficaz de los recursos del SGR, se creó el Sistema de Monitoreo, Seguimiento, Control y Evaluación (SMSCE).

La función de monitoreo consiste en la recolección, consolidación, análisis y verificación de la información correspondiente a la administración de los recursos del SGR y su ejecución.

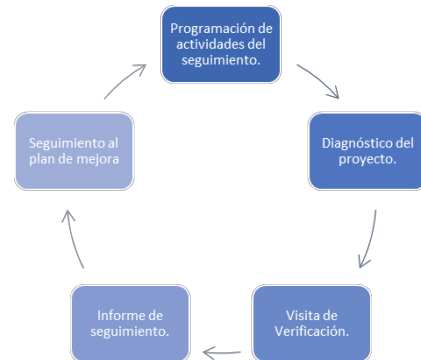
Por su parte el seguimiento consiste en la verificación periódica y selectiva en forma directa de la ejecución y resultados de las inversiones financiadas con recursos del SGR, en términos de eficacia, eficiencia, calidad y cumplimiento de los requisitos legales.

El proceso de seguimiento contempla las siguientes etapas, bajo el ciclo PHVA, como se ilustra en la Fig. 3

La Evaluación es el componente encargado de la valoración periódica y selectiva de los resultados obtenidos con la ejecución de los proyectos financiados con recursos del SGR, en términos de eficacia, eficiencia, calidad e Impacto. El proceso de evaluación se tipifica como se relaciona en la Tabla 1.

Finalmente, el Control se encarga de la adopción de medidas preventivas, correctivas y sancionatorias, cuyo propósito es

prevenir o corregir el uso inadecuado, ineficiente e ineficaz o sin el cumplimiento de requisitos legales de los recursos de regalías, previo la garantía del debido proceso en cada caso.



**Fig. 3 Proceso de Seguimiento a proyectos del SGR**  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

**Tabla 1 Tipos de Evaluación del SGR**

	Descripción
<b>Gestión</b>	Es aquella que se practica durante la ejecución del proyecto para verificar la eficacia en la gestión de este.
<b>Resultados</b>	Es la verificación y análisis que se realiza al finalizar la ejecución del proyecto respecto del cumplimiento del propósito, metas, productos, resultados y beneficios generados con la ejecución del proyecto en la población beneficiada, en términos de eficiencia, eficacia, calidad y sostenibilidad.
<b>Operación del Proyecto</b>	Consiste en la verificación in situ de la operación del proyecto al finalizar su ejecución y dentro de los dos años siguientes a su terminación.
<b>Impacto</b>	Se refiere al análisis de los cambios en las condiciones de vida de la población objeto y en el desarrollo local y regional, así como de los resultados científicos que pueda realizar la comunidad académica y científica del país.

**D. Índice de Gestión de Proyectos de Regalías**

El Índice de Gestión de Proyectos de Regalías – IGPR ha sido creado para promover el autocontrol y el fortalecimiento institucional a través de la identificación y gestión de riesgos, incentivando los procesos de mejora continua y las buenas prácticas en la gestión de proyectos. Este indicador permite medir la gestión de las entidades ejecutoras de los proyectos del SGR desde dos perspectivas: 1. Gestión administrativa y 2. Gestión del desempeño de los proyectos, a través de cuatro categorías, descritas a continuación:

1. **Transparencia:** mide el nivel de reporte de la información y la consistencia de lo reportado (20%).
2. **Sin medidas del SMSCE:** califica de forma satisfactoria a aquellas entidades que no han sido objeto de medidas de intervención por parte del SMSCE, tales como suspensiones, proyectos críticos, procedimientos administrativos o planes de mejora (20%).
3. **Eficiencia:** mide aspectos de cumplimiento de condiciones iniciales de los proyectos en términos de tiempo (plazo) y recursos (presupuesto), y la oportunidad en la contratación (40%).
4. **Eficacia:** mide el cumplimiento de metas de los indicadores de producto, terminación de proyectos respecto del plazo actual y cierre de proyectos terminados (20%).

Para efectos de medición o cálculo del IGPR se han establecido 13 indicadores distribuidos en las dos (2) dimensiones y las cuatro (4) categorías, como se muestra en la Fig. 4.

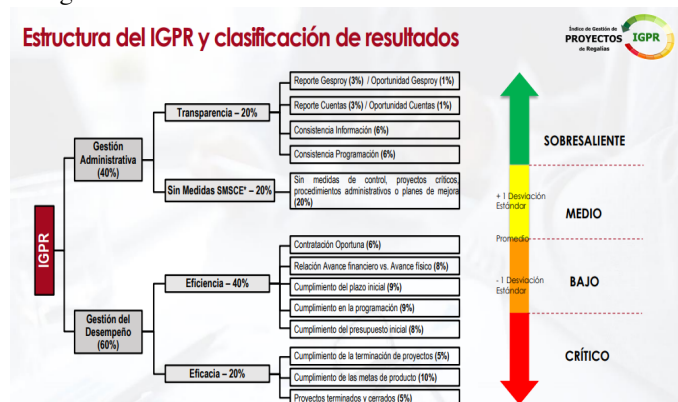


Fig. 4 Estructura del IGPR

Fuente: (Dirección de Vigilancia de Regalías, 2017)

Sin embargo, la forma como reportan la información las entidades y los tiempos en que reportan en ocasiones no permite anticiparse y generar ajustes antes que el proyecto se vea impactado en su ejecución y cumplimiento.

### III. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Se utilizó como fuente de información primaria la aplicación y el análisis de un formato tipo entrevista, el cual fue desarrollado directamente con personal vinculado a los proyectos, tales como, coordinadores de proyectos, investigadores principales, co-investigadores, entre otros, y otras partes interesadas como la entidad territorial financiadora de los proyectos.

Para este estudio se utilizó como fuente secundaria la información generada por el Departamento Nacional de Planeación, el Sistema General de Regalías, la gobernación del Atlántico, el Sistema Electrónico de Contratación Pública (SECOP), entre otros, en materia de los proyectos de inversión en ciencia y tecnología.

#### Selección de la muestra

Considerando que el presente proyecto se basa en un enfoque cualitativo se seleccionó como objeto de estudio los proyectos financiados por el fondo CTeI del SGR, que se encuentran en fase de terminación o cierre, en el departamento del Atlántico, Colombia.

Hasta el primer semestre del 2018 se aprobaron 13 proyectos en el departamento, de los cuales 6 se encuentran en fase de cierre. A su vez, los proyectos en fase de cierre se dividen en subproyectos para un total de 28 subproyectos, y para efectos del presente estudio se han tomado 10 de ellos para la aplicación de formato tipo entrevista y el análisis de los resultados.

#### Lógica de Intervención

Se inició el proceso, a partir de una investigación documental, con la caracterización del macroentorno para el sector ciencia y tecnología, a partir de la revisión de fuentes secundarias de información de referencia nacional del

Sistema General de Regalías, del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación, del estado actual de los proyectos aprobados y de la normatividad vigente.

Así mismo, en el contexto local se obtuvo información, mediante entrevista abierta (investigación de campo), de los proyectos de CTeI en fase de terminación o cierre (proyectos liquidados), proporcionada por la secretaría de planeación de la gobernación del Atlántico, instancia encargada de la ejecución y gestión de los proyectos de ciencia y tecnología del Departamento. La información suministrada está relacionada con el proyecto y sus componentes (objetivos, indicadores, metas, productos, presupuesto, cronograma, etc., información consignada en la ficha de formulación del proyecto), así como con el desempeño de estos en términos de alcance, tiempo, costos y calidad, para lo cual se desarrolló una matriz de los proyectos.

Por otra parte, la caracterización del microentorno se realizó mediante investigación documental con la revisión de los documentos MGA que se encuentran cargados en la plataforma GESPROY, a través de la cual se gestiona y monitorea la ejecución de los proyectos de inversión partir de los objetivos, productos, metas e indicadores planteados en su formulación y registrados en el Banco de Programas y Proyectos SGR - SUIFP-SGR. Esta información se complementa con investigación de campo, a partir de la aplicación de un instrumento tipo entrevista a 10 subproyectos seleccionados del listado de proyectos en fase de cierre o que se encuentren liquidados en el departamento del Atlántico.

El proceso de recolección de datos incluyó el diseño del instrumento, la aplicación de este y la preparación de la información obtenida. El instrumento se construyó teniendo en cuenta los fundamentos para la gestión de proyectos contemplados en la Guía del PMBOK - PMI (Project Management Institute, 2017), así como las características propias de los proyectos de CTeI financiados por el sistema General de Regalías.

En ese sentido, se consideraron los siguientes aspectos:

- Tipología de proyectos.
- Impacto regional.
- Desempeño del Proyecto. Medido en términos de:
  - o Alcance: cumplimiento de objetivos y metas.
  - o Tiempo: cumplimiento del cronograma de ejecución de actividades.
  - o Costos: cumplimiento del presupuesto establecido para la ejecución del proyecto.
  - o Calidad: cumplimiento de especificaciones y criterios de calidad de los productos entregados según evaluación realizada por pares externos.
- Productos generados. Tipos de productos o entregables generados en consonancia con los objetivos y la tipología del proyecto.
- Otras áreas de la gestión de proyectos. Se considera de manera transversal la forma como se abordaron las siguientes áreas:

- Riesgos. Desarrollo de proceso sistemático para la estructuración de riesgos (identificación, análisis, evaluación, planificación e implementación).
  - Recurso humano. Personal participante con conocimientos y experiencia técnica y administrativo en la ejecución de proyectos de ciencia y tecnología.
  - Adquisiciones. Desarrollo del proceso de contratación y compras.
  - Gestión de los interesados. Relacionamiento con las partes interesadas o actores participantes del proyecto, así como el proceso de comunicaciones.
- Estructura para la gestión de proyectos. Estructura organizativa de las instituciones ejecutoras de los proyectos para realizar la gestión de éstos; competencias del equipo del proyecto; implementación de estándares, aplicación de herramientas (hardware/software).
  - Éxito general del proyecto. Construcción de capacidades institucionales y locales, impacto visible en los beneficiarios.

#### Análisis de los Resultados

Una vez recopilada la información de las entrevistas con los líderes o personal de apoyo de los proyectos seleccionados, se inició la revisión de los datos, incluyendo la información del macroentorno. El procesamiento de la información ha permitido identificar la relevancia de los aspectos evaluados, y para una mejor interpretación se han generado gráficos y figuras que permiten visualizar de manera clara y precisa el comportamiento de estos aspectos y las diferencias entre un proyecto y otro.

### III. RESULTADOS

Tal como se expresó en la sección anterior, la investigación de campo realizada para evaluar cómo las entidades realizaron la gestión de sus proyectos e identificar qué factores causales impactaron en el desempeño durante su ejecución, parte de la aplicación de un instrumento tipo entrevista a 10 subproyectos en fase de cierre en el departamento del Atlántico, ejecutados por cinco (5) Instituciones de Educación Superior y un (1) gremio representante del sector productivo. A continuación, se presentan los resultados para cada una de las áreas evaluadas.

#### Estructura Institucional para la gestión de proyectos

El 50% de las entidades evaluadas realiza la gestión de los proyectos con el apoyo de las vicerrectorías o direcciones de investigación y extensión. Estas organizaciones, en su mayoría públicas, no cuentan con procesos documentados ni herramientas tecnológicas para la gestión de proyectos, únicamente para la etapa de formulación y presentación de propuestas. Los procedimientos en la ejecución son netamente administrativos para contratación y compras. En la Fig. 5 se presenta la estructura general para la gestión de proyectos en las instituciones.



Fig. 5. Estructura General de la Gestión de Proyectos  
Fuente: Elaboración propia

El 50% restante de las instituciones objeto de estudio cuenta con estructuras de oficinas de apoyo para la gestión de los proyectos, que se encargan de aprobar la ejecución de los recursos, realizar trámites administrativos y acompañar la elaboración de informes financieros.

Del personal adscrito a las estructuras de apoyo para la ejecución de programas y proyectos al interior de las instituciones, el 13,3% tiene formación especializada en gerencia de proyectos, el 87% restante cuenta con una amplia experiencia en el desarrollo de proyectos de investigación e innovación, así como en los procesos administrativos institucionales o corporativos que soportan la implementación de los proyectos.

En la Fig. 6 se presenta la estructura para la gestión de proyectos a través de las Oficinas de Proyectos:

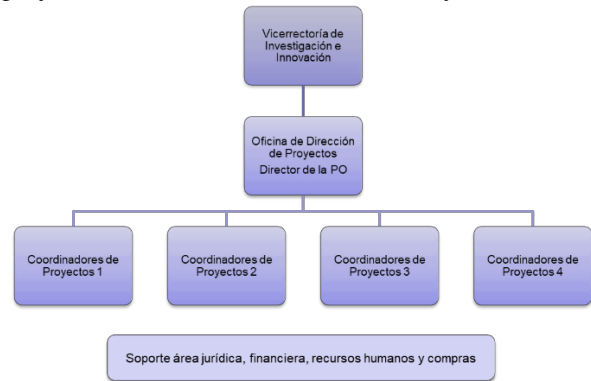


Fig. 6. Estructura General Oficina de Proyectos  
Fuente: Elaboración propia

#### Gestión del alcance

El alcance es definido a partir del objetivo general y los objetivos específicos del proyecto, los cuales se estructuran bajo la metodología de marco lógico, definiendo productos y por cada producto sus respectivas actividades con un nivel de detalle medio (considerando que esto permite administrar de mejor manera el proyecto y tener un poco de flexibilidad). Este tipo de actividades se puede asociar en la EDT a los paquetes de trabajo.

En los proyectos iniciales se presentó de manera muy detallada la información concerniente a actividades y productos. El memorando de entendimiento de los proyectos hace las veces de documento que contiene el alcance del proyecto.

#### Gestión de los Costos del proyecto

Con el propósito de evaluar la gestión de los costos, se toma como parámetro de medición el indicador de cumplimiento



del presupuesto inicial, el cual forma parte integral del Índice de Gestión de Proyectos de Regalías – IGPR. El tipo de contrato que se utiliza en los proyectos del fondo CTeI es precio fijo, por lo tanto, no se pueden hacer modificaciones sobre el mismo.

Para efectos de los 10 proyectos evaluados se realizó el cálculo de este indicador obteniendo los resultados que se presentan en la Fig. 7, acorde a la ficha de indicadores entendida como Variación (\$, diferencia entre el Valor total del proyecto incluye fuentes NO SUIFP y valor aprobado inicial), así como, el cálculo del % Variación que corresponde a la relación entre dicha diferencia y el valor aprobado inicial.

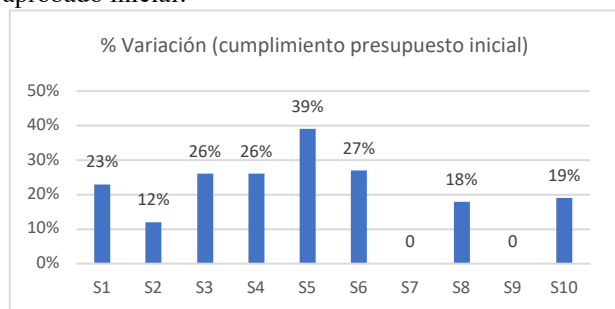


Fig. 7 % Variación  
Fuente: elaboración propia a partir del IGPR

Igualmente se asigna un puntaje acorde a los criterios de evaluación; el 30% de los proyectados evaluados obtuvo una puntuación de 80, el 70% restante obtuvo de 50 puntos hacia abajo.

El 40% de los proyectos encuestados ejecutó el 100% del presupuesto aprobado y el 60% restante lo ejecutó por debajo del valor programado, sin perjuicio del cumplimiento de los objetivos planteados. En este caso, la entidad territorial solicita la devolución del monto que no ha sido ejecutado y se cataloga como recursos no ejecutados o recursos ejecutados con soportes insuficientes, dependiendo de las razones o causas por las que se haya presentado tal situación. La gestión de los costos se vio impactada principalmente en aquellos proyectos que ejecutaron recursos y no presentaron los soportes suficientes para validar el gasto por diversas razones, tales como los tiempos de los trámites administrativos de las instituciones ejecutoras en ocasiones no son los que se requieren para proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, la modificación de las condiciones de compra de licencias o equipos, así como su adquisición en moneda extranjera, la naturaleza del Sistema General de Regalías que requiere cumplir una serie de procedimientos para efectuar los desembolsos.

Los factores descritos anteriormente generaron durante la implementación de los proyectos retrasos en la ejecución de actividades, tiempos largos de espera entre la aprobación y el inicio de los proyectos, así como en los desembolsos, sin embargo, estas situaciones no lograron impactar la consecución de los objetivos finales de los proyectos.

#### Gestión del cronograma

Con el propósito de evaluar la gestión del cronograma, se toma como parámetro de medición el indicador de cumplimiento del plazo inicial, el cual es un elemento integrador del Índice de Gestión de Proyectos de Regalías – IGPR.

Para efectos de los 10 proyectos evaluados se realizó el cálculo de este indicador obteniendo los resultados relacionados a continuación, acorde a la ficha de indicadores entendido como porcentaje de variación del plazo programado, así como el cálculo del porcentaje de Variación que corresponde a la relación entre dicha diferencia y el valor aprobado inicial. En la Fig. 8 se presentan los resultados:

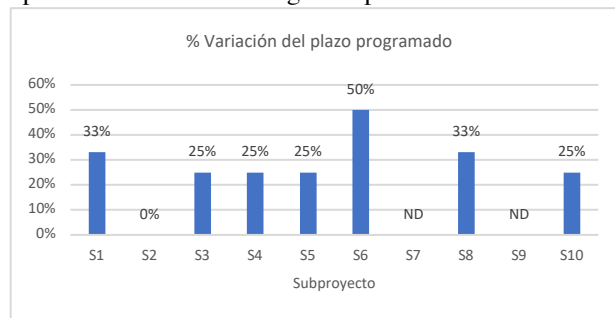


Fig. 8 Porcentaje Variación del plazo programado  
Fuente: Elaboración propia a partir de IGPR

El 12,5% de los proyectos cumplió con el tiempo pactado inicialmente, el resto de los proyectos solicitó prórrogas para culminar los entregables, realizar informes finales técnicos o financieros de cierre y cumplir con aspectos legales en el marco de los proyectos.

En los proyectos objeto de estudio se vio afectado el desarrollo de algunas actividades críticas que retrasaron el proceso, sin embargo, se logró alcanzar el objetivo final en cada caso. A continuación, se describen algunas de las situaciones comunes encontradas:

- Condiciones biológicas y ambientales adversas que impactan en la gestión del proyecto, arrojando resultados por fuera de los límites establecidos o no permitiendo llevar a cabo pruebas o validaciones requeridas.
- Incumplimiento en los tiempos de entrega de productos de terceros que son insumo para otras actividades ejecutadas por entidades diferentes.
- Cambios o modificaciones del personal científico e incluso personal administrativo de la entidad territorial que interviene en el proceso, generando que la curva de aprendizaje varíe en sentido negativo.
- Entrenamientos inadecuados o insuficientes para asegurar una buena transferencia del conocimiento.
- Recepción de equipos, materias primas y materiales provenientes de procesos de importación por fuera de las condiciones pactadas.
- El proceso de adquisición de bienes o servicios, contratación y financiera manejan tiempos y dinámicas que difieren de las requeridas para este tipo de proyectos.
- Retrasos en el inicio del proyecto por la demora en los procesos de contratación con entidad públicas.

#### Gestión de las adquisiciones

Este proceso es realizado en la totalidad de los proyectos por los departamentos de compras, bienes y suministros de las instituciones ejecutoras. Su misión es realizar las actividades relacionadas con la adquisición de bienes o servicios, tales como, cotizaciones, estudios previos (en el caso de entidades públicas), solicitudes de órdenes de servicio, relacionamiento con proveedores, certificación de satisfacción del

producto/servicio recibido, remisión de facturas y soportes al área financiera, entre otros, acorde a las políticas internas.

En cuanto a la contratación de servicios profesionales o servicios tecnológicos, la dependencia encargada es el área jurídica, la cual recopila la información de los proyectos, elabora y revisa la minuta de los contratos y emite un visto bueno para firma del representante legal de la entidad correspondiente. Adicionalmente, durante la ejecución del proyecto realiza seguimiento y responde a los requerimientos para cumplir lo pactado entre las partes intervinientes.

En el marco de los proyectos de regalías por CTeI, la tipología de contratos o compras tramitadas corresponde a Precio Fijo, sujeto a las condiciones del contrato suscrito por la entidad ejecutora con el departamento del Atlántico (monto y proyección de desembolsos). Durante el proceso de gestión de las adquisiciones se presentaron algunas situaciones que generaron un impacto en la etapa de ejecución de los proyectos, sin afectar la consecución de los objetivos planteados.

Considerando que los proyectos fueron formulados mucho antes de ser aprobados, en términos del presupuesto destinado para compra de equipos/materiales/insumos se realizaron los ajustes pertinentes para lograr cumplir con el monto ya establecido. Esto implicó negociaciones con los proveedores, o búsqueda de nuevos proveedores que cumplieran con los criterios del producto o servicio requerido. Algunos equipos debían ser importados para su adquisición lo que generó un proceso de aprendizaje para las áreas involucradas en el proceso, resultando en nuevas operaciones y procedimientos para ello desde el punto de vista de la compra como tal, impactando en los tiempos de respuesta.

### Gestión de la calidad

Al final de los proyectos se realiza una evaluación con pares externos nacionales, los cuales emiten un concepto de la calidad de los entregables y se otorga un tiempo a las entidades ejecutoras para que realicen los respectivos ajustes. Los resultados para los proyectos evaluados en el presente trabajo se exponen en el Fig. 9.

El memorando de entendimiento establece los indicadores y criterios de calidad. Los indicadores utilizados para realizar el monitoreo y seguimiento en términos de producto, resultados y gestión son seleccionados en la ficha de la Metodología General Ajustada, y los líderes de los proyectos coinciden que en muchos casos no aplican porque no son compatibles con los proyectos de CTeI.

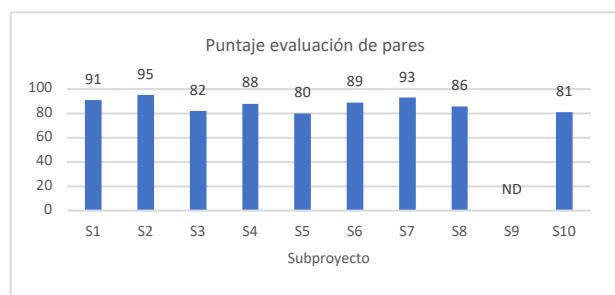


Fig. 9. Puntaje Evaluación de pares

Fuente: Elaboración propia a partir de informe técnico de los proyectos

En cuanto al tipo de productos generados en los proyectos que tienen actividades de apropiación social del conocimiento encontramos los siguientes:

- 671 niño(a)s y Jóvenes investigadores adscritos a grupos de investigación
- 1400 proyectos de investigación
- 31 espacios de formación en investigación a maestros o investigadores
- 748 espacios de apropiación social del conocimiento
- 20 espacios de apropiación social del conocimiento intermunicipales
- 4 espacios de apropiación social del conocimiento departamentales
- 8 circuitos de ferias de Ciencia y Tecnología internacional
- Participación en encuentros nacionales de investigación
- Acompañamiento seguimiento y formación de 1400 grupos de investigación constituidos

En la Fig. 10 se representan de manera general los principales productos generados con la implementación de los 10 subproyectos.



Fig. 10. Productos de CTeI proyectos Atlántico

Fuente: elaboración propia.

### Gestión de los recursos

Los recursos requeridos para la ejecución de estos proyectos se enmarcan en los rubros financiables por el fondo CTeI.

En ese sentido, los recursos están representados principalmente en los siguientes rubros:

- Personal
- Servicios tecnológicos
- Licencias de Software
- Salidas de campo
- Materiales
- Equipos
- Transporte
- Capacitación
- Difusión de resultados
- Bibliografía

En particular, el capital humano está representado principalmente por investigadores vinculados directamente a cada institución, seguido de investigadores o profesionales especializados con contratación por prestación de servicios. En cuanto al personal de apoyo el 41% tiene contratación directa y el 59% restante fue vinculado al proyecto bajo la modalidad de prestación de servicios profesionales. En la Tabla 2 se resume los aspectos evaluados.

Tabla 2. Clasificación de personal técnico participante

en la ejecución de proyectos del FCTeI del Atlántico	
Recurso Humano	Cantidad
Investigadores	55
Investigadores/Profesionales especializados externos	45
Personal de apoyo interno	22
Personal de apoyo externo	32
Estudiantes de maestría	17
Total participantes	154

Fuente: elaboración propia.

El 50% de los líderes de los proyectos coincide en que en términos de cumplimiento es más ventajoso vincular personal de la universidad (docentes o estudiantes) en la ejecución de los proyectos porque el grado de compromiso es mayor. El 50% restante considera que la carga académica de los docentes no les permite dedicar una importante parte de su tiempo a la ejecución de actividades de ciencia, tecnología e innovación y plantean que es más ventajoso la contratación de personal externo implementando mecanismos para una adecuada transferencia del conocimiento.

#### *Gestión de los Riesgos*

En materia de gestión de los riesgos, para efectos de la estructuración del proyecto y presentación ante el SGR se tienen en cuenta algunos eventos.

Entre los principales riesgos que se materializaron durante la ejecución de los proyectos se encuentran:

- Tiempos muertos entre la fase de formulación y presentación del proyecto y la fase de aprobación, afectando la programación inicialmente planificada.
- Cambios de investigador líder, equipo del proyecto o personal de apoyo de la entidad financiadora, lo cual generó traumatismos al interior de las instituciones y desinformación en los lineamientos para la ejecución del proyecto.
- Inapropiada definición del recurso requerido para la ejecución de cada actividad.
- La dependencia de los resultados de otras entidades vinculadas a los proyectos (productos, documentos técnicos, diagnósticos, aprobaciones, análisis).
- Condiciones ambientales adversas para la ejecución de actividades en campo.
- Inadecuada gestión administrativa para la compra de equipos/software.
- La variación en la tasa de cambio también se considera como un riesgo que se materializó impactando de manera positiva porque se pudo adquirir algunos recursos por un costo menor que el proyectado.

#### *Gestión de los interesados/comunicaciones*

En el proceso de formulación la gestión de los interesados es un componente del proyecto en la metodología general ajustada - MGA y se basa en una matriz de identificación de los stakeholders. Esto se desarrolló para cada uno de los seis (6) proyectos que se priorizaron en fase de cierre, donde los principales interesados son la Gobernación del Atlántico como ente territorial, las universidades o instituciones como ejecutoras y la población beneficiada. Sin embargo, para los subproyectos no se realizó esta matriz de identificación ni se planificó la gestión de estos.

En las entrevistas se realizó un sondeo de cómo fue la interacción entre las partes interesadas y que mecanismos de

articulación y comunicación se utilizaron, destacándose los siguientes aspectos:

- Vinculación de personal con experiencia en interacción con comunidades vulnerables, como trabajadores sociales, psicólogos, entre otros.
- Mesas de trabajo entre las entidades participantes para realizar seguimiento a los avances, evaluar indicadores y coordinar las acciones necesarias para resolver cualquier eventualidad.
- Contacto permanente con funcionarios de la entidad territorial para revisión de avances, soportes, formatos, aclaración de inquietudes o del proceso en general.
- Uno de los proyectos constituyó una oficina exclusivamente para la ejecución del proyecto donde se centralizaba el personal y la información que circulaba entre las entidades participantes.

#### IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El análisis de los resultados se efectúa considerando la base conceptual de los indicadores del IGPR para la gestión del desempeño, a partir de la eficiencia y la eficacia. Cabe destacar que estos están diseñados para medir de manera independiente el alcance, costos, cronograma y calidad, así como, el porcentaje de avance físico y el porcentaje de avance financiero, los cuales no dependen el uno del otro, sino su medición depende de las actividades efectuadas y del presupuesto ejecutado hasta la fecha de corte, respectivamente. Así mismo, se tiene en cuenta las áreas del conocimiento definidas por el Project Management Institute en la Guía del PMBOK y los principales conceptos de la gestión de proyectos.

A continuación, se presenta el análisis de los resultados para cada uno de los componentes evaluados.

#### *Estructura Institucional para la gestión de proyectos*

La estructura de las instituciones públicas para la ejecución de proyectos es más compleja debido a los trámites y políticas internas a los que se encuentran sujetas por su carácter y naturaleza, impactando ello en el desempeño de los proyectos en términos de alcance, costos y cronograma. Por otra parte, la calidad de los entregables cumple en general con las expectativas de lo planteado en los proyectos. Otro aspecto común entre las instituciones que no cuentan con una estructura interfaz y que incide en el desempeño de los proyectos es la Dirección asignada a un docente investigador, el cual tiene toda la experticia en los aspectos técnicos y en algunos casos conoce los trámites administrativos, pero que no tiene el tiempo requerido para realizarlos, lo que puede ocasionar retrasos y retrocesos en la ejecución de las actividades y en la obtención de los resultados.

Un gran porcentaje del personal dedicado a la gestión de proyectos en las instituciones que cuentan con oficinas de apoyo no tiene formación profesional de posgrado en gestión de proyectos; la experiencia de estos equipos de trabajo en el ámbito administrativo ha permitido darle una dinámica a la implementación de los proyectos asumiendo ciertas actividades para garantizar el cumplimiento de los objetivos y metas planteadas, en especial en lo referente al área de compras y contrataciones.

Para todos los casos, la articulación con las áreas de soporte administrativo y el establecimiento de políticas y



procedimientos claros, concretos y efectivos para la ejecución de proyectos es clave, por lo cual su vinculación desde la formulación misma del proyecto le imprimirá un sentido de co-responsabilidad para el logro del propósito planteado.

#### *Gestión del alcance*

Entre los principales factores que impactan en la gestión del alcance de este tipo de proyectos se detallan los siguientes:

- Metodologías y herramientas para la definición del alcance: recopilación de requisitos, enunciado del alcance, EDT/WBS, con la participación del equipo de trabajo.
- Claridad en el fin último del proyecto.
- Formalización del alcance y entregables del proyecto, que vaya articulado a los procedimientos y formatos del Sistema General de Regalías.

#### *Gestión de los Costos del proyecto*

La gestión de los costos es impactada por la gestión de las adquisiciones y la gestión del cronograma. Las áreas internas de contratación, compras, financiera, entre otras, tienen procedimientos ya establecidos que en ocasiones no son compatibles con la ejecución de proyectos de investigación/innovación que requieren cierta flexibilidad y adaptación al cambio, ocasionando que se generen soportes con fechas por fuera de la contratación y que no son aceptadas por la interventoría para su aprobación.

Los costos se impactaron principalmente por los retrasos en los desembolsos de anticipo y pagos parciales de los proyectos, la modificación de las condiciones de compra de los proveedores, adquisición de equipos, materiales o licencias en moneda extranjera, solicitudes de traslado de rubros, así como, por la evolución en la curva de aprendizaje para la ejecución del presupuesto según los lineamientos del Sistema General de Regalías.

A continuación, se destacan algunos aspectos de gran impacto en la gestión de los costos:

- Procedimientos y trámites administrativos internos
- Factores ambientales externos que afectan el desarrollo de actividades
- Condiciones comerciales para compras o adquisiciones
- Tiempos de presentación y aprobación de proyectos
- Variación en la Tasa de Cambio
- Estimación del presupuesto

#### *Gestión del cronograma*

El proceso de gestión del cronograma es uno de los que principalmente se ha visto impactado durante la ejecución de los proyectos, precisamente por el grado de incertidumbre que típicamente presentan los proyectos de ciencia, tecnología e innovación, por lo cual está directamente relacionado con la gestión de los riesgos. Las entidades ejecutoras no utilizan herramientas o técnicas para realizar el monitoreo de los proyectos con base en lo planificado para definir avances o retrasos en términos de tiempo.

De los resultados obtenidos se ha identificado algunos factores clave que impactan en la gestión del cronograma:

- Políticas y trámites administrativos internos de cada institución para la gestión de compras, contabilidad y finanzas.

- Factores del entorno que afectan el desarrollo de actividades (ambientales, políticos, sociales).
- Mecanismos o herramientas prácticos y eficientes para la gestión del cronograma.
- Tiempos entre la presentación y aprobación de proyectos (Acorde a los términos de referencia de cada fuente de financiación).
- Modificaciones a la estructura del proyecto o las condiciones iniciales (Según los avances y resultados parciales).
- Dependencia de los resultados de terceros (ruta crítica).

#### *Gestión de las adquisiciones*

Según la naturaleza de las entidades ejecutoras, pública o privada, el proceso de gestión de las adquisiciones tiene mayor o menor complejidad en su ejercicio. En Colombia las Instituciones de Educación Superior de carácter público para los procesos de compras y contrataciones deben cumplir con la normatividad vigente en la materia para entidades públicas del orden nacional, departamental o distrital.

Por su parte, las entidades privadas rigen sus procesos por la normatividad vigente y de acuerdo con sus políticas institucionales. Esto hace que los procesos fluyan de cierta forma más expeditos.

Algunos aspectos clave para la gestión de las adquisiciones en proyectos de ciencia, tecnología e innovación son los siguientes:

- Identificación de proveedores de bienes y servicios. Se requiere hacer un mapeo en el contexto local, nacional e internacional de proveedores de servicios tecnológicos, insumos, materia prima y materiales desde la formulación del proyecto, con el propósito de contar con alternativas y realizar comparaciones entre precio y calidad, haciendo más eficiente el proceso de contratación.
- Definición de condiciones de negociación con proveedores considerando que por su naturaleza los proyectos están sujetos a evaluación antes de su aprobación.
- Grado de flexibilidad en los trámites del proceso de adquisiciones para proyectos CTeI. Las instituciones deben aplicar políticas o procedimiento para la gestión de compras en el marco de los proyectos CTeI de tal manera que su operación no dependa de la operación en sí misma de la entidad, si no que sea una instancia de soporte.
- Claridad en las condiciones comerciales con el proveedor (vinculación al proyecto)
- Estandarización de los mecanismos para importación de bienes/servicios.
- Estimación del presupuesto con base en información del mercado.

#### *Gestión de la calidad*

El 100% de los proyectos evaluados cumple satisfactoriamente con los requisitos o criterios de calidad de los productos o entregables, según la ficha del proyecto.

Con base en la información recopilada se determina que los factores resumidos a continuación impactan en la calidad de los productos:

- Definición de criterios de calidad de los productos, entre las partes intervinientes (stakeholders).

- Evaluación de criterios de calidad en cortes establecidos durante el proyecto.
- Monitoreo y seguimiento al cumplimiento de los indicadores.
- Definición de beneficios esperados con la ejecución del proyecto en el corto, mediano y largo plazo.

### Gestión de los recursos

El análisis de los resultados para este componente evidencia que las instituciones no utilizan herramientas o técnicas de gerencia de proyectos para la asignación de los recursos, lo cual se convierte en un reto para este tipo de proyectos.

La gestión del capital humano es realizada desde las direcciones de los proyectos con el apoyo de las Vicerrectorías de investigación/extensión/innovación y las oficinas de recurso humano/contratación/jurídica, en el caso de las Universidades. Para el caso de la entidad del sector productivo se asigna un director de proyecto que cuenta con el soporte de la oficina de proyectos.

La gestión de los recursos tales como equipos y software, transporte, materiales, servicios tecnológicos, entre otros, es apoyada por el área de contratación y el área de compras, acorde a las políticas institucionales.

Entre los principales factores que puedan afectar la gestión de los recursos se detallan los siguientes:

- Definición de perfiles del personal participante.
- Titularidad o administración de recursos como equipos, prototipos, productos, entre otros, una vez haya finalizado el proyecto (acuerdos de administración delegada o cesión)
- Establecimiento de las cantidades requeridas de los recursos asociados a proyectos CTeI.
- Mecanismos para importación de bienes/servicios.
- Aplicación de técnicas y herramientas para la cuantificación y asignación de los recursos.
- Estimación del presupuesto con base en información del mercado.

### Gestión de los riesgos

En el marco de los proyectos evaluados los riesgos no se cuantificaron o valoraron, ni se incluyeron dentro de imprevistos porque la estructura del Fondo del CTeI no permite considerar este tipo de rubros en el presupuesto. El valor del presupuesto no incluye los costos de contingencia, lo que quiere decir que cualquier eventualidad debe ser asumida por la entidad ejecutora.

Pese a esto, en los casos particulares de estudio la mayoría de los riesgos que se materializaron no se habían contemplado desde la formulación y generaron retrasos en el cronograma.

En el 90% de los proyectos representó un riesgo en el tiempo de los trámites administrativos internos de las instituciones contratadas, principalmente de las oficinas de compras, jurídica y financiera.

Con base en el diagnóstico realizado se identificaron factores clave que impactan el proceso de gestión de los riesgos:

- Identificación, análisis, cuantificación y planificación de los riesgos
- Variaciones en los costos por inflación, compra en moneda extranjera
- Participación de todo el personal interviniente en el proyecto para definición de riesgos

- Soporte de la entidad financiadora para la gestión de los riesgos
- Aplicación de técnicas y herramientas para la cuantificación y asignación de los recursos

### Gestión de los interesados/comunicaciones

Con base en los resultados obtenidos para estos componentes se construyó una matriz de stakeholders general para proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación, detallados en la Fig. 11

A partir de los aspectos identificados se destacan aquellos que impactan en la gestión de los interesados del proyecto.

- Identificación, análisis y planificación de la gestión de los interesados en cada proyecto y subproyecto presentado.
- Especificación de los roles de cada participante.
- Definición de mecanismos para articulación del trabajo de cada entidad participante basados en experiencias previas.

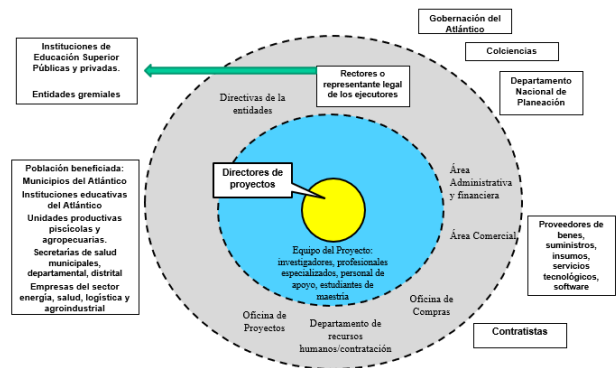


Fig. 11 Red de interesados proyectos CTeI del Atlántico  
Fuente: Elaboración propia

## V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Acorde con los resultados obtenidos en el trabajo de campo y en la revisión de la información, pese a que no se desarrollaron los proyectos bajo un estándar para la gestión de proyectos, lograron el propósito para el que fueron planteados, sin embargo, no hay evidencia de que esa gestión haya sido exitosa, desde el punto de vista de la ejecución como tal, o haya minimizado los riesgos en términos de costo y tiempo, generando posiblemente sobrecostos que se encuentran ocultos en la ejecución de estos proyectos.

En la mayoría de los casos se ejecutó el presupuesto un poco por debajo del valor total y se entregaron todos los productos estipulados en el memorando de entendimiento. Esto indica que se logró implementar los proyectos sin perjuicio de su calidad y del número de entregables a un costo menor.

La gestión del cronograma está sujeta en gran medida a la gestión de otras áreas del conocimiento como costos, adquisiciones y riesgos. Si estas están bien planificadas y cubren todas las posibles eventualidades impactará en menor medida en el retraso de las actividades propuestas para la ejecución.

Dentro de los aspectos clave para tener en cuenta, de acuerdo a los resultados del presente trabajo, se resaltan los procedimientos y trámites administrativos de cada

institución, los factores externos que impactan el proyecto y que no se pueden controlar, y la definición de planes conjuntos entre todas las entidades participantes de un proyecto para asegurar que los resultados que son insumo para otros proyectos se presenten en los tiempos estipulados. En lo relacionado con la gestión de los recursos en materia de personal ejecutor las entidades tienen procedimientos claros para definir los perfiles de los investigadores o profesionales participantes, así como la asignación de carga horaria dependiendo del tipo de vinculación del investigador. En cuanto a la calidad, el Sistema General de Regalías cuenta con diversos mecanismos para verificar el cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos en el memorando de entendimiento.

Los productos con mayor participación en los proyectos son estudiantes de maestría y publicaciones científicas. Por otra parte, la gestión de las adquisiciones es uno de los aspectos más criticados por los coordinadores de los proyectos, puesto que estos procesos están sujetos directamente a la labor de las oficinas de compras, contratación y financiera de cada entidad ejecutora.

Acorde a los resultados obtenidos, se destaca dentro de este proceso la identificación de los proveedores de bienes o servicios. Es un aspecto clave tener un mapeo en el contexto local, nacional e internacional, de potenciales proveedores que incluso, dependiendo del alcance del bien o servicio, puedan vincularse como aliados en los proyectos y de esta manera se asegura la proveeduría, sin que afecte en gran medida el tiempo que tardan los proyectos en su presentación y aprobación.

La gestión de los riesgos en este tipo de proyectos requiere de un proceso que sea práctico y flexible que se pueda adaptar a cualquier tipología de proyecto CTel. Los proyectos evaluados no cuentan con un proceso sistemático para la gestión de los riesgos.

La gestión de los interesados se está realizando de manera global para los macroproyectos, pero los subproyectos no están realizando su propio ejercicio de identificación y gestión de interesados.

La estructura organizacional para la gestión de proyectos varía de una entidad a otra, pero en general el soporte administrativo para la ejecución de los proyectos lo proporcionan las vicerrectorías de investigación y extensión, así como las direcciones de investigación o extensión con el personal suscrito a estas.

Los resultados obtenidos con el presente trabajo ponen de manifiesto la necesidad de profundizar en áreas importantes como la gestión de los beneficios de los proyectos de ciencia y tecnología en el Atlántico, determinar cuál es el impacto que han generado en la sociedad y en el territorio y cómo lograr a partir de los productos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación se aprovechan en beneficio del crecimiento y desarrollo económico del Departamento.

#### BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. RD, «Management information crisis,» *Harv Business Rev*, vol. 39, pp. 111-121, 1961.
- [2] J. J. Ng y K.-H. Chai, «A Bibliometric Analysis of Project Management Research,» de *2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and*

- Engineering Management (IEEM)*, Singapore, 2015.
- [3] Y. Bin, J. Renfu y W. Zhuofu, «Success, Research on Evaluation System for Project,» de *2008 International Conference on Risk Management & Engineering Management*, Beijing, 2008.
- [4] MladenRadujković y MarielaSjekavica, «Project Management Success Factors,» *Procedia Engineering*, vol. 196, pp. 607-615, 2017.
- [5] P. Gilbert, N. Bobadilla, L. Gastaldi, M. L. Boulaire y O. Lelebina, *Innovation, Research and Development Management*, Wiley-ISTE, 2018.
- [6] H. Riol y D. Thuillier, «Project management for academic research projects: balancing structure and flexibility,» *Int. J. Project Organisation and Management*, pp. 251-270, 2015.
- [7] D. Huljenic, S. Desic y M. Matijasevic, «Project management in research projects,» de *Proceedings of the 8th International Conference on Telecommunications, 2005. ConTEL 2005.*, zagreb, Croatia, 2005.
- [8] B. Vachan, «Applying project management principles to research projects in a health setting,» *The Radiographer*, pp. 5-7, 2012.
- [9] J. M. Payne1, K. E. France, N. Henley, H. A. D'Antoine, A. E. Bartu, E. J. Elliott y C. Bower, «Researchers' experience with project management in health and medical research: Results from a post-project review,» *BMC Public Health*, pp. 1-11, 2011.
- [10] Project Magement Institute, *A Guide to Project Management Body of Knowledge - PMBOK GUIDE*, PMI, 2017.