



**Métricas e Indicadores de Rendimiento relacionados con Innovación: una  
Propuesta en Proyectos de la Industria Tech.**

Nicolas Ávila Peñuela

Santiago Bautista Mogollón

Edwin Danilo Díaz Moreno

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos

Bogotá, Colombia

04/08/2025

**Métricas e Indicadores de Rendimiento Relacionados con Innovación: una  
Propuesta en Proyectos de la Industria Tech.**

Nicolas Ávila Peñuela

Santiago Bautista Mogollón

Edwin Danilo Díaz Moreno

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**Magister en Gerencia de Proyectos**

Director (a):

Luis Armando Cobo Campo

Modalidad:

**Monografía**

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos

Bogotá, Colombia

04/08/2025

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá. 04/08/2025

*“Nankurunaisa: Es el sentimiento de que todo puede mejorar, algo que da una fuerza tremenda para afrontar lo que tenemos entre manos y lo que está por venir, y conseguir el éxito y superar las adversidades”.*

### **Agradecimientos**

Expresamos nuestro agradecimiento a la señorita Erika Andrea Díaz Moreno, Business Analyst, y Jonathan Alexander Gómez, por su valiosa contribución mediante la entrega de información clave relacionada con el proyecto que lidera en su organización. Dicha información resultó fundamental para el desarrollo de la fase de simulación, así como para el análisis de resultados y la formulación de las conclusiones de este trabajo de grado.

## 1 Resumen

En el sector empresarial las posibles mejoras que pueden involucrarse en los procesos convencionales requieren de un esfuerzo significativo para lograr un avance en sus operaciones, uno de los temas que ha tomado relevancia moderna ha sido la innovación; bajo múltiples parámetros y definiciones se puede lograr consolidar una visión del tema; sin embargo, el ejercicio práctico y medible de innovar resulta ser un reto para las empresas de toda categoría. En este escrito se contemplan explicaciones para poder desglosar procesos que pueden inducir a la innovación tangiblemente, logrando así llevar una oportunidad a las corporaciones (en este caso empresas medianas y pequeñas) a lograr aterrizar procesos de innovación por medio de métricas que pueden resultar de difícil acceso o entendimiento.

Este texto expande la visión de aplicar la innovación por medio de modelamientos de variables que resultan relevantes para detectar oportunidades de mejora y diferenciación entre competidores de un mismo mercado (la industria Tech).

**Palabras clave:** Innovación, Indicador Clave de Desempeño, KPI, Tecnologías de la Información, TI

## 2 Abstract

In the business sector, potential improvements that can be integrated into conventional processes require significant effort to achieve progress in their operations. One of the topics that has gained modern relevance is innovation, under multiple parameters and definitions, which can consolidate a vision of the subject. However, the practical and measurable exercise of innovating proves to be a challenge for companies of all categories. This paper provides explanations to break down processes that can tangibly induce innovation, thus offering an opportunity for corporations (in this case, medium and small enterprises) to implement innovation processes through metrics that may be difficult to access or understand.

This text expands the vision of applying innovation through the modelling of variables that are relevant for detecting opportunities for improvement and differentiation among competitors in the same market (the Tech industry).

**Keywords:** Innovation, Key Performance Indicator, KPI, Information Technology, I

### 3 Tabla de Contenidos

<b>1</b>	<b>Resumen</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Abstract</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Tabla de Contenidos</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Lista de Tablas</b> .....	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>21</b>
7.1	<i>Objetivo general</i> .....	21
7.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	21
<b>8</b>	<b>Justificación</b> .....	<b>22</b>
<b>9</b>	<b>Marco Teórico</b> .....	<b>25</b>
9.1	<i>Innovación</i> .....	26
9.1.1	Definición .....	26
9.1.2	Innovación en la industria tecnológica.....	29
9.2	<i>Recuento de los principales KPI de la industria tecnológica</i> .....	31
9.3	<i>Recuento de los KPI's que se usan en innovación general</i> .....	38
9.4	<i>Sistemas de medición y rendimiento relacionados con innovación</i> .....	41
9.5	<i>Antecedentes: Implementación exitosa de sistemas de medición de innovación en las organizaciones</i> .....	47
<b>10</b>	<b>Hipótesis</b> .....	<b>51</b>
<b>11</b>	<b>Variables</b> .....	<b>52</b>
<b>12</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>54</b>
12.1	<i>Enfoque y alcance de la investigación</i> .....	56
12.1.1	Búsqueda de información .....	57

MÉTRICAS E INDICADORES DE RENDIMIENTO  
RELACIONADO CON INNOVACIÓN: UNA PROPUESTA EN  
PROYECTOS DE LA INDUSTRIA TECH

9

12.1.2	Selección de información original .....	57
12.2	<i>Población y Muestra</i> .....	64
12.3	<i>Instrumentos</i> .....	65
12.4	<i>Técnicas de análisis de información</i> .....	70
<b>13</b>	<b>Trabajo de Campo</b> .....	<b>72</b>
13.1	<i>Procesamiento de los Datos</i> .....	72
13.1.1	Detección de dimensiones clave para categorizar la innovación en KPI's .....	72
13.1.2	Clusterización de Variables .....	81
13.1.3	Por Área del KPI e Industria .....	81
13.2	<i>Proceso de generación de KPI's</i> .....	85
13.2.1	Metodología de diseño de KPI's .....	85
13.2.2	Diseño de la metodología para KPIs .....	91
13.2.3	Diseño de lista de chequeo para viabilidad y funcionalidad de un nuevo Indicador Clave de Desempeño (KPI) .....	96
13.3	<i>Análisis de Resultados</i> .....	100
13.3.1	Piloto Productivo - Migración a EOP y Cifrado de Correo .....	100
13.3.2	Proyecto: Relocalización de bases de datos para la empresa cliente en Estados Unidos 108	
13.3.3	Proyecto de Reporting Multidata .....	117
13.4	<i>Propuesta de Solución a la Problemática: Simulaciones y Análisis KPI's</i> .....	125
13.4.1	Simulaciones de Monte Carlo proyecto: Piloto Productivo - Migración a EOP y Cifrado de Correo 125	
13.4.2	Simulaciones de Monte Carlo proyecto: Piloto Productivo - Reubicación de bases de datos para la empresa cliente en Estados Unidos .....	136
13.4.3	Simulaciones de Monte Carlo proyecto: Piloto Productivo Dashboard Multidata .....	138

<b>14</b>	<b>Conclusiones y Trabajo Futuro .....</b>	<b>144</b>
<b>15</b>	<b>Referencias .....</b>	<b>149</b>
<b>16</b>	<b>A. Anexo. Código Simulación en Python.....</b>	<b>154</b>

#### 4 Lista de Figuras

Ilustración 1 Esquema lógico de árbol de problemas .....	19
Ilustración 2.Grafica del marco teórico de la investigación para mejor entendimiento del contenido. *Elaboración Propia* .....	26
Ilustración 3. Componentes del Sistema de Gestión de Métricas (PMS) (Cosa & Torelli, 2024).....	32
Ilustración 4. Sectores de computación cuántica a los cuales se cubre sectores de innovación. *Traducida de la imagen original* .....	35
Ilustración 5. Balanced Scorecard de (Kaplan & Norton, n.d.).....	43
Ilustración 6. Diagrama de flujo con la metodología de la investigación en curso. *Elaboración propia* .....	55
Ilustración 7. Red bibliométrica de palabras clave general. *Elaboración Propia* .....	59
Ilustración 8. Red bibliométrica de selección 1 visualizada por palabra clave. *Elaboración Propia* .....	60
Ilustración 9. Red bibliométrica de selección 1 visualizada por año de publicación. *Elaboración Propia* .....	61
Ilustración 10. Red bibliométrica de selección 2 visualizada por palabra clave. *Elaboración propia* .....	62
Ilustración 11. Red bibliométrica de selección 2 visualizada por año de publicación. *Elaboración propia* .....	63
Ilustración 12. Compilado de las herramientas detectadas en la información bibliométrica colectada *Elaboración propia* .....	76
Ilustración 13.Compilación descendente de formas de obtención de datos frente a los dos sectores estudiados con los valores más altos. *Elaboración propia* .....	77

Ilustración 14. Compilación descendente de formas de obtención de datos frente a los demás sectores. *Elaboración propia* .....	78
Ilustración 15. Organización temática de mediciones actualmente utilizadas en el sector con mayor participación. *Elaboración propia* .....	79
Ilustración 16. Participación general de los temarios con mayor mención respecto a la formación de medidas KPI's. *Elaboración propia* .....	80
Ilustración 17. Tipología de variables organizada por participación mayoritaria para formar KPI's entre todos los sectores. *Elaboración propia* .....	82
Ilustración 18. Variables usadas para las 3 tipologías más usadas a la hora de mencionar y catalogar KPI's *Elaboración propia* .....	83
Ilustración 19. participación de las 4 secciones de variables más utilizadas entre todas las industrias mencionadas. *Elaboración propia* .....	84
Ilustración 20. Explicación gráfica del Efecto Silo en una Organización Empresarial. (Corral, 2017) .....	87
Ilustración 21. Objetivos SMART (Martins, 2025).....	89
Ilustración 22. Mapa de Procesos para la Realización de una Reubicación de una Base de Datos desde un Rack Físico a la Nube. *Información de empresa anónima ...	112
Ilustración 23. Análisis cuantitativo y grafico de parámetros simulados para el KPI: Índice de Equivalencia Funcional (IEF). *Simulación propia* .....	126
Ilustración 24. Análisis cuantitativo y grafico de parámetros simulados para el KPI: Índice de Innovación en Seguridad (IIS). *Simulación propia* .....	129
Ilustración 25. Análisis cuantitativo y grafico de parámetros simulados para el KPI: Índice de Adopción de Innovación Tecnológica (IAIT). *Simulación propia* .....	132
Ilustración 26. Análisis cuantitativo y grafico de parámetros simulados para el KPI: Índice de Preparación para la Innovación (IPI). *Simulación propia* .....	135

Ilustración 27. Análisis cuantitativo y grafico de parámetros simulados para el KPI:

Taza de Stakeholders Informados vs. Confirmados \*Simulación propia\* .....137

Ilustración 28. Análisis cuantitativo y grafico de parámetros simulados para el KPI: KPI  
por Tarea. \*Simulación propia\* .....138

Ilustración 29. Análisis cuantitativo y grafico de parámetros simulados para el KPI: KPI  
por Sprint. \*Simulación propia\* .....140

Ilustración 30. Análisis cuantitativo y grafico de parámetros simulados para el KPI: KPI  
por Proyecto. \*Simulación propia\* .....142

## 5 Lista de Tablas

Tabla 1. Investigación sobre innovación y Capacidades en analítica de Grandes Datos (Wang et al., 2022).....	15
Tabla 2. Sectores de Intervención para la Detección de la Innovación Social (Tabares et al., 2025).....	16
Tabla 3. KPI's Sector de la innovación (Binder et al., 2024).....	34
Tabla 4. Nuevas tecnologías de la industria 4.0 elegidas por el modelo GRAILOG ...	37
Tabla 5. Indicadores de Desempeño enfocados en innovación para el sector construcción propuestos por: Lo & Kam, 2021).....	39
Tabla 6. Categorías e indicadores de desempeño bajo las dimensiones específicas de una organización empresarial. (Binder et al., 2024).....	40
Tabla 7. Variables KPI's de innovación. *Elaboración propia*.....	53
Tabla 8. Tabla resumen de información individual colectada en bases de datos. ....	58
Tabla 9. Resultados simulación y prueba piloto .....	67
Tabla 10. Tiempo promedio de los escenarios simulados.....	68
Tabla 11. Tasa ideas VS Impacto del producto.....	68
Tabla 12. Tiempo promedio VS Impacto del producto.....	69
Tabla 13. Categorización de variables de mayor relevancia .....	73
Tabla 14. Descripción categorías de variables.....	74
Tabla 15. subcategorización: Productos, Procesos y Mecanismos internos.....	75
Tabla 16. Indicadores de detección de temas relevantes para la detección de calidad en las mediciones de proyectos tecnológicos de software.....	90

Tabla 17. Variación de formas para la creación y estructuración de nuevos KPI's. (Otorgado bajo las tres referencias de contenidos para la creación de KPI's. *Elaboración por medio de IA*) .....	92
Tabla 18. Cronograma para 11.1 Piloto Productivo - Migración a EOP y Cifrado de Correo. *Elaboración propia* .....	102
Tabla 19. Sumario para el KPI #1 de 11.1 Piloto Productivo - Migración a EOP y Cifrado de Correo. *Elaboración propia* .....	105
Tabla 20. Sumario para el KPI #2 11.1 Piloto Productivo – Migración a EOP y Cifrado de Correo. *Elaboración propia* .....	106
Tabla 21. Sumario para el KPI #3 11.1 Piloto Productivo - Migración a EOP y Cifrado de Correo. *Elaboración propia* .....	107
Tabla 22. Sumario para el KPI #4 11.1 Piloto Productivo - Migración a EOP y Cifrado de Correo. *Elaboración propia* .....	108
Tabla 23. Información técnica del KPI denominado “Taza de Stakeholders Informados vs. Stakeholders Confirmados”. *Elaboración propia* .....	117
Tabla 25. Sumario para el KPI #1 11.3 Reporting Multidata. *Elaboración propia* ...	120
Tabla 26. Sumario para el KPI #2 11.3 Reporting Multidata *Elaboración propia* .....	123
Tabla 27. Sumario para el KPI #3 11.3 Reporting Multidata. *Elaboración propia* ...	124
Tabla 28. Medidas resumen del KPI simulado. *Simulación propia* .....	127
Tabla 29. Medidas resumen del KPI simulado. *Simulación propia* .....	130
Tabla 30. Medidas resumen del KPI simulado. *Simulación propia* .....	133
Tabla 31. Medidas resumen del KPI simulado. *Simulación propia* .....	136

## 6 Introducción

Colombia, bajo un marco de modelo comercial basado en PyMEs en representación del 99.5% último medido para el 2024 según (Confecámaras. Red de Cámaras de Comercio, 2025), representa la economía más alta y la más importante para el movimiento comercial de servicios y negocios del país en sus 29 ciudades más activas. Dentro del estudio del tejido empresarial realizado por el MiCIT las cifras acompañan la estadística anterior fundamentando que la participación más alta se encuentra en la capital y el departamento de Antioquia, donde las PyMEs se caracterizan por la alta actividad en exportación y procesos de ocupación formal dentro de sus operaciones. Sin embargo, según sus mismas cifras de casi 1.500 Empresas circulantes y formalizadas su oportunidad de creación se dio por oportunidad de negocio (para el 2024 1.600), y poco se menciona el rubro tecnológico directo o implícito en la creación de estas (Ministerio de Comercio, 2025).

En vista de la anterior mención, la situación laboral oficial y no oficial del país abre la puerta al uso de la tecnología como un rubro de economía posible tanto para la creación de negocios más activos y al mismo tiempo como aliada estratégica para toma de decisiones de negocios pequeños y medianos de múltiples áreas; y se entiende además que el desarrollo puede conllevar procesos complejos o inclusive inentendibles para los creadores de empresa. Pero, considerando la participación mayoritaria, las empresas que aposten por el uso de mecanismos disruptores, eficientes y modernos relacionados al entorno matemático y digital pueden mejorar la probabilidad de supervivencia y ganancia. Si se acompañan métricas, variables definidas y la propia intención corporativa joven por resaltar, entonces este texto apoya la intención de reformular un concepto para

facilitar e impulsar por medio de discretización y probabilidad la innovación nacional. La creatividad como espacio técnico y la medición como enfoque práctico son los principales focos de trabajo que esta monografía intenta visibilizar por medio de conceptos como innovación y modelación cuantitativa respectivamente.

En la actualidad, el acelerado panorama tecnológico ha transformado la innovación de una ventaja estratégica, a un componente esencial para la supervivencia de las empresas. Las compañías del sector tecnológico prosperan gracias a su capacidad de innovar, introduciendo al mercado nuevos productos, servicios y procesos que les permiten mantenerse competitivas. En este contexto, la gestión eficaz de los proyectos de innovación es fundamental para el éxito, contar con mediciones cuantitativas y/o cualitativas relacionadas puede asistir al objetivo del éxito. Sin embargo, aunque la innovación es ampliamente reconocida, su evaluación presenta desafíos significativos (Adams et al., 2006).

Estos escenarios nacen desde la perspectiva de cada empresa por mantenerse en el marco competitivo de la mejora continua por medio de la capacidad de innovar. Aunque no es un tema que se asocie directamente con la supervivencia empresarial, la innovación es un espacio de valor empresarial que promueve beneficios internos y externos dentro de la organización y del mercado (ventajas competitivas). Sin embargo, ese espacio de entendimiento no es del todo claro dentro de las organizaciones, y por lo tanto se excluye su potencial impacto social; según Wang Hao, investigador chino, las problemáticas asociadas a la sostenibilidad social apuntan a mejorar las ventajas competitivas de las organizaciones, pero estos esfuerzos no se visibilizan porque factores como el talento, el desconocimiento de factores problemáticos o el mismo capital

no están siendo parametrizados de manera adecuada para entender las dimensiones reales de las problemáticas sociales. Su estudio apunta que la capacidad en Big Data son un buen punto de partida para gestionar tangiblemente la innovación (Wang et al., 2022).

Caso apoyado en la siguiente tabla del autor, donde se muestran algunas variables usadas en el sector de innovación utilizando categorizaciones en el ámbito sostenible o tecnológico, que ofrecen un impacto corporativo de manera métrica o utilizable de manera libre o creativa para cada organización:

Tabla 1. Investigación sobre las Capacidades de Análisis de Big Data e Innovation				
Variable Independiente	Tipologías	Variable Dependiente	Teoría	Autor
Capacidades de Análisis de Big Data	(+)	Innovación Verde	Vista Basada en Recursos Naturales	Al-Khalib (2022)
Capacidades de Análisis de Big Data	(+)	Innovación en Cadena de Suministro	Vista en Recursos Base	Bhatti et al. (2022)
Capacidades de Análisis de Big Data	(+)	Innovación en el Modelo de negocio	Vista de Capacidades Dinámicas	Ciampi et al. (2021)
Capacidades de Análisis de Big Data	Capacidad en Tecnología de la Información (+) Experticia del Personal (n.s.) Capacidad de Gestión (n.s.)	Eco-Innovación	Vista en Recursos Base	Munodawafa y Juhl (2019)
Capacidades de Análisis de Big Data	Recursos Tangibles (+) Habilidades Humanas (+) Recursos Intangibles (+)	Innovación Dual	Vista en Recursos Base	Su et al. (2022)

Tabla 1. Investigación sobre innovación y Capacidades en analítica de Grandes Datos (Wang et al., 2022)

Las variables mostradas en la Tabla 1 ya son un referente para compañías multinacionales, sin embargo, el ejercicio de aterrizar el concepto de generar o hacer tangible la innovación es un proceso que las empresas de perfil local no contemplan en las operaciones, por lo que en diferentes sentidos están perdiendo potencial éxito, aprendizaje u operatividad útil. Sabrina Tabares menciona en un estudio nacional y latinoamericano que las empresas con potencial impacto social (B Corps) están conectadas con la innovación frente a lo que se denomina el impacto transformativo. Mencionando un grupo de industrias que en Latinoamérica que tiene una participación alta en la sociedad, y aunque menciona las herramientas no ondea en como poder aplicarlas a de forma directa (Tabares et al., 2025).

Se toma como ejemplo directo de su investigación, la participación de múltiples actores que mencionan aquellas variables y sectores de la industria latinoamericana que han visto potencial en subsectores o áreas empresariales en las cuales la capacidad de mejora por medio de innovación o desarrollo es evidente; y por ende la probabilidad de impacto es sensible a su perspectiva; para el resumen, se determinaron espacios de impacto para empresas de carácter pequeño y mediano (la mayor composición de empresas en Latinoamérica), en sectores de prominentes en manufactura:

Tabla 2. Descripción del Caso y Entrevistadores					
Caso	Industria	Tamaño	Innovación Social Corporativa	País	Entrevistado
1	Transporte	Mediano	Plataforma para Renta de Bicicletas y Compartir Bicicletas	Colombia	Co-fundador y Director Ejecutivo (1)
2	Consultoría	Pequeño	Diseño de Estrategias en Aprendizaje Experimental, Gestión de Sostenibilidad, Voluntariado Corporativo y Gestión de Proyectos Comunitarios.	Colombia	Coordinador de Proyectos (2), Gerente General (2), Coordinador Administrativo (2) y Diseñador Creativo (1)
3	Incubadora y Consultoría de Agro-Tecnología	Micro	Proyectos de Prueba y Prototipado que buscan un impacto positivo en áreas rurales y en la cadena de suministro de alimentos	Colombia	Co-fundador (1) y Gerente General (1)
4	Consultoría	Mediano	Diseño, Desarrollo e Implementación de Soluciones Innovadoras para Desarrollo Sostenible	Colombia	Sub-director Ejecutivo (1)
5	Manufactura	Pequeño	Maletas Reutilizables Eco-Amigables hechas de Fibras Naturales	Colombia	Gerente General (1), Director de Mercadeo y de Comunicaciones (1)
6	Alimentos y Bebidas	Pequeño	Pasabocas Saludables bajo el modelo 1x1 y 2x1, en donde la comida es entregada a niños en riesgo o en un estado de desnutrición.	Colombia	Director de Mercadeo y Comercial (1), Coordinador de Mercadeo (1)
7	Agricultura	Pequeño	Vegetales Sostenibles cultivados a partir de Técnica Hidropónica	Uruguay	CEO (1)
8	Agricultura	Mediano	Comercialización de Musgo Biológico a través de la Inclusión de Grupo Indígenas en Estado de Vulnerabilidad	Perú	CEO y Fundador (1)
9	Artesanías y Joyería	Pequeño	Diseño de Productos Artesanales Peruanos Nativos	Perú	CEO y Co-fundador (1)
10	Alimentos y Bebidas	Pequeño	Manufactura y Selección de Tes Artesanales y Orgánicos hechos por Madres Cabezas de Hogar	Ecuador	CEO y Fundador (1)
11	Alimentos y Bebidas	Pequeño	Manufactura y Comercialización de Bebidas Nutricionales Andinas	Ecuador	CEO y Co-fundador (1)
12	Alimentos y Bebidas	Mediano	Transformación de la Cadena de Producción del Café desde la Cadena de Valor al Consumidor con el empleo de Comunidades Locales	México	Co-fundador (1), Gerente de Ventas (1)
13	Alimentos y Bebidas	Pequeño	Comercialización de Pescado y Mariscos Certificados y Sostenibles	México	Gerente de Ventas (1), Coordinador de Proyectos (1), Director y Co-fundador (1)
14	Consultoría Agro-Tecnológica	Pequeño	Soluciones de Agro-Seguros Digitales para Pequeños y Medianos Agricultores a través de Productos y Servicios Agro-Tecnológicos	México	Director y Co-fundador (1)
15	Moda	Pequeño	Moda basada en Economía Circular creada desde los Desperdicios Textiles y producida por Poblaciones Vulnerables	Chile	Director Ejecutivo y Co-fundador (1)
16	Reciclaje	Pequeño	Gestión de Reciclaje y Recolectión de Residuos de Plástico desde Bolsas de Silo Plásticas rurales en desuso	Argentina	CEO y Fundador (1)
17	Fintech	Micro	Capital Financiero para Emprendedores Sociales	Brasil	CEO y Co-fundador (1), Co-fundador y Consultor (1)
18	Fintech	Pequeño	Apoyar a Comunidades Vulnerables al invertir en una Incubadora que promueva el Emprendimiento	Brasil	Gerente General (1)
19	Consultoría	Micro	Ayudar a Compañías Privadas a desarrollar Programas Sociales	Brasil	Gerente General (1)
20	Reciclaje	Pequeño	Reducir Desperdicios, Organizar Cooperativas y generar Ingresos	Brasil	Co-fundador (1)
21	Fintech	Pequeño	Gerente de Inversión Alternativa y Riesgo	Colombia	Gerente General (1), Analista de Impacto (1)

Tabla 2. Sectores de Intervención para la Detección de la Innovación Social (Tabares et al., 2025)

Considerando múltiples factores e industrias en los cuales el tema de la innovación es posible, su gran espectro de trabajo no permite ser claro en el: “cómo”, “para qué”, y el mismo “que es” dentro de las empresas. Especialmente en Colombia la información

bibliométrica es reducida; sin embargo, la medición y conceptualización de la innovación es un tema que se está tratando de manera más consensuada.

Los indicadores clave de rendimiento (KPI, por sus siglas en inglés) son instrumentos frecuentemente empleados por las organizaciones para evaluar el avance, la eficacia y la concordancia con los objetivos establecidas. A pesar de que los indicadores clave de rendimiento (KPI) convencionales son útiles para valorar procesos operativos, no siempre resultan apropiados para supervisar la innovación. Los proyectos de innovación a menudo conllevan incertidumbre, procesos iterativos y resultados que resultan difíciles de medir a través de indicadores estándar como el retorno de inversión (ROI) o el tiempo de venta (Crossan & Apaydin, 2010). Los KPI, como instrumentos orientados al avance, enfatizan su relevancia en la evaluación de éxitos, pero no necesariamente del logro. Esto ocurre porque las métricas convencionales se estructuran bajo el marco SMART (Hennigan & Main, 2024). Los KPI son fuentes de prueba excelentes. Su correcto diseño se fundamenta en la identificación precisa del objetivo, el punto de medición y los documentos requeridos. Además, esta entidad promueve una perspectiva organizada, avalada por el Instituto *Balance Scorecard* (BSI) conocida como: MPRA (***Measure-Perform-Review-Adapt***). Que robustece tanto los elementos cualitativos como cuantitativos de la evaluación (KPI.org, 2024).

A pesar de que los indicadores clave de rendimiento son un instrumento esencial para medir el avance, resulta claro que la innovación, en diversas áreas, no se percibe como un factor meramente cuantificable. Según el Colegio de Negocios de Harvard, la innovación se inicia con la creatividad, lo que significa que, para ser genuinamente innovadora, una propuesta debe incluir utilidad y novedad (Boyles, 2022). Aunque la

creatividad puede provocar ruptura, en numerosas situaciones no es factible desde un punto de vista práctico.

A pesar del aumento en el énfasis en la innovación en los proyectos tecnológicos, todavía se requieren herramientas apropiadas para evaluar su desempeño de manera eficiente. La mayor parte de los estudios disponibles se enfoca en los indicadores clave de rendimiento operativos, proporcionando una perspectiva restringida para valorar la innovación, especialmente en el ámbito tecnológico (Saunila, 2016).

Considerando que la innovación requiere creatividad, riesgo y experimentación, es complicado incorporar estos componentes mediante las métricas convencionales. Así pues, resulta vital establecer indicadores concretos que faciliten la cuantificación de los procesos creativos no lineales y, simultáneamente, brinden datos útiles para la toma de decisiones de los gerentes de proyectos.

Las compañías establecidas suelen perder su habilidad para innovar, inmersas en rutinas de operación que garantizan su supervivencia a corto plazo, pero que, en el largo plazo, provocan estancamiento en el mercado y disminución de su competitividad ante aquellas organizaciones que continúan innovando en productos o servicios (Lakiza & Deschamps, 2018). La falta de indicadores clave de rendimiento para evaluar la innovación es una de las causas primordiales de este fenómeno. Esto supone un reto considerable para los directores de proyectos, que, sin indicadores apropiados, tienen problemas para determinar si los esfuerzos de innovación están produciendo los resultados previstos, lo que podría resultar en estrategias descoordinadas y en la pérdida de oportunidades. A continuación, un resumen gráfico del problema a estudiar:

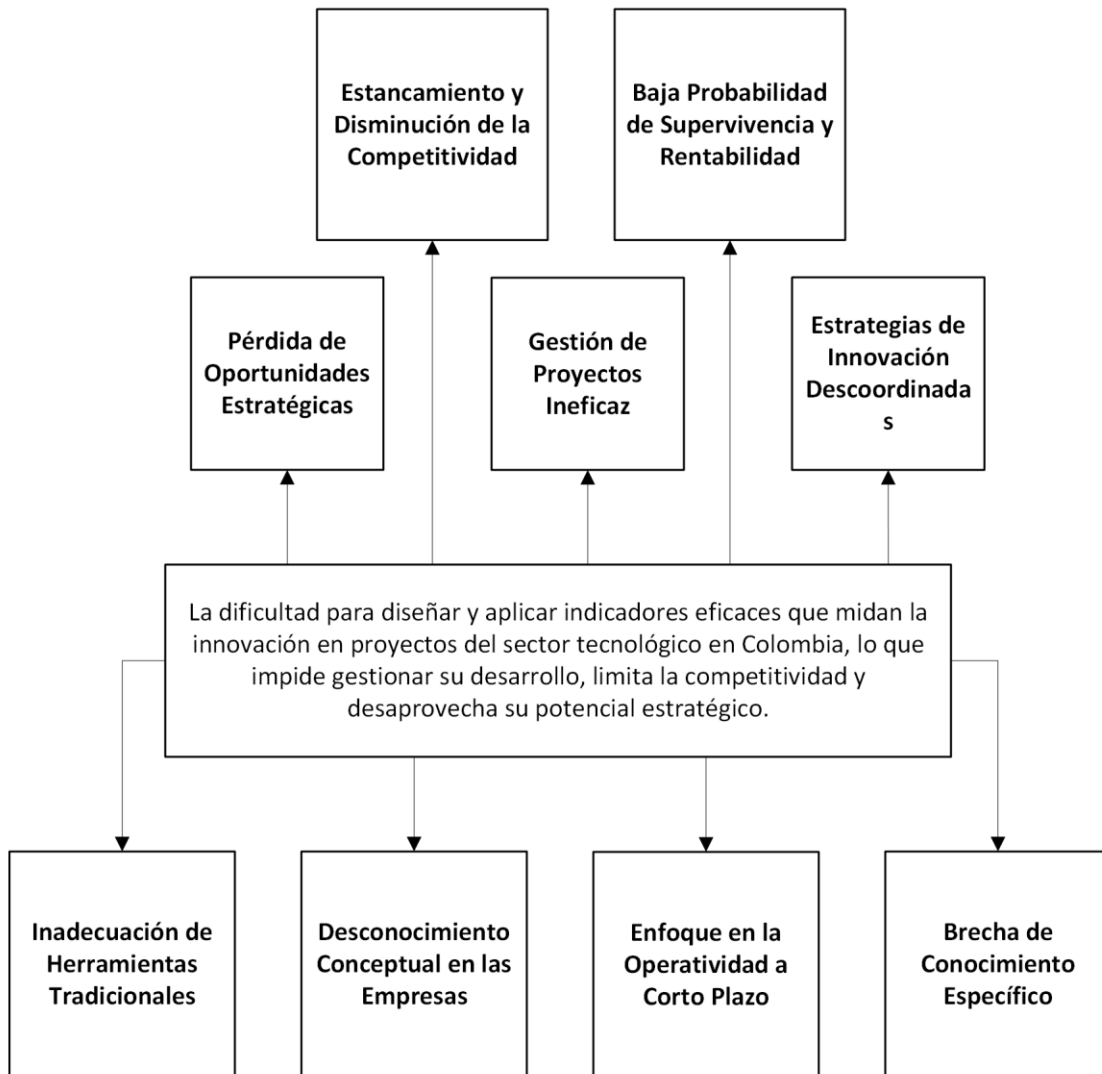


Ilustración 1 Esquema lógico de árbol de problemas

En respuesta a este problema, la pregunta central de investigación de este estudio es:

¿Cómo se pueden diseñar teóricamente indicadores clave de desempeño para medir y respaldar eficazmente el marco de innovación en proyectos dentro de la industria tecnológica?

Al abordar esto, la investigación pretende ofrecer una comprensión más profunda de cómo los KPI pueden adaptarse para capturar la dinámica única de la innovación, contribuyendo a una mejor gestión de los proyectos en el sector tecnológico.

## **7 Objetivos**

### **7.1 Objetivo general**

Diseñar un grupo indicadores clave de desempeño (KPI's) para proyectos relacionados en industria tecnológica y enfocados en procesos de innovación, con el fin de dar un espacio teórico y de fácil entendimiento para medir los procesos de innovación de un proyecto.

### **7.2 Objetivos específicos**

1. Revisar los fundamentos teóricos sobre indicadores de desempeño en relación con la innovación en la gestión de proyectos.
2. Identificar dimensiones clave de la innovación que pueden medirse a través de indicadores de desempeño usados en múltiples industrias.
3. Proponer un conjunto métricas que logren visibilizar el progreso de la innovación en proyectos de la industria tecnológica.
4. Evaluar las métricas en modelo de simulación por medio de semillas o escenario ficticio que evalúe el desempeño de los KPI's propuestos.

## 8 Justificación

Actualmente, muchas empresas no cuentan con el espacio, el presupuesto ni la capacidad para gestionar la innovación de manera eficiente, por lo que su manejo se percibe como un reto que debe iniciarse desde cero. Esta situación ha generado barreras significativas para la medición de la innovación y la detección de su evolución dentro de las organizaciones en Colombia, impidiendo que se integre como un proceso orgánico y, en consecuencia, dejando a dichas empresas en desventaja frente a sus competidores. Existe una creencia generalizada de que la innovación es fruto de la inspiración y que solo es posible en personas con talento innato. No obstante, en pleno siglo XXI, esta perspectiva subestima el valor de la creatividad deliberada y el esfuerzo estructurado en la generación de nuevos productos, servicios, modelos de negocio y experiencias (Livescault, 2024).

Peter F. Drucker, conocido como el padre del pensamiento gerencial moderno, expresó lo siguiente: "La mayoría de las innovaciones, especialmente las exitosas, resultan de una búsqueda consciente y decidida de oportunidades de innovación" (Juárez, 2023). Si la innovación, como lo plantea Drucker, es una práctica consciente y decidida, entonces debe ser medida de manera continua, de la misma forma que se miden otras métricas clave en una compañía.

Desafortunadamente, las estimaciones han revelado que solo un tercio de todas las empresas pertenecientes a la lista "Fortune 1000" (Singh, 2023) utilizan sistemas de medición basados en indicadores clave de desempeño (KPI) con el objetivo de medir la producción de la innovación a través del tiempo. Adicionalmente, se ha identificado que,

aunque el 77% de los líderes empresariales de la actualidad han identificado a la innovación como una prioridad, únicamente el 22% tiene instaurados KPI's enfocados en medir la innovación (Livescault, 2024).

Las empresas que gestionan sus operaciones y procesos, o que trabajan directamente con tecnología utilizando diversas herramientas como Power BI, SAP, Python, Inteligencia Artificial, etc., deben ser capaces de evaluar sus operaciones y procesos mediante métricas comprensibles y detectables en diversas escalas. La implementación de fórmulas, modelos o aplicaciones para la medición de la innovación permite a los gerentes, independientemente de su nivel, mejorar su comprensión y uso de estas métricas, logrando así gestiones más competitivas en temas específicos como reducciones de tiempos y movimientos, aumento de la productividad y la eficiencia, reducción de costos, satisfacción de clientes, toma de decisiones asertivas que vayan alineadas con la planeación estratégica, etc. Además, esto facilita la presentación del valor de los equipos, los entregables y las contribuciones a proyectos. Por esta razón, desde el ámbito académico, se propone el desarrollo de metodologías sencillas, complejas, dinámicas y efectivas para medir la innovación, contribuyendo así a fortalecer la capacidad de las empresas para gestionar este proceso crucial de manera más eficiente.

Considerando las capacidades del contexto colombiano, la información anterior no es explícita ni ampliamente utilizada. Lo anterior se debe principalmente a que la mayoría de las organizaciones empresariales colombianas no cuentan con el presupuesto suficiente para la adquisición de herramientas y sistemas avanzados que permitan la medir de manera efectiva y eficiente la innovación que se genera dentro de las mismas o, en su

defecto, consideran que no es un factor importante dentro de su planeación estratégica.

El sentido de esta investigación se construye bajo la posibilidad de recolectar información relevante de nivel internacional para el sector empresarial tecnológico internacional que labora en Colombia, y para las mismas empresas nacionales con el mismo foco. De esta forma, se daría inicio al cierre de la brecha competitiva del país en el ámbito de medición de la innovación en el sector tecnológico.

## **9 Marco Teórico**

En esta parte de la investigación, se van a exponer diferentes temáticas que muestran la importancia de la innovación. Dentro de las temáticas a tratar se encuentran: la evolución de la definición de innovación desde el siglo XX al siglo XXI, personajes de gran influencia en el desarrollo de teorías y conceptos de como la innovación es un factor clave en la supervivencia de las organizaciones empresariales, tipos de innovación de carácter tecnológico, un recuento de los KPI's más destacados en la industria tecnológica y sistemas de medición y rendimiento enfocados en la innovación.

Para facilitar la exposición de la información se realizó un compilado general de los macro temas que van a permitir un entendimiento escalado de la información que se recopila conforme avanza la investigación, ese compilado se menciona en la siguiente imagen (ilustración 1), donde se aprecia el orden de la búsqueda de temas que darán paso a la factorización de aquella data, menciones, artículos y metodologías que permiten solucionar los objetivos del artículo:

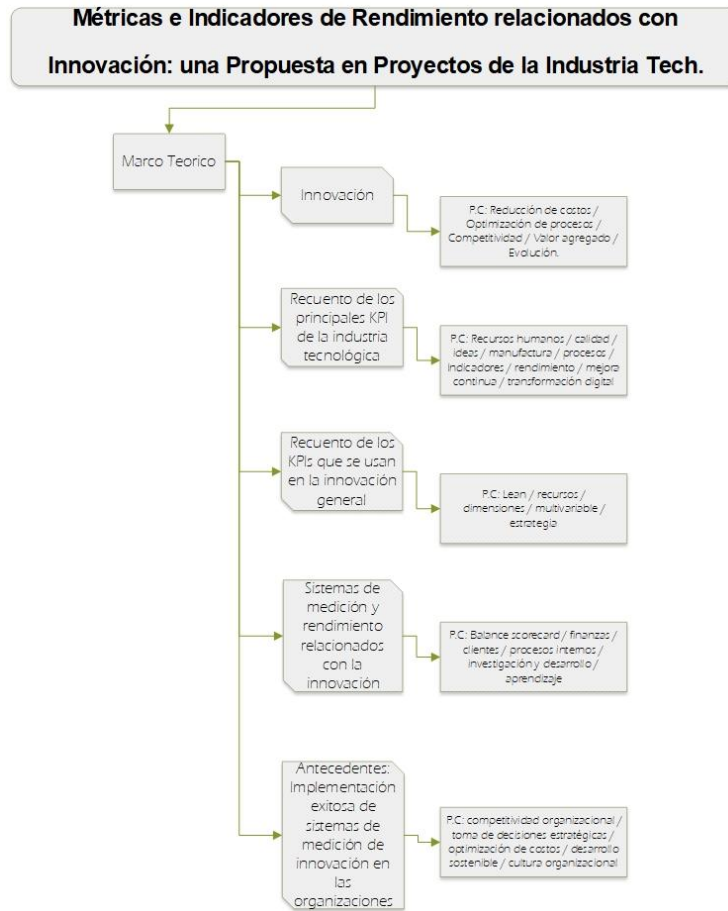


Ilustración 2. Grafica del marco teórico de la investigación para mejor entendimiento del contenido.  
\*Elaboración Propia\*

## 9.1 Innovación

### 9.1.1 Definición

El significado de la innovación, según la (Real Academia Española, 2024), es: “creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado”. Esta definición es correcta, sencilla y concisa, pero la innovación va mucho más allá de modificaciones y creaciones y esto se va a descubrir a continuación por medio de diferentes conceptos que se han establecido en los últimos 100 años.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, ¿Qué es realmente la innovación?

La innovación es un tema que se ha sido estudiado por diferentes investigadores, los cuales le han dado su propio significado de acuerdo con su enfoque y perspectiva.

En el año 1911, el economista austriaco Joseph Schumpeter concluyó que la innovación “es la introducción del cambio en los procesos de producción y lo anuncia al mercado” (Miñan, 2024). Este concepto de la innovación propuesto por Schumpeter tiene como base la teoría de que el crecimiento económico no se encuentra en la acumulación de capitales, sino en la innovación tecnológica y la creatividad por parte de las organizaciones empresariales. Para que este crecimiento económico sea efectivo, las innovaciones deben reemplazar las tecnologías y modelo de negocios obsoletos, lo cual permitirá un cambio constante en la estructura económica, esto es lo que Schumpeter llama la “destrucción creativa” (*El Legado de Joseph Schumpeter: Innovación y Emprendimiento En La Economía*, 2024).

En el año 1954, el abogado austriaco Peter Drucker, definió la innovación de la siguiente manera: “es el método por el que se producen cambios sustanciales en los sistemas y en los procesos, con el objetivo principal de obtener una mayor eficiencia tecnológica y económica” (Miñan, 2024). Este concepto de innovación propuesto por Drucker se deriva de su concepto de liderazgo efectivo, el cual posee 6 principios. En su tercer principio, Drucker fomenta la innovación y la creatividad por parte de los líderes mediante la creación de ambientes en las organizaciones empresariales que permitan dar espacios para la experimentación, el aprendizaje constante y la disposición de asumir riesgos calculados para la obtención de la mejora constante (Juárez, 2023). Ya durante la década de los 2000, específicamente en el año 2003, el profesor de la Escuela de

Negocios de la Universidad de Harvard, Clayton Christensen, definía a la innovación de la siguiente manera: “la innovación es un proceso disruptivo que permite introducir nuevos productos, servicios y/o tecnologías a los mercados y que están destinados a cambiar el curso de la historia” (Miñan, 2024). Adicionalmente, Christensen complementa en su concepto de innovación disruptiva que para evitar que este tipo de innovación quiebre una organización empresarial, se deben llevar unas buenas prácticas de gestión empresarial para mantener el éxito en las organizaciones (Nuñez, 2020).

Después de estas 3 definiciones de innovación provenientes de algunos de los personajes más importantes e influyentes del siglo XX y XXI en temas de política y economía, podemos preguntar lo siguiente: ¿Qué función cumple la innovación? La respuesta es sencilla y no necesita de muchos detalles como su definición: la innovación permite aumentar la eficiencia, optimizar los procesos, reducir costos operativos, aumentar la competitividad y satisfacer a los clientes (Miñan, 2024), factores de vital importancia para la supervivencia de las organizaciones empresariales y para la evolución de la humanidad y del entorno que la rodea.

El sector de las tecnologías de la información (TI) se ha caracterizado históricamente por su constante innovación impulsada por la creatividad. Por ello, esta investigación se enfoca específicamente en este sector industrial, con el objetivo de diseñar un conjunto de Indicadores Clave de Desempeño (KPI) que permitan medir cuantitativamente los procesos de innovación y sus resultados en la gestión de proyectos TI.

### **9.1.2 Innovación en la industria tecnológica**

Ya teniendo un concepto más profundo y detallado de lo que es la innovación en un concepto general y entendiendo su importancia en el mundo actual, en este apartado se va a definir la que es la innovación enfocada en la industria tecnológica.

De acuerdo con el Doctor José Celso Vásquez, director de la Maestría en Innovación para el Desarrollo Empresarial del Instituto Tecnológico de Monterrey, en México, la innovación tecnológica es “un proceso en el cual una organización empresarial crea un producto, servicio, proceso y/o modelo de negocio; o en su defecto, mejora los ya existentes agregando tecnología como agente innovador” (García, 2023).

La innovación tecnológica se clasifica en 3 tipos, los cuales van a ser definidos a continuación:

- Innovación Tecnológica Incremental:

Es un tipo de innovación tecnológica que se caracteriza por la aplicación de una serie de pequeñas mejoras o actualizaciones a un producto, servicio, proceso y/o método existente. Es la innovación más común que se encuentra en las organizaciones empresariales. El enfoque de este tipo de innovación es la mejora de la eficiencia de desarrollo y productividad y la generación de diferenciación competitiva de un producto, servicio, proceso y/o método ya existente (García, 2023).

Tener presente que esta clase de innovación no genera nuevos mercados, ya que los clientes conocen el producto, servicio, proceso y/o método optimizado.

- Innovación Tecnológica Disruptiva:

Este tipo de innovación tecnológica permite la creación de nuevos productos, servicios, procesos y métodos que transforman un mercado en específico generando una red de valor, permitiendo que la organización empresarial a cargo del desarrollo genere una ventaja competitiva en comparación de sus competidores o en el mercado en el que esta incursionando (García, 2023).

Un ejemplo claro donde se puede ver este tipo de innovación tecnológica es en las PYMEs (Pequeñas y Medianas Empresas) y en las “*Startups*”, las cuales se caracterizan por lanzar al mercado productos y servicios utilizando este tipo de innovación de manera constante, ya que es la razón por la cual existen.

- Innovación Tecnológica Radical:

Este tipo de innovación tecnológica se caracteriza por la fusión de la tecnología con un nuevo modelo de negocio. Este tipo de innovación tecnológica existe, debido a que las organizaciones empresariales buscan la transformación de la industria donde se desempeñan y de los mercados donde incursionan, mediante la generación de una solución a un problema existente para lograr posicionarse como líderes del mercado (García, 2023).

Tener en cuenta que este tipo de innovación tecnológica funciona mediante la creación de nuevas tecnologías, productos, servicios, procesos y métodos, los cuales permiten crear nuevos mercados. Debido a lo mencionado anteriormente, este tipo de soluciones requieren mucho más tiempo que las soluciones realizadas utilizando un

método de innovación de tipo disruptivo y que sea soportada por un grupo de profesionales competentes para implementarla.

Los tres proyectos de innovación seleccionados para el desarrollo de esta investigación se clasifican como innovaciones incrementales, dado que cada uno de ellos integra un componente central enfocado en la optimización progresiva de procesos y servicios.

## **9.2 Recuento de los principales KPI de la industria tecnológica**

Como bien se conoce, el sector de la industria tecnológica se encuentra en puntos de baja incertidumbre o de alta incertidumbre, dependiendo del área de conocimiento en el cual las organizaciones trabajen. Esto permite a la misma ubicarse gerencialmente dentro de la mayoría de los marcos de trabajo en proyectos u operaciones existentes.

Sin embargo, al igual que las demás industrias, la transformación digital conlleva esfuerzos, que pueden o no estar asociados a la innovación directamente, pero sí al cambio organizacional. Y para ello se requieren de métricas de cambio que permitan preparar y medir directamente el trabajo. Por tal razón, el trabajo de gestión digital debe mantener un sistema de gestión de métricas, el cual es denominado como “*Performance Management System*” (conocido como PMS por sus siglas en inglés) (Cosa & Torelli, 2024):

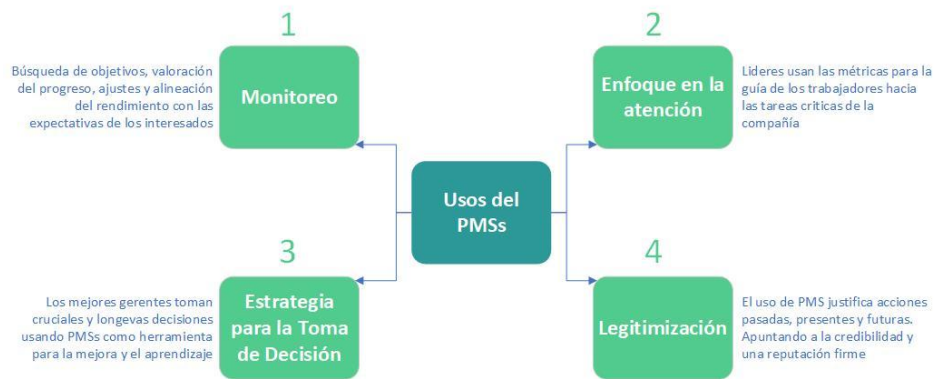


Ilustración 3. Componentes del Sistema de Gestión de Métricas (PMS) (Cosa & Torelli, 2024)

Esta organización teórica ha sido optada por múltiples autores y empresas que enfatizan la necesidad de hacer seguimiento al rendimiento con el fin de alinear sus objetivos estratégicos. La Ilustración 2 apunta a facilitar de manera general y grafica a aquellas necesidades (4 focos de atención) que deben ser aceptadas y trabajadas de manera ágil, fomentando así una forma de inserción sencilla a corporaciones cuya flexibilidad es escasa ante el cambio.

Las formas de parametrizar tal rendimiento cambian perceptiblemente de acuerdo con cada empresa o grupo al cual se le aplica, y su grado de innovación o mejora continua es relativo frente a los objetivos en los cuales son medidos, sin embargo, se busca en este espacio mencionar aquellas variables que se perciben para de medir el rendimiento de cambio o mejora.

Para Julia Binder, el sector de la computación cuántica alberga importantes avances que pueden mantener muchos análisis y rendimiento asociados a la mejora y el progreso en muchos campos de un país por medio del desarrollo Tech (Binder et al., 2024). Especialmente con aquellos avances enfocados en el sector Gobierno; la tabla 3 es un ejemplo extraído de su investigación en el cual logra evidenciar que el sector gobierno

puede generar investigación que paralelamente alberga espacios compartidos con otros sectores, directamente este tema contiene KPI's como:

#	Nombre	Descripción Corta
1	Compañías QC	Número de compañías QC por PIB
2	Startups QC	Numero de startups QC por PIB
3	Representación industrial	Representación nacional del consorcio
4	Representación internacional	Radio representativo entre la representación del stock nacional con representación transnacional
5	Fuerza laboral	Radio de la población que se encuentra en un TOP 10 de universidades con experiencia laboral en QC
6	Disponibilidad experta	Número de personas con experiencia en QC que trabajan en la industria
7	Duración de contratación	Duración promedio de la publicación de las vacantes
8	Innovación asegurada	Numero de patentes en la población laboral existente
9	Alcance a las organizaciones	Número de seguidores profesionales de LinkedIn en el TOP 5 de organizaciones asociadas
10	Disponibilidad científica	Numero de científicos con índice H por encima de 40 con respecto a la fuerza laboral promedio
11	Agrupaciones de excelencia en QC	Tasa de agrupaciones por excelencia relacionadas al tema QC
12	Programas Profesionales	Numero de cursos o carreras profesionales relacionadas a QC en universidades
13	Programas degradados aplicados	Cantidad de donaciones por PIB
14	Donaciones nacionales	Tasa de fondos de la industria existente respecto a la industria
15	Donaciones por colaboración	Tasa de fondos y recursos colaborativos en la industria
16	Soporte político	Longevidad de la planeación estratégica
17	estrategia nacional	Existencia de un documento de estrategia nacional
18	Perfiles universitarios	Tasa de recién graduados
19	Fondos a startups	Promedio de fondos reservados para startups en QC

20	Capital de riesgo e inversiones equitativas	Cantidad de fondo reservado por capital de riesgo dado por firmas o privados en comparación con el PIB nacional
21	Negocios con ángeles inversionistas	Numero de ángeles inversionistas existentes para el QC
22	Grupos de encuentro	Grupos de desarrollos por fuerza laboral existente
23	Sentimiento social	confianza y sentimiento desarrollado por publicaciones periódicas relacionadas al QC
24	Compromiso GitHub	Numero de compromisos o usos de la fuerza laboral en GitHub

*Tabla 3. KPI's Sector de la innovación (Binder et al., 2024)*

Si retomamos el recuento de la Tabla 3, el sector tecnológico (específicamente en computación cuántica y sus relacionados) apoya mas no es un ente de innovación solitaria para las corporaciones. Aunque el sector sea Gobierno, la siguiente grafica consolida aquellos espacios que extrapolan el KPI a diferentes áreas, la ilustración 3 resume como pueden abarcarse:

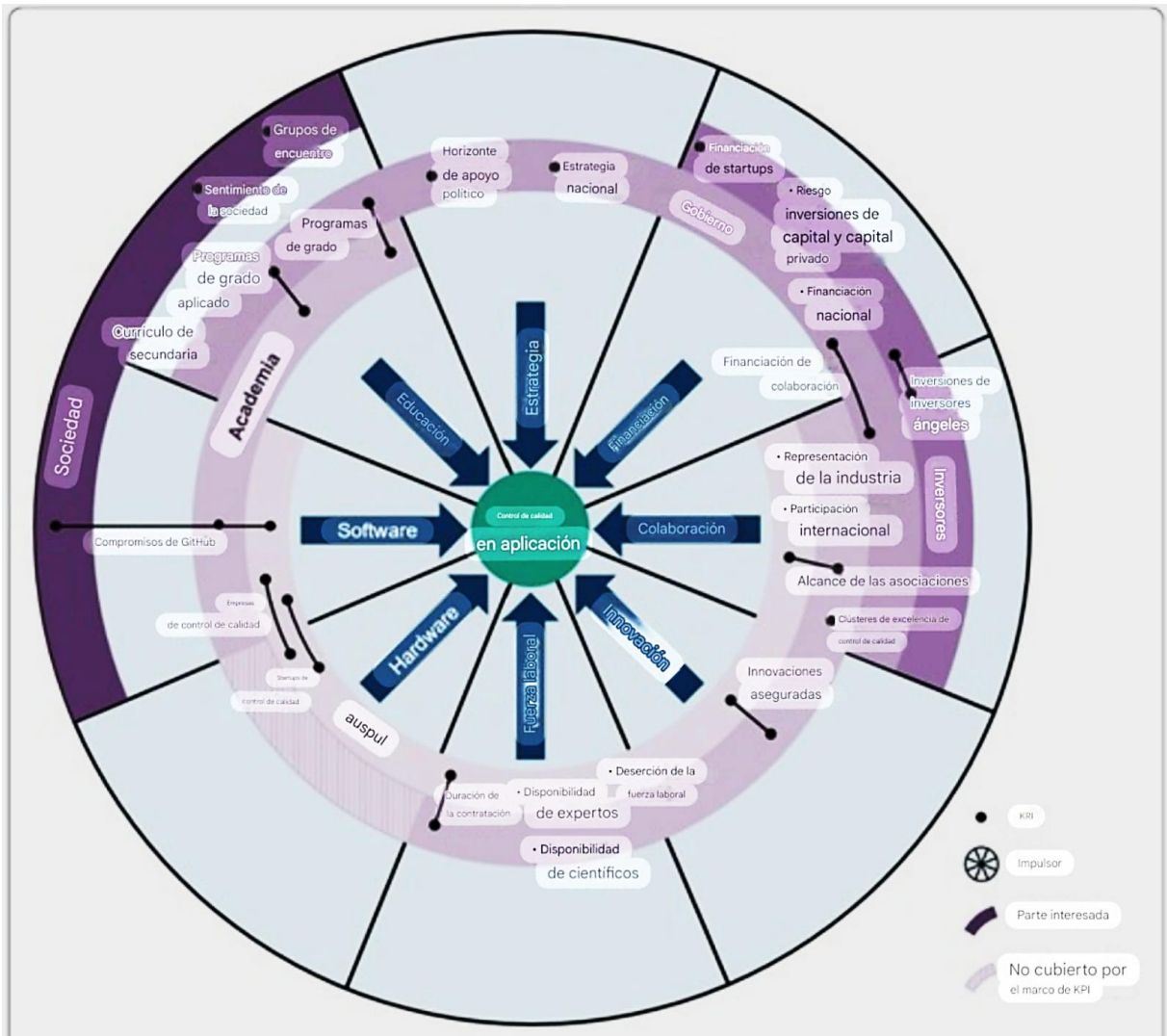


Ilustración 4. Sectores de computación cuántica a los cuales se cubre sectores de innovación.  
\*Traducida de la imagen original\*

Julia Binder enfatiza que la computación cuántica como elemento que se asocia a cada mejora tiene importantes usos. Sin embargo, este esquema de trabajo está limitado, pues la tecnología para medir es de difícil acceso y con hardware limitado para las empresas que deseen usarla ya sea en Colombia o en lugares donde la computación resulta costosa para las empresas (Binder et al., 2024).

No obstante, la medición de KPI's no apela directamente a hardware caro, muchos casos nacen de industrias manufactureras ya sea a media o gran escala, (El Kihel et al., 2023) muestra múltiples formas en las cuales las plantas de producción (en este caso automovilísticas) pueden mejorar desde varios ángulos las operaciones por medio de la incursión de tecnologías 4.0, las cuales ya son ampliamente conocidas:

Tabla 3. Nuevas Tecnologías de la Industria 4.0 elegidas por el Modelo GRAILOG															
Función	Nivel de Toma de Decisión	Indicador de Desempeño	IOT	Computación en la Nube	Big Data	RFID	Realidad Virtual y Aumentada	Robotica Colaborativa	Simulación	Ciberseguridad	IA	Impresión 3D	Gemelos Digitales	Redes Inteligentes	
Gestiona Producción	Nivel Estratégico	Confiabilidad en la tasa de pronosticos de ventas		1	1				1	1	1				
		Costo Estratégico de Producción	1	1	1				1	1		1	1		
		Taza de Compromiso de Recursos Técnicos y Humanos (Taza Económica de Retorno)		1						1	1		1	1	
		Taza de Confiabilidad de Datos de Producción	1	1	1					1	1	1	1	1	
	Nivel Táctico	Taza de Capacidad de Producción	1	1						1	1	1	1	1	
		Tiempo de Producción Estimado	1	1						1	1		1	1	
		Taza de Cumplimiento del Plan de Producción	1	1						1	1		1	1	
		Nivel de Trabajo en Progreso	1	1						1	1				
		Número de Entregas Recibidas a Tiempo	1	1	1										
		Taza de Retorno General	1	1											
		Costo de Consumo de Recursos Técnicos	1	1	1										
		Taza de Rotación de Inventario	1	1	1				1	1	1				
		Taza de Productos Compatibles	1	1					1	1	1			1	
		Tiempo de Ciclo de Manufactura	1	1						1		1		1	
	Nivel Operativo	Taza de Productividad	1	1	1				1			1		1	
		Número de Días de Inventario of the Producto Terminado	1	1	1					1	1				
		Taza de Productos Terminados Agotados	1	1	1					1	1				
		Taza de Perdida	1	1	1					1	1			1	
		Taza de Parada	1	1	1					1	1			1	
		Costo de Empaque y Producción	1	1	1					1	1	1		1	
		Taza de Empaque Reciclable	1	1	1					1	1			1	
	Taza de Uso de Tecnología por Nivel de Decisión	Número de Tecnologías Usadas a Nivel Estratégico	2	4	3	0	0	0	0	4	4	1	3	3	0
		Números de Tecnologías Usadas a Nivel Táctico	8	8	3	0	0	0	1	6	8	1	3	4	0
		Número de Tecnologías Usadas a Nivel Operacional	8	8	6	0	1	1	3	7	6	3	0	6	0

Tabla 4. Nuevas tecnologías de la industria 4.0 elegidas por el modelo GRAILOG

Esto refleja que las posibilidades de medición son extensas y útiles para el desarrollo actual. De manera externa como interna a las operaciones entre áreas, empresas y comunidades; aún más con el estándar actual de mejora continua y sostenibilidad, es importante explorar aquellas oportunidades de diferentes sectores que le aportan y pueden ser espacio para la industria Tech.

### **9.3 Recuento de los KPI's que se usan en innovación general**

La innovación constituye un fenómeno de naturaleza compleja y multivariable, en el cual las organizaciones adoptan enfoques subjetivos determinados por las particularidades de sus cadenas de valor y las dinámicas específicas del mercado en el que operan. En este sentido, las propuestas de innovación responden a perspectivas internas que reflejan sus objetivos estratégicos y contextuales. Por tanto, la medición de la innovación requiere un enfoque amplio y flexible, capaz de ofrecer un marco común de evaluación, pero lo suficientemente adaptable para atender las singularidades de cada empresa.

En la necesidad de encontrar el valor en la diferenciación del mercado, (Lo & Kam, 2021) propone en un estudio bibliométrico los siguientes KPI's (Tabla 5) que pueden contribuir a la innovación en el sector construcción, en donde lo denomina por entradas y salidas por cada sección empresarial a la cual estima impactar:

<b>Tabla 4. Indicadores de Desempeño Enfocados en Innovación para el Sector Construcción Propuestos por (Lo &amp; Kam, 2021)</b>		
<b>Categorías</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Explicación</b>
<b>Adelantado (Entrada/Proceso)</b>	Creatividad de los Empleados	Describe la creatividad de los empleados cuando resuelven los problemas a los que se enfrentan en sus laborales diarias y que tan dispuestos están en compartir sus nuevas ideas con la organización
	Proceso de Innovación	Describe el sistema que apoya la innovación dentro de una organización empresarial. A su vez, incluye como dicho sistema ayuda a incentivar la generación de ideas, la implementación de ideas y el flujo de nuevas ideas desde la generación hasta la implementación (incluso la comercialización), etc.
	Durabilidad	Describe que tan "durable" es el valor de una innovación que estará en el mercado y que tan resiliente será dicha innovación al cambio
	Ideas y Conocimiento	Incluye un grupo de ideas en una organización empresarial y cuanto conocimiento se transfiere entre comunidades y grupos.
	Compromiso	Describe el nivel de compromiso de los empleados al desarrollar innovación. Esto incluye cuantos empleados están comprometidos en la generación de nuevas ideas, cuantos empleados están comprometidos en convertir dichas ideas en proyectos, entre otros. Este compromiso se puede ver obstaculizado por otros factores, los cuales se incluyen en este indicador, tales como la cultura organizacional.
	Alineación Estratégica	Incluye la alineación de estrategias y/o políticas organizacionales de tipo estratégico que promueven y gestionan la innovación, su tipo de gestión, la estructura organizacional, etc.
<b>Retraso (Salida/Resultado)</b>	Retorno de Inversión (ROI)	Describe la medición del retorno de inversión sobre las inversiones en las innovaciones. En general, mide las mejoras de los resultados desde una idea, tales como: la satisfacción del proyecto, costo, tiempo, calidad, etc. En otras palabras, el cambio de rendimiento liderado por las innovaciones incluye la satisfacción de los clientes.
	Impacto	Mide el "impacto suave" de las innovaciones tales como: su efecto en la imagen de la organización, competitividad en la industria, entre otros.
	Calidad de Nuevas Ideas	Incluye la medición de la aplicabilidad, escalabilidad, etc. de una idea, representando el valor de la idea.

*Tabla 5. Indicadores de Desempeño enfocados en innovación para el sector construcción propuestos por: Lo & Kam, 2021)*

Esto se une además con los estudios realizados por Marisa Dziallas y Knut Blind, donde se proponen indicadores de mejora e innovación por medio de los procesos.

Haciendo mención directa a como poder aplicar innovación de manera general en una empresa. Según su estudio, el proceso de innovación se categoriza bajo dimensiones que pueden adaptarse fácilmente a las métricas, y con ello la adaptabilidad se hace de manera transversal a la organización, a diferencia de enfocar los esfuerzos individuales en solo la generación o cambio de productos y/o servicios (Dziallas & Blind, 2019a):

Tabla 6. Categorías e Indicadores de Desempeño bajo las Dimensiones Específicas de una Organización Empresarial		
	Factor	Indicador
Cultura Innovadora	Cultura Innovadora en la Organización	-
	Creatividad	Porcentaje de líderes entrenados en técnicas creativas y en atmosfera creativa.
	Espiritu/Orientación Emprandedor de la Compañía	-
	Soporte en la Gestión de más Alto Nivel	Cantidad de tiempo que los gerentes gastan en innovaciones comparado con tareas normales
	Apertura de la Compañía hacia el Cambio y la Innovación	Número de ideas externas generadas con ayuda de clientes
Estrategia	Resistencia al Cambio	-
	Estrategia en Innovación	-
	Estrategia en Nuevos Productos	-
	Ajuste Estratégico de la Innovación	Número de oportunidades innovadoras creadas recientemente
	Voluntad de Tomar Riesgos	-
Conocimiento y Competencia	Aprendizaje orientado a la Innovación	Número de gerentes entrenados en métodos y herramientas de innovación
	Apertura hacia el Conocimiento	-
Estructura Organizacional	Recursos de Conocimiento Interno, Experiencias y Antecedentes de los Gerente y/o Fundadores	Uso de conocimiento interno y externo y fuentes de información
	Factores Organizacionales y Datos del Negocios	1. Tamaño de la compañía 2. Localización geografica de la compañía 3. Edad de la compañía 4. Crecimiento interno y externo 5. Estructura formal
	Flexibilidad y Rápida Adaptación a los Clientes	-
	Comunicación Interna	-
Entradas y Actividades en Investigación y Desarrollo	Voluntad en invertir en Innovación e Investigación y Desarrollo, voluntad en conducir nuevos proyectos de investigación = Cantidad suficiente de investigación, recursos financieros dedicados a la innovación	1. Inversión y gasto en Investigación y Desarrollo 2. Gasto promedio por idea seleccionada 3. Porcentaje de ventas relacionado con nuevos proyectos
	Actividades de Investigación	1. Porción del presupuesto dedicado a investigación con base al presupuesto total de la compañía 2. Gasto en innovación 3. Porción de transferencia de tecnología
Rendimiento de la Innovación Financiera		1. Retorno de la inversión en innovación 2. Porcentaje de ganancias y costos en Investigación y Desarrollo 3. Medición del margen de ganancias 4. Ventas a nuevos mercados y nuevos negocios 5. Porcentaje de innovaciones que cumplen con las proyecciones de beneficios financieros

Tabla 6. Categorías e indicadores de desempeño bajo las dimensiones específicas de una organización empresarial. (Binder et al., 2024)

Cada una de las métricas mostradas durante el apartado no son directamente medidas bajo formulas específicas, muchos de los estudios mencionados, aunque apelan a los mismos objetivos, no proponen directamente formas de medición absolutas.

A partir de la muestra teórica previamente analizada, la cual evidencia que la innovación en la industria suele ser gestionada mediante métricas parciales centradas en procesos internos, esta investigación tiene como propósito diseñar un conjunto de indicadores clave de desempeño (KPI) que complementen y optimicen la medición y la toma de decisiones en diversos proyectos de innovación en la industria de tecnologías de la información (TI). El objetivo es promover una gestión de la innovación más cualitativa, sistemática y controlada.

#### **9.4 Sistemas de medición y rendimiento relacionados con innovación**

Existen diversas maneras de medir la innovación en las organizaciones; (Dewangan & Godse, 2014) proponen un conjunto de principios que facilitan el diseño de modelos de medición de la innovación de forma integral. Estos principios se enuncian de la siguiente manera:

1. El esquema de medición debe ofrecer una visión multidimensional del desempeño.
2. El enfoque debe centrarse en la evaluación del rendimiento en diversas etapas del ciclo de vida del proceso de innovación. Debe ser orientado específicamente al proceso innovador.
3. El esquema debe abordar los objetivos de los principales grupos de interés, tanto internos como externos a la organización.

4. El modelo debe establecer una relación causa-efecto entre las distintas medidas de rendimiento.

5. La implementación y uso del esquema deben ser sencillos.

En este escenario, un sistema de evaluación del desempeño e innovación debe ofrecer datos detallados de las desviaciones respecto a los objetivos fijados, facilitando tanto a la dirección como al personal la determinación de si se requieren acciones correctivas. Además, estos sistemas deben promover la adquisición de conocimientos acerca del funcionamiento del proceso supervisado, lo cual favorece la optimización de la planificación y el control a futuro. Además, simplifican la coordinación y seguimiento de los objetivos de la organización, al mismo tiempo que apoyan la toma de decisiones respecto a la distribución de premios basados en el rendimiento. Igualmente, estos modelos deben ofrecer recursos que respalden decisiones estratégicas y estimular al personal a través de una retroalimentación continua (Lakiza & Deschamps, 2018).

Varias fuentes han evaluado el *Balanced Scorecard* o el cuadro de mando integral como un fundamento para los modelos de evaluación. Esta metodología, creada por (Kaplan & Norton, sin fecha), proporciona un enfoque holístico que facilita la valoración del desempeño organizacional desde diversas perspectivas. En contraposición a los métodos convencionales centrados únicamente en indicadores financieros, el *Balanced Scorecard* incluye cuatro aspectos clave (véase la ilustración 4):

- La perspectiva financiera
- La perspectiva del cliente
- La perspectiva de los procesos internos

- La perspectiva de innovación y aprendizaje

Este enfoque proporciona a los gestores una visión equilibrada, al combinar indicadores multidimensionales, que reflejan los resultados de acciones pasadas, con medidas operativas orientadas a potenciar el desempeño futuro. De este modo, se crea una conexión clara entre la estrategia y su ejecución, facilitando una gestión alineada con los objetivos organizacionales a largo plazo.

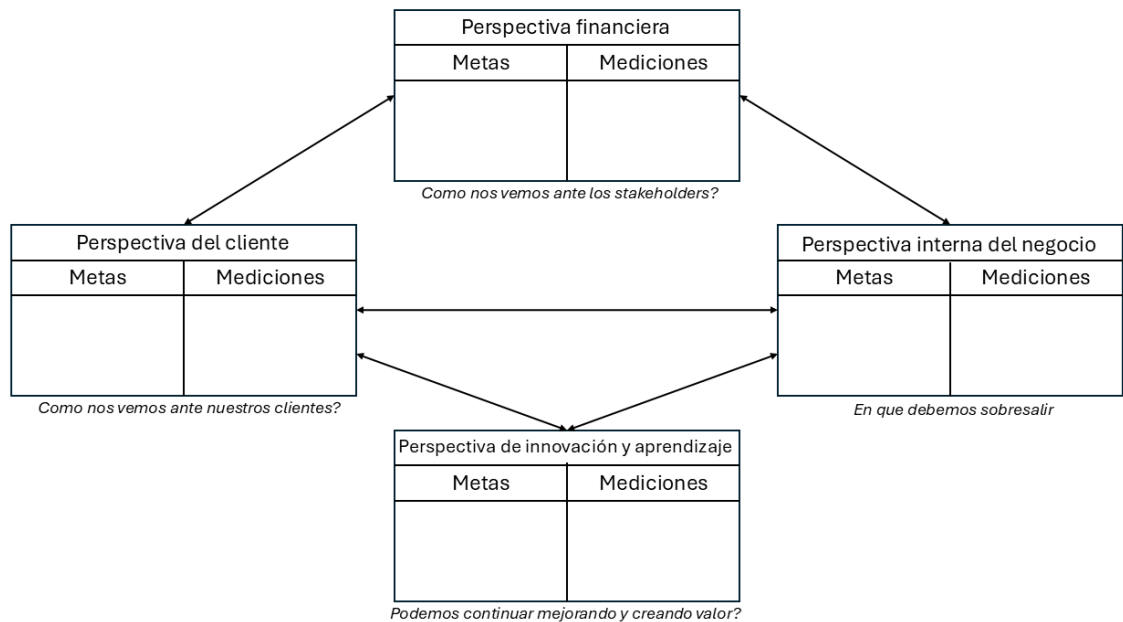


Ilustración 5. *Balanced Scorecard* de (Kaplan & Norton, n.d.)

Este método no solo contribuye a mejorar el desempeño operativo, sino que también minimiza la sobrecarga de información al centrarse en un conjunto limitado de mediciones críticas. Además, el *Balanced Scorecard* permite a los directivos evitar la "suboptimización", es decir, el riesgo de que la mejora en un área comprometa el rendimiento en otra.

En 2007, Nelson Gama y su equipo presentaron la idea del "*Innovation Scorecard*", que se transformó en una evolución del *Balanced Scorecard* convencional, con la finalidad de evaluar el valor añadido por la innovación en las entidades. A pesar de que la innovación se incluyó en el *Balanced Scorecard* inicial bajo el enfoque de "innovación y aprendizaje", argumentan que este instrumento no basta para identificar el valor estratégico e intangible que la innovación brinda. Los escritores sostienen que la innovación debe ser vista como una meta estratégica esencial, no simplemente como un elemento de los procesos internos. Para fusionar la innovación con la visión de la organización, sugieren la implementación de indicadores concretos que midan tanto los resultados palpables como los intangibles de los proyectos (Gama et al., 2007).

Basándose en estos conceptos, Nelson Gama propone que el *Scorecard* de Innovación debe facilitar a las empresas la transmisión de la estrategia corporativa y las ventajas previstas de los proyectos de innovación a todos los integrantes de la organización. Además, este método simplifica la valoración del posible valor producido por los proyectos, vincula estos proyectos con los objetivos estratégicos y establece una relación de causa y efecto para detectar ventajas intangibles. El modelo también posibilita evaluar el valor generado después de la puesta en marcha de los proyectos, ofrecer un esquema de administración para su monitoreo, reconocer a los trabajadores y departamentos más creativos, y promover una actitud innovadora entre el personal (Gama et al., 2007).

Aparte de esto, Valentina Lazzarotti sugiere un esquema fundamentado en el *Balanced Scorecard* para evaluar el desempeño de las tareas de investigación y desarrollo (I+D), poniendo especial atención en la innovación. Este modelo incluye cinco

puntos de vista fundamentales: económico, cliente, innovación y aprendizaje, procesos internos y colaboraciones. Estas dimensiones posibilitan valorar el rendimiento de la Investigación y Desarrollo tomando en cuenta no solo los resultados económicos, sino también factores como la habilidad para innovar y la eficacia de las alianzas externas (Lazzarotti et al., 2011).

En el contexto de innovación y aprendizaje, Valentina Lazzarotti considera indicadores como la cantidad de patentes concedidas y el porcentaje de trabajadores con habilidades científicas significativas. Estos índices no solo evalúan el desempeño, sino que también simplifican la detección de áreas que requieren mejora en los procesos innovadores. Además, el modelo plantea la necesidad de contrastar los resultados de Investigación y Desarrollo con referencias tanto internas, como los valores históricos o las metas establecidas, como externas, como los indicadores de los competidores. Esta comparativa ofrece una valoración más exhaustiva del rendimiento, reconociendo puntos fuertes y débiles en la administración de la innovación y su concordancia con las metas estratégicas de la organización (Lazzarotti et al., 2011).

En los últimos años, (Dziallas & Blind, 2019) recopilaron información exhaustiva sobre indicadores de rendimiento relacionados con la innovación, ampliando las dimensiones consideradas en el modelo del *Balanced Scorecard*. En su estudio, los autores especifican los indicadores en función del contexto organizacional e integran métricas que abarcan diferentes etapas del proceso de innovación. Esta investigación aborda la complejidad de medir la innovación mediante indicadores aplicables en múltiples fases del proceso, tanto en contextos empresariales como en escenarios académicos y de política pública.

(Dziallas & Blind, 2019), clasifican los indicadores en dos categorías principales: los indicadores específicos de la compañía y los indicadores contextuales. Esta categorización posibilita incluir tanto las habilidades internas que fomentan la innovación como las circunstancias externas que promueven o restringen su evolución. En relación con los índices particulares de la compañía, se toman en cuenta elementos como la cultura de innovación, la competencia interna y la estructura de la organización. Por ejemplo, la cantidad de líderes formados en creatividad evidencia la relevancia de promover un ambiente de innovación entre los empleados. Igualmente, la incorporación de clientes y proveedores en la creación de productos resalta el enfoque de colaboración como un facilitador esencial. Otros indicadores relevantes incluyen la inversión en actividades de I+D, tanto en términos absolutos como relativos, utilizando métricas como la proporción del presupuesto total asignado a proyectos de innovación. Por otro lado, los indicadores contextuales abarcan factores relacionados con el mercado y las redes colaborativas. En esta dimensión, se analizan aspectos como la penetración en nuevos mercados, la imagen de la empresa como innovadora y la percepción del riesgo asociado a las innovaciones. Un ejemplo significativo es el uso de canales de distribución novedosos o el análisis de la participación de nuevos productos en las ventas totales, lo cual evidencia el impacto económico de la innovación.

Además, se resalta la relevancia de las políticas institucionales y del marco regulatorio, enfatizando cómo estos elementos pueden afectar la habilidad de las organizaciones para innovar de forma constante. En resumen, esta estructura ofrece una perspectiva completa de las diversas variables que influyen en el desempeño innovador, facilitando a los administradores entender la interrelación entre elementos internos y

externos. Así, se simplifica la elaboración de tácticas de innovación más eficientes (Dziallas & Blind, 2019).

En síntesis, la medición de la innovación se presenta como un desafío complejo que requiere un enfoque integral y multidimensional, dado que involucra tanto factores internos como externos a las organizaciones. A partir del *Balanced Scorecard* de (Kaplan & Norton, n.d.), surgieron propuestas más específicas como el *Innovation Scorecard* de Nelson Gama, que reconocen la innovación como un objetivo estratégico esencial y no solo un componente operativo (Gama et al., 2007). Igualmente, los estudios de (Dziallas & Blind, 2019) subrayan la importancia de utilizar indicadores adaptados a las distintas fases del proceso de innovación, teniendo en cuenta tanto las habilidades internas de las organizaciones como las circunstancias ambientales. Estas visiones enfatizan que una administración eficaz de la innovación no solo demanda sincronizar los proyectos con las metas estratégicas, sino también valorar de manera constante su repercusión económica y su valor intangible. En este escenario, la aplicación de modelos de medición exactos posibilita a las entidades mantener un balance entre la eficacia operacional y la flexibilidad externa, garantizando que el proceso de innovación sea duradero y se ajuste a las exigencias del mercado.

### **9.5 Antecedentes: Implementación exitosa de sistemas de medición de innovación en las organizaciones**

Este capítulo se presenta una serie de casos de estudio en los cuales se han implementado de manera efectiva los diversos sistemas de medición en organizaciones e industrias de distintos sectores. Se busca demostrar cómo la correcta adopción de dichos

sistemas ha contribuido a la optimización de procesos, la mejora en la toma de decisiones estratégicas y el incremento de la competitividad en cada contexto particular.

En Alemania, un estudio realizado por (Rammer, 2023) presenta evidencia empírica de la reducción de costos en aquellas firmas que realizan mediciones a los procesos de innovación, disminuyendo los costos hasta en un 9.8% para las organizaciones con procesos establecidos de control y medición de la innovación.

Los resultados de este estudio destacan que es crucial medir los efectos de la innovación en los procesos con el fin de evaluar de manera completa la eficiencia y efectividad de las inversiones realizadas por una empresa. Si bien los ahorros en costos suelen ser considerados como el principal beneficio de la innovación en procesos, las nuevas tecnologías pueden también modificar las características del producto y mejorar la capacidad de la organización para adaptarse a las necesidades de los clientes, lo cual tiene un impacto directo en la calidad de los productos ofrecidos. Debido a la diversidad de resultados que genera la innovación en procesos, el autor sugiere emplear diferentes indicadores según el tipo de tecnología, ya que no existe una única métrica que capture adecuadamente todas las variables relacionadas con innovación (Rammer, 2023).

Por su parte, Patdono Suwignjo realizó un estudio de varias compañías estatales en Indonesia que lograron implementar de manera exitosa procesos de innovación. En su artículo, los autores realizaron encuestas siguiendo el modelo Delphi a los diferentes expertos dentro de las empresas objeto de estudio, encontrando que los factores de entrada al proceso de innovación incluyen aspectos como la cultura organizacional, el apoyo y el compromiso organizacional, y la comprensión de los problemas de la empresa por parte de los empleados (Suwignjo et al., 2022). Los resultados planteados en este

artículo difieren de investigaciones anteriores, donde se hacía hincapié que el presupuesto de Investigación y Desarrollo (I+D) se consideraba el factor más crítico para iniciar con procesos de innovación. Por otro lado, el factor de salida u output que motivo a todas las empresas estudiadas a implementar este proceso fue mejorar la eficiencia en costos. Los autores concluyen que los recursos humanos y los factores organizacionales, como el liderazgo, la comprensión de problemas, la estrategia y la cultura, tienen un mayor impacto en el éxito de la innovación en procesos que los factores relacionados con el presupuesto de I+D (Suwignjo et al., 2022).

A su vez, la investigación realizada por Nappi & Kelly (2022) sobre el rendimiento de mediciones de innovación en empresas de manufactura europeas empleando marcos de rendimiento como herramienta de gestión que permitieron a los gerentes de proyectos y directivos evaluar el enfoque de innovación en la organización (Nappi & Kelly, 2022). Empíricamente los autores analizaron las fortalezas y debilidades en nueve dimensiones: Mercado, estrategia de innovación, contexto de innovación, manejo del conocimiento, cultura organizacional, portafolio de gerencia, gerencia de proyectos, gestión de tecnología, y gestión de equipos. Midiendo diferentes indicadores en estas dimensiones, la investigación permitió a las empresas facilitar la definición de planes de acción adecuados, proporcionar una hoja de ruta para identificar oportunidades de mejora que permitan alcanzar una situación estratégica deseada, además de establecer un lenguaje común y una visión compartida en toda la empresa. Otra dimensión para considerar en la implementación de sistemas de rendimiento de innovación es liderazgo fuerte y habilidades de diálogo, aspectos que son fundamentales en las grandes empresas para fomentar la participación y superar la resistencia al cambio (Milano & In, n.d.).

Por su parte, (Yang et al., 2023) afirma que la falta de estandarización de procesos de innovación de empresas del sector tecnológico chino tiende a que el ritmo de desarrollo sea menor al requerido para que estas organizaciones se mantengan competitivas en el mercado. La investigación presentada por Adriano Carlos Rosa sobre prácticas de innovación del sector tecnológico en Brasil sugiere que alianzas y asociaciones para el desarrollo tecnológico, el uso de crowdsourcing y la co-creación, una colaboración estrecha de los clientes en proyectos, y relaciones sólidas con instituciones académicas, son prácticas que deben ser medidas y controladas con el fin de encaminar a las empresas a un desarrollo que les permita ser más competitivas en el mercado, tal como demostraron empíricamente en su estudio (Rosa et al., 2020).

Los casos de estudio expuestos en este capítulo evidencian de forma constante que la aplicación de sistemas de evaluación de innovación es un elemento crucial para incrementar la competitividad de la organización. Desde la mejora de procesos hasta la adopción de decisiones estratégicas más sólidas, estos sistemas posibilitan a las entidades adquirir una perspectiva completa de sus iniciativas innovadoras y optimizar los rendimientos de sus inversiones. La variedad de perspectivas y situaciones, como las investigaciones llevadas a cabo en Alemania, Indonesia, Europa y Suramérica, resalta la relevancia de ajustar las métricas y herramientas a las particularidades específicas de cada sector y región, teniendo en cuenta elementos organizativos, humanos y tecnológicos. En este contexto, la evaluación eficaz de la innovación no solo promueve una eficiencia económica superior, sino que también estimula la adaptación a las demandas del mercado y eleva la calidad de los productos proporcionados. Por lo tanto, es crucial que las entidades continúen incorporando estos sistemas para garantizar un crecimiento sostenible y preservar su superioridad competitiva en el contexto mundial.

## 10 Hipótesis

1. Actualmente, la innovación en la industria general a nivel global debe ser medida de manera correcta para conocer su grado de efectividad en aspectos como números de lanzamientos de productos y/o servicios nuevos al mercado, inversión en investigación y desarrollo, iniciativa de ideas por parte de los empleados, entre otros. Lo anterior es un factor de vital importancia para la evolución y supervivencia de las organizaciones empresariales.

2. La innovación en la industria tecnológica tiene un grado alto de importancia y algunas variables importantes a medir son: tiempo, presupuesto, productos nuevos lanzados al mercado, ventas, ideas propuestas y competencia de los empleados al momento de innovar. Estas variables interrelacionadas con un buen margen de medición permiten tomar decisiones de manera correcta para definir la planeación estratégica de una organización empresarial en el corto, mediano y largo plazo.

## 11 Variables

Mediante múltiples recolecciones de información que se adjuntaron progresivamente en el transcurso del presente trabajo, se ha logrado aportar cualitativamente las ideas primordiales que rodean al tema de innovación; no obstante este mismo compendio informativo al ser analizado con mayor profundidad, aporta y segmenta con un poco más de rigor cuantitativo aquellos factores (a los cuales llamaremos variables y subtemas), que permiten dar ideas claras y discretas de como poder factorizar los temas de la innovación en la percepción académica. Este proceso se realizó mediante la recopilación, estructuración, y ordenamiento de información relacionada con KPI's relacionados con innovación obtenida de alrededor de 40 artículos.

Con esta base de datos, se realizó el proceso de condensar la información en varias tablas contextuales, que en conjunto permiten sacar conclusiones para dirigir los esfuerzos de poder elaborar nuevas mediciones alrededor del tema magno de esta investigación. Cada artículo citado o externo a este documento como mención directa ha sido analizados de manera constante para lograr extraer mediciones, temas, subtemas, variables, formulas, líneas temporales, autores y categoría de temas relacionados. En la siguiente tabla se resume las variables encontradas:

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
<b>Rendimiento financiero</b>	Mide la estabilidad económica y rentabilidad de proyectos innovadores. Evalúa ingresos, gastos y retornos para entender el impacto financiero de la innovación.
<b>Métricas innovación</b>	Evalúa la cantidad, calidad y éxito de las innovaciones. Incluye número de ideas, proyectos y lanzamientos, mostrando la capacidad de innovar de la organización.
<b>Eficiencia y Tiempo</b>	Analiza el tiempo desde la concepción de la idea hasta su llegada al mercado. Permite medir la eficiencia, productividad y eficacia de los procesos.
<b>Compromiso con el cliente y mercado</b>	Examina la relación con clientes y el mercado. Mide satisfacción, compromiso y segmentos objetivo para evaluar la capacidad de respuesta a las demandas del entorno.

<b>Métricas de Riesgo y Cumplimiento</b>	Se enfoca en identificar y gestionar riesgos en proyectos innovadores. Asegura el cumplimiento de normas legales y éticas, minimizando riesgos potenciales.
<b>Gestión de Recursos</b>	Evalúa cómo se distribuyen y utilizan los recursos. Considera eficiencia, desperdicio y número de proyectos para destacar la gestión efectiva de insumos.
<b>Métricas de sostenibilidad</b>	Analiza el impacto ambiental y las prácticas sostenibles. Incluye métricas como emisiones de carbono y uso de materiales reciclados en iniciativas de innovación.
<b>Colaboración y Comunicación</b>	Mide la efectividad del trabajo en equipo y la alineación con necesidades ciudadanas. Evalúa líderes capacitados y el esfuerzo conjunto para fomentar la innovación.
<b>Adopción de tecnología e innovación</b>	Evalúa la implementación de soluciones tecnológicas como IoT, automatización y plataformas digitales para mejorar la eficiencia operativa y capacidad innovadora.
<b>Desarrollo de productos y procesos</b>	Mide la efectividad del desarrollo de productos y procesos. Considera cambios de diseño, precisión de pronósticos y cumplimiento de plazos para impulsar mejoras.

*Tabla 7. Variables KPI's de innovación. \*Elaboración propia\**

Esta información será tratada con mayores detalles en los siguientes capítulos.

## 12 Metodología

La medición de variables mediante indicadores clave de rendimiento (KPI) orientados a la innovación variará según la industria, la madurez del mercado y, en especial, la cultura empresarial de los inversores y de la alta dirección. Las métricas seleccionadas deben alinearse con la estrategia de innovación que el sector tecnológico busca consolidar en Colombia y ajustarse a las áreas de inversión proyectadas para los próximos años.

Según afirman (Kikolski, 2020), (Bisogno et al., 2016) y (Roubtsova, 2020), es fundamental validar los indicadores de medición antes de su implementación en los procesos de la empresa. Para ello, existen herramientas de simulación que permiten anticipar los resultados y la eficacia de estos indicadores en diversos escenarios. En la que se presenta a continuación el diagrama de flujo general del marco metodológico que será implementado en la presente investigación ilustración 6:

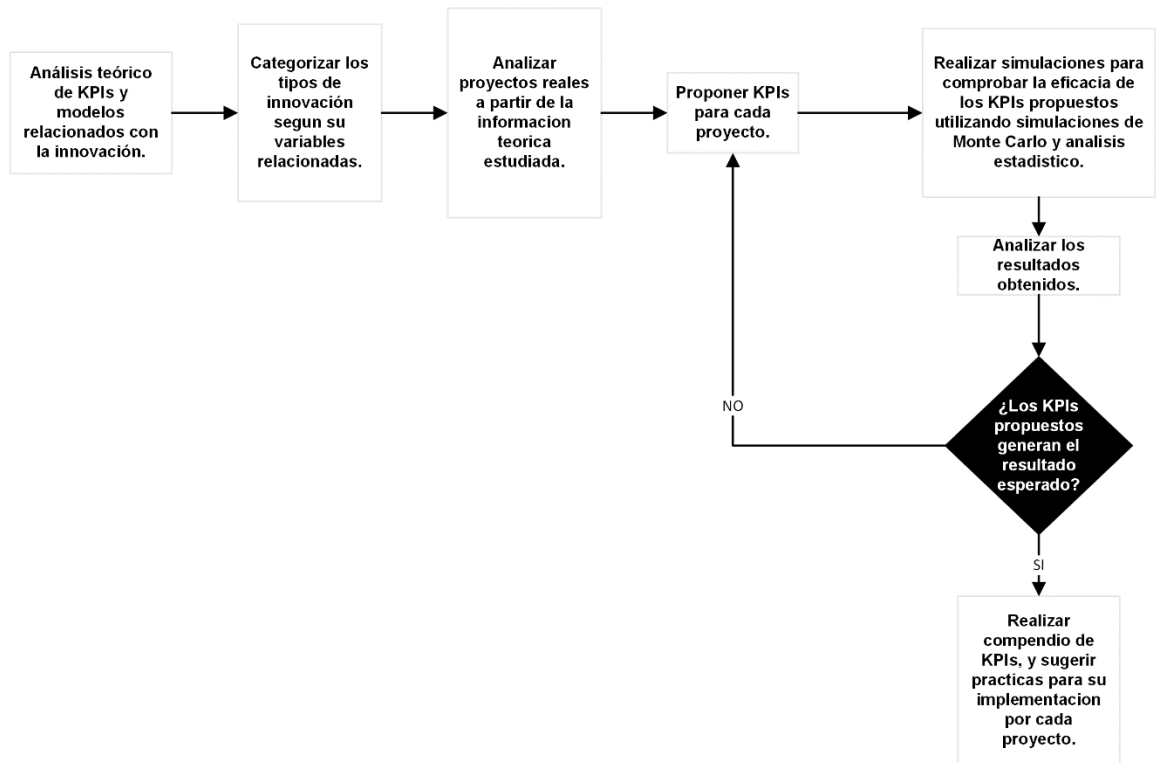


Ilustración 6. Diagrama de flujo con la metodología de la investigación en curso.  
\*Elaboración propia\*

Como se aprecia en el diagrama de flujo, el primer paso se enfoca en la búsqueda y extracción de información por medio de un análisis bibliométrico, priorizando los modelos, indicadores de medición, y variables relacionadas con innovación. Una vez se cuente con suficiente información, será necesario generar una escala que permita dividir y caracterizar las variables relacionadas con innovación.

Ahora bien, el siguiente paso será definir y explicar las variables más relevantes para cada una de las categorías generadas, tanto variables de ingreso (IN) como las de egreso (OUT). Utilizando como base esta información, se realizará una propuesta preliminar de KPI's, que luego serán corroborados por medio de simulaciones de escenarios, utilizando como herramientas simulaciones de Monte Carlo. Por último, tras

validar la eficacia de los KPI's propuestos, se estructurará un compendio de indicadores de medición en conjunto con sugerencias que brindaran orientaciones para su adopción en las organizaciones, teniendo en cuenta las categorías enmarcadas con anterioridad.

### **12.1 Enfoque y alcance de la investigación**

Esta investigación adoptará un enfoque cuantitativo, caracterizado por sus propiedades, procedimientos y ventajas particulares. Respecto a los atributos, se enfocará en evaluar la innovación en compañías del sector tecnológico, a menudo conocido como Tecnologías de la Información (TI), y en verificar dos hipótesis planteadas a partir de la teoría desarrollada en este análisis. El procedimiento de investigación será secuencial y de pruebas, centrado en el análisis imparcial de la realidad, garantizando exactitud en la detección de variables esenciales y en la valoración de los hallazgos.

Entre sus beneficios, la investigación busca generar resultados que permitan la obtención de KPI's exclusivos para la medición de la innovación en empresas tecnológicas, logrando así una mayor precisión en la evaluación de la efectividad de los procesos de innovación en el sector TI. El diseño será de tipo transversal, dado que se identificarán diversas variables clave en la innovación que, aplicadas en un modelo de formulación matemática, permitirán proponer una serie de indicadores de desempeño (KPI) específicos para la industria tecnológica. Posteriormente, estos KPI serán evaluados mediante un modelo de simulación, utilizando escenarios hipotéticos o "semillas" que permitan analizar el desempeño de los indicadores propuestos.

Finalmente, esta investigación será de tipo correlacional, ya que permitirá obtener información y resultados acerca de variables críticas en la gestión empresarial en la

industria tecnológica, como el tiempo, el presupuesto, la cantidad de productos nuevos lanzados al mercado, las ventas, las ideas propuestas y la competencia innovadora entre empleados. Estas variables influyen, positiva o negativamente, en los procesos de innovación, proporcionando a los altos directivos bases sólidas para tomar decisiones informadas que favorezcan el éxito y la sostenibilidad de las empresas tecnológicas.

### **12.1.1 Búsqueda de información**

La gestión de la información de esta monografía ha enfocado sus búsquedas en espacios digitales directamente, haciendo de todo el artículo un compendio de información académica estricta y flexible. Las referencias y citas que se encuentran durante todo el texto se recolectaron directamente de fuentes virtuales de información: bases de datos, páginas web, softwares de información y simulación.

A continuación, y durante este apartado se hará una breve explicación de aquellos métodos, formas y temáticas que permitieron abordar el temario original para poder direccionar la investigación hacia un consolidado ordenado de información.

### **12.1.2 Selección de información original**

Se tomaron los temas más relevantes para poder encontrar aquellas temáticas que fueron más utilizados y directamente más mencionadas dentro del campo de la innovación per se. Por esa razón se parte desde la tabla 8 la búsqueda de la información:

Palabra clave	Relevancia Temporal	# de artículos encontrados	# Bases de datos usadas
KPI	20 años	4,307.00	2
Innovation	25 años	657,122.00	1

Technology	30 años	5,013,013.00	2
Métricas / Metrics Perfomance	15 años	298,447.00	2
Desitional making	20 años	1,831,942.00	2
Gerencias y proyectos	30 años	408,738.00	1

*Tabla 8. Tabla resumen de información individual colectada en bases de datos.*

Esta información permitió conducir los escenarios para los cuales la investigación hizo énfasis. En la imagen siguiente se puede apreciar la densidad inicial utilizando la siguiente ecuación de búsqueda:

*Fomula =*

***KPI OR innovation OR technology OR metrics OR perfomance OR desitional OR making  
 OR management OR project***











## 12.2 Población y Muestra

La población objetivo de este trabajo de investigación se centra en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) del sector de las tecnologías de la información (TI) que operan en el territorio colombiano.

La razón para seleccionar este nicho radica en que estas empresas, al estar incursionando en un sector en constante evolución e innovación, no disponen de los recursos económicos suficientes para implementar sistemas formales de medición. Estos sistemas son esenciales para gestionar de manera efectiva y precisa sus procesos de innovación en aspectos cruciales como la generación de ideas, el lanzamiento de nuevos productos al mercado y la reducción de tiempos y movimientos, entre otros.

Según datos de MiPymes del Gobierno Nacional de Colombia, se estima que más de 34.000 PYMES se benefician de la infraestructura digital colombiana (Buitrago, 2024). Teniendo en cuenta lo anterior, se tomará como muestra el 0,5% del total de las PYMES del sector TI ubicadas en Colombia, lo que corresponde a un total de 170 PYMES, a las cuales se les aplicará el instrumento diseñado en esta investigación.

Para este trabajo se utilizó como muestra y base de información, tres proyectos de diferentes empresas de la industria tecnológica en Colombia, los cuales serán descritos en capítulos posteriores.

### 12.3 Instrumentos

El instrumento principal de esta investigación se basa en simulaciones de escenarios que permitan la verificación y validación de los KPI's propuestos por medio de Simulaciones de Monte Carlo. La simulación requerirá de los siguientes programas:

- Python
- Microsoft Excel

Para la comprobación y validación de los instrumentos, una simulación fue realizada por medio de un escenario de prueba, en el cual se modela un proceso de desarrollo de aplicaciones por parte de una empresa de la industria tecnológica. El procedimiento de validación de instrumento comienza por definir los KPI's junto con sus variables relacionadas, a las cuales se les va a realizar seguimiento en las diferentes iteraciones de la simulación. Los KPI's propuestos son los siguientes:

$$1. \text{ Tasa ideas} = \frac{\text{Ideas validadas}}{\text{Ideas Generadas}}$$

Esta medición relaciona las ideas validadas en la fase 1 del proceso y la compara con el total de ideas generadas; se mide en forma de porcentaje. Por otro lado, el segundo KPI propuesto es el *impacto del producto*, que representa la importancia y valor generado por la aplicación desarrollada. La ecuación matemática es la siguiente:

$$2. \text{ Impacto del producto} = \text{Tasa ideas} \cdot (\text{constante de impacto} - \text{probabilidad de rechazo calidad})$$

Para esta ecuación, la constante de impacto representa un valor relacionado con la cantidad de ideas validadas, y la probabilidad de rechazo por calidad representa el cálculo de probabilidad de la compuerta lógica de la fase 5 del proceso: “pruebas de calidad”. Por último, el KPI final simulado es el tiempo requerido para lanzar la nueva aplicación al mercado, es decir, el tiempo total para completar una iteración de la simulación:

$$3. \textit{Tiempo de lanzamiento producto} = \textit{Tiempo total de 1 iteracion de la simulacion}$$

Esta última variable de tiempo es el resultado de la simulación en el programa Bizagi. Con el fin de comprobar la consistencia del instrumento, se realizaron 5 escenarios sobre la simulación, definiendo el número mínimo de ideas validadas en 0, 10, 20, 30 y 40; A su vez, se produjeron 10000 iteraciones sobre cada uno de los escenarios para obtener resultados con mayor consistencia. De cada escenario simulado se calculó el promedio, la desviación estándar, la varianza y la media de las variables representativas de cada fase del proceso obteniendo la siguiente tabla:

Escenario	Estadísticas	Ideas Generadas	Ideas Validadas	Numero de iteraciones fase 1	KPI: Tasa de ideas	Probabilidad Aprobación Fase 2	Numero de iteraciones fase 3	Calidad de requisitos	Errores unitarios fase 4	Probabilidad de rechazo fase 5	Probabilidad de éxito fase 6	KPI: Impacto Producto
<b>0 IDEAS MINIMO</b>	<i>PROMEDIO</i>	26.505	13.756	1.095	0.537	0.465	3.583	8.280	12.335	0.274	0.766	5.766
	<i>DESVIACION ESTANDAR</i>	14.124	11.186	0.324	0.292	0.286	4.394	2.134	20.964	0.369	0.270	7.506
	<i>Varianza</i>	199.494	125.136	0.105	0.085	0.082	19.311	4.553	439.498	0.136	0.073	56.338
	<i>MEDIA</i>	27.000	11.000	1.000	0.538	0.438	2.000	9.000	5.000	0.061	0.838	1.082
<b>10 IDEAS MINIMO</b>	<i>PROMEDIO</i>	33.843	22.436	2.138	0.685	0.573	4.407	9.111	21.413	0.437	0.751	8.454
	<i>DESVIACION ESTANDAR</i>	10.490	9.149	1.593	0.210	0.280	4.639	1.084	26.959	0.403	0.305	7.405
	<i>Varianza</i>	110.050	83.711	2.538	0.044	0.078	21.517	1.175	726.794	0.162	0.093	54.831
	<i>MEDIA</i>	35.000	20.000	2.000	0.700	0.611	3.000	9.000	12.000	0.258	0.919	6.714
<b>20 IDEAS MINIMO</b>	<i>PROMEDIO</i>	38.997	29.960	4.275	0.780	0.674	4.853	9.389	30.105	0.547	0.796	11.310
	<i>DESVIACION ESTANDAR</i>	7.596	7.005	3.795	0.152	0.233	4.805	0.682	32.492	0.403	0.294	6.667
	<i>Varianza</i>	57.700	49.067	14.401	0.023	0.054	23.089	0.466	1055.742	0.162	0.086	44.445
	<i>MEDIA</i>	40.000	28.000	3.000	0.796	0.707	3.000	9.000	20.000	0.509	1.000	8.841
<b>30 IDEAS MINIMO</b>	<i>PROMEDIO</i>	43.080	37.033	10.718	0.865	0.749	5.530	9.532	41.712	0.634	0.783	13.342
	<i>DESVIACION ESTANDAR</i>	5.018	4.736	10.226	0.099	0.144	5.367	0.522	41.962	0.395	0.299	6.751
	<i>Varianza</i>	25.183	22.432	104.576	0.010	0.021	28.799	0.272	1760.834	0.156	0.089	45.580
	<i>MEDIA</i>	44.000	36.000	8.000	0.878	0.749	4.000	10.000	28.000	0.844	1.000	10.103
<b>40 IDEAS MINIMO</b>	<i>PROMEDIO</i>	46.848	43.918	45.062	0.939	0.749	5.970	9.597	53.126	0.657	0.850	17.507
	<i>DESVIACION ESTANDAR</i>	2.488	2.432	45.162	0.050	0.144	6.224	0.490	56.097	0.392	0.259	5.974
	<i>Varianza</i>	6.189	5.912	2039.629	0.002	0.021	38.741	0.241	3146.819	0.154	0.067	35.689
	<i>MEDIA</i>	47.000	43.000	31.000	0.953	0.748	4.000	10.000	36.000	0.986	1.000	19.583

Tabla 9. Resultados simulación y prueba piloto

En conjunto con Excel, además de las variables de seguimiento del proceso, se pudo obtener la siguiente tabla con la variable tiempo total del proceso, dividida en tiempo mínimo, tiempo máximo, y tiempo promedio de cada escenario simulado:

Escenario	Tiempo Mínimo (d)	Tiempo Máximo (d)	Tiempo Promedio (d)
<b>0 IDEAS MINIMO</b>	70.600	230.151	113.272
<b>10 IDEAS MINIMO</b>	79.643	295.188	139.735
<b>20 IDEAS MINIMO</b>	73.501	359.164	169.408
<b>30 IDEAS MINIMO</b>	89.493	463.977	217.204
<b>40 IDEAS MINIMO</b>	108.465	482.018	264.152

Tabla 10. Tiempo promedio de los escenarios simulados

Los datos obtenidos son útiles para perfilar la eficacia de los KPI's propuestos, permitiendo comparar la correlación que presentan entre sí. En las siguientes figuras se encuentran algunos ejemplos de las correlaciones de los indicadores de medición estudiados en este ejemplo:

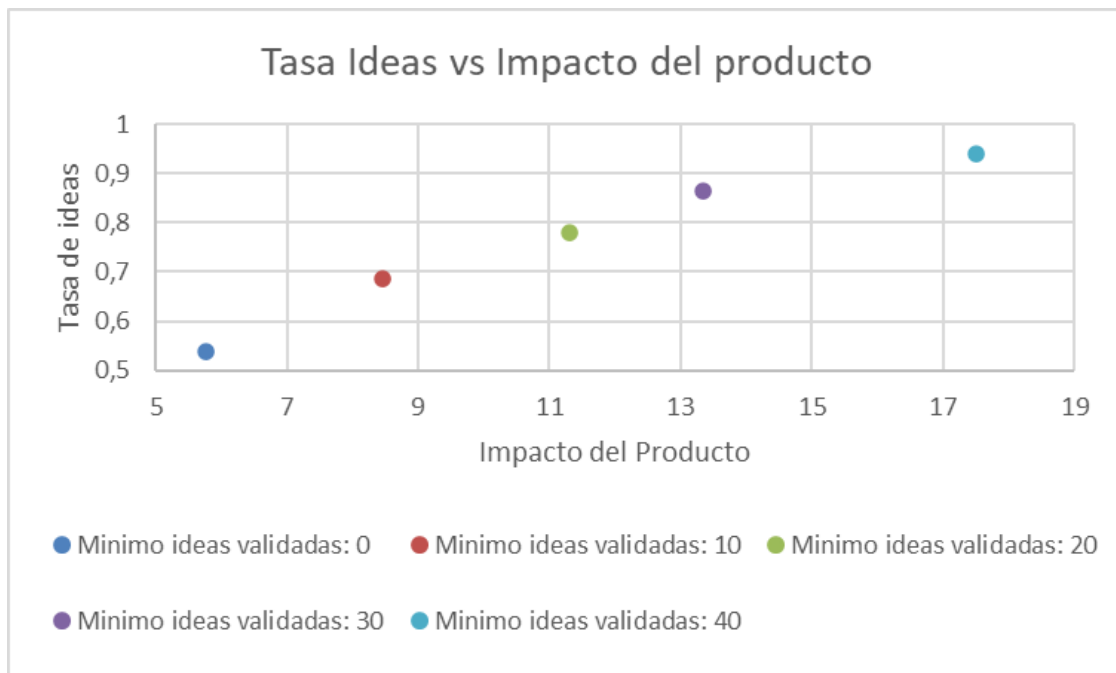


Tabla 11. Tasa ideas VS Impacto del producto

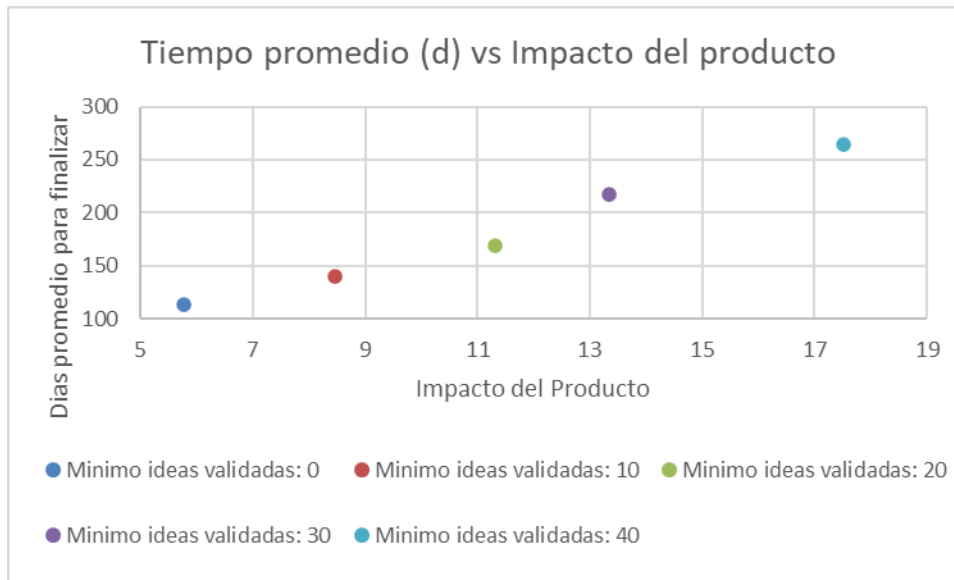


Tabla 12. Tiempo promedio VS Impacto del producto

Ambos diagramas permiten entender con mayor facilidad el comportamiento de las variables en los cinco escenarios, demarcando la importancia de medir y controlar las variables relacionadas con innovación. En este caso, la relación entre las ideas validadas y el impacto del producto son directamente proporcionales, lo cual indica que, entre más ideas sean implementadas, mayor va a ser el impacto de la aplicación desarrollada en cuanto a valor económico y valor agregado. Sin embargo, la segunda tabla muestra un comportamiento no deseado, en donde el tiempo total de desarrollo también es directamente proporcional con la cantidad de ideas, lo cual implica que el proyecto tardará más, y por ende será necesario invertir recursos extra.

Con este caso podemos corroborar la validez de las herramientas de simulación en la investigación en curso, obteniendo un modelo matemático robusto que permite probar diferentes variables y diversos escenarios, permitiendo así predecir el comportamiento de los indicadores de medición propuestos y facilitando la optimización de estrategias de innovación en función de los resultados proyectados. De esta manera, el modelo no solo

contribuye a la validación de los indicadores propuestos, sino que también se erige como una herramienta esencial para la toma de decisiones fundamentadas en evidencia cuantitativa, adaptándose a las necesidades dinámicas del sector tecnológico.

#### **12.4 Técnicas de análisis de información**

El análisis de la información fue realizado por medio de Python utilizando los siguientes paquetes de análisis:

`numpy (np)`: Permite la manipulación eficiente de arreglos y la realización de operaciones matemáticas y numéricas de alto rendimiento.

`matplotlib.pyplot (plt)`: Se utiliza para crear gráficos y visualizaciones estáticas como gráficas de líneas, barras y dispersión.

`scipy.stats (stats)`: Ofrece herramientas para realizar análisis estadístico avanzado, incluyendo pruebas estadísticas y trabajar con diferentes tipos de distribuciones de probabilidad.

`seaborn (sns)`: Facilita la creación de visualizaciones estadísticas atractivas y sofisticadas.

`scipy.stats.pearsonr (pearsonr)`: Sirve para calcular el coeficiente de correlación de Pearson.

pandas (pd): Esencial para el análisis y manipulación de datos estructurados, especialmente en forma de tablas (DataFrames). Permite filtrar, agrupar y limpiar datos de forma eficiente.

## 13 Trabajo de Campo

### 13.1 Procesamiento de los Datos

#### 13.1.1 *Detección de dimensiones clave para categorizar la innovación en KPI's*

Mediante múltiples recolecciones de información que se adjuntaron progresivamente en el transcurso del presente trabajo, se ha logrado aportar cualitativamente las ideas primordiales que rodean al tema de innovación; no obstante este mismo compendio informativo al ser analizado con mayor profundidad, aporta y segmenta con un poco más de rigor cuantitativo aquellos factores (a los cuales llamaremos variables y subtemas), que permiten dar ideas claras y discretas de como poder factorizar los temas de la innovación en la percepción académica. Este proceso se realizó mediante la recopilación, estructuración, y ordenamiento de información relacionada con KPI's relacionados con innovación obtenida de alrededor de 40 artículos.

Con esta base de datos, se realizó el proceso de condensar la información en varias tablas contextuales, que en conjunto permiten sacar conclusiones para dirigir los esfuerzos de poder elaborar nuevas mediciones alrededor del tema magno de esta investigación. Cada artículo citado o externo a este documento como mención directa ha sido analizados de manera constante para lograr extraer mediciones, temas, subtemas, variables, formulas, líneas temporales, autores y categoría de temas relacionados.

El primer paso para organizar esta información fue agrupar las variables de mayor relevancia encontradas en las diferentes fuentes en categorías que permiten la visualización y entendimiento de los principales temas que abarcan la innovación. En la siguiente tabla numero 8 se especifican aquellas variables:

<b>Rendimiento financiero</b>	<b>Métricas innovación</b>	<b>Eficiencia y Tiempo</b>	<b>Compromiso con el cliente y mercado</b>	<b>Métricas de Riesgo y Cumplimiento</b>	<b>Gestión de Recursos</b>	<b>Métricas de sostenibilidad</b>	<b>Colaboración y Comunicación</b>	<b>Adopción de tecnología e innovación</b>	<b>Desarrollo de productos y procesos</b>
Ingresos Generados	Cantidad de innovaciones	Tiempo	Clientes	Nivel de exposición a riesgos	Número de proyectos	Porcentaje de materiales reciclados usados	Nivel de comunicación efectiva	Número de dispositivos IoT en operación	Número de cambios de diseño
Dinero	Proyectos de Innovación	Días desde la generación de la idea hasta la venta	Cantidad de clientes	Cumplimiento regulatorio	Cantidad de materiales desperdiciados	Niveles de CO2	Número de líderes capacitados	Número de tareas automatizadas	Exactitud de pronósticos
Ganancias	Ideas	Plazo de entrega real vs. Planificado	Nuevo segmento de un mercado	Número de normativas cumplidas	Cantidad de sistemas interconectados	Número de protocolos éticos implementados	Nivel de alineación con necesidades ciudadanas	Porcentaje de procesos automatizados	Plazos de diseño
Pérdidas	Número de innovaciones lanzadas al mercado	Tiempo total de fabricación	Tasa de clientes recurrentes	Número de normativas pendientes	Producción por hora		Colaboradores	Uso de plataformas digitales	
Costos de inventario	Número de oportunidades de innovación creadas	Tiempo de desarrollo	Visitas a clientes	Suficiencia de capital	Consumo de energía				
Presupuesto planificado	Ideas para nuevos productos	Tiempo hasta inicio comercial	Satisfacción		Emisiones de CO2 en procesos productivos				
Resultados de Innovación	Número de nuevos productos	Tiempo de implementación							
Gasto en I+D									
ROI en proyectos de innovación									

Tabla 13. Categorización de variables de mayor relevancia

Esta tabla sintetiza el conjunto total de variables encontradas, en 10 subgrupos o categorías de fácil entendimiento; a su vez, presenta las variables de mayor relevancia en cada uno de estos subgrupos. En la tabla 9 condensamos la descripción de estas categorías:

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>Rendimiento financiero</b>	Mide la estabilidad económica y rentabilidad de proyectos innovadores. Evalúa ingresos, gastos y retornos para entender el impacto financiero de la innovación.
<b>Métricas innovación</b>	Evalúa la cantidad, calidad y éxito de las innovaciones. Incluye número de ideas, proyectos y lanzamientos, mostrando la capacidad de innovar de la organización.
<b>Eficiencia y Tiempo</b>	Analiza el tiempo desde la concepción de la idea hasta su llegada al mercado. Permite medir la eficiencia, productividad y eficacia de los procesos.
<b>Compromiso con el cliente y mercado</b>	Examina la relación con clientes y el mercado. Mide satisfacción, compromiso y segmentos objetivo para evaluar la capacidad de respuesta a las demandas del entorno.
<b>Métricas de Riesgo y Cumplimiento</b>	Se enfoca en identificar y gestionar riesgos en proyectos innovadores. Asegura el cumplimiento de normas legales y éticas, minimizando riesgos potenciales.
<b>Gestión de Recursos</b>	Evalúa cómo se distribuyen y utilizan los recursos. Considera eficiencia, desperdicio y número de proyectos para destacar la gestión efectiva de insumos.
<b>Métricas de sostenibilidad</b>	Analiza el impacto ambiental y las prácticas sostenibles. Incluye métricas como emisiones de carbono y uso de materiales reciclados en iniciativas de innovación.
<b>Colaboración y Comunicación</b>	Mide la efectividad del trabajo en equipo y la alineación con necesidades ciudadanas. Evalúa líderes capacitados y el esfuerzo conjunto para fomentar la innovación.
<b>Adopción de tecnología e innovación</b>	Evalúa la implementación de soluciones tecnológicas como IoT, automatización y plataformas digitales para mejorar la eficiencia operativa y capacidad innovadora.
<b>Desarrollo de productos y procesos</b>	Mide la efectividad del desarrollo de productos y procesos. Considera cambios de diseño, precisión de pronósticos y cumplimiento de plazos para impulsar mejoras.

*Tabla 14. Descripción categorías de variables*

Estos diez grupos permiten observar las variables macro más utilizadas y estudiadas en cuanto a la medición de KPI's relacionados con la innovación se refiere, en un entorno empresarial. Por otra parte, los KPI's estudiados de la literatura fueron clasificados según su enfoque de innovación: Productos, Procesos, o Mecanismos Internos. Se pueden describir de la siguiente manera:

Sub-Categoría	¿Por qué es importante?	VARIABLES RELACIONADAS
Productos	El producto es el factor más relevante en el sector tecnológico. Esto implica la introducción de productos novedosos o la mejora significativa de los existentes con tecnologías o funciones innovadoras. El rendimiento en la introducción de productos tecnológicos influye directamente en la competencia y en los rendimientos económicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de productos llevados al mercado</li> <li>- Cantidad de innovaciones</li> <li>- Nuevas características                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clientes</li> </ul> </li> <li>- Nivel de satisfacción</li> </ul>
Procesos	En el sector tecnológico, la innovación en los procesos es esencial ya que posibilita hacer los negocios más eficaces, incrementar la productividad e introducirse al mercado con mayor rapidez. Esto podría requerir cambiar la forma en que se producen o se distribuyen los productos, empleando nuevas técnicas de fabricación o mejores técnicas de administración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo hasta el lanzamiento comercial</li> <li>- Tiempo total de fabricación</li> <li>- Días desde la idea hasta la venta                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimización de errores imprevistos</li> </ul> </li> <li>- Número de dispositivos IoT en funcionamiento</li> </ul>
Mecanismos Internos	Los procedimientos internos se esfuerzan por fortalecer la cultura de la organización, la organización y las habilidades del equipo para fomentar la innovación. Esto incluye la formación del personal, el establecimiento de procesos de colaboración y la optimización de la comunicación, factores cruciales para promover un ambiente innovador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de empleados capacitados</li> <li>- Número de programas</li> <li>- Nivel de comunicación efectiva                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyectos innovadores</li> <li>- Ideas accionables</li> </ul> </li> </ul>

*Tabla 15. subcategorización: Productos, Procesos y Mecanismos internos*

Según los datos obtenidos de la tabla de la data madre, y condensados en las tablas 14 y 15, la innovación en productos es la principal en el sector tecnológico, gracias al progreso de la tecnología y a las demandas crecientes de los clientes por funciones y atributos más actuales. Promover productos novedosos de forma eficaz puede incrementar notablemente la rentabilidad y la cuota de mercado. Por otro lado, aunque la

innovación de productos recibe toda la atención, son los procesos y los mecanismos internos los que refuerzan y sostienen el poder innovador de las organizaciones.

Procesos eficaces permiten una entrega más ágil, y una cultura interna sólida impulsa la generación constante de ideas y la mejora continua. En resumen, aunque las tres modalidades de innovación son relevantes en el sector tecnológico, generalmente se da más importancia a la innovación de productos debido a su íntima conexión con los rendimientos financieros y el triunfo en el mercado. Para alcanzar un desarrollo sostenido y mantener la competitividad, es necesario perfeccionar los sistemas y procesos internos para impulsar la innovación en productos.

En cuanto a las herramientas utilizadas en los artículos recolectados para la medición de las variables en un entorno real, se encontró y se resumió en la ilustración 11 que:

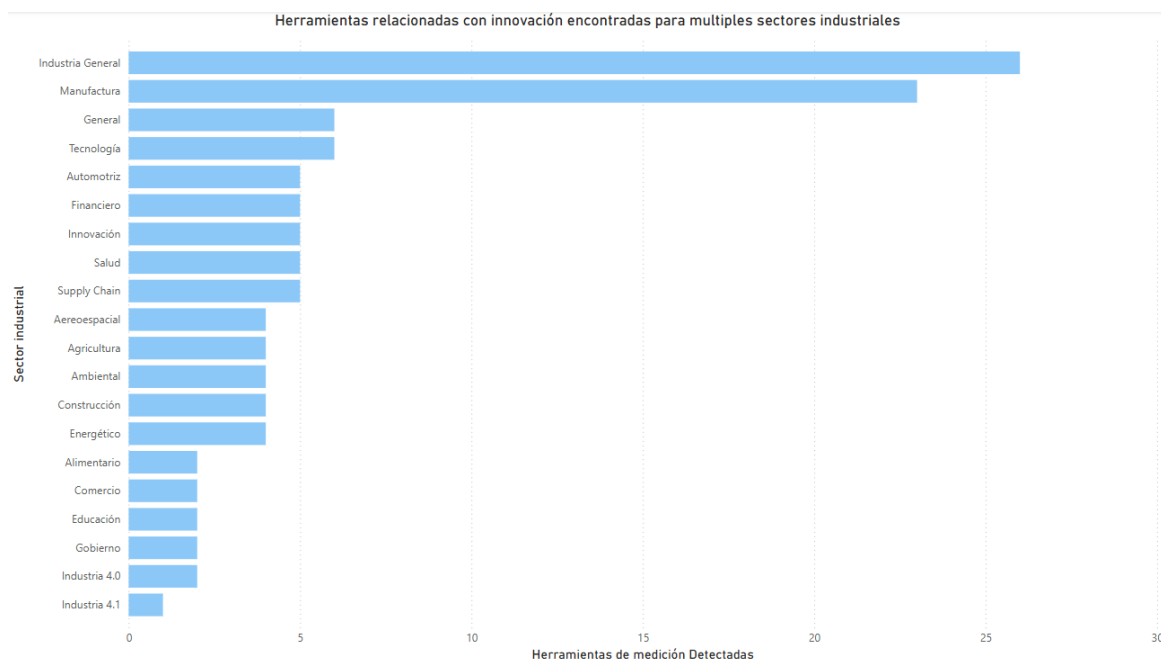


Ilustración 12. Compilado de las herramientas detectadas en la información bibliométrica colectada  
\*Elaboración propia\*

La mayor cantidad de uso de mediciones, que requieren un componente de innovación catalogada en la academia está claramente aplicada en industrias de

componente operativo industrial, apelando directamente a las eficiencias operativas, producciones, proyectos; economías modernas y rentables; activos y suministros, entre otras secciones como se aprecia en las siguientes tablas donde se pueden observar las dos categorías más grandes:

<b>Manufactura</b>	<b>23</b>
Auditorías de materiales, certificaciones ambientales	2
Plataforma de gestión de ideas	2
Análisis del portafolio de proyectos	1
Datos de producto / Informes	1
Encuesta	1
Encuesta / Datos observacionales	1
Encuesta / Observación	1
Encuesta / Registros internos	1
Encuesta / Revisión de desempeño	1
ERP, IoT, Lean Manufacturing	1
ERP, Lean Manufacturing	1
ERP, sistemas de planificación	1
Inteligencia artificial, análisis de datos históricos	1
IoT, ERP, MES	1
Medición de huella de carbono, informes de sostenibilidad	1
Modelos de análisis financiero	1
Monitoreo de conectividad	1
Monitoreo en tiempo real	1
Registros de reuniones / Encuesta	1
Registros financieros	1
Sistemas de evaluación estratégica	1
<b>Sector</b>	
	<b>Count of Herramientas</b>
<b>Industria General</b>	<b>26</b>
Análisis de datos enfocado en gastos de materias primas	3
Cronogramas de proyectos	3
Encuestas	2
Mannheim Innovation Panel (CIS alemán)	2
Registros de tiempo/encuestas (no especificado)	2
Análisis del lanzamiento al mercado	1
Buen salarios, beneficios extrasalariales y buenas condiciones laborales	1
Capacitaciones Técnicas	1
Datos de mercado / registros de ventas	1
Diagrama de Gantt	1
Encuestas de satisfacción	1
Encuestas/registros de RR.HH (no especificado)	1
Entrenamientos técnicos	1
Estadísticas de patentes	1
Evaluaciones de gestión de proyectos (p.ej., stage-gate)	1
Herramientas de generación de ideas / encuestas	1
Registros de capacitación/encuestas	1
Registros financieros / datos de gasto	1
Sistema de gestión de ideas	1

*Ilustración 13. Compilación descendente de formas de obtención de datos frente a los dos sectores estudiados con los valores más altos.*

*\*Elaboración propia\**

Adicionalmente, conociendo las herramientas podemos correlacionar sus cantidades con respecto a cuál área del KPI fue incluida para saber que tiempo de medición se estaba intentando ejecutar:

Sector	Count of Herramientas
<b>Industria General</b>	<b>26</b>
<b>I&amp;D</b>	<b>13</b>
Análisis de datos enfocado en gastos de materias primas	2
Cronogramas de proyectos	2
Registros de tiempo/encuestas (no especificado)	2
Diagrama de Gantt	1
Encuestas	1
Entrenamientos técnicos	1
Evaluaciones de gestión de proyectos (p.ej., stage-gate)	1
Herramientas de generación de ideas / encuestas	1
Registros financieros / datos de gasto	1
Sistema de gestión de ideas	1
<b>Recursos Humanos</b>	<b>5</b>
Buen salarios, beneficios extrasalariales y buenas condiciones laborales	1
Capacitaciones Técnicas	1
Encuestas	1
Encuestas/registros de RR.HH (no especificado)	1
Registros de capacitación/encuestas	1
<b>Ventas</b>	<b>4</b>
Análisis de datos enfocado en gastos de materias primas	1
Datos de mercado / registros de ventas	1
Encuestas de satisfacción	1
Mannheim Innovation Panel (CIS alemán)	1
<b>Proyectos</b>	<b>3</b>
Análisis del lanzamiento al mercado	1
Cronogramas de proyectos	1
Estadísticas de patentes	1
<b>Financiero</b>	<b>1</b>
Mannheim Innovation Panel (CIS alemán)	1
<b>Total</b>	<b>26</b>

Ilustración 14. Compilación descendente de formas de obtención de datos frente a los demás sectores.  
\*Elaboración propia\*

Sector	Count of Herramientas
<b>Manufactura</b>	<b>23</b>
<b>Proyectos</b>	<b>4</b>
Análisis del portafolio de proyectos	1
Encuesta / Datos observacionales	1
Encuesta / Registros internos	1
Registros de reuniones / Encuesta	1
<b>Economía circular</b>	<b>2</b>
Auditorías de materiales, certificaciones ambientales	2
<b>General</b>	<b>2</b>
Encuesta	1
Encuesta / Revisión de desempeño	1
<b>Gestión de innovación</b>	<b>2</b>
Modelos de análisis financiero	1
Sistemas de evaluación estratégica	1
<b>I&amp;D</b>	<b>2</b>
Plataforma de gestión de ideas	2
<b>Digitalización</b>	<b>1</b>
Monitoreo de conectividad	1
<b>Digitalización industrial</b>	<b>1</b>
ERP, IoT, Lean Manufacturing	1
<b>Digitalización y eficiencia operativa</b>	<b>1</b>
IoT, ERP, MES	1
<b>Financiero</b>	<b>1</b>
Registros financieros	1
<b>Gestión ambiental y cambio climático</b>	<b>1</b>
Medición de huella de carbono, informes de sostenibilidad	1
<b>Gestión de activos</b>	<b>1</b>
Inteligencia artificial, análisis de datos históricos	1
<b>Gestión de la cadena de suministro</b>	<b>1</b>
ERP, sistemas de planificación	1
<b>Gestión operativa</b>	<b>1</b>
ERP, Lean Manufacturing	1
<b>Produccion</b>	<b>1</b>
Datos de producto / Informes	1
<b>Productividad y gestión operativa</b>	<b>1</b>
Monitoreo en tiempo real	1
<b>Ventas</b>	<b>1</b>
Encuesta / Observación	1
<b>Total</b>	<b>23</b>

Ilustración 15. Organización temática de mediciones actualmente utilizadas en el sector con mayor participación.  
\*Elaboración propia\*

Se entiende que la cantidad de herramientas usadas puede llegar a considerarse arbitrario para las mediciones, pues cada industria y empresa es libre de seleccionar las herramientas que desea y considere útiles para poder medir sus operaciones, sin embargo en el siguiente grafico se logra apreciar que la anterior premisa puede ser

considerada menos arbitraria para la toma de decisiones, pues las industrias podrían adelantar las tomas de decisiones de sus operaciones con base a esta pequeña muestra; sabiendo de antemano cuales son los temas en los cuales es más factible encontrar información sobre mediciones, innovación y utilidades:

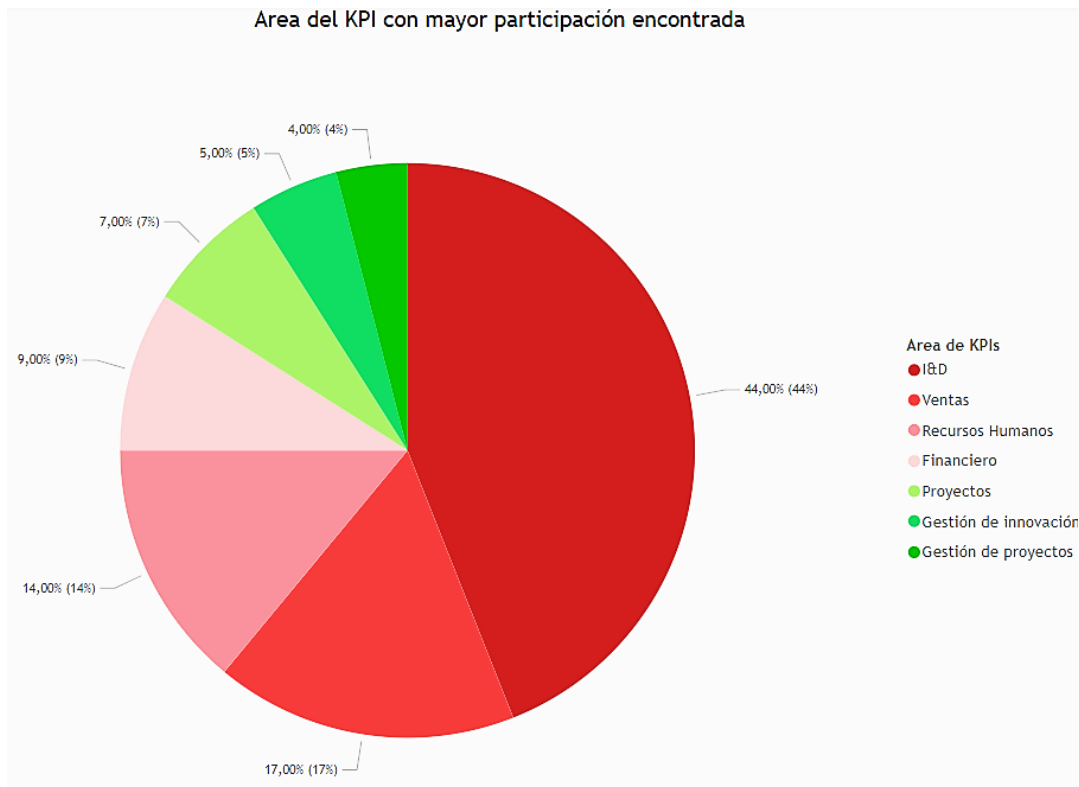


Ilustración 16. Participación general de los temarios con mayor mención respecto a la formación de medidas KPI's.  
\*Elaboración propia\*

Un ejemplo claro de la explicación anterior está relacionada a la gráfica circular anterior, puesto que la mayoría de los esfuerzos se enfocan en áreas que particularmente no contemplan procesos profundos en innovación o desarrollo disruptivo a excepción de I&D. Además, que dentro de las áreas mostradas (las cuales no tienen un valor preponderante en participación pues no superan el 20%). Es claro afirmar que dentro de estos espacios y adjuntándolos a las tablas muestras anteriormente: No se puede evidenciar un uso de herramientas nuevas, de moderna creación, o de poco

tiempo de uso. La mayoría de estas herramientas son longevas, bien conocidas y hasta de conocimiento profundo por parte de las corporaciones.

Esto permite concluir que las empresas actuales no conocen ampliamente como diseñar herramientas que ayuden desde cero sus procesos, adicionalmente están limitadas a un grupo o áreas de trabajo, perdiendo así potencial capacidad de mejora continua, y no menos importante, que varios contextos empresariales como la salud, la educación, el gobierno y demás no están usando la basta cantidad de herramientas alrededor de innovación, lo cual puede directamente evidenciar que pueden innovar... Pero no de una manera efectiva pues no contemplan el riesgo de aplicar procesos que otras industrias han validado como exitosas. Esto es directamente un avance para afirmar que por medio estas áreas se pueden proponer cimientos y herramientas que apelan a la innovación, de manera más segura y certera al uso común de las empresas, pues ya se conoce que son áreas que apelan al tema central.

### **13.1.2 Clusterización de Variables**

En la búsqueda para el mejor relacionamiento entre variables y categorías, se logró enfatizar por medio de IA la inserción de agrupaciones o *clusters*, que permitieran categorizar las variables por naturaleza específica. Logrando así observar los comportamientos de la bibliometría de una manera macro.

### **13.1.3 Por Área del KPI e Industria**

Para esta sección se tomó cómo punto común la naturaleza de las variables en pro de las áreas del KPI (Ilustración 16) para poder lograr que relación tenían en común las áreas. Y cuales en su defecto eran aquellas secciones o agrupaciones de aplicaciones en KPI's más fuertes en la bibliometría:

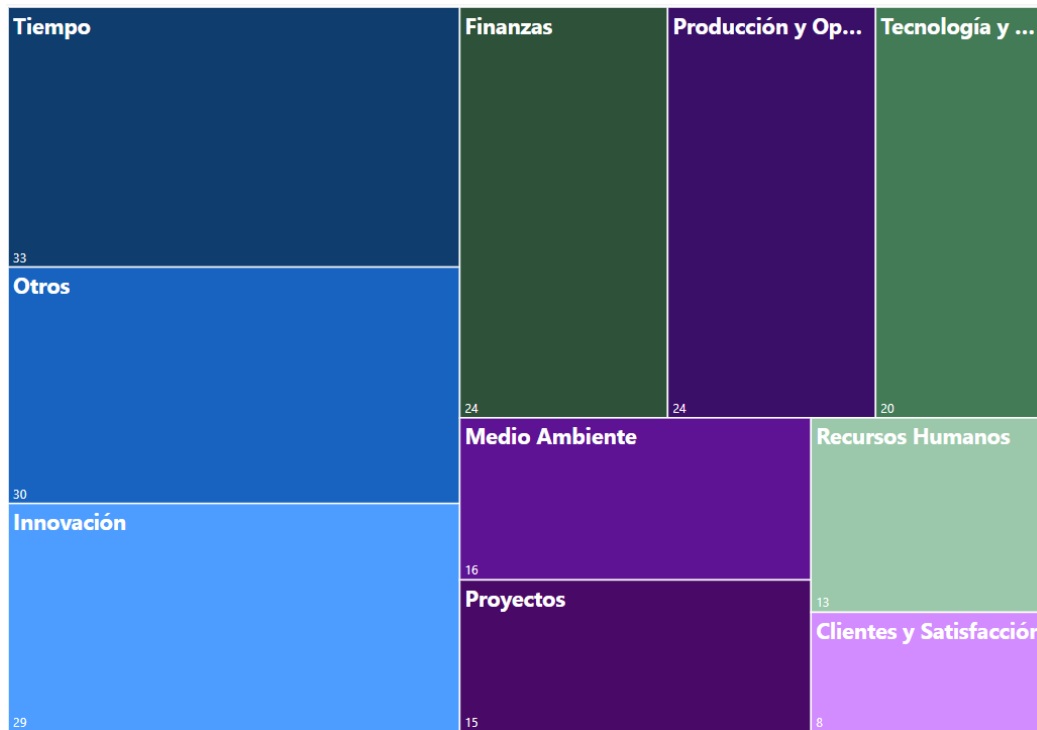


Ilustración 17. Tipología de variables organizada por participación mayoritaria para formar KPI's entre todos los sectores.  
\*Elaboración propia\*

Conociendo los objetivos principales de este artículo, se mantiene la búsqueda en la sección de Proyectos, pues la propuesta mantiene que en lo posible sea esta sección la enfocada para dirigir las métricas. Añadiendo a lo anterior, se puede evidenciar que las variables enfocadas al tiempo y la innovación son las que ampliamente están usando variables, las cuales son:



*Ilustración 18. Variables usadas para las 3 tipologías más usadas a la hora de mencionar y catalogar KPI's  
\*Elaboración propia\**

Esta participación es relevante para empezar a generar un conglomerado útil de variables que permiten enfocar la búsqueda de las mediciones a variables desconectadas. También arroja un dato correlacionado con las industrias catalogadas para poder saber el nivel de participación que tienen tales variables y clústeres:

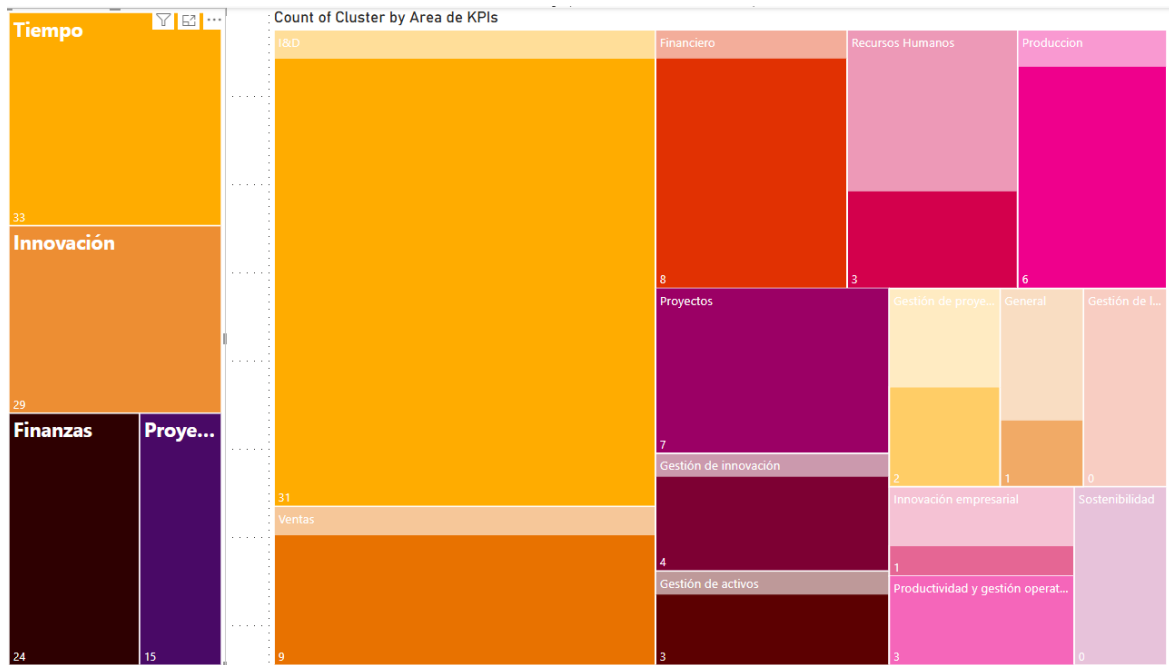


Ilustración 19. participación de las 4 secciones de variables más utilizadas entre todas las industrias mencionadas.  
\*Elaboración propia\*

De este análisis se pueden establecer algunas relaciones:

- Las variables temporales son las que más se repiten entre áreas de KPI's y al tiempo son las que más apertura tienen en diferentes industrias.
- Las variables de innovación son las que mayor participación numérica llevan entre el conglomerado global de variables usadas catalogados, pero su participación no es tan fuerte en industria variadas.
- La industria que probablemente sea más apta para proponer una medida es la I&D.
- El área de proyectos no contempla una participación dentro áreas externas a su oficio. Por lo que las variables de proyectos están muy discretizadas a solo ese sector.
- El sector de finanzas solo se integra de KPI's y variables financieras, mas no comparte relación con otras agrupaciones fuertes

## **13.2 Proceso de generación de KPI's**

### **13.2.1 Metodología de diseño de KPI's**

Para el desarrollo del presente objetivo específico de la investigación, se llevó a cabo una revisión de diversas fuentes bibliográficas especializadas en el diseño e implementación eficaz de Indicadores Clave de Desempeño (KPI). El análisis de dichas fuentes permitió identificar una serie de elementos recurrentes, entre los cuales se destacan los siguientes: un KPI deben estar diseñado siguiendo lineamientos metodológicos rigurosos que aseguren su operatividad; deben ser cuantificables y susceptibles a una medición precisa de datos fiables y representativos; deben estar orientados a la medición objetiva de los procesos organizacionales; y, por último, requieren un seguimiento continuo por parte de los niveles directivos superiores, con el propósito de respaldar la toma de decisiones estratégicas y evaluar cuantitativamente el grado de avance hacia los objetivos propuestos.

- *Key Performance Indicators: Developing Meaningful KPIs:*

Según el libro (KEY PERFORMANCE INDICATORS Developing Meaningful KPI's, 2014), la creación de un KPI efectivo y funcional dentro de un proyecto requiere seguir siete pasos estructurados (ver página 84), los cuales deben estar alineados con los objetivos estratégicos de la organización. Esto garantiza que el indicador desarrollado realmente contribuya a la medición del desempeño y a la toma de decisiones informadas.

Adicionalmente, la fuente menciona que un KPI no solo mide el rendimiento, sino que también impulsa la implementación exitosa de una estrategia organizacional. La clave reside en la clara definición de objetivos, la identificación de medidas relevantes y

significativas, el establecimiento de umbrales realistas, la gestión adecuada de los datos y, fundamentalmente, la interpretación de los resultados para la toma de decisiones y la implementación de acciones efectivas.

▪ *KPI's Útiles. Diseña Indicadores Operativos que Realmente Sirven para Mejorar:*

Desde la fuente "KPI's Útiles", (Corral, 2017), explica que, para que un Indicador Clave de Desempeño sea funcional desde su concepción, este debe ser enfocado para mejorar procesos transversales y no enfocado únicamente en departamentos o funciones aisladas (efecto Silo). El efecto Silo genera barreras entre los departamentos, como si cada uno fuera un silo de almacenamiento de grano. Este efecto genera las siguientes limitantes a nivel organizacional:

- Escasa comunicación entre departamentos.
- Falta de coordinación.
- Rivalidades internas.
- Objetivos desalineados o contradictorios.
- La orientación al cliente es escasa o nula.

La imagen 19 es la explicación grafica otorgada por el autor para entender el efecto de silo al cual se deben evitar las invenciones asociadas a KPI's, asociado a los componentes más esenciales y generales a los cuales las direcciones corporativas deben enfocarse.

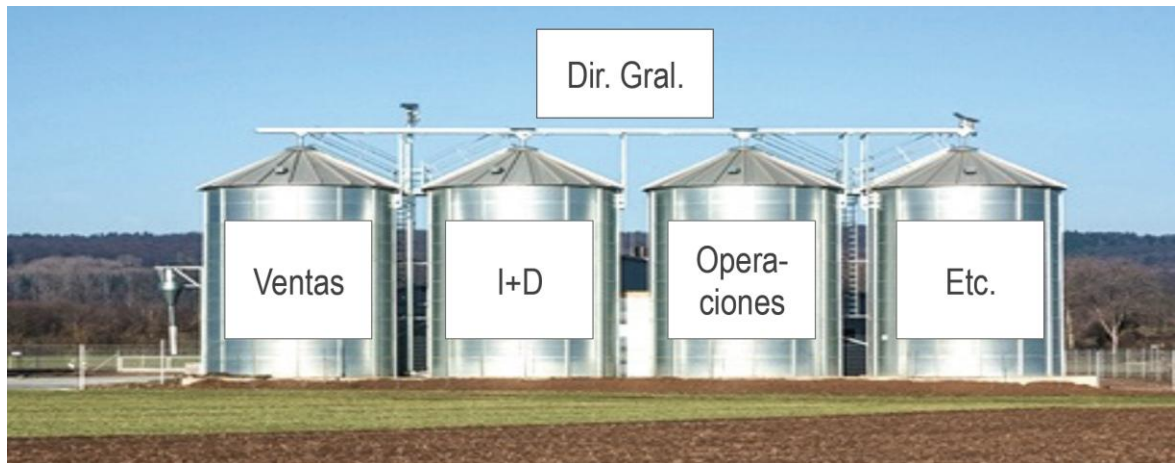


Ilustración 20. Explicación gráfica del Efecto Silo en una Organización Empresarial. (Corral, 2017)

Finalmente, el documento subraya la importancia de **diseñar un KPI en equipo**, involucrando a las personas de los diferentes departamentos implicados en el proceso transversal.

- *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPI's:*

En el libro “*Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPI's*”, (Parmenter, 2015) hace énfasis en una definición clara de las características de los KPI's: la derivación de estos desde los Factores Críticos de Éxito operacionales, el compromiso de la alta dirección y la participación de los empleados, así como un proceso estructurado de seis etapas, ofrece una guía sólida para las organizaciones que buscan establecer un sistema de medición del rendimiento que realmente impulse la mejora y el logro de sus objetivos estratégicos. Adicionalmente, menciona la figura de un *Chief Measurement Officer* (CMO) interno, el cual se presenta como un elemento clave para la sostenibilidad y el éxito a largo plazo del diseño, implementación y seguimiento de KPI's en una organización empresarial.

- *Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance:*

(Kerzner, 2023) desde su libro "*Project Management Metrics, KPI's, and Dashboards A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance*" menciona que, para generar Indicadores Clave de Rendimiento funcionales, se requiere de un entendimiento claro de sus características y un proceso sistemático para su definición y selección. Los KPI's funcionales son indicadores clave de rendimiento que sirven como señales de alerta temprana; si una condición desfavorable existe y no se aborda, los resultados del proyecto podrían ser deficientes.

#### Fundamentos principales de un KPI funcional:

Para que un KPI sea funcional y proporcione información valiosa para la toma de decisiones, debe cumplir con diversas características. (Kerzner, 2023) en el documento menciona el uso de los objetivos SMART, aunque también presenta características más sofisticadas desarrolladas por Wayne Eckerson y doce características específicas para KPI's orientados a proyectos. Integrando estas perspectivas, las principales características de un KPI funcional son:

- Objetivos SMART:

La metodología SMART es un compendio de objetivos desarrollados individualmente, que en conjunto crean un objetivo más grande para soluciones enfocadas en problemas más aterrizados a problemáticas alcanzables, permitiendo al usuario pavimentar un espacio de desarrollo aterrizado a los alcances permitidos por su trabajo y el de la empresa, su denominación se evidencia en la imagen 20:



*Ilustración 21. Objetivos SMART (Martins, 2025)*

- Catorce características de un Indicador Clave de Rendimiento funcional:

1. Estratégico
2. Simple y Fácil de Entender
3. Con Dueño
4. Accionable
5. Oportuno
6. Referenciable
7. Preciso
8. Correlacionado
9. A Prueba de Manipulación

- 10.Estandarizado
- 11.Relevante
- 12.Predictivo
- 13.Medible
- 14.Pocos en Número

- *Software Quality for Managers KPI's Every Manager Should Know:*

En este último documento consultado, (Repo, n.d.) no genera explícitamente una metodología para la creación de un Indicador Clave de Rendimiento funcional. El enfoque principal de este último documento es la presentación de ocho KPI's cruciales para medir la calidad del software desde una perspectiva de tipo gerencial. Estos KPI's presentados están orientados a evaluar aspectos internos del código y la arquitectura del software, con el objetivo de mejorar la mantenibilidad, reducir la deuda técnica y optimizar los tiempos de entrega.

**Los indicadores mencionados**

Líneas de Código (Lines of Code)
Duplicación (Duplication)
Tamaño de la Unidad (Unit Size)
Complejidad de la Unidad (Unit Complexity)
Interfaz de la Unidad (Unit Interfacing)
Acoplamiento del Módulo (Module Coupling)
Balance de Componentes (Component Balance)
Independencia de Componentes (Component Independence)

*Tabla 16. Indicadores de detección de temas relevantes para la detección de calidad en las mediciones de proyectos tecnológicos de software.*

### **13.2.2 Diseño de la metodología para KPIs**

La proposición de métricas que puedan evidenciar o medir el continuo desarrollo de la innovación bajo un proyecto (en el caso de este texto: tecnología.), debe basarse en un espacio teórico de desarrollo desde su concepción; por esa razón, este texto propone bajo un compilado de literatura especializada un marco o metodología que ayudará a entender cómo se generaron unas métricas que apuntan a solucionar algunas situaciones relacionadas al sector de proyectos tecnológicos.

Según el escrito de (*KEY PERFORMANCE INDICATORS Developing Meaningful KPIs*, 2014), la creación de métricas debe apuntar a el apoyo directo de las estrategias bien definidas, actuando como apoyo de los objetivos en las organizaciones; adicionalmente, estas mediciones ya deben pensar en enfocarse en los *Critical Success Factors* (CSFs) para originar espacios sensibles en el bienestar organizacional, y por medio de KPI's apuntar a sectores y operaciones que pueden entrar y controlar el valor en las empresas u organizaciones (Parmenter, 2015).

Entendiendo que el enfoque es la generación de métricas de carácter innovativo, los parámetros teóricos y de concepción deben apuntar a lo mismo. Por esa razón y con asistencia de inteligencia artificial, se lograron extraer de 3 referencias:

- Developing Meaningful Key Performance Indicators (V7)
- Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs (3rd Edition) by David Parmenter
- KPI's útiles Diseña Indicadores operativos que realmente sirvan para mejorar (Roberto Corral)

El compilado de pasos y puntos clave para formar un KPI minimizando las ambigüedades a las cuales puede estar expuesta la medición y con ello la pérdida de enfoque para la cual se expone y se diseña el medir, en la tabla 12 se realizó un resumen para facilitar como hacer mediciones sin la necesidad de complicar la investigación.

Developing Meaningful Key Performance Indicators (V7)	Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs (3rd Edition) by David Parmenter	KPI's útiles Diseña Indicadores operativos que realmente sirvan para mejorar
<b>Paso 1:</b> Crear Objetivo	<b>Paso 1:</b> Compromiso del CEO y Alta Dirección	<b>Paso 1:</b> Definir la Misión del Proceso
<b>Paso 2:</b> Describir Resultados	<b>Paso 2:</b> Capacitación de Recursos Internos	<b>Paso 2:</b> Traducir la Misión a Objetivos
<b>Paso 3:</b> Identificar Medidas	<b>Paso 3:</b> Liderazgo y Venta del Cambio	<b>Paso 3:</b> Específicos
<b>Paso 4:</b> Definir Umbrales	<b>Paso 4:</b> Identificación de Factores Críticos de Éxito (CSFs)	<b>Paso 3:</b> Buscar Indicadores de Efecto (KPIs)
<b>Paso 5:</b> Cargar Estructura/Datos en un Sistema	<b>Paso 5:</b> Determinación de Medidas	<b>Paso 4:</b> Buscar
<b>Paso 6:</b> Interpretar Resultados	<b>Paso 6:</b> Conducción del Rendimiento	<b>Paso 4:</b> Indicadores de Causa
<b>Paso 7:</b> Tomar Acción		<b>Paso 5:</b> Checklist

*Tabla 17. Variación de formas para la creación y estructuración de nuevos KPI's. (Otorgado bajo las tres referencias de contenidos para la creación de KPI's. \*Elaboración por medio de IA\*)*

Atendiendo a la necesidad de poder categorizar aún más los temas, es imprescindible sectorizar aquellos espacios comunes entre estas metodologías, de tal manera que para la medición y para la generación de la evaluación, se pueden segmentar y por lo tanto apuntar cada dimensión a un esfuerzo individual para el control, sin perder el sentido de la medición debido a la complejidad que el KPI lo requiera.

Se pueden evidenciar de esta manera:

### **Dimensión 1: Definición y Objetivos**

- Definir la Misión del Proceso (Roberto Corral)
- Traducir la Misión a Objetivos Específicos (Roberto Corral)
- Identificar los Objetivos del Proyecto (Harold Kerzner)

### **Dimensión 2: Identificación de Indicadores**

- Identificar Indicadores de Efecto (KPI's) (Roberto Corral)
- Identificar Indicadores de Causa (Roberto Corral)
- Seleccionar los KPI's Relevantes (Harold Kerzner)
- Identificar las Métricas Clave (Software Quality for Managers)

### **Dimensión 3: Implementación y Capacitación**

- Compromiso del CEO y Alta Dirección (David Parmenter)
- Capacitación de Recursos Internos (David Parmenter)
- Liderazgo y Venta del Cambio (David Parmenter)
- Cargar Estructura/Datos en un Sistema (Developing Meaningful Key Performance Indicators)

### **Dimensión 4: Medición y Monitoreo**

- Medición y Monitoreo (Harold Kerzner)
- Interpretar Resultados (Developing Meaningful Key Performance Indicators)
- Evaluar y Ajustar (Software Quality for Managers)

### **Dimensión 5: Acción y Mejora Continua**

- Tomar Acción (Developing Meaningful Key Performance Indicators)
- Resolución de Deuda Técnica (Software Quality for Managers)

La integración de los planteamientos de los autores citados ha permitido consolidar una guía en cinco pasos para facilitar la formulación de indicadores clave de rendimiento en proyectos. El propósito principal de esta guía es asegurar su alineación con los objetivos estratégicos de un proyecto. A continuación, se presenta cada una de las fases:

### **Fase 1: Comprender el Contexto Estratégico**

- ✓ Comprender y detallar los objetivos generales que el proyecto busca alcanzar.
- ✓ Identificar los factores críticos de éxito (FCE): Determinar los aspectos del desempeño del proyecto que son esenciales para su éxito.
- ✓ Definir claramente su propósito del proyecto.

### **Fase 2: Entender la Misión y los FCE en Objetivos Operativos Específicos**

- ✓ Convertir la misión del proyecto (si aplica) y los FCE relevantes en objetivos específicos y medibles que describan el desempeño deseado en términos de resultado, eficiencia, calidad, etc.
- ✓ Enfocarse en un número limitado de objetivos que sean esenciales para la misión del proyecto.

### **Fase 3: Identificar y Definir las Medidas (KPIs Potenciales)**

- ✓ Para cada objetivo, identificar qué KPIs podrían encaminar el progreso hacia su consecución.
- ✓ Priorizar aquellos KPIs que sean clave para el éxito del objetivo y del proceso.
- ✓ Para cada KPI seleccionado, crear una definición detallada que incluya:
  - Nombre y descripción clara del KPI
  - Unidad de medida
  - Fórmula de cálculo
  - Fuente de datos (especificando las métricas individuales y sus fuentes para evitar ambigüedad)
  - Frecuencia de medición y reporte
  - Alcance (qué se incluye o excluye en el cálculo)
  - Responsable del KPI (Dueño) y, si aplica, el actualizador
  - Valores Meta y Límite (umbrales)

**Fase 4: Definir Umbrales**

- ✓ Definir los umbrales (Meta y Límite). Los umbrales pueden basarse en objetivos, pero deben ser razonables y alcanzables.

**Fase 5: Establecer la Infraestructura de Medición y Reporte**

- ✓ Determinar los métodos y procesos para recopilar los datos necesarios.
- ✓ Seleccionar herramientas de gestión de KPI's.
- ✓ Desarrollar paneles de control (*dashboards*) e informes que presenten los KPI's de manera clara y concisa.

### **13.2.3 Diseño de lista de chequeo para viabilidad y funcionalidad de un nuevo**

#### ***Indicador Clave de Desempeño (KPI)***

Con forme a las estructuraciones que se realizaron anteriormente para poder construir KPIs, se hace explícita la necesidad de evaluar en los últimos pasos como la medición no debe empezar a perder alcance o foco; por esa razón el capítulo de lista de chequeo para la viabilidad es de importancia y control para el lector, pues ofrece un grupo de sectores analíticos por los cuales se analiza y se debate si el trabajo que lleva adelantado mantiene la esencia y los propósitos iniciales de cada medida que se pretenda realizar.

Es importante aclarar que esta lista de chequeo no es oficial para documentación del propio KPI, es más una herramienta de introspección del creador o creadores para evaluar si los pasos que están realizando se ajustan a la realidad y utilidad de la medición; además de que como herramienta de evaluación permite gestionar todos los posibles impactos que la medida pueda tener con respecto a operaciones e interesados, pues abarca alcances y personal.

#### **1. Definición y Claridad**

- ¿El KPI está claramente definido y enfocado?
- ¿La definición del KPI es clara, precisa y sin ambigüedades?
- ¿Se entiende el origen y el significado del KPI?
- ¿Se ha especificado la descripción, etiqueta, propietario, actualizador, cálculo, frecuencia, alcance y métricas del KPI?

#### **2. Medición y Datos**

- ¿El KPI es medible y se puede cuantificar?

- ¿Existen datos objetivos, precisos y confiables para medir el KPI?
- ¿Existe una fórmula de cálculo clara para el KPI?
- ¿Se puede automatizar la recopilación y el reporte del KPI?
- ¿El coste de la medición del KPI es razonable?
- ¿Se puede contar (asignarle una cantidad)?
- ¿El KPI se puede comparar con puntos de referencia, objetivos o datos históricos?

### **3. Relevancia y Alineación Estratégica**

- ¿El KPI está alineado con la estrategia y objetivos de la organización?
- ¿Contribuye a la mejora del proceso y/o al logro de metas clave?
- ¿El KPI es considerado importante para el negocio?
- ¿Evalúa el progreso hacia objetivos específicos (KRAs)?
- ¿La organización tiene algún nivel de control sobre los resultados del KPI?

### **4. Comprensión y Comunicación**

- ¿El KPI es fácil de comprender e interpretar por las partes interesadas?
- ¿La presentación del KPI es clara y concisa?
- ¿Existe un entendimiento estandarizado del KPI en toda la organización?
- ¿Todo el personal de la organización comprende este indicador?

### **5. Acción y Mejora Continua**

- ¿El KPI impulsa a tomar decisiones y a la acción?
- ¿Ayuda a identificar áreas de mejora u oportunidades?
- ¿Se entiende qué acciones correctivas tomar con base en su resultado?
- ¿Se ha probado el KPI para verificar que fomenta el comportamiento deseado?

### **6. Alcance y Especificidad**

- ¿El KPI es específico (SMART)?

- ¿El KPI mide una parte significativa del proceso completo?
- ¿Está diseñado para procesos transversales?
- ¿El KPI se centra en un único aspecto del rendimiento?
- ¿Se ha evaluado la importancia del KPI en términos de valor, aplicabilidad y facilidad de obtención de datos?

### **7. Temporalidad y Frecuencia**

- ¿El KPI tiene un marco de tiempo definido para su medición?
- ¿La frecuencia de medición del KPI es adecuada?
- ¿El KPI se mide con frecuencia (24/7, diaria o semanalmente)?

### **8. Propiedad y Responsabilidad**

- ¿Hay un dueño identificado del KPI?
- ¿Se ha asignado un actualizador específico del KPI?
- ¿Se puede vincular la responsabilidad de este KPI a un equipo específico?

### **9. Evaluación del Impacto**

- ¿El KPI tiene impacto en varios factores críticos de éxito internos?
- ¿Se ha evaluado su impacto en más de una perspectiva del Cuadro de Mando Integral?
- ¿Existe correlación entre el KPI y los resultados deseados?
- ¿Es el KPI resistente a la manipulación o al falseamiento?
- ¿El KPI no genera comportamientos contraproducentes ni impacta negativamente en otras áreas?

### **10. Diseño del Sistema de Indicadores**

- ¿Se han definido umbrales (límites) y metas para el KPI?
- ¿El número de KPI's está limitado a los realmente necesarios?
- ¿Existe una combinación adecuada entre KPI's líderes y rezagados?

- ¿El conjunto de KPI's está equilibrado entre eficacia, eficiencia y rapidez?

### **13.3 Análisis de Resultados**

Este capítulo tiene como objetivo validar la aplicabilidad de la fundamentación teórica expuesta en este trabajo, mediante el estudio de tres (3) proyectos reales del sector tecnológico en Colombia. El análisis de cada proyecto inicia con la descripción de sus características fundamentales, seguida de la aplicación del marco metodológico previamente establecido para derivar KPIs adaptados a las particularidades de cada contexto.

#### **13.3.1 Piloto Productivo - Migración a EOP y Cifrado de Correo**

##### **Título del Proyecto**

Este Piloto Productivo - Migración a *Exchange Online Protection* (EOP) y Cifrado de Correo en Microsoft 365 de una empresa confidencial.

##### **Introducción/Propósito del Proyecto**

El proyecto se ajustó a la demanda de mover servicios de correo electrónico y encriptación desde soluciones de Broadcom (Secure Mail Gateway y PGP) a Microsoft 365, empleando licencias ya existentes y verificando funciones en un entorno de producción.

El objetivo era garantizar la continuidad de las actividades y la seguridad en la gestión del correo institucional. Este proyecto se desarrolló en un periodo total de aproximadamente 70 días, no solo buscando la transición tecnológica, sino también validar una innovación que podría representar beneficios en términos de eficiencia, seguridad y aprovechamiento de los recursos existentes.

##### **Objetivos Específicos Clave**

- Identificar políticas, configuraciones y casos de uso de SMG/PGP para replicarlos en Microsoft 365.

- Diseñar una matriz comparativa SMG/PGP vs. Microsoft 365 para validar equivalencias funcionales.
- Ejecutar pruebas piloto en un tenant productivo de la empresa
- Generar un informe técnico para la toma de decisiones sobre la migración definitiva.
- Habilitar y configurar las funcionalidades de EOP y Cifrado en un tenant de Microsoft 365 para validación en un ambiente productivo.

**Alcance:**

El proyecto se enfocó en analizar las configuraciones vigentes, diseñar la nueva solución basada en Microsoft, implementar EOP y Cifrado en un tenant de Microsoft 365, y efectuar pruebas para verificar la funcionalidad del sistema. El procedimiento comprendió fases de: Visión y Alcance, Configuración y Evaluaciones, y Evaluaciones e Informes.

La siguiente tabla organiza las tareas del cronograma en las fases principales, con subfases y actividades detalladas.

Fase	Subfase	Tarea	Recursos Asignados
Inicio	<i>Definición Estratégica</i>	Piloto – EOP y Cifrado	Project Sponsor
		Inicio	Project Manager
Planificación	<i>Preparación Interna</i>	Planeación de inicio de proyecto	PT1 - Services Lead - Solución
		Kickoff Interno	PT1 - Rol - Solución - Habilitador
		<i>Plan Detallado</i>	Project Manager
		Plan de Riesgos	PT1 - Services Lead - Solución
		Kickoff con Cliente	PT1 - Rol - Solución - Habilitador
		Plan de interesados	PT1 - Services Lead - Solución

		Fin planeación	Project Manager
<b>Ejecución</b>	<b>3.1 EOP</b>	Fase 1 - EOP	PT1 - Visión y Alcance - Especialista
		PT1 - Visión y Alcance (Descubrimientos, matrices, diseño, documentación)	PT1 - Visión y Alcance - Especialista/Services Lead B
	<b>3.2 Cifrado</b>	PT2 - Configuración y pruebas (Validación, EOP/Cifrado Tenants 1-2)	PT2 - Configuración y Pruebas - Especialista/Services Lead B
	<b>3.3 Análisis</b>	PT3 - Análisis y resultados (Reportes, socialización, apoyo en preventa)	PT3 - Análisis y Resultados - Especialista/Services Lead B
<b>Monitoreo</b>	<i>Seguimiento Continuo</i>	Monitoreo y Control	Project Manager
<b>Cierre</b>	<i>Entrega Final</i>	Actividades de cierre (Documentación, lecciones aprendidas, facturación)	Project Manager/PT1 - Rol - Solución - Habilitador

Tabla 18. Cronograma para 11.1 Piloto Productivo - Migración a EOP y Cifrado de Correo.  
\*Elaboración propia\*

Ahora bien, para este proyecto se diseñaron 4 KPIs basándose en la metodología e información teórica recopilada en el presente trabajo de grado. Se realizará la descripción completa del primer KPI; para las mediciones subsiguientes, únicamente se detallará los resultados obtenidos.

### **KPI 1: Índice de Equivalencia Funcional (IEF) Descripción General**

Este KPI evalúa el porcentaje de funcionalidades esenciales de las soluciones actuales (SMG/PGP) que se han replicado con éxito en Microsoft 365, garantizando que el sistema renovado conserve todas las capacidades requeridas.

### **Fase 1: Comprender el Contexto Estratégico**

**Objetivos estratégicos relacionados:** Identificar, configuraciones y casos de uso de SMG/PGP para replicarlos en Microsoft 365 y ejecutar pruebas piloto en un tenant productivo.

**Factores críticos de éxito:** La identificación correcta de las configuraciones existentes y su replicación en Microsoft 365 son determinantes para el éxito del proyecto.

**Misión del proyecto aplicada al KPI:** Asegurarse de que todas las características fundamentales de seguridad relacionadas con el correo electrónico estén accesibles en la nueva plataforma sin poner en riesgo la funcionalidad.

### **Fase 2: Traducir la Misión y FCE en Objetivos Operativos**

#### **Objetivos operativos específicos:**

- Documentar el 100% de las configuraciones existentes
- Implementar configuraciones equivalentes en el nuevo sistema
- Validar funcionalidad mediante pruebas

**Objetivo relevante:** Asegurar la equivalencia funcional completa entre sistemas.

### **Fase 3: Identificar y Definir las Medidas KPI's Potenciales**

**Nombre y descripción:** Índice de Equivalencia Funcional (IEF) - Mide la proporción de funcionalidades críticas que se han implementado exitosamente en la nueva plataforma.

**Unidad de medida:** Porcentaje (%)

**Fórmula de cálculo:**  $(\text{Número de funcionalidades críticas replicadas exitosamente} / \text{Número total de funcionalidades críticas identificadas}) \times 100$

#### **Fuentes de datos:**

- Matriz de SMG vs. MS
- Matriz de PGP vs. MS

- Resultados documentados de pruebas funcionales

**Frecuencia:** Medición semanal durante configuración; reporte al finalizar cada fase del proyecto.

**Alcance:** Todas las funcionalidades identificadas en la fase de planificación y ejecución.

**Responsable:** Services Lead B - EOP y Cifrado

#### **Fase 4: Definir Umbrales**

##### **Umbrales definidos usando RAG:**

- Verde:  $\geq 95\%$  de funcionalidades críticas replicadas
- Ámbar: 80-94% de funcionalidades críticas replicadas
- Rojo:  $< 80\%$  de funcionalidades críticas replicadas

#### **Fase 5: Establecer la Infraestructura de Medición y Reporte**

**Recolección de datos:** Registro de la implementación de cada funcionalidad replicada a lo largo de la fase de ejecución del proyecto.

**Herramientas de gestión:** *Dashboard* en SharePoint con resultados de pruebas y seguimiento de avance.

<b>KPI 1: Índice de Equivalencia Funcional (IEF)</b>	
<b>Proyecto</b>	Piloto Productivo - Migración a Exchange Online Protection (EOP) y Cifrado de Correo en Microsoft 365
<b>Objetivo estratégico relacionado</b>	Identificar políticas, configuraciones y casos de uso de SMG/PGP para replicarlos en Microsoft 365 y ejecutar pruebas piloto en un tenant productivo.
<b>Descripción KPI</b>	Este indicador de rendimiento (KPI) evalúa el porcentaje de funcionalidades esenciales de las soluciones actuales (SMG/PGP) que se han replicado con éxito en Microsoft 365, garantizando que el sistema renovado conserve todas las capacidades requeridas.
<b>Información del KPI</b>	<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje (%) de 0-100
	<b>Fuente de datos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matriz de SMG vs. MS</li> <li>• Matriz de PGP vs. MS</li> <li>• Resultados documentados de pruebas funcionales</li> </ul>
	<b>Frecuencia de medición y reporte:</b> Informe semanal durante las reuniones de seguimiento
	<b>Alcance del KPI:</b> Todas las funcionalidades identificadas en la fase de Visión y Alcance.
	<b>Responsables del KPI:</b> Services Lead B - EOP y Cifrado
	<b>Valor meta:</b> 95%
	<b>Valores límites (Umbral):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verde: ≥95% de funcionalidades críticas replicadas</li> <li>• Ámbar: 80-94% de funcionalidades críticas replicadas</li> <li>• Rojo: &lt;80% de funcionalidades críticas replicadas</li> </ul>
<b>Formula matematica del KPI</b>	$(FC/TC) \times 100$
<b>Descripción de variables</b>	FC: Número de funcionalidades críticas replicadas exitosamente (adimensional) TC: Número total de funcionalidades críticas identificadas (adimensional)

Tabla 19. Sumario para el KPI #1 de 11.1 Piloto Productivo - Migración a EOP y Cifrado de Correo.  
\*Elaboración propia\*

La información de diseño del segundo KPI, el cual evalúa las mejoras en seguridad y protección de datos que aporta la migración a Microsoft 365, comparando las capacidades de seguridad entre las soluciones actuales y la nueva implementación. Se describe en la siguiente tabla:

<b>KPI 2: Índice de Innovación en Seguridad (IIS)</b>	
<b>Proyecto</b>	Piloto Productivo - Migración a Exchange Online Protection (EOP) y Cifrado de Correo en Microsoft 365.
<b>Objetivo estrategico relacionado</b>	Garantizar la continuidad operativa y seguridad en la gestión de correo institucional.
<b>Descripcion KPI</b>	Este KPI evalúa las mejoras en seguridad y protección de datos que aporta la migración a Microsoft 365, comparando las capacidades de seguridad entre las soluciones actuales y la nueva implementación.
<b>Informacion del KPI</b>	<b>Unidad de medida:</b> Puntuación (0-100)
	<b>Fuente de datos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrices comparativas de seguridad</li> <li>• Resultados de pruebas de seguridad</li> <li>• Deck de pruebas de componentes Microsoft para EOP y Cifrado</li> </ul>
	<b>Frecuencia de medición y reporte:</b> Evaluación al completar la implementación; reporte en informe final.
	<b>Alcance del KPI:</b> Todas las funcionalidades de seguridad identificadas y nuevas características disponibles.
	<b>Responsables del KPI:</b> Especialista - EOP y Cifrado
	<b>Valor meta:</b> 80 puntos
	<b>Valores limites (Umbral):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verde: ≥80 puntos (mejora significativa en seguridad)</li> <li>• Ámbar: 60-79 puntos (equivalencia adecuada)</li> <li>• Rojo: &lt;60 puntos (deficiencias en seguridad)</li> </ul>
<b>Formula matematica del KPI</b>	$IIS = \text{peso\_FR} * FR + \text{peso\_NF} * NF + \text{peso\_EP} * EP$
<b>Descripcion de variables</b>	Funciones replicadas (FR) Nuevas funciones (NF) Eficacia pruebas (EP) Pesos: Valor asignado a cada variable de acuerdo con su importancia (suma total de 1)

Tabla 20. Sumario para el KPI #2 11.1 Piloto Productivo – Migración a EOP y Cifrado de Correo.  
\*Elaboración propia\*

El tercer KPI, el cual evalúa la preparación y disposición organizacional para adoptar la nueva tecnología, considerando aspectos técnicos, culturales y de gestión del cambio, se detalla en la siguiente tabla:

<b>KPI 3: Índice de Adopción de Innovación Tecnológica (IAIT)</b>		
<b>Proyecto</b>	Piloto Productivo - Migración a Exchange Online Protection (EOP) y Cifrado de Correo en Microsoft 365.	
<b>Objetivo estrategico relacionado</b>	Validar funcionalidades críticas en un entorno productivo y evaluar la preparación para una migración	
<b>Descripcion KPI</b>	Este KPI evalúa la preparación y disposición organizacional para adoptar la nueva tecnología, considerando aspectos técnicos, culturales y de gestión del cambio.	
<b>Informacion del KPI</b>	<b>Unidad de medida:</b>	Escala 0-10
	<b>Fuente de datos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas con personal técnico y directivo</li> <li>• Evaluaciones de competencias técnicas</li> <li>• Retroalimentación de sesiones de transferencia de conocimiento</li> <li>• Encuestas de disposición al cambio</li> </ul>
	<b>Frecuencia de medición y reporte:</b>	Evaluación inicial y final del piloto; reporte en informe final del proyecto
	<b>Alcance del KPI:</b>	Todos los aspectos organizacionales relacionados con la adopción de la nueva tecnología.
	<b>Responsables del KPI:</b>	Project Manager
	<b>Valor meta:</b>	8
	<b>Valores limites (Umbrales):</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verde: ≥8 puntos (alta preparación para adopción)</li> <li>• Ámbar: 6-7.9 puntos (preparación moderada)</li> <li>• Rojo: &lt;6 puntos (preparación insuficiente)</li> </ul>
<b>Formula matematica del KPI</b>	$IAIT = (P_{tec} \times C_{dir} \times C_{per} \times G_{cam})^{(1/4)}$ (Media Geométrica)	
<b>Descripcion de variables</b>	Preparación técnica (P_tec) Compromiso directivo (C_dir) Capacitación del personal (C_per) Gestión del cambio (G_cam)	

Tabla 21. Sumario para el KPI #3 11.1 Piloto Productivo - Migración a EOP y Cifrado de Correo.  
\*Elaboración propia\*

Por último, el cuarto KPI diseñado para este proyecto evalúa la capacidad organizacional para adoptar la nueva tecnología, integrando aspectos técnicos y culturales, se describe como:

<b>KPI 4: Índice de Preparación para la Innovación (IPI)</b>	
<b>Proyecto</b>	Piloto Productivo - Migración a Exchange Online Protection (EOP) y Cifrado de Correo en Microsoft 365.
<b>Objetivo estrategico relacionado</b>	Habilitar y configurar las funcionalidades de EOP y Cifrado en un tenant de Microsoft 365 para validación
<b>Descripcion KPI</b>	Evalúa la capacidad organizacional para adoptar la nueva tecnología, integrando aspectos técnicos y culturales.
<b>Informacion del KPI</b>	<b>Unidad de medida:</b> Escala 0-10
	<b>Fuente de datos:</b> Encuestas NPS, assessment de infraestructura
	<b>Frecuencia de medición y reporte:</b> Unica vez en la etapa de cierre del proyecto
	<b>Alcance del KPI:</b> Alcance organizacional integral que evalúa la capacidad de la empresa para adoptar nuevas tecnologías
	<b>Responsables del KPI:</b> Project Manager
	<b>Valor meta:</b> 7.5
	<b>Valores limites (Umbrales):</b> Verde ( $\geq 7.5$ ): Preparación óptima. Ámbar (6-7.4): Brechas manejables. Rojo ( $< 6$ ): Riesgo alto de fracaso.
<b>Formula matematica del KPI</b>	$IPI = \text{peso}_I * I + \text{peso}_C * C + \text{peso}_{Cu} * Cu$
<b>Descripcion de variables</b>	Innovación (I) Calidad (C) Cultura (Cu) Pesos: Valor asignado a cada variable de acuerdo con su importancia (suma total de 1)

Tabla 22. Sumario para el KPI #4 11.1 Piloto Productivo - Migración a EOP y Cifrado de Correo.  
\*Elaboración propia\*

### 13.3.2 Proyecto: Relocalización de bases de datos para la empresa cliente en Estados Unidos

#### Datos de la empresa:

- Nombre: Anónima
- Tipo de empresa: privada
- Ubicación: Bogotá D.C., Colombia
- Industria: Servicios TI y Software
- Años en el mercado: 40 años

#### Contexto del proyecto:

- Empresa cliente: Anónima

- Tipo de empresa: Privada
- Ubicación: Seattle, Washington, Estados Unidos
- Industria: servicios financieros digitales para ONG's
- Situación actual: proceso de modernización tecnológica

#### **Historia de usuario:**

Como es un proyecto ágil bajo metodología “*Scrum*”, la historia de usuario es la siguiente:

*“Como administrador de infraestructura de la empresa cliente, **quiero** migrar las bases de datos de clientes desde los servidores físicos a la nube de Azure, **para que** podamos asegurar mayor escalabilidad, disponibilidad y reducir la carga operativa de mantenimiento físico.”*

#### **Criterios de aceptación:**

1. Las bases de datos deben estar operativas en Azure sin pérdida de datos.
2. Se debe validar que los accesos de los clientes se mantengan funcionales post-migración.
3. El equipo de soporte debe recibir capacitación básica sobre la nueva infraestructura en Azure.

#### **Alcance y enfoque:**

Las responsabilidades incluirán, pero no se limitarán a:

- **Ejecución de reubicación: Analista de Negocio Técnico**
  - Prepararse para reubicar a los clientes programados
  - ✓ Verificar en ADO la fecha/hora y las bases de datos que serán reubicadas.

- ✓ Verificar si tienen BBNC, LO e integración.
  - ✓ Verificar la invitación del calendario.
  - Abrir la Historia de Usuario que coincida con el intento de reubicación (RE/FE o ambos).
  - Cambiar el estado del campo a “activo”.
  - Ingresar la información del cliente en el campo de descripción.
  - Crear una historia de usuario para **todos los productos** del cliente, por ejemplo:
    - En el campo de título colocar el ID del sitio del cliente, número de intento y fecha/hora
      - Ejemplo: 16452 Attempt01 2021-02-11 (9:00 am Eastern)
  - Crear y actualizar tickets de BBNC y LO.
  - Ejecutar y monitorear las reubicaciones utilizando la herramienta que hemos desarrollado.
  - Diagnosticar y resolver problemas de migración mediante canales como:
    - #public-cloud-operations y guía de resolución de problemas
  - Determinar si se procede o no con los intentos y coordinar la cancelación/reintento de migraciones.
  - Registrar y monitorear errores.
  - Confirmar el éxito de la reubicación.
- **Reubicación exitosa: ¡Actualizar ADO!**
    - Completar el campo “Component” con la duración de la reubicación (usar decimales y en incrementos de 0.25)

- En la Historia de Usuario, cambiar el estado del campo a “Closed” (Cerrado)
- Actualizar al cliente con el estado “Relocated Confirmation Pending” (Confirmación de reubicación pendiente)
- Crear una historia en COLO
- Si el cliente tiene copias de seguridad nocturnas configuradas, llenar una plantilla de la empresa para notificar al equipo de desarrollo que necesitan configurar respaldos en Azure
  
- **Reubicación NO exitosa:**
  - El ingeniero de la nube debe registrar todo lo que vea para presentar un error (bug)
  - Reversión (rollback) (incluso si una parte fue exitosa, se debe revertir todo)
  - Completar el campo “Component” con la duración de la reubicación (usar incrementos de 0.5)
  - Cambiar el estado del campo a “Closed”
  - Abrir el elemento de trabajo de reubicación y cambiarlo a “Failed” (Fallido)
  - Seleccionar “Save & Close” (Guardar y cerrar)
  - Registrar un bug bajo:  
**Products\IECO\Application Management\NXT**  
**Platform\Public\NXT\IaaS\NXT** para cada producto que falló
  - Enlazar el bug a la instrucción de trabajo de reubicación

**Cronograma:**

Al ser un conjunto de proyectos de tipo ágil, cada proyecto de reubicación de base de datos tiene una duración promedio de 4 semanas en la ilustración 21 se evidencia si ordenamiento temporal.

**Mapa de Procesos:**

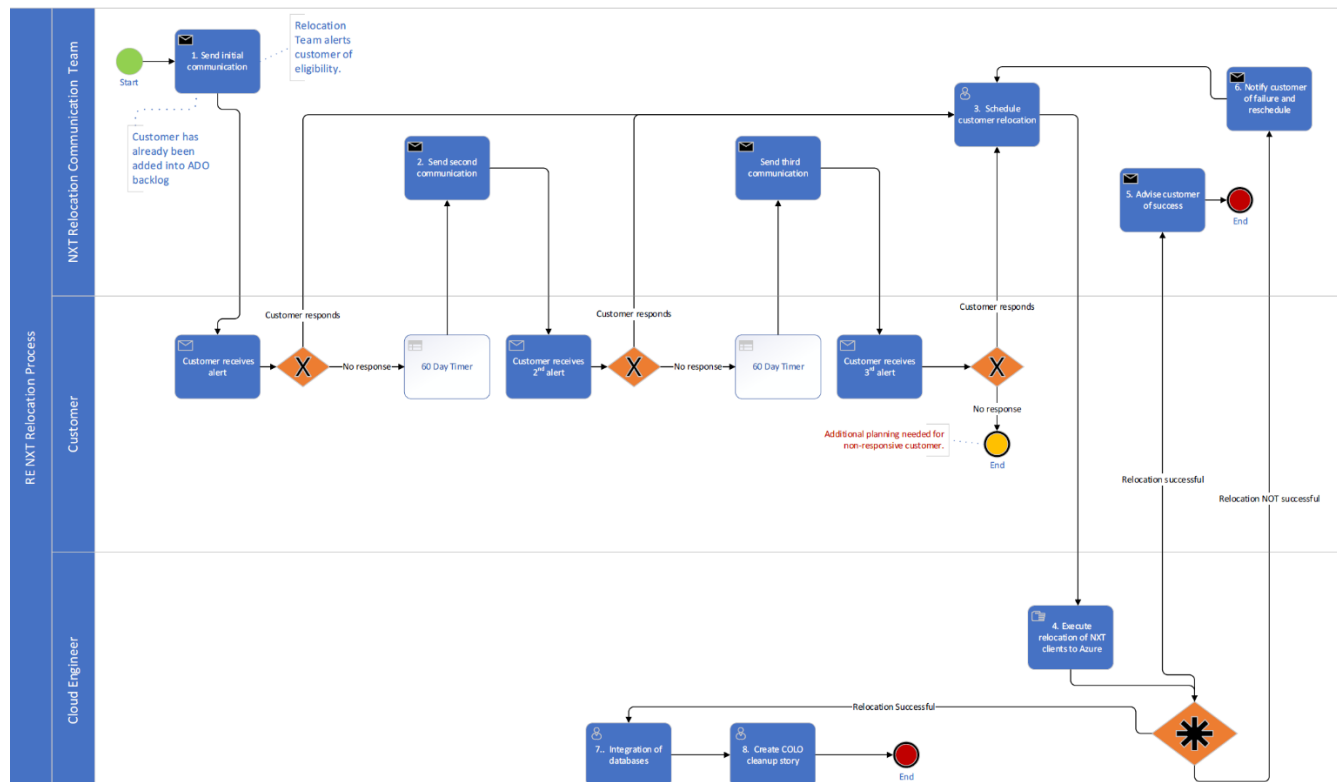


Ilustración 22. Mapa de Procesos para la Realización de una Reubicación de una Base de Datos desde un Rack Físico a la Nube.  
\*Información de empresa anónima

**Recursos:**

- **Recursos Humanos**

Estos son los perfiles profesionales involucrados en el proyecto:

- ✓ Professional Business Analyst (Consultor Senior)
- ✓ Professional Business Analyst (Consultor Competente)

- **Recursos Tecnológicos (Software/Plataformas/Sistemas de Información)**

Sistemas, herramientas o plataformas que se utilizan como soporte funcional del proyecto:

- ✓ **Sistema SDM:** sistema que se utiliza para realizar las relocalizaciones y consultar información
- ✓ **Sistema Microsoft Azure ADO:** sistema donde se gestionan los *work items* por cliente
- ✓ **Plataforma Salesforce:** sistema para consultar información de *plug-ins* de los clientes
- ✓ **Tableau:** herramienta para consultar cantidad de bases de datos por cliente
- ✓ **Sistemas de información del cliente:** para consultar información técnica y ambientes

- **Recursos de Infraestructura / Hardware**

Estos son los elementos físicos o de conectividad necesarios para la ejecución del proyecto:

- ✓ Internet de alta velocidad
- ✓ Computador portátil para cada *Business Analyst*
- ✓ Llave de acceso a bases de datos del cliente (llave USB)

**Metodología de desarrollo de KPI's nuevos para el proyecto: "Relocalización de bases de datos para la empresa cliente en Estados Unidos"**

**Fase 1: Comprender el contexto estratégico**

- Identificar los objetivos estratégicos del proyecto: Comprender y detallar los objetivos generales que el proyecto busca alcanzar. Estos objetivos deben ser el punto de partida para la selección de KPI's.
- Factores críticos de éxito (FCE):
  - ✓ Acceso funcional: La base de datos migrada debe ser accesible desde las aplicaciones existentes sin cambios significativos.
  - ✓ Seguridad: Los datos deben estar cifrados en tránsito y en reposo según las políticas de *compliance* (cumplimiento).
  - ✓ Disponibilidad: La solución en Azure debe asegurar un SLA igual o superior al actual.
  - ✓ Escalabilidad probada: Se debe demostrar que la infraestructura en la nube puede manejar picos de carga equivalentes al 150% del uso actual.
  - ✓ Backup y recuperación: Debe existir un mecanismo automatizado de respaldo y recuperación ante fallos.
- Misión del proyecto:

Como es un proyecto ágil bajo metodología "*Scrum*", la historia de usuario es la siguiente:

*“Como administrador de infraestructura de la empresa cliente,  
quiero migrar las bases de datos de clientes desde los servidores físicos  
a la nube de Azure, para que podamos asegurar mayor escalabilidad,  
disponibilidad y reducir la carga operativa de mantenimiento físico.*

**Fase 2: Traducción de la misión y los FCE en objetivos operativos  
específicos**

- **Objetivos operativos:**

1. Planificación estructurada del proceso de migración

Desarrollar y aprobar un plan de migración que incluya fases, responsables, tiempos estimados, ventanas de mantenimiento y criterios de éxito, al menos 2 semanas antes del inicio de la ejecución.

2. Comunicación efectiva con stakeholders

Informar a todos los equipos y clientes internos afectados sobre el cronograma de migración con al menos 5 días hábiles de anticipación, asegurando canales activos de soporte durante y después del proceso.

3. Ejecución controlada y dentro del tiempo estimado

Ejecutar el proceso de reubicación de las bases de datos dentro de la ventana de tiempo estimada ( $\pm 10\%$ ) sin interrupciones no planificadas en los servicios relacionados.

4. Validación funcional posterior a la migración

Completar las validaciones funcionales y operativas del sistema en un máximo de 12 horas posteriores a la migración, con participación de al menos un responsable de cada área impactada.

5. Documentación del proceso y lecciones aprendidas

Documentar el proceso de migración, incluyendo incidencias, soluciones aplicadas y oportunidades de mejora, dentro de los 3 días hábiles posteriores a la ejecución, y compartirlo con el equipo de infraestructura para proyectos futuros.

• Objetivos operativos relevantes seleccionados:

Conversando con el personal de la empresa que lleva a cabo este proyecto, el objetivo operacional crucial para la misión y su FCE es el siguiente:

1. Comunicación efectiva con stakeholders

**“Informar a todos los equipos y clientes internos afectados sobre el cronograma de migración con al menos 5 días hábiles de anticipación, asegurando canales activos de soporte durante y después del proceso”.**

**Fase 3: Identificación y definición de medidas (KPI's potenciales):**

• Objetivos candidatos a medidas y criterios de selección

Con base al objetivo operativo relevante seleccionado durante la fase 2, se determinaron las siguientes métricas para que interactúen entre si mediante el diseño y la creación de dos indicadores de rendimiento nuevos. Estos parámetros van a permitir conocer y priorizar si el proyecto en curso está cumpliendo con lo propuesto.

1. Comunicación efectiva con stakeholders

✓ Métricas:

- Stakeholders informados
- Stakeholders totales

**Fase 4: Definición de KPI's:**

- ✓ Nombre: Taza de Stakeholders Informados vs. Confirmados

<b>KPI 1: Taza de Stakeholders Informados vs. Confirmados</b>	
<b>Proyecto</b>	Relocalización de Bases de Datos para la Empresa Cliente en Estados Unidos
<b>Objetivo estrategico relacionado</b>	“Informar a todos los equipos y clientes internos afectados sobre el cronograma de migración con al menos 5 días hábiles de anticipación, asegurando canales activos de soporte durante y después del proceso”
<b>Descripcion KPI</b>	Este indicador refleja la cantidad de stakeholders que fueron informados oportunamente una vez que el proceso de reubicación de sus bases de datos se completó con éxito
<b>Informacion del KPI</b>	<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje
	<b>Fuente de datos:</b> Reubicación de Base de Datos
	<b>Frecuencia de medición y reporte:</b> Diaria
	<b>Alcance del KPI:</b> Reportar a los clientes totales de la empresa cliente que su proceso de reubicación de base de datos ha finalizado de manera exitosa.
	<b>Responsables del KPI:</b> Business Analyst (Consultor Senior)
	<b>Valor meta:</b> 100%
	<b>Valores limites (Umbrales):</b> Cumplimiento alto: 80%-100% Cumplimiento medio: 41%-79% Cumplimiento bajo: 0%-40%
<b>Formula matematica del KPI</b>	$TSI = (NSI/NST) \times 100$
<b>Descripcion de variables</b>	<p>TSI = Taza de Stakeholders Informados y Confirmados</p> <p>NSI = Número de Stakeholders Informados</p> <p>NST = Número de Stakeholders Totales</p> <p>100 = Multiplicador para la obtención del porcentaje</p>

Tabla 23. Información técnica del KPI denominado “Taza de Stakeholders Informados vs. Stakeholders Confirmados”.  
\*Elaboración propia\*

**13.3.3 Proyecto de Reporting Multidata**

**Propósito del proyecto**

De acuerdo con múltiples peticiones de los gerentes y el área comercial de la sección encargada del cuidado y procesos de gestión enfocados a los clientes y sus proyectos, se vio la necesidad de controlar las diferentes fuentes de captura de información de históricos y rendimientos que se percibían en las ejecuciones de los proyectos y sus variantes; tal es el caso como satisfacciones, requerimientos, cumplimientos continuos, KPI's, proyecciones económicas y gestiones internas de los recursos que se ven involucrados en las operaciones como: disponibilidades, tiempos y cronogramas, etc.

El objetivo de los múltiples casos apuntó a la necesidad de poder construir junto con las bases y repositorios existentes, un conjunto de paneles dinámicos interconectados y flexibles, que apoyaran la toma de decisiones bajo tiempos reducidos y alineándose mejor a los históricos datados desde los inicios de múltiples operaciones en la compañía.

### **Objetivos clave**

- Ofrecer un compendio de reportes dinámicos que contengan las medidas y controles medibles más relevantes para los PMs de la empresa.
- Facilitar el acceso digital y el entendimiento a la información para todo trabajador relacionado que necesite revisar la progresión y los históricos de los proyectos de la compañía.
- Proponer un espacio dinámico y flexible para el desarrollo y evaluación de proyectos y desarrollo interno.
- Registrar y/o proponer medidas existentes o nuevas que sean útiles para la evaluación de proyectos.

### **Alcance**

El proyecto genera un Workspace virtual y digital que contiene un compilado gráfico y cuantitativo que resume comportamientos de vida de los proyectos existentes; a petición directa de los PMs las medidas se consolidan bajo parámetros establecidos o rubricas probadas.

Cada reporte o grupo de reportes se actualiza, mantiene o se cancela de acuerdo con la necesidad que se tenga en el negocio. Con ello, el desarrollo se acuerda a libertad del equipó interno del área responsable de "Reporting". Para el caso de estos KPI's se desarrolló un marco AGILE debido a las inserciones tan cercanas con el cliente.

### **Fase 1: Comprender el Contexto Estratégico**

#### Identificar los factores críticos de éxito (FCE):

Fase de estructuración técnica interna del desarrollo que se va a realizar: aquellas planeaciones técnicas que aseguran un robusto funcionamiento antes de realizar algún prototipo

consolidación de presentación de petición: todo equipo o individuo que requiera el desarrollo de un *dashboard* debe pasar por un proceso de filtro y consolidación estándar que facilita la estructuración de la idea

Los alcances de las comunicaciones se deben mantener en estricto control y reserva: equipos y relacionados directos al proyecto deben ser los únicos entes de comunicación directa acerca de los desarrollos incrementales o iterativos del proyecto, el cambio de alcance dado por requisitos de externas esquinas afecta el desarrollo del backlog.

### **Fase 2: Entender la Misión y los FCE en Objetivos Operativos Específicos**

#### Objetivos Operativos

- Estandarizar la muestra de información de la PMO bajo marcos paramétricos generales y estandarizados para todos en la compañía
- Capacitar al personal bajo un marco de procesos de proyectos internos que fomenten la estandarización y las mejores prácticas internas
- Eliminar el desgaste o sobre estimulación en los equipos desarrolladores, para enfocar los entregables a espacios más eficientes y menos ambiguos... Ayudando al personal a ser más eficiente para el desarrollo de actividades adicionales

**Fase 3 y Fase 4: Identificar y Definir las Medidas (KPI's Potenciales)**

<b>índice de tiempo por desarrollo de tarea</b>		
<b>Proyecto</b>	360 customer Dashboards	
<b>Objetivo estratégico relacionado</b>	Facilitar la toma de decisiones para los gerentes de proyecto del área, para basar sus operaciones en respuestas más inmediatas mientras leen la salud del proyecto en tiempos más instantáneos.	
<b>Descripción KPI</b>	La métrica apoya la evaluación y contingencia de los procesos internos de desarrollos operativo que tienen las tareas internas del proyecto, alrededor de los sprint hasta culminar todas las tareas del entregable. Por medio diferentes tiempos comparados con las ideaciones originales, se compara el rendimiento temporal que tuvo la tarea y su acumulado con respecto a sus tareas anteriores; llevando un acumulado de calificaciones que aportan una evaluación sobre qué tan eficiente es el equipo con lo que planearon en el corto plazo.	
<b>Información del KPI</b>	<b>Unidad de medida:</b>	Escala de 0 a 1.
	<b>Fuente de datos:</b>	Cronograma, Bases de Datos; Hoja de Ruta e Históricos Operacionales y Diagrama Burn.
	<b>Frecuencia de medición y reporte:</b>	Por culminación de tarea.
	<b>Alcance del KPI:</b>	De carácter operativo, logra medir la mejora progresiva en técnicas de desarrollo tecnológico en las tareas internas.
	<b>Responsables del KPI:</b>	Scrum Master / Gerente del proyecto / Coordinador del equipo y miembros del equipo.
	<b>Valor meta:</b>	0 unidades de tiempo
	<b>Valores límites (Umbral):</b>	0.5 Unidades de tiempo
<b>Fórmula matemática del KPI</b>	$P_{At} = K_0 - \left( \frac{T_{desarrollo} - T_{implementacion}}{T_{destinado}} \right) / T_{Gen.Idea}$	
<b>Descripción de variables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pat – Ponderado actual de la tarea.</li> <li>• K0 – Constante de inicio o calificación ponderada de las actividades pasadas.</li> <li>• Tdesarrollo - Tiempo real datado para el desarrollo hasta la completitud de la tarea.</li> <li>• Timplementacion - Tiempo real datado para la implementación y ensamble del sub-entregable o resultado al proyecto hasta la completitud de la tarea.</li> <li>• Tdestinado – Tiempo teórico que suponía la culminación total junto con integración/ implementación de la tarea.</li> <li>• TGen.Idea – Tiempo implementado por gerencia, equipo y cliente (opcional) para consolidar la idea de desarrollo que basa la ejecución de la tarea.</li> </ul>	

Tabla 24. Sumario para el KPI #1 11.3 Reporting Multidata.  
\*Elaboración propia\*

Cómo funciona el KPI: debido a la naturaleza estructural de la medición, se propone un número que nace de la comparación entre tiempos, acordado y ejecutados en tiempo inmediato al culminar cada tarea. Con una magnitud que matemáticamente puede llegar a medir 1 (o mayor), pero idealmente no debería llegar a esta magnitud. Idealmente debería ser cercana a 0 indicando que se realizó la tarea en el menor tiempo posible y considerando todos los demás parámetros alrededor del entregable y su calidad o requerimientos. Debido a su naturaleza de cociente, se entiende en esta medida que los valores en el numerador pertenecen a las demora o tiempos incurrido al momento de realización de la tarea, y en el denominador se refieren todos los valores que se plantearon en desarrollo, de tal manera que se compara una dimensión de carácter operativa con una histórica o paramétrica.

#### **Fase 5: Establecer la Infraestructura de Medición y Reporte**

Debido a la libertad de ejecución que tiene el equipo desarrollador, la infraestructura se consolida a libertad de este y a la flexibilidad que ofrece la data (repositorios y bases de datos disponibles), con respecto a los requerimientos del equipo cliente. No existe una estructura estándar, pero sí un modelo estándar del proseguir interno para formar y estructurar la data internamente:

- Generación un prototipo inicial interno que discreto se por secciones que variables, data o información se necesita:
  - Discretización, organización y priorización las actividades y tipos de datos que se necesitan para organizar la data interna
  - Estructuración la data macro, filtros u operaciones macro que representan un esfuerzo constante y significativo a lo largo del proyecto

- Construcción de las subsecciones que forman el reporte general e interconexión con las secciones macro

En términos de infraestructura del reporte y su forma de presentación, no se estima o aproxima una forma concreta, ya que la dinámica del entregable cambia con las realimentaciones del cliente.

Otros KPI's Importantes se asocian al KPI principal, estos tienen como objetivo proponer índices de control de operaciones, pero a manera macro, evaluar las percepciones del cliente de una manera mucho más objetiva basándose en una calificación más paramétrica para saber si las operaciones son eficientes con los requerimientos del cliente a manera objetiva, tanto por esprint como por proyectos mismos:

<b>índice de percepción ponderada por Sprint</b>		
<b>Proyecto</b>	360 customer Dashboards	
<b>Objetivo estratégico relacionado</b>	Facilitar la toma de decisiones para los gerentes de proyecto del área, para basar sus operaciones en respuestas más inmediatas mientras leen la salud del proyecto en tiempos más instantáneos.	
<b>Descripción KPI</b>	La métrica busca un conceso entre los resultados que se tuvieron en las actividades que se realizaron con respecto a una calificación pactada entre los directivos y los clientes asociados al entregable, otorgando cuantitativamente un valor de satisfacción que se basa en unos parámetros que se pueden asociar a las operaciones internas de las actividades.	
<b>Información del KPI</b>	<b>Unidad de medida:</b>	Escala de 0 a 1.
	<b>Fuente de datos:</b>	Bases de Datos, Histórico de actividades
	<b>Frecuencia de medición y reporte:</b>	Por culminación de Sprint.
	<b>Alcance del KPI:</b>	De carácter operativo, logra medir los asertividades operativa con respecto a las percepciones del cliente.

	<b>Responsables del KPI:</b>	Scrum Master / Gerente del proyecto / Coordinador del equipo y miembros del equipo.
	<b>Valor meta:</b>	1 – relación de comparación
	<b>Valores limites (Umbrales):</b>	0.3 relación de comparación Fallida 0.6 relación de comparación Aceptada 0.85 relación de comparación Esperada
<b>Fórmula matemática del KPI</b>		$P_{As}=P_{Atf}/C_{Bl}$
<b>Descripción de variables</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas – Ponderado actual del sprint.</li> <li>• Patf – Ponderado de la última actividad del pasado sprint</li> <li>• Cbl – Calificación comparativa entre lo realizado del backlog y las expectativas del cliente</li> </ul>

Tabla 25. Sumario para el KPI #2 11.3 Reporting Multidata  
\*Elaboración propia\*

<b>índice de percepción ponderada del Proyecto</b>		
<b>Proyecto</b>	360 customer Dashboards	
<b>Objetivo estratégico relacionado</b>	Facilitar la toma de decisiones para los gerentes de proyecto del área, para basar sus operaciones en respuestas más inmediatas mientras leen la salud del proyecto en tiempos más instantáneos.	
<b>Descripción KPI</b>	La métrica se diseña con el fin de obtener la comparación cuantitativa del desarrollo medido y compilado de las operaciones internas del equipo, y de la percepción cuantitativa del líderes y clientes del proyecto con respecto al entregable final.	
<b>Información del KPI</b>	<b>Unidad de medida:</b>	Escala de 0 a 1.
	<b>Fuente de datos:</b>	Bases de Datos, Histórico de Sprint
	<b>Frecuencia de medición y reporte:</b>	Por culminación de proyectos.
	<b>Alcance del KPI:</b>	De carácter operativo, logra medir el asertividad general con respecto a las percepciones del cliente.
	<b>Responsables del KPI:</b>	Scrum Master / Gerente del proyecto / Coordinador del equipo y miembros del equipo.
	<b>Valor meta:</b>	1 - relación de comparación

	<p><b>Valores limites (Umbrales):</b></p> <p>0.4 relación de comparación                  Fallida                  0.7 relación de comparación                  Aceptada                  0.9 relación de comparación                  Esperada</p>
<b>Fórmula matemática del KPI</b>	$P\_Af = P\_Af / C\_BI$
<b>Descripción de variables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paf – Ponderado del proyecto.</li> <li>• Paf – Ponderado del último sprint</li> <li>• Cbl – Calificación comparativa entre lo realizado del backlog total y las expectativas del cliente</li> </ul>

Tabla 26. Sumario para el KPI #3 11.3 Reporting Multidata.  
 \*Elaboración propia\*

### **13.4 Propuesta de Solución a la Problemática: Simulaciones y Análisis KPI's**

Este capítulo se centra en el estudio de los KPI's definidos en la sección anterior. Mediante la aplicación de simulaciones de Monte Carlo y análisis estadísticos, se busca caracterizar el comportamiento de estas métricas en diversos escenarios. La implementación computacional de este análisis se llevó a cabo con un código programado en Python, el cual puede consultarse en el Anexo A. Todas las simulaciones utilizaron como base 10.000 iteraciones, con la semilla aleatoria #42; las medias y las desviaciones estándar utilizadas como inputs fueron estimadas por individuos involucrados directamente en cada uno de los proyectos. Se asumió distribución normal en todos los casos.

#### **13.4.1 Simulaciones de Monte Carlo proyecto: Piloto Productivo - Migración a EOP y Cifrado de Correo**

##### **13.4.1.1 KPI 1: Índice de Equivalencia Funcional (IEF)**

Para este primer KPI, se realizó la simulación asumiendo una media de 88 para la variable "las funcionalidades críticas replicadas exitosamente" con una desviación estándar de 5. Las variables críticas identificadas se tomó como una constante igual a 100. Los resultados obtenidos se pueden apreciar en la imagen 22:

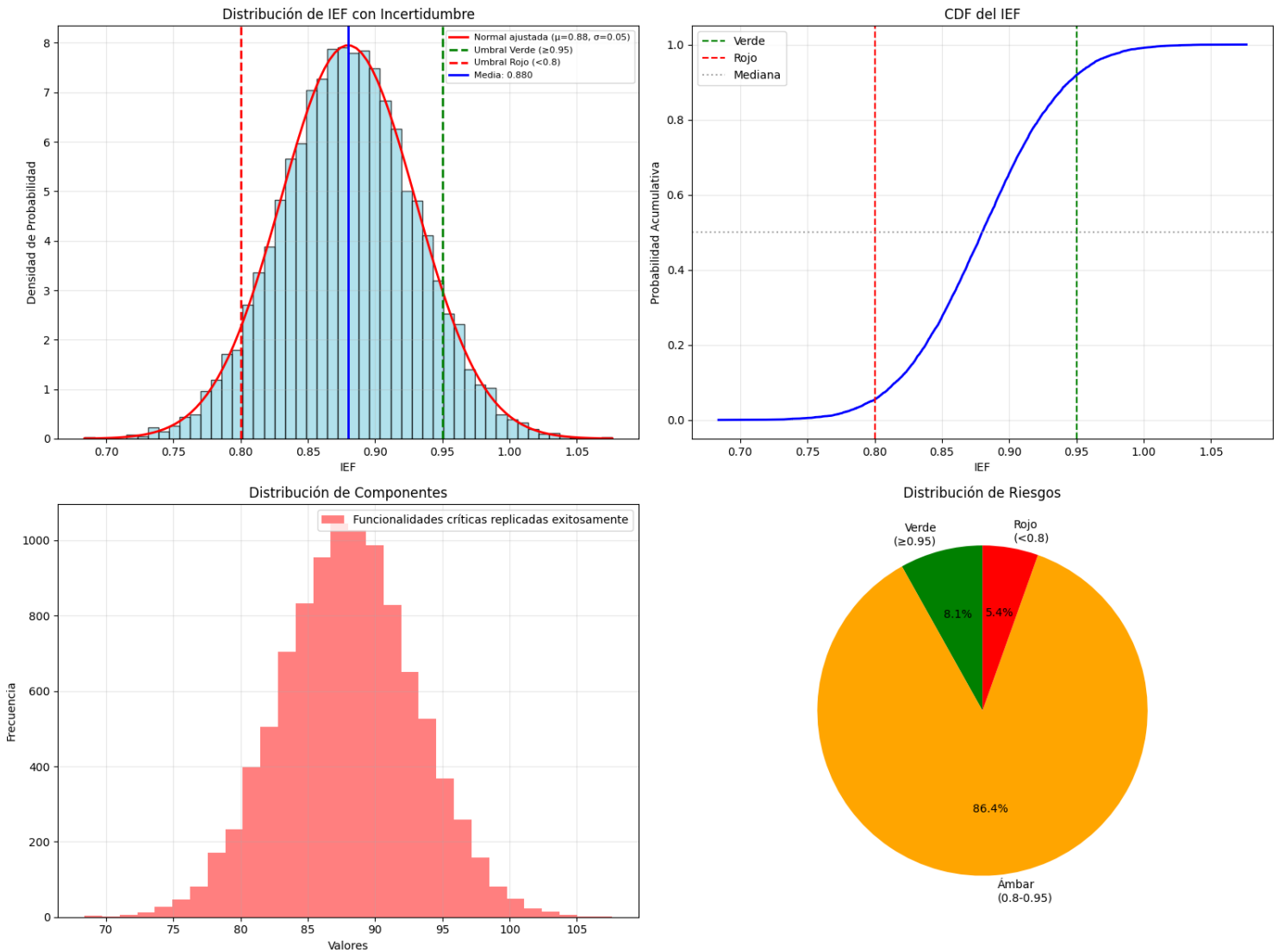


Ilustración 23. Análisis cuantitativo y grafico de parámetros simulados para el KPI: Índice de Equivalencia Funcional (IEF). \*Simulación propia\*

Como se puede observar en la imagen 22, el análisis del KPI simulado revela una distribución de probabilidad normal, cuyos umbrales de desempeño se han establecido en un límite inferior del 80% (rojo) y un valor meta del 95% (verde). La probabilidad acumulada indica que un 8.1% de los resultados igualará o superará el valor meta; un 86.4% se situará en el rango intermedio (ámbar); y un 5.4% será igual o inferior al límite mínimo. Adicionalmente, el intervalo de confianza del 95% para la medición del KPI (IEF) se encuentra entre el 78% y el 98%, lo que corrobora que la mayoría de los valores

excederán el umbral mínimo. No obstante, la concentración de resultados por debajo del objetivo sugiere la necesidad de implementar acciones correctivas para incrementar la media de la distribución, con el fin de aumentar la frecuencia de resultados que alcancen el nivel de desempeño óptimo. En la siguiente tabla se encuentran los datos estadísticos descriptivos del KPI simulado:

<b>Estadística</b>	<b>Valor</b>
Media	0.8799
Mediana	0.8799
Desviación Estándar	0.0502
Varianza	0.0025
Mínimo	0.6839
Máximo	1.0763
Rango	0.3924
Coefficiente de Variación	5.70%

*Tabla 27. Medidas resumen del KPI simulado.  
 \*Simulación propia\**

La optimización de los resultados y el éxito en la implementación de funcionalidades críticas dependen de la gestión de factores de sensibilidad clave. En el contexto de este proyecto, estos factores son: la precisión en la identificación inicial de funcionalidades, su complejidad técnica y los criterios que definen una "replicación exitosa". Una definición rigurosa de estas variables desde la fase de inicio habilita al KPI IEF para detectar desviaciones a lo largo del ciclo de vida del proyecto, facilitando la aplicación de acciones correctivas oportunas y la mitigación de riesgos futuros.

En Conclusión, el KPI IEF es una medición pertinente para el proyecto analizado, dando información oportuna que permite al gerente del proyecto tomar decisiones en pro

del cumplimiento de los objetivos principales. Esta medición presenta un rango efectivo, que permite

#### ***13.4.1.2 KPI 2: Índice de Innovación en Seguridad (IIS)***

La segunda medida estudiada para este proyecto fue: índice de innovación en Seguridad (IIS); esta medida a diferencia de la anterior cuenta con un mayor número de variables relacionadas, cada una con una media y desviación estándar diferente:

- Funciones replicadas (FR) - FR\_mean = 90 - FR\_std\_dev = 5
- Nuevas funciones (NF) - NF\_mean = 50 - NF\_std\_dev = 10
- Eficacia pruebas (EP) - EP\_mean = 85 - EP\_std\_dev = 3

Los resultados de la simulación de Monte Carlo utilizando estos valores de medias y desviaciones estándar como inputs se pueden observar en la siguiente figura:

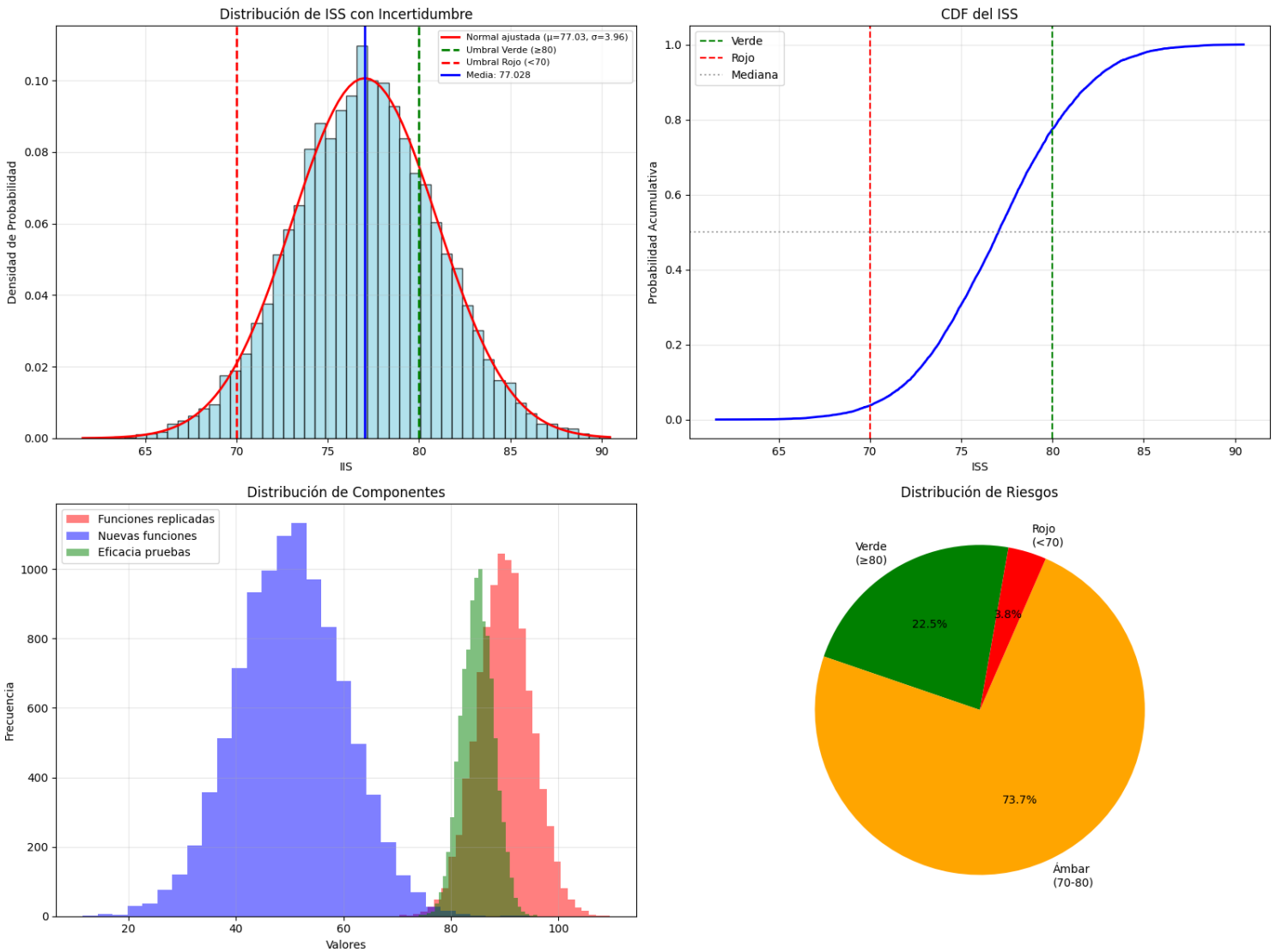


Ilustración 24. Análisis cuantitativo y grafico de parámetros simulados para el KPI: Índice de Innovación en Seguridad (IIS).  
\*Simulación propia\*

El análisis del KPI simulado revela una distribución normal con una media de 77 y una desviación estándar de 3.96. Los umbrales de desempeño se establecen en un puntaje de 70 (límite inferior, rojo) y 80 (valor meta, verde). El análisis de probabilidad acumulada indica que un 3.8% de los resultados se ubicarán en la zona de alerta (rojo), un 73.7% en la zona de precaución (ámbar) y un 22.5% en la zona objetivo (verde). Un análisis de los componentes del indicador identifica a la variable "Nuevas funciones" como el principal

factor limitante, debido a su alta dispersión y sus bajos puntajes. Esta variable incrementa la probabilidad de que el KPI IIS se sitúe en el rango ámbar. Por consiguiente, se recomienda focalizar las iniciativas de mejora en "Nuevas funciones" para elevar el rendimiento general del indicador. En la siguiente tabla se encuentran las estadísticas descriptivas del KPI ISS simulado:

<b>Estadística</b>	<b>Valor</b>
Media	77.0278
Mediana	77.0281
Desviación Estándar	3.9636
Varianza	15.7105
Mínimo	61.5565
Máximo	90.473
Rango	28.9165
Coefficiente de Variación	5.15%

*Tabla 28. Medidas resumen del KPI simulado.  
 \*Simulación propia\**

El Índice de Innovación en Seguridad (IIS) ha sido validado como una métrica efectiva para cuantificar la innovación tecnológica en el ámbito de la seguridad. Este indicador equilibra de forma ponderada las funciones replicadas, las nuevas y la eficiencia de sus pruebas. Las simulaciones demuestran que el IIS es lo suficientemente sensible para funcionar como un sistema de alerta temprana, ya que su rango de resultados abarca todos los umbrales de desempeño. No obstante, su fiabilidad está condicionada por una definición precisa de sus criterios de medición al inicio del proyecto. Su comprobada efectividad en el caso de estudio de seguridad de correo electrónico confirma su potencial para ser implementado en contextos similares.

**13.4.1.3 KPI 3: Índice de Adopción de Innovación Tecnológica (IAIT)**

El tercer KPI analizado para el proyecto Piloto Productivo - Migración a EOP y Cifrado de Correo es el índice de adopción de innovación tecnológica (IAIT) compuesto por la medición de las siguientes variables:

- Preparación técnica (P\_tec)
- Compromiso directivo (C\_dir)
- Capacitación del personal (C\_per)
- Gestión del cambio (G\_cam)

Los resultados de la simulación se pueden ver reflejados en la ilustración 24:

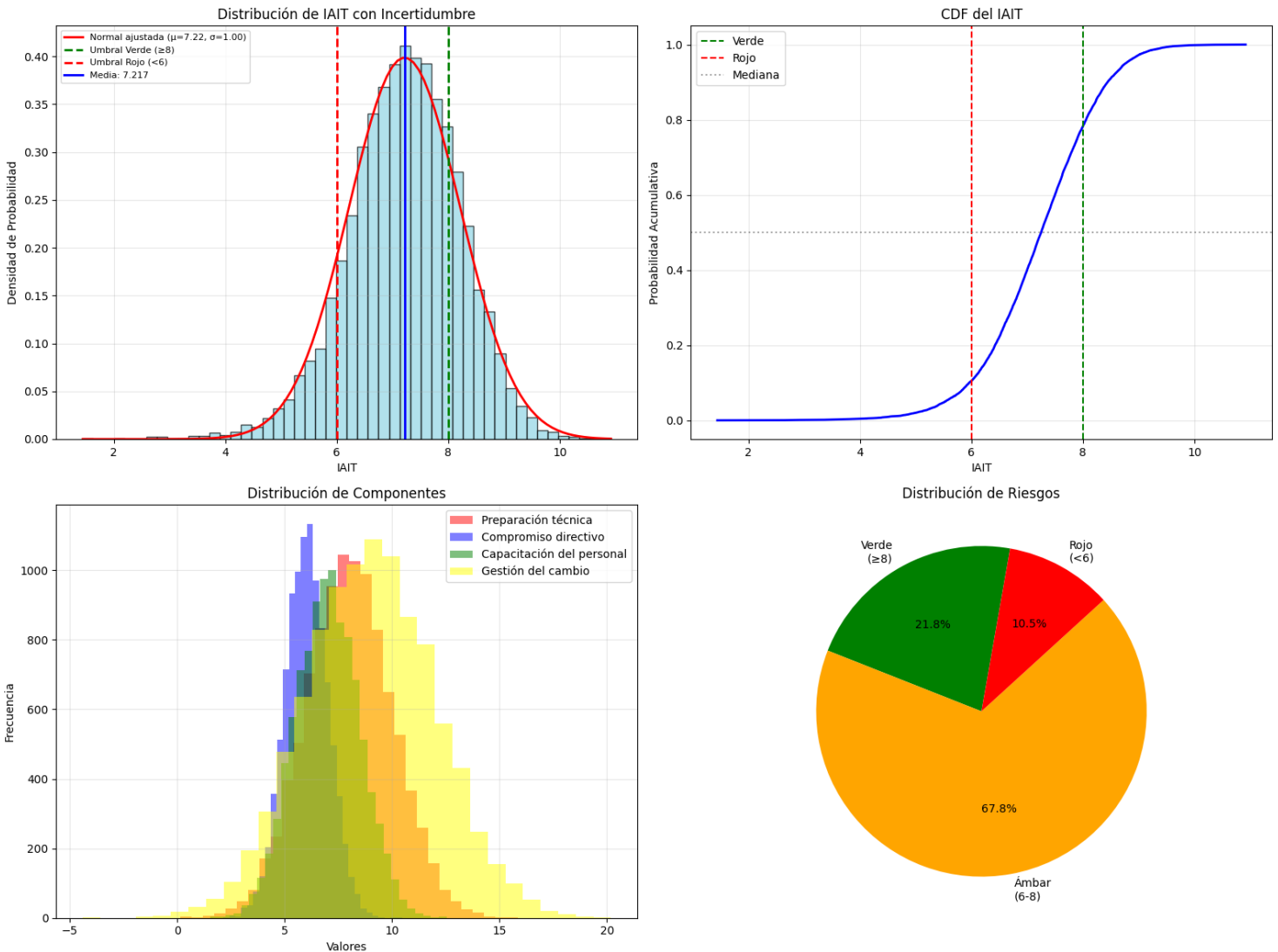


Ilustración 25. Análisis cuantitativo y gráfico de parámetros simulados para el KPI: Índice de Adopción de Innovación Tecnológica (IAIT).  
\*Simulación propia\*

De manera consistente con los indicadores analizados previamente, este KPI se ajusta a una distribución normal con una media de 7.2 y una desviación estándar de 1.0. Se han establecido umbrales de desempeño en 6.0 (límite inferior, rojo) y 8.0 (valor meta, verde). El análisis de riesgo muestra que la probabilidad de que el resultado se ubique en la zona objetivo es del 21.8%, en la zona de precaución (ámbar) del 67.8%, y en la zona de alerta (rojo) del 10.5%. El análisis de componentes revela que, si bien las variables

"Preparación técnica", "Compromiso directivo" y "Capacitación del personal" presentan una dispersión similar, la variable "gestión del cambio" exhibe una desviación estándar superior, lo que amplía la variabilidad general del indicador y explica su alta concentración en el rango intermedio. Los datos estadísticos detallados de esta simulación se presentan en la tabla a continuación:

<b>Estadística</b>	<b>Valor</b>
Media	7.2169
Mediana	7.2529
Desviación Estándar	1.0006
Varianza	1.0012
Mínimo	1.4409
Máximo	10.9204
Rango	9.4796
Coefficiente de Variación	13.86%

*Tabla 29. Medidas resumen del KPI simulado.  
 \*Simulación propia\**

El KPI IAIT ofrece una medida holística de la capacidad organizacional para asimilar la innovación tecnológica, al integrar de forma equilibrada las dimensiones técnicas, directiva, de capacitación y de gestión del cambio. Por otro lado, su estructura, basada en la media geométrica, le confiere una alta sensibilidad para detectar deficiencias en cualquiera de sus componentes, facilitando así la identificación de fortalezas y debilidades a nivel sistémico. Sin embargo, la eficacia y consistencia del indicador dependen de la objetividad en la recopilación de datos para mitigar el sesgo inherente a sus variables cualitativas. Las simulaciones han confirmado su efectividad en diversos escenarios, validándolo como una herramienta estratégica para la toma de decisiones que abarquen tanto los aspectos técnicos como los culturales de un proyecto.

**13.4.1.4 KPI 4: Índice de Preparación para la Innovación (IPI)**

El último indicador analizado en este proyecto es el Índice de Preparación para la Innovación (IPI), diseñado para evaluar la capacidad organizacional de adoptar nuevas tecnologías mediante la ponderación de tres dimensiones clave: innovación, calidad y cultura. La simulación de este KPI se ajusta a una distribución normal con una media de 7.0 y una desviación estándar de 0.71. Los umbrales de desempeño se han fijado en un valor crítico de 6.0 (rojo) y un valor objetivo de 7.0 (verde). Por otro lado, el análisis de riesgo proyecta que un 7.8% de las mediciones se ubicarán en la zona crítica, un 68.1% en la zona de precaución (ámbar), y un 24% alcanzará o superará la meta. Estos resultados se contemplan en la siguiente figura:

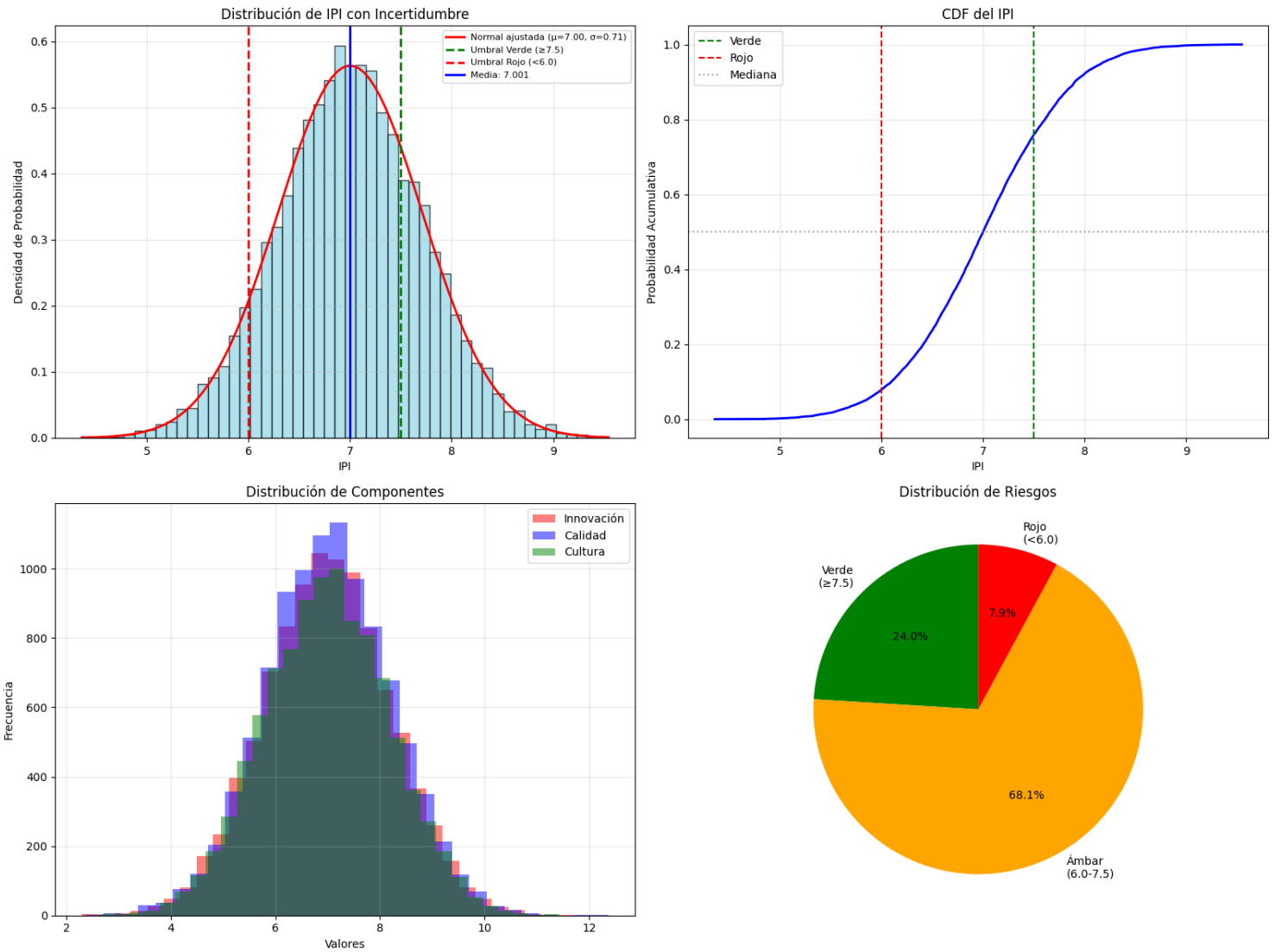


Ilustración 26. Análisis cuantitativo y grafico de parámetros simulados para el KPI: Índice de Preparación para la Innovación (IPI).  
\*Simulación propia\*

Ahora bien, el análisis por componentes muestra una similitud en las mediciones de las tres variables que componen el indicador IPI, superponiéndose en medias y desviaciones estándar similares. En el siguiente cuadro se encuentran el detalle estadístico de la simulación:

Estadística	Valor
Media	7.0012
Mediana	6.9994

Desviación Estándar	0.7084
Varianza	0.5018
Mínimo	4.3582
Máximo	9.5456
Rango	5.1874
Coefficiente de Variación	10.12%

*Tabla 30. Medidas resumen del KPI simulado.  
\*Simulación propia\**

Gracias a su enfoque multidimensional, su alineación estratégica y su sólida base metodológica, el Índice de Preparación para la Innovación (IPI) captura eficazmente la complejidad inherente a la adopción tecnológica en proyectos. Sin embargo, su éxito práctico está condicionado por tres factores clave: la objetividad en la recolección de datos, la claridad en la comunicación del equipo y su integración coherente con los demás KPI's del proyecto. La gestión rigurosa de estos elementos es fundamental para materializar el potencial del indicador como herramienta de diagnóstico y mejora.

### **13.4.2 Simulaciones de Monte Carlo proyecto: Piloto Productivo - Reubicación de bases de datos para la empresa cliente en Estados Unidos**

#### **13.4.2.1 Taza de Stakeholders Informados vs. Confirmados**

Este indicador del proyecto de “Relocalización de Bases de Datos” permite identificar la cantidad de clientes efectivos que fueron informados sobre la finalización exitosa del proceso de migración de sus bases de datos desde racks físicos hacia la nube, en comparación con el total de clientes programados para dicho proceso en un periodo determinado. Para ilustrar el desarrollo de este indicador clave de rendimiento, se realizó una simulación utilizando un código específico en “Python”, cuyos resultados se presentan en las siguientes gráficas de la ilustración 26.

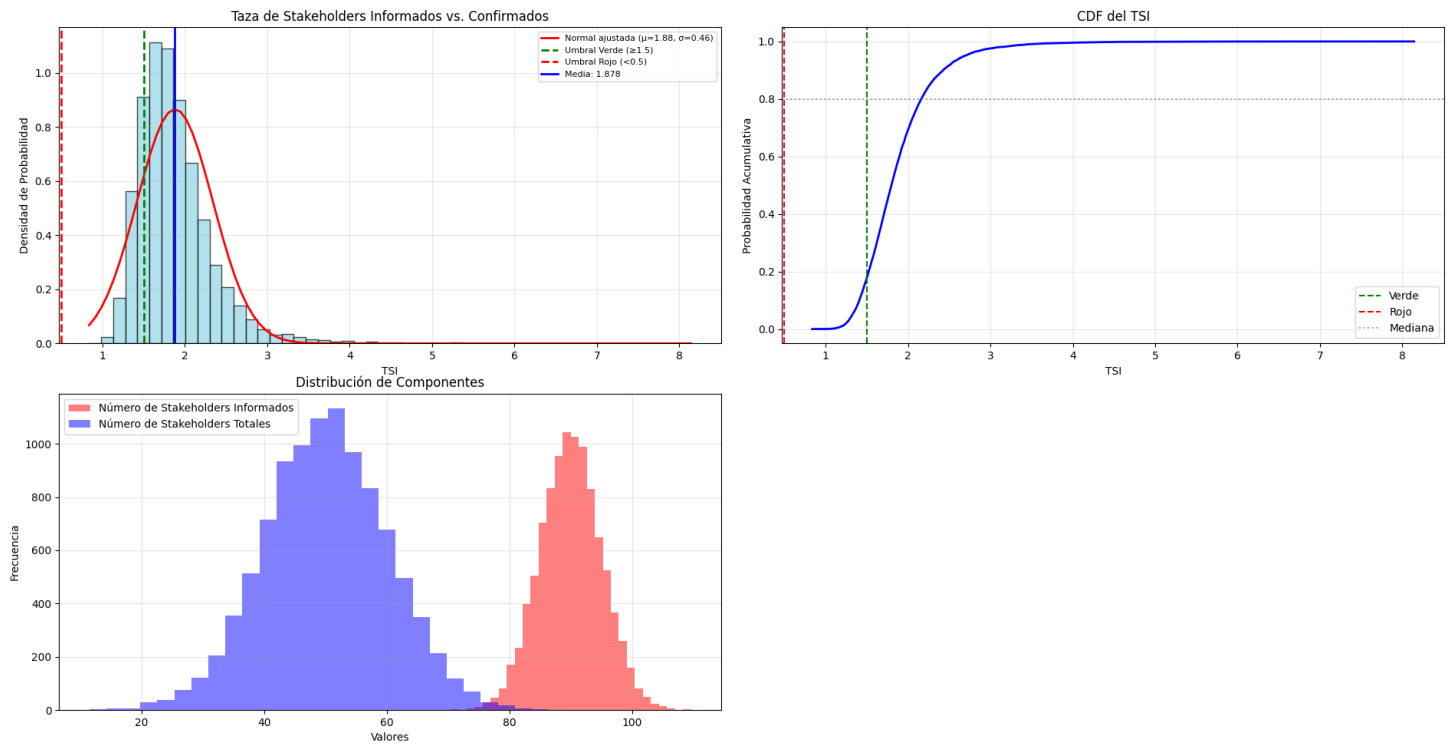


Ilustración 27. Análisis cuantitativo y gráfico de parámetros simulados para el KPI: Taza de Stakeholders Informados vs. Confirmados  
\*Simulación propia\*

La simulación de este KPI se ajusta a una distribución normal, con una media de 1,878 y una desviación estándar de 0,46. Se han establecido umbrales de desempeño donde el valor crítico se ha fijado en 0 (zona roja), lo que indicaría la ausencia total de reubicaciones de bases de datos durante un periodo determinado. Cabe señalar que este escenario no se ha presentado hasta la fecha; sin embargo, de ocurrir, podría representar un cuello de botella significativo que impactaría negativamente en el desempeño operativo de esta división de la compañía. Por otro lado, el valor objetivo ha sido establecido en 1,5 (zona verde), reflejando un desempeño óptimo esperado.

En cuanto al análisis de riesgos, este KPI no cuenta con una gráfica correspondiente debido a que el nivel de riesgo asociado al proyecto es considerablemente bajo. Esta situación se explica por la alta demanda constante de proyectos de reubicación de bases

de datos en esta unidad organizacional, con un promedio mensual de aproximadamente 100 reubicaciones.

### 13.4.3 Simulaciones de Monte Carlo proyecto: *Piloto Productivo Dashboard*

#### Multidata

#### 13.4.3.1 KPI por Tarea

Para la primera grafica tenemos:

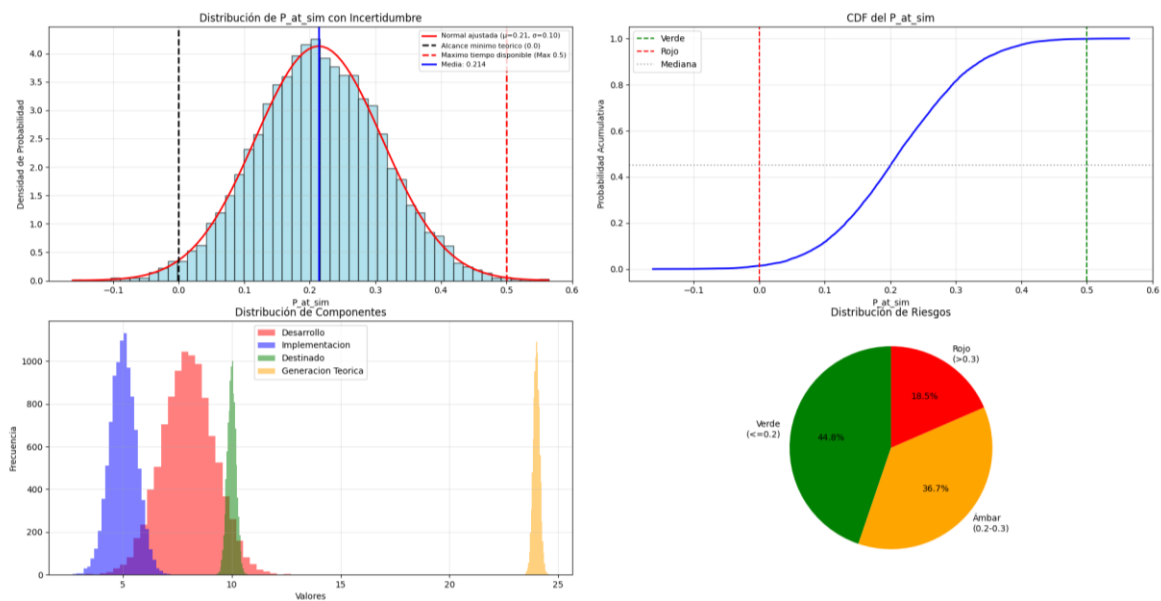


Ilustración 28. Análisis cuantitativo y grafico de parámetros simulados para el KPI: KPI por Tarea. \*Simulación propia\*

En los valores promedio, el KPI desarrollado por tareas no puede superar un valor de 0.5 unidades temporales de demora, y el promedio está en 0.2 unidades de promedio para la extensión de la tarea. En este proyecto la probabilidad de lograr que este tipo de actividades se cumplan es del 43% aproximadamente.

Esto quiere decir que le KPI si logra evidenciar que existe una falencia interna que hace que los equipos alrededor de la tarea deben resolver conforme avanzan los datos históricos del proyecto además de los nuevos proyectos para no permitir que no descienda del 40

por ciento de las probabilidades, esto a que por lógica implicaría que permitirse una rebaja de este valor superaría el 50% de demoras en cada tarea rendida en el proyecto. Lo cual indicaría que el equipo sería ineficiente, afectando el entregable de acuerdo con las prioridades.

Afortunadamente el equipo desde fase de “planeación” logra un respaldo temporal de entre tiempos destinado frente a los intervalos de distribución, como se observa en la distribución por componentes, sin embargo, también se puede evidenciar que la distancia de tiempos medios pactados para -Destinación de la actividad- es notoriamente estrecho; indicando que la idealidad de tiempos no es tan acorde a los parámetros prácticos de los históricos de la actividad. Adicionalmente la intersección entre el desarrollo y la implementación es relativamente corta, por lo que la mejor toma de decisión es tratar de igualar las varianzas convirtiendo estas dos variables en una sola, o reduciendo el tiempo de implementación para que sea demasiado corto y no constituya tiempos más largos.

Por último, en el apartado de riesgos, se intervienen los valores más reales, dejando el 0.5 de extremo riesgo al 0.3 que tiene más probabilidad de ocurrencia y por lo cual se encendieran los detonadores de riesgo para eventualmente no llegar al 0.5, el cual, dejaría a la actividad con un impacto negativo importante.

13.4.3.2 KPI por Sprint

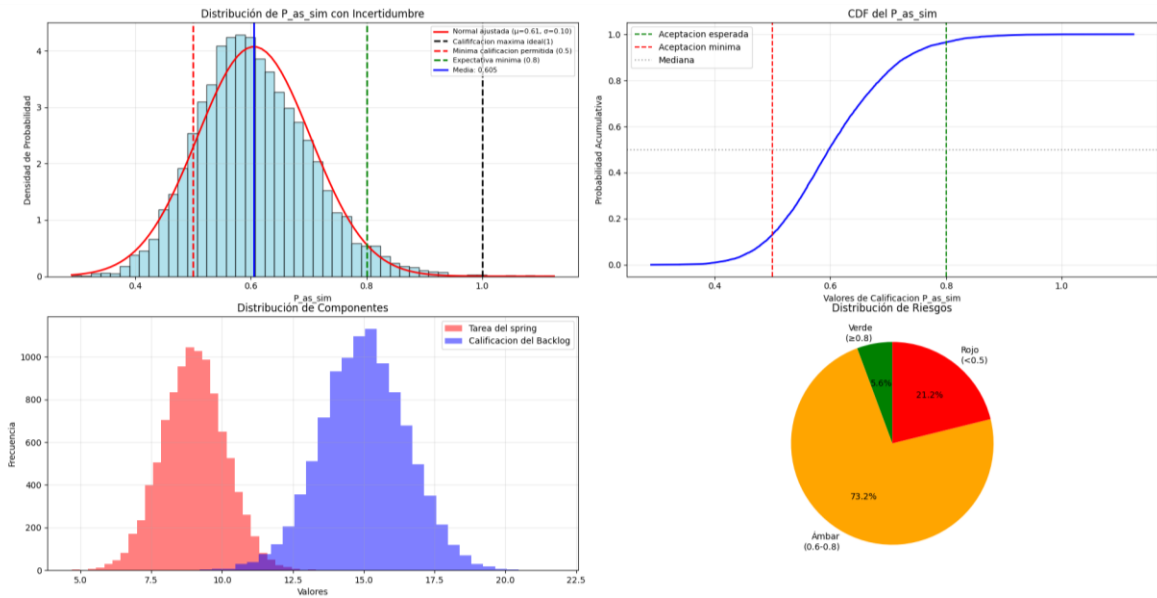


Ilustración 29. Análisis cuantitativo y gráfico de parámetros simulados para el KPI: KPI por Sprint. \*Simulación propia\*

Analizando las calificaciones del KPI referente a los Sprint que vienen del ponderado de las calificaciones de las tareas que se realizaron internamente, y son calificadas paramétricamente por el cliente para comparar la eficiencia operativa para alienar las necesidades y los gustos a la calificación directa del cliente; se encuentra que es una medida muy volátil a la calificación directa del entregable (Calificación del backlog). Por lo que, de entrada, las corporaciones y grupos de proyectos deben trabajar conjuntamente, para poder generar herramientas que permitan calificar el sprint de una manera objetiva y basados en perspectivas imparciales tanto interna, como externamente en los equipos que están involucrados alrededor del entregable.

Para los valores de esta simulación, se procedió a detectar que para cumplir con la calidad y en general mantener un grado de aceptación valido para la empresa y el proyecto, aunque la media de calificación está por encima del 50% en la distribución (media de 60.5%), no es suficiente ya que implicaría que al avance del proyecto solo se acepta un

poco más de la mitad del trabajo, lo cual implicaría que la aceptación de prioridades solo fue del 50% y un poco más. Esto directamente señala que la operación no es eficiente, por lo tanto, las prioridades no se van a cumplir a tiempo, generando afectaciones en la temporalidad y por ende en un esfuerzo adicional al equipo que acarrea un sobre costo.

Al analizar este requerimiento de calidad en la aceptación, la gráfica de probabilidad acumulada si permite determinar que la posibilidad de que se cumpla una calificación por encima del 60% es posible por encima del 0.5 de probabilidad, esta medida para el proyecto implica que considerando que la mayoría de las tareas pueden cumplirse en un tiempo aceptable, la calificación es realmente el causal de lograr o no los objetivos; haciendo posible que las operaciones puedan realizarse con antelación o inclusive con más alcance.

Sin embargo, la distribución entre sus componentes tiene una diferencia notoria que implica que la calificación del backlog sea extensa. Para las corporaciones y directamente para este proyecto, las acciones correctivas deben enfocar en que los clientes tomen la misma calificación sin varianzas tan extensas, debido a que esta tarea dentro del proyecto no debería representar esfuerzos longevos o altas variabilidades.

En tema de riesgos, por evidente razón a factores externos, la medida es altamente riesgosa en el espacio donde se pueda cumplir la mayoría de las tareas y prioridades pactadas dentro del backlog, sin embargo, no a un ritmo esperado... Pues la medida es altamente sensible a percepciones que no son controlables por el equipo.

13.4.3.3 KPI por Proyecto

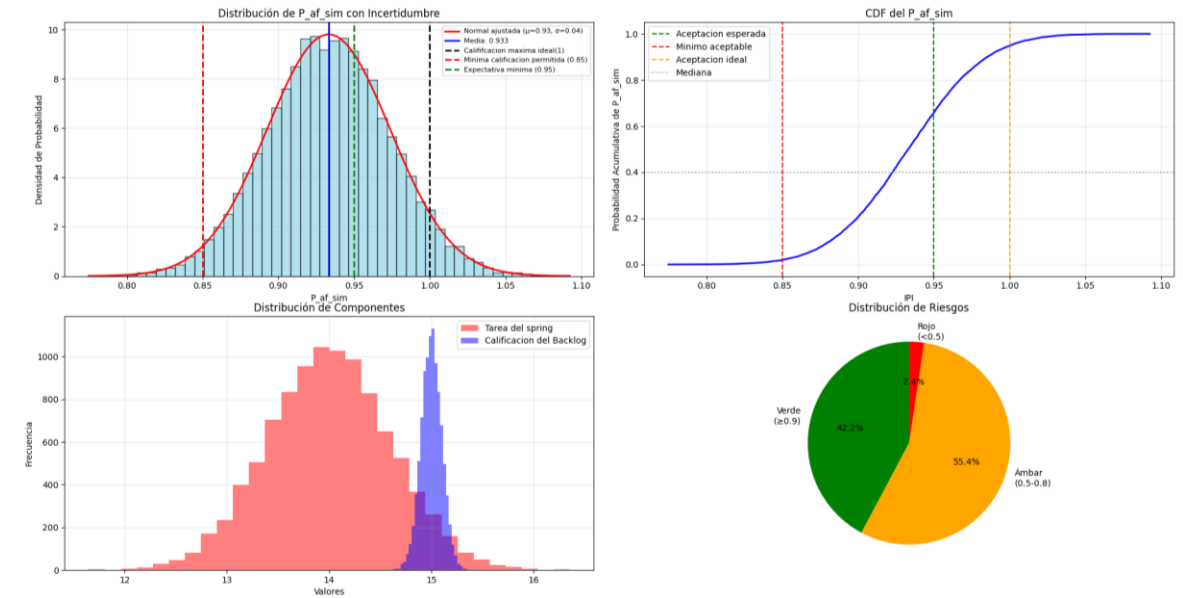


Ilustración 30. Análisis cuantitativo y gráfico de parámetros simulados para el KPI: KPI por Proyecto. \*Simulación propia\*

En resumen con respecto a los Sprints que conformaron el proyecto, la medida de proyecto evalúa la calificación final objetiva y parametrizada que tiene el proyecto con respecto a cada subvaluación que el cliente verificó en cada sprint.

Analizando la distribución de actividades, es convencional que los valores que esta variable debe tomar estén por encima del 90%. Aunque es poco usual debido a la probabilidad acumulada, esto en parte indica que hacer proyecto con alta afinidad a los requerimientos del cliente no es un proceso sencillo de mejorar, aunque la mayoría de las veces se realice el objetivo.

El KPI mantiene una diferencia de 20 puntos porcentuales, con respecto a los estándares que debería cumplir con el backlog para aceptarse arriba del 90%; y usualmente la calificación al ser acumulativa, se corrigieron los errores de los pasados

Sprint, por lo que la percepción del cliente esta más acotada y con ello la variabilidad de su magnitud no tiende a cambiar.

Como punto contrario que puede mostrar esta medición es con respecto a la variabilidad que tiene la calificación ponderada de todos los sprint, pues considerando que es una medida de evaluación para la corrección, al final del proyecto no debería presenta una distribución tan extensa. Y al igual que la media por sprint el riesgo más alto se considera dado por el cliente, así que este KPI es altamente sensible a percepciones.

## 14 Conclusiones y Trabajo Futuro

Retomando el texto desde sus comienzos, se abordaron temas que permitieron descamar la definición abstracta de innovación corporativa para lograr un espacio de trabajo más cómodo; en el cual bajo diferentes modalidades y temáticas reales de segmentación de temas como tipos de implementación de innovación, sectores sensibles al desarrollo de métricas o fuentes de disrupción mercadotécnica, se lograron detectar las formas por las cuales se pueden empezar a visibilizar variables y situaciones que urgen de la necesidad de innovar por medio de componentes básicos.

La detección de industrias, la estadística repetitiva, la organización gráfica, la forma de construcción de métricas, y la especificación de variables son el resultado del proceso de investigación que aportaron a la búsqueda de situaciones reales que permiten absorber prototipos de mediciones que ayudan a detectar problemas asociados a la innovación; y por las cuales, una vez concluida pueden ayudar a las empresas a facilitar sus operaciones para hacer de este tema una constante para mantenerse activas dentro del mercado. Todo esto enmarcado de un componente investigativo y académico que proponía la construcción controlada y eficaz de métricas propositivas a la entrega de valor (funcionalidad), por medio de las variables más utilizadas y detectadas a situaciones documentadas del tema principal de este texto.

Con esto podemos concluir globalmente que:

- La innovación o su respectiva definición “moderna” si puede ser discretizada para lograr ser aplicada sin la necesidad de generar un proceso operativo e inventivo de gran costo, o alta escala corporativa. La detección de métricas por variables básicas demuestra que el esfuerzo más notorio en la innovación

corporativa se encuentra en detectar variables y formar KPI's, para finalmente probarlos en las operaciones y proyectos. Esto directamente soluciona el objetivo de desglosar la definición del tema principal de este artículo hasta convertirlo en herramienta realista que es más fácil de digerir conceptualmente.

- Las variables que permitieron generar métricas asociadas a proyectos reales y de carácter universal, simulable en su gran espectro de trabajo. Indicativo de que son aplicables a todo tipo de tamaños empresariales, y, por ende, no se asocia un costo o esfuerzo de gran dificultad, cumpliendo así la premisa de lograr crear métricas que puedan ayudar a las PYMES colombianas, para los casos de estudio; en el sector de tecnología. Aunque se evidenció que la investigación pudo extrapolar sus usos a más industrias que requieran innovar. Directamente, esto abre la posibilidad a retomar la investigación para campos corporativos que no fueron explorados.
- La simulación no es la única manera de lograr concluir un KPI; sin embargo, para efectos prácticos y aludiendo al hecho de que las situaciones no pudieron ser probadas en un contexto real. Esta herramienta sí arroja datos significativos que apoyan los procesos de planeación e históricos empresariales para innovar por medio de entornos o implementaciones más seguras. Cumpliendo con nuestro objetivo de demostrar que es posible la prueba tangible o métrica de innovación, se resalta que para corporaciones con recursos destinados, organización segura y más profesionales capacitados, las posibilidades de ensayo y error aportarían simulaciones más robustas que no fueron posibles en este texto.
- La gestión de búsqueda de innovación y variables internas dentro de cualquier organización va a constituir un esfuerzo notable pero no imposible, esto debido

a que la innovación como se planteó en este estudio es un tema subjetivo que se ajusta a la necesidad de mejora de cada área para cada industria.

- Si bien los KPI's propuestos abarcan un alcance limitado de proyectos específicos, el trasfondo de la metodología expuesta en este estudio y la ejemplificación de esta permitirán al lector idear mediciones que se acojan a las necesidades de su empresa o sus proyectos. Especialmente, se hace énfasis en que las propuestas fueron de netamente operativas a tecnología, que como se mencionó en la búsqueda de información de este texto, es un tema transversal que apoya a varias áreas a la vez.
- La innovación puede ser segmentada y estructurada para medirse, sin embargo, es imperativo resaltar que la disrupción de mercados no se contempla como variable o como método de uso en este estudio.
- Los Indicadores Clave de Desempeño (KPI) deben construirse a partir de variables de alto impacto y gran relevancia dentro de un proyecto. Esto permite que; en el futuro, dichos indicadores faciliten una toma de decisiones asertivas que lleven a la finalización del proyecto cumpliendo a cabalidad sus objetivos en adición al componente de innovación.
- Los KPI's que se diseñen y formulen para un proyecto específico, deben estar alineados con los objetivos estratégicos de la organización empresarial para que estos sean útiles para la misma. De no ser el caso, puede que su impacto se reduzca notablemente y constituya un esfuerzo voluble en el tiempo.
- Este estudio corrobora, mediante la revisión de la literatura, la relevancia estratégica de medir la innovación organizacional. Existe un consenso entre los autores sobre que la eficacia de las estrategias de innovación está

directamente ligada al esfuerzo sistemático de medición y comparación de sus avances.

- Se determina que las variables propuestas en esta monografía constituyen un eje central de los procesos de innovación y deben ser medidas para garantizar su efectividad. Sin embargo, el análisis bibliográfico demuestra la existencia de un conjunto más extenso, estructurado en diez categorías, que engloba tanto las variables aquí propuestas como otras identificadas en la investigación.

Para futuros estudios, se propone que:

- Las mediciones proyectadas en este texto puedan ser verificadas y comparadas en espacios nuevos o similares, para tener una comparación y realimentación más acorde a percepciones reales.
- Utilizar las definiciones encontradas para poder proponer submétricas que acompañen a los KPI's originales a poder medir el progreso de aquellos procesos que no se logran detectar con las medidas, pero se ven directa o parcialmente impactados por los proyectos y sus mediciones.
- Crear un modelo más robusto y consensuado ya sea por una empresa o varias para insertar la innovación como proceso natural en una PYME o corporación de alta escala. Ayudando así a generar una estandarización de la innovación para aquellas empresas que deseen incluirla sin recurrir a posibles riesgos o errores notables.
- Denotamos una falta de estudios en relación con la innovación en la industria tecnológica, esto directamente genera un espacio de trabajo y estudio para futuras investigaciones.

- Para una verificación más robusta de la metodología propuesta, se sugiere implementar un piloto desde el inicio de un proyecto en la industria tecnológica colombiana, recolectando así datos empíricos más precisos que permitan evaluar la pertinencia de las variables y consolidar la fiabilidad del instrumento e indicadores, permitiendo así la oportunidad de refinar el modelo planteado.

## 15 Referencias

- Adams, R., Bessant, J., & Phelps, R. (2006). Innovation management measurement: A review XX Innovation management measurement: A review. In *International Journal of Management Reviews* (Vol. 8).
- Binder, J., Hachmann, L., & Luber, S. (2024). A KPI framework to standardize the measurement of a country's progress in bringing quantum computing into application. *EPJ Quantum Technology*, 11(1). <https://doi.org/10.1140/epjqt/s40507-024-00245-x>
- Bisogno, S., Calabrese, A., Gastaldi, M., & Levialedi Ghiron, N. (2016). Combining modelling and simulation approaches: How to measure performance of business processes. *Business Process Management Journal*, 22(1), 56–74. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-02-2015-0021>
- Buitrago, T. (2024). *Las Nuevas TIC'S, una Herramienta Infaltable en su PYME*. <https://www.pymas.com.co/ideas-para-crecer/especial-py-live/nuevos-negocios-tics>
- Confecámaras. Red de Cámaras de Comercio. (2025). *Informes Dinámica Empresarial*.
- Corral, R. (2017). *KPIs Útiles*. [www.full-ebook.com](http://www.full-ebook.com)
- Cosa, M., & Torelli, R. (2024). Digital Transformation and Flexible Performance Management: A Systematic Literature Review of the Evolution of Performance Measurement Systems. In *Global Journal of Flexible Systems Management* (Vol. 25, Issue 3, pp. 445–466). Springer. <https://doi.org/10.1007/s40171-024-00409-9>

- Dewangan, V., & Godse, M. (2014). Towards a holistic enterprise innovation performance measurement system. *Technovation*, 34(9), 536–545. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.04.002>
- Dziallas, M., & Blind, K. (2019a). Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis. In *Technovation* (Vols. 80–81, pp. 3–29). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.05.005>
- Dziallas, M., & Blind, K. (2019b). Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis. In *Technovation* (Vols. 80–81, pp. 3–29). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.05.005>
- El Kihel, Y., Zouggar Amrani, A., Ducq, Y., Amegouz, D., & Lfakir, A. (2023). Methodology combining industry 4.0 technologies and KPI's reliability for supply chain performance. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 36(8), 1128–1152. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2022.2162605>
- El legado de Joseph Schumpeter: innovación y emprendimiento en la economía.* (2024). <https:// analisisdeacciones.com/joseph-schumpeter/>
- Gama, N., Silva, M. M. da, & Ataíde, J. (2007). Innovation Scorecard: A Balanced Scorecard for Measuring the Value Added by Innovation. In *Digital Enterprise Technology* (pp. 417–424). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-49864-5\\_49](https://doi.org/10.1007/978-0-387-49864-5_49)
- García, M. (2023, March 22). *Innovación tecnológica: qué es, sus tipos y sus beneficios.* <https://blog.maestriasydiplomados.tec.mx/innovacion-tecnologica-que-es-sus-tipos-y-sus-beneficios>

- Juárez, S. (2023, October 17). *Peter Drucker: Maestro del Liderazgo y el Arte de la Gestión*. <https://belider.net/peter-drucker/>
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (n.d.). *The Balanced Scorecard-Measures that Drive Performance Harvard Business Review*.
- Kerzner, H. (2023). *PROJECT MANAGEMENT METRICS, KPIs, AND DASHBOARDS*.
- KEY PERFORMANCE INDICATORS Developing Meaningful KPIs*. (2014).
- Kikolski, M. (2020). Determination of ISO 22400 Key Performance Indicators using Simulation Models: The Concept and Methodology. *International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development*, 92–99. <https://doi.org/10.5220/0009175800920099>
- Lakiza, V., & Deschamps, I. (2018). How to Develop Innovation KPIs in an Execution-Oriented Company. *Technology Innovation Management Review*, 8(7), 14–30. <https://doi.org/10.22215/timreview/1168>
- Lazzarotti, V., Manzini, R., & Mari, L. (2011). A model for R&D performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 134(1), 212–223. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.06.018>
- Livescault, J. (2024). *Innovation Metrics & KPIs: Measuring Innovation to Create Growth*. <https://www.braineet.com/blog/innovation-metrics-kpis#toc-0>
- Lo, T. Y. J., & Kam, C. (2021). Innovation performance indicators for architecture, engineering and construction organization. *Sustainability (Switzerland)*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/su13169038>

Martins, J. (2025, February 1). *¿Qué son los objetivos SMART y qué significan sus siglas?* <https://asana.com/es/resources/smart-goals>

Milano, I. C. O. E. D.; P. Di, & In. (n.d.). *THE IMPLEMENTATION OF INNOVATION METRICS: A CASE STUDY.*

Miñan, M. (2024, May). *Concepto de Innovación según Autores: Definición, Ejemplos y Tipos.* <https://definicionwiki.com/innovacion-segun-autores-definicion-ejemplos-tipos/>

Ministerio de Comercio, I. y T. de C. (2025, July 18). *Informes de tejido empresarial.*

Nappi, V., & Kelly, K. (2022). Proposing a performance framework for innovation measurement: an exploratory case-based research. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(5), 1829–1853. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2020-0332>

Núñez, J. (2020, January 29). *Clayton Christensen y el concepto de innovación disruptiva.* <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Clayton-Christensen-y-el-concepto-de-innovacion-disruptiva-20200129-0012.html>

Parmenter, D. (2015). *Key Performance Indicators.*

Rammer, C. (2023). Measuring process innovation output in firms: Cost reduction versus quality improvement. *Technovation*, 124. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102753>

Real Academia Española. (2024). *Real Academia Española - Innovación.* Real Academia Española. <https://dle.rae.es/innovación>

Repo, S. (n.d.). *Software Quality for Managers.*

Rosa, A. C. M., Mello, C. henrique P., Chimendes, V. C. G., & Amorim, G. F. (2020). Measuring open innovation practices in small companies at

- important Brazilian industrial centers. *Technological Forecasting and Social Change*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119805>
- Roubtsova, E. (2020). KPI design as a simulation project. *32nd European Modeling and Simulation Symposium, EMSS 2020*, 120–129. <https://doi.org/10.46354/i3m.2020.emss.016>
- Saunila, M. (2016). Performance measurement approach for innovation capability in SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 65(2), 162–176. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-08-2014-0123>
- Singh, S. (2023, December 7). *Fortune 1000 Companies List*. <https://moneymint.com/fortune-1000-companies-list/>
- Suwignjo, P., Gunarta, I. K., Wessiani, N. A., Prasetyo, A. E., & Yuwana, L. (2022). Framework for Measuring Process Innovation Performance at Indonesian State-Owned Companies. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/joitmc8020095>
- Tabares, S., Dionisio, M., & Parida, V. (2025). Leveraging corporate social innovation by hybrid organizations: A strategic perspective from B Corps in Latin America. *Journal of Business Research*, 186. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114945>
- Wang, H., Zhang, Y., Liu, Y., Liu, F., Zhang, H., Xing, B., Xing, M., Wu, Q., & Chen, L. (2022). ASAD: Adaptive Seasonality Anomaly Detection Algorithm under Intricate KPI Profiles. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/app12125855>

Yang, J., Zhou, L., Qu, Y., Jin, X., & Fang, S. (2023). MECHANISM OF  
INNOVATION AND STANDARDIZATION DRIVING COMPANY  
COMPETITIVENESS IN THE DIGITAL ECONOMY. *Journal of  
Business Economics and Management*, 24(1), 54–73.  
<https://doi.org/10.3846/jbem.2023.17192>

## 16 A. Anexo. Código Simulación en Python

A continuación, se presenta el código base utilizado para generar las simulaciones de Monte Carlo y diagramas relacionados. Se muestra únicamente el código utilizado para uno de los KPI's analizados:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy import stats
import seaborn as sns
from scipy.stats import pearsonr
import pandas as pd

# Parámetros base
FR_mean = 90 # Variable 1
NF_mean = 50 # Variable 2
EP_mean = 85 # Variable 3
FR_std_dev = 5 # Desviacion estandar de las 3 variables
NF_std_dev = 10
EP_std_dev = 3

# Simulacion de Monte Carlo. Se simula cada variable con su respectiva desviacion estandar
np.random.seed(42)
FR_sim = np.random.normal(FR_mean, FR_std_dev, 10000)
NF_sim = np.random.normal(NF_mean, NF_std_dev, 10000)
EP_sim = np.random.normal(EP_mean, EP_std_dev, 10000)

# Constantes del KPI (Si las hay)
peso_FR = 0.5
peso_NF = 0.3
peso_EP = 0.2

#Formula del KPI (simulado) utilizando las variables simuladas
IIS_sim = peso_FR*FR_sim + peso_NF*NF_sim + peso_EP*EP_sim
```

```

# Estadísticas descriptivas completas
mean_KPI = np.mean(IIS_sim)
median_KPI = np.median(IIS_sim)
std_KPI = np.std(IIS_sim)
min_KPI = np.min(IIS_sim)
max_KPI = np.max(IIS_sim)
skewness = stats.skew(IIS_sim)
kurtosis = stats.kurtosis(IIS_sim)
percentiles = np.percentile(IIS_sim, [1, 5, 10, 25, 50, 75, 80, 95, 99])

# Análisis de componentes individuales
stats_componentes = {
    'Funciones replicadas (FR)': {'media': np.mean(FR_sim), 'std': np.std(FR_sim), 'min':
np.min(FR_sim), 'max': np.max(FR_sim)},
    'Nuevas funciones (NF)': {'media': np.mean(NF_sim), 'std': np.std(NF_sim), 'min':
np.min(NF_sim), 'max': np.max(NF_sim)},
    'Eficacia pruebas (EP)': {'media': np.mean(EP_sim), 'std': np.std(EP_sim), 'min':
np.min(EP_sim), 'max': np.max(EP_sim)}
}

# Visualizaciones ampliadas
plt.figure(figsize=(16, 12))

# Subplot 1: Histograma principal con curva normal ajustada
plt.subplot(2, 2, 1)
n, bins, patches = plt.hist(IIS_sim, bins=50, density=True, color="#91d5e4", edgecolor='black',
alpha=0.7)
# Ajustar curva normal
mu, sigma = stats.norm.fit(IIS_sim)
x = np.linspace(min_KPI, max_KPI, 100)
plt.plot(x, stats.norm.pdf(x, mu, sigma), 'r-', linewidth=2, label=f'Normal ajustada ( $\mu$ ={mu:.2f},
 $\sigma$ ={sigma:.2f})')
plt.title('Distribución de ISS con Incertidumbre')
plt.xlabel('IIS')
plt.ylabel('Densidad de Probabilidad')
plt.axvline(80, color='green', linestyle='--', linewidth=2, label='Umbral Verde ( $\geq 80$ )')
plt.axvline(70, color='red', linestyle='--', linewidth=2, label='Umbral Rojo ( $< 70$ )')
plt.axvline(mean_KPI, color='blue', linestyle='-', linewidth=2, label=f'Media: {mean_KPI:.3f}')
plt.legend(fontsize=8)
plt.grid(True, alpha=0.3)

# Subplot 2: Función de distribución acumulativa
plt.subplot(2, 2, 2)
sorted_KPI = np.sort(IIS_sim)
cumulative_prob = np.arange(1, len(sorted_KPI) + 1) / len(sorted_KPI)
plt.plot(sorted_KPI, cumulative_prob, 'b-', linewidth=2)
plt.axvline(80, color='green', linestyle='--', label='Verde')
plt.axvline(70, color='red', linestyle='--', label='Rojo')
plt.axhline(0.5, color='gray', linestyle=':', alpha=0.7, label='Mediana')
plt.xlabel('ISS')
plt.ylabel('Probabilidad Acumulativa')
plt.title('CDF del ISS')
plt.legend()
plt.grid(True, alpha=0.3)

```

```
# Subplot 3: Histogramas de componentes individuales
plt.subplot(2, 2, 3)
plt.hist(FR_sim, bins=30, alpha=0.5, label='Funciones replicadas', color='red')
plt.hist(NF_sim, bins=30, alpha=0.5, label='Nuevas funciones', color='blue')
plt.hist(EP_sim, bins=30, alpha=0.5, label='Eficacia pruebas', color='green')
plt.title('Distribución de Componentes')
plt.xlabel('Valores')
plt.ylabel('Frecuencia')
plt.legend()
plt.grid(True, alpha=0.3)

# Subplot 4: Distribución de riesgos
plt.subplot(2, 2, 4)
prob_verde = np.mean(IIS_sim >= 80) * 100
prob_ambar = np.mean((IIS_sim >= 70) & (IIS_sim < 80)) * 100
prob_rojo = np.mean(IIS_sim < 70) * 100
riesgos = [prob_verde, prob_ambar, prob_rojo]
labels_riesgo = ["Verde\n(≥80)", "Ámbar\n(70-80)", "Rojo\n(<70)"]
colors_riesgo = ['green', 'orange', 'red']
plt.pie(riesgos, labels=labels_riesgo, colors=colors_riesgo, autopct='%1.1f%%', startangle=80)
plt.title('Distribución de Riesgos')

plt.tight_layout()
plt.show()

# Análisis de Monte Carlo adicional (Escenarios cambiando la desviación estandar)
def analisis_monte_carlo_detallado():
    # Simulación con diferentes niveles de incertidumbre
    std_scenarios = [1, 3, 5, 8, 10]
    resultados_scenarios = {}

    for std in std_scenarios:
        FR_temp = np.random.normal(FR_mean, std, 10000)
        NF_temp = np.random.normal(NF_mean, std, 10000)
        EP_temp = np.random.normal(EP_mean, std, 10000)
        ISS_temp = peso_FR*FR_temp + peso_NF*NF_temp + peso_EP*EP_temp

        resultados_scenarios[f'σ={std}'] = {
            'media': np.mean(ISS_temp),
            'std': np.std(ISS_temp),
            'prob_verde': np.mean(ISS_temp >= 80) * 100,
            'prob_rojo': np.mean(ISS_temp < 70) * 100
        }

    return resultados_scenarios

escenarios = analisis_monte_carlo_detallado()

# Intervalos de confianza
ic_95_lower = np.percentile(IIS_sim, 2.5)
ic_95_upper = np.percentile(IIS_sim, 97.5)
ic_99_lower = np.percentile(IIS_sim, 0.5)
ic_99_upper = np.percentile(IIS_sim, 99.5)
```

```
# Reporte completo y detallado

#Estadísticas básicas
print("\n ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS AVANZADAS:")
print(f" Media:           {mean_KPI:.4f}")
print(f" Mediana:          {median_KPI:.4f}")
print(f" Desviación Estándar: {std_KPI:.4f}")
print(f" Varianza:          {std_KPI**2:.4f}")
print(f" Mínimo:           {min_KPI:.4f}")
print(f" Máximo:           {max_KPI:.4f}")
print(f" Rango:            {max_KPI - min_KPI:.4f}")
print(f" Asimetría (Skewness): {skewness:.4f}")
print(f" Curtosis:         {kurtosis:.4f}")
print(f" Coeficiente de Variación: {(std_KPI/mean_KPI)*100:.2f}%")

#Percentiles
print("\n PERCENTILES DETALLADOS:")
percentil_labels = ['P1', 'P5', 'P10', 'P25', 'P50', 'P75', 'P90', 'P95', 'P99']
for label, valor in zip(percentil_labels, percentiles):
    print(f" {label}:           {valor:.4f}")

#Intervalos de confianza
print("\n INTERVALOS DE CONFIANZA:")
print(f" IC 95%:           [{ic_95_lower:.4f}, {ic_95_upper:.4f}]")
print(f" IC 99%:           [{ic_99_lower:.4f}, {ic_99_upper:.4f}]")

#Análisis por componente (Variable)
print("\n ANÁLISIS DE COMPONENTES:")
for componente, stats_comp in stats_componentes.items():
    print(f" {componente}:")
    print(f" Media: {stats_comp['media']:.4f}, Std: {stats_comp['std']:.4f}")
    print(f" Rango: [{stats_comp['min']:.4f}, {stats_comp['max']:.4f}]")

# Análisis de escenarios
print("\n ANÁLISIS DE ESCENARIOS:")
for escenario, resultados in escenarios.items():
    print(f" {escenario}:")
    print(f" Media: {resultados['media']:.4f}, Std: {resultados['std']:.4f}")
    print(f" P(Verde): {resultados['prob_verde']:.1f}%, P(Rojo): {resultados['prob_rojo']:.1f}%")

#Parametro de la simulacion
print("\n PARÁMETROS DE SIMULACIÓN:")
print(f" Número de simulaciones: {len(IIS_sim):,}")
print(f" Semilla aleatoria: 42")
print(f" Distribución base: Normal")
print(f" Pesos: l={peso_FR}, C={peso_NF}, Cu={peso_EP}")

print("\n"*80)
```