



**Monografía para la elaboración de una metodología  
para la determinación de la complejidad de los  
proyectos en industrias afines al suministro de  
equipos en el sector de alimentos**

**Miguel Eduardo Bareño Maldonado**

**Eduardo Botero Guingue**

**Nury Camila Cifuentes Torres**

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos

Bogotá D.C., Colombia

2021

# **Monografía para la elaboración de una metodología para la determinación de la complejidad de los proyectos en industrias afines al suministro de equipos en el sector de alimentos**

**Miguel Eduardo Bareño Maldonado**

**Eduardo Botero Guingue**

**Nury Camila Cifuentes Torres**

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

**Magíster en gerencia de proyectos**

**Director**

Dr. César Hernando Rincón-González

**Modalidad:**

Monografía

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos

Bogotá D.C., Colombia

2021

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá D.C. Día - mes – año

A nuestros padres, que desde donde estén siempre confían y confiarán en que haremos las cosas bien.

A nuestros compañeros de vida, que nos brindaron su aliento para siempre seguir adelante.

A Gabriel, por enseñarnos a soñar con una sonrisa.

“La música es para el alma lo que las palabras son para la mente.”

Modest Mouse

## **Agradecimientos**

Especial agradecimiento a:

Profesor Dr. César Rincón, quien con su apoyo, guía y conocimiento orientó el trabajo desarrollado.

La organización y su equipo de proyecto, que nos apoyó desinteresadamente con los gerentes de proyectos que brindaron información para este trabajo.

Todo el equipo de la Universidad Ean, que, de una u otra manera, participó y dio su opinión en la elaboración de este trabajo.

## Resumen

La gerencia de proyectos ha recibido la influencia de la implementación de las metodologías tradicionales, que han venido evolucionando a nuevas metodologías ágiles que permiten la gestión de proyectos. Sin embargo, también ha sufrido el efecto de variables adicionales a las descritas. La gerencia de proyectos complejos busca determinar lo que hace complejo un proyecto, pero hay una falta de consenso teórico al respecto, aun cuando se han desarrollado modelos que permiten identificar las variables complejas y comenzar con su aplicación a proyectos de la vida real.

Este trabajo propone una metodología para determinar la complejidad de los proyectos y toma como base de estudio aquellos desarrollados en una de las industrias afines al suministro de equipos en el sector de alimentos. Se desarrolla en ocho capítulos.

En el Capítulo uno expone el concepto de *proyectos complejos*. El Capítulo dos describe los objetivos específicos y el objetivo general. El Capítulo tres justifica la problemática por resolver en este trabajo. El Capítulo cuatro establece el marco teórico de referencia, en el que se brindan diferentes definiciones del concepto de *proyectos complejos*, base para el desarrollo de diferentes modelos. El Capítulo cinco plantea las hipótesis del trabajo. El Capítulo seis describe la metodología de la investigación realizada. El Capítulo siete presenta el trabajo de campo realizado en una de las industrias pertenecientes al sector descrito. El Capítulo ocho describe la metodología propuesta para la determinación de la complejidad en los proyectos. Finalmente, el Capítulo nueve cierra con las conclusiones.

**Palabras clave:** proyectos complejos, complejidad, incertidumbre, relacionamiento, ambigüedad, variables.

## Abstract

Project management has been influenced by the implementation of traditional methodologies, which have been evolving to new agile methodologies. However, all projects have been influenced by variables in addition to those described in traditional methodologies. This has been evidenced in projects of all levels in the organizations. The management of complex projects seeks to determine what makes a project complex and different studies have not determined such information in consensus. Despite the lack of theoretical consensus, models have been developed to identify the complex variables and to start applying them to real life projects.

This paper proposes a methodology for determining the complexity of projects and takes as a basis for study the projects developed in one of the industries related to the supply of equipment in the food sector. The work is developed in 8 chapters:

Chapter one introduces the topic of complex projects. Chapter two describes the specific objectives and the general objective. Chapter three introduces the reader to the justification of the problem to be solved with this work. Chapter four establishes the theoretical framework of reference, in which different definitions of complex projects are described, which are taken as a basis for the development of different models. Chapter five sets out the hypotheses of the work. Chapter six describes the research methodology. Chapter seven shows the field work carried out in one of the industries belonging to the sector described above. Chapter eight set up the proposed methodology to determine the complexity of projects. Finally, Chapter nine establishes the conclusions of the work carried out.

**Keywords:** Complex projects, complexity, uncertainty, relationship, ambiguity, variables

## Contenido

	Pág.
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>10</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>11</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>16</b>
<b>4. MARCO DE REFERENCIA</b> .....	<b>17</b>
4.1. COMPLEJIDAD.....	17
4.2. TIPOLOGÍA DE PROYECTOS COMPLEJOS.....	21
4.3. COMPLEJIDAD Y GERENCIAMIENTO DE PROYECTOS.....	26
4.4. VARIABLES DE LA COMPLEJIDAD EN LOS PROYECTOS.....	28
4.5. EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE COMPLEJIDAD A PROYECTOS.....	38
4.6. MAPA CONCEPTUAL.....	41
<b>5. HIPÓTESIS</b> .....	<b>43</b>
<b>6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>44</b>
6.1. CONCEPTO.....	44
6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	45
6.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
6.4. ALCANCE.....	46
6.5. DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	47
6.6. MATRIZ DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	50
6.7. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	55
6.8. INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS.....	56
<b>7. TRABAJO DE CAMPO</b> .....	<b>57</b>
7.1. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS.....	57
7.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	58
<b>8. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA COMPLEJIDAD DE LOS PROYECTOS</b> .....	<b>67</b>
<b>9. CONCLUSIONES</b> .....	<b>71</b>

<b>10. REFERENCIAS .....</b>	<b>74</b>
<b>A. ANEXO 1. TABLA DE PROYECTOS .....</b>	<b>77</b>
<b>B. ANEXO 2. ENTREVISTAS .....</b>	<b>82</b>

## Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Componentes de la complejidad.....	19
Figura 2. Matriz de clasificación de proyectos complejos.....	23
Figura 3. Planificación por olas .....	26
Figura 4 . Modelo demostrativo de portafolio en proyectos .....	32
Figura 5. Mapa conceptual del marco teórico.....	42
Figura 6. Modelos de referencia .....	48
Figura 7. Variación de los indicadores de los proyectos por ubicación geográfica.....	59
Figura 8. Variación de los indicadores de los proyectos por nivel de proyecto .....	60
Figura 9. Variación de los indicadores de los proyectos por cobertura del cliente .....	61
Figura 10. Incertidumbre de las variables complejas.....	64
Figura 11. Metodología para determinar la complejidad en los proyectos.....	68

## Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Dimensiones de complejidad según el Project Management Institute .....	19
Tabla 2. Caracterización de los proyectos según la matriz WHOW.....	24
Tabla 3. Documentación de interrelación de variables .....	46
Tabla 4. Definición operacional y unidad de medida de las variables.....	49
Tabla 5. Matriz de diseño de investigación .....	51
Tabla 6. Indicadores de dispersión/desviación estándar y coeficiente de variación.....	62
Tabla 7. Frecuencia de las variables complejas .....	66
Tabla 8 Propuesta de implementación en las organizaciones .....	69
Tabla 9. Proyectos evaluados en la organización de estudio .....	77

## 1. Introducción

### Antecedentes del problema

Los proyectos se consideran una parte fundamental para el logro de los objetivos estratégicos de las organizaciones porque generan valor en el corto, mediano y largo plazo. Se desarrollan mediante estrategias y actividades que siguen un programa acorde con un presupuesto definido. Se ejecutan a través de ciclos de vida que están sujetos a eventos que dependen en gran medida de cambios en las condiciones previstas inicialmente.

Si bien es a través de estándares que las organizaciones buscan la correcta implementación de sus proyectos, en la práctica se observa que la aplicación rígida de aquellos no es la mejor manera de lograr los objetivos propuestos. Incluso los estándares recomiendan ajustar a la medida de cada organización las metodologías por implementar (Whitaker, 2014).

En los últimos años, el auge de las metodologías ágiles ha generado que los organismos rectores de los estándares de proyectos emitan guías alineadas con aquellas. Organizaciones como el Project Management Institute (PMI), Prince, el International Project Management Association (IPMA) y la Association for Project Management (APM) son un ejemplo de dichos organismos (APM, 2016; PMI, 2017b). Estas guías para el agilismo ajustan el estándar tradicional a mecanismos que adaptan el proyecto a los cambios que se presenten en el entorno. El objetivo es dar respuestas más rápidas, retroalimentar de manera pronta los posibles resultados, elaborar modelos de entregables, plantear ajustes del producto en las fases previas a la entrega e incluso sugerir cambios en los criterios del proyecto cuando se esté implementando.

En un entorno cada vez más dinámico, las organizaciones deben adoptar metodologías ágiles que acepten estándares cada vez más elaborados y que permitan discernir y actuar sobre la dinámica de los proyectos. Sin embargo, con el pasar del tiempo, las organizaciones estandarizan sus procedimientos con base en sus resultados más exitosos y esto hace que adquieran experiencia en el desarrollo de una tipología de proyectos determinada y no cuenten con herramientas suficientes para desempeñarse fuera de su área de experticia y enfrentar nuevos retos.

Uno de los retos identificados dentro del dinamismo de los proyectos es la interrelación de las diferentes variables que afectan el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio (Saenz *et al.*, 2019). Al respecto, el PMI (2014) y el International Centre for Complex Project Management (ICCPM, 2012) han adicionado un escalón más en la gerencia de proyectos, cuya complejidad va más allá de lo que hoy conocemos como proyectos, programas o portafolios.

### **Descripción del problema**

Los proyectos pueden llegar a tener elementos complejos. Sus características y las variables de dichos elementos dependen en gran medida del tipo de proyecto, del estilo de la organización, del medioambiente en el que se desarrolla y de la capacidad del negocio, entre otros. Los mecanismos definidos por las organizaciones con base en estándares reconocidos, si bien facilitan la ejecución de proyectos, no garantizan su correcta planeación, ejecución y alineamiento con la estrategia de las organizaciones.

Es importante que durante el ciclo de vida de los proyectos se determine el grado de interdependencia de las variables que generen complejidad. Durante las diferentes fases del proyecto, la escala de incertidumbre de las variables cambia en la medida que se van conociendo los resultados. Por esto, analizar la incertidumbre en un momento determinado y aplicar un estándar que rija toda la ejecución del proyecto genera una estandarización del dinamismo y una estabilidad en la ejecución de proyectos en las organizaciones (Dombkins, 1997; Hagan *et al.*, 2014; Hass, 2009; Padalkar y Gopinath, 2016).

Lo anterior no significa que la aplicación de estándares no haya sido exitosa. Por el contrario, ha permitido a las organizaciones establecer mecanismos de crecimiento, implementación de mejores estrategias y consistencia en el logro de sus objetivos. Sin embargo, en un mundo que cambia continuamente, cada día los proyectos tienen características diferentes que influyen en las estrategias, objetivos y ambiciones de las organizaciones. Por esto, aplicar las herramientas convencionales para ejecutar todos los proyectos puede dar resultados pobres o implicar una excesiva burocracia. Situaciones como estas impactan todo el proyecto, dificultan su ejecución, aumentan su costo, reducen la competitividad de la organización e incluso entorpecen una definición clara de los objetivos y de los logros (Hass, 2009).

### **Pregunta de investigación**

Con base en la actual necesidad de entender y poder adaptar las metodologías según la complejidad de los proyectos, la pregunta que se plantea en el presente trabajo es ¿cómo establecer una metodología práctica para determinar la complejidad de los proyectos, la definición de sus variables complejas y la interdependencia de estas en industrias afines al suministro de equipos en el sector de alimentos?

## 2. Objetivos

Los proyectos y su gestión conllevan a diario nuevos retos, e identificar la mejor forma de cumplir con los objetivos trazados de manera exitosa ha generado múltiples investigaciones, modelos y cuerpos de conocimiento.

Las variables comunes y de fácil reconocimiento —predecibles en algunos casos— no son las únicas que se presentan en la vida de los proyectos. Por esta razón, la complejidad se convierte en un elemento cuyas variables son impredecibles en sus resultados, sea por su naturaleza o porque no pueden determinarse en un momento previo y deben tener un proceso más cuidadoso y profundo que permita entender la interrelación de dichas variables para determinar la complejidad.

### 2.1. Objetivo general

Elaborar una metodología para determinar la complejidad de los proyectos en industrias afines al suministro de equipos al sector de alimentos.

### 2.2. Objetivos específicos

- a. Definir las variables de la complejidad en los proyectos desarrollados en industrias afines al suministro de equipos en el sector de alimentos.
- b. Establecer la escala de incertidumbre que tienen las variables de la complejidad en proyectos en industrias afines al suministro de equipos en el sector de alimentos.
- c. Identificar la interdependencia de las diferentes variables de estudio.
- d. Construir una metodología con la información analizada.

### **3. Justificación**

El ICCPM (2012) y el PMI (2014), como cuerpos de conocimiento en el ámbito de la gerencia de proyectos, se han interesado cada vez más por entender y postular soluciones para el manejo de proyectos complejos.

El establecimiento de un marco de referencia que sirva como guía para determinar la complejidad de los proyectos en las organizaciones permite, por un lado, establecer la manera de enfrentar el proyecto, su importancia dentro de la estrategia y el equipo adecuado; por el otro, delimitarlo de tal manera que su abordaje no genere sobrecostos por falta de visualización de actividades, exceso de procedimientos que aumenten el costo de ejecución o claridad del objetivo del proyecto (Hass, 2009).

Dentro de los marcos de referencia que se tienen, si bien se indica la importancia de la interrelación de las variables de la complejidad en los proyectos, en las organizaciones es clave establecer parámetros que permitan saber cuándo una variable es más compleja que otra. En este trabajo se plantea como opción agregar a la medición la incertidumbre en la relación de las variables, partiendo de la base de que entre más incierto es el resultado de una interrelación, más complejidad se tiene. Esto aporta una nueva aproximación al abordaje y determinación de la complejidad de los proyectos, dejando claro que en la actualidad no solo tener un proyecto dentro del alcance, costo y tiempo es suficiente, sino que es necesario adicionar factores que agreguen valor (Hass, 2009).

## 4. Marco de referencia

Los sistemas complejos abundan en la naturaleza, desde sistemas microscópicos que establecen ciertas reacciones químicas ante estímulos externos hasta sistemas cosmológicos que permiten determinar el origen de varios de los elementos que componen nuestra naturaleza. Esto no es ajeno a los sistemas que hemos creado como humanidad. En la gerencia de proyectos, los sistemas se comportan de acuerdo con las variables que intervengan: pueden ser complejos, complicados u operacionales. Los siguientes conceptos clave servirán como guía.

### 4.1. Complejidad

La *complejidad* es un término que aún no está precisado en su totalidad por la comunidad científica. La Real Academia de la Lengua Española (2020) define el concepto de *complejo* como “Complicado”; “Conjunto o unión de dos o más cosas que constituyen una unidad”; “Que se compone de elementos diversos”.

En la literatura, Baccarini (1996) ofrece dos interpretaciones del concepto: la primera está orientada a la interrelación de muchas partes, interdependientes y conectadas. La segunda, a los conceptos de *complicado* e *intrincado*. El autor indica que la complejidad es una dimensión crítica del proyecto, que influencia la manera en la que es gestionado. La gestión se orienta a la integración, al relacionamiento, a la organización y al direccionamiento del proyecto; asimismo, permite determinar que cuanto mayor es la complejidad del proyecto, mayor es el tiempo y el costo. También afirma que si bien los proyectos pueden verse como sistemas complejos, todo depende de los ojos del observador y de su concepto de dificultad.

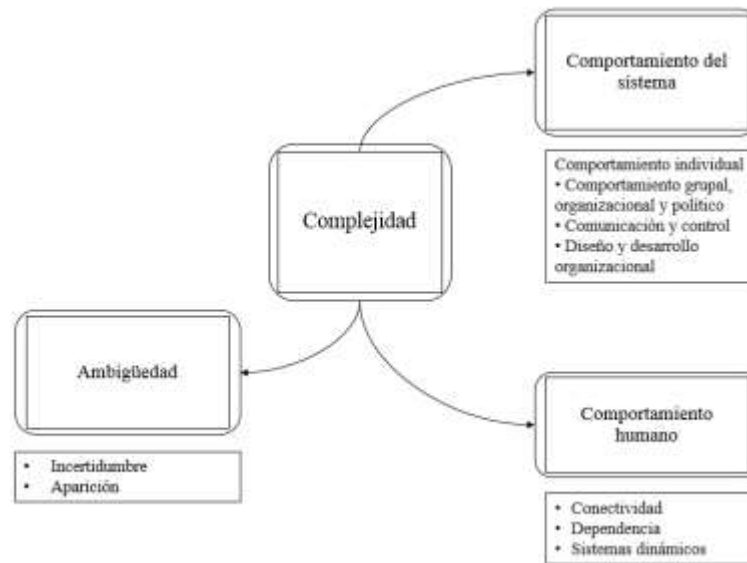
Hass (2009) indica que el concepto de complejidad puede relacionarse con lo opuesto a *simplicidad* o *independencia*. Incluso, con el uso de componentes entretejidos e interdependientes, que producen más que la suma de sus partes, es decir, con el concepto de *sinergia*. Adicionalmente, el autor amplió el concepto de *sistema complejo* y lo define como aquel en el cual diferentes componentes interactúan en múltiples vías. También diferencia lo que

es *complejo* de lo que es *complicado*, indicando que este segundo concepto tiene la connotación de una influencia que afecta un sistema que tiene una entrada y una salida determinadas. En cambio, complejo corresponde a un sistema adaptativo, con ciclos, interrelaciones, interdependencias, sistemas anidados y múltiples lazos de retroalimentación (p. 20).

Hagan *et al.* (2014), luego de explorar diferentes definiciones de complejidad, desde las más subjetivas, como “Dificultad para entender algo complicado” (p. 788), hasta las más elaboradas —como la indicada por Baccarini—, proponen una definición que viene determinada por interdependencias y por la incertidumbre: “La imposibilidad de determinar el resultado final”.

El concepto de complejidad ha sido de alto interés por parte de los institutos que han desarrollado estándares en gerenciamiento de proyectos. El PMI (2017a) indica que la complejidad aplicada a los proyectos es característica de un entorno difícil, que aborda riesgo e incertidumbre y varía según el criterio, la experiencia y el conocimiento del profesional. A la definición del término, agrega tres dimensiones: el comportamiento del sistema de la organización, el comportamiento humano y la ambigüedad (figura 1, tabla 1). En esta definición, el PMI incluye múltiples partes, en las que se presentan conexiones, interacciones y un comportamiento que es el resultado de estas interacciones.

**Figura 1. Componentes de la complejidad**



Fuente: elaboración propia con base en el PMI (2014).

Los tres elementos que se muestran en la figura 1 sintetizan la complejidad y a su vez aporta variables adiciones o aspectos que son incidentes en la complejidad, tales como, la incertidumbre, la dependencia, comportamientos individuales o colectivos. Por su parte las dimensiones que se encuentran en la tabla 1 explican cuáles son los posibles proceso o acciones que pueden generar los tres elementos de la complejidad.

**Tabla 1. Dimensiones de complejidad según el Project Management Institute**

<b>Comportamiento del sistema</b>	<b>Comportamiento humano</b>	<b>Ambigüedad</b>
Las interdependencias entre componentes y sistemas.	La interacción entre diversos individuos y grupos (integrantes de equipo y <i>stakeholders</i> ).	Incertidumbre acerca de incidentes emergentes y falta de entendimiento o confusión.

Fuente: elaboración propia con base en el PMI (2017a).

El ICCPM (2012) ha emitido un estándar que busca servir de directriz para determinar las capacidades que deben tener los gerentes de proyectos relacionados con los proyectos complejos. Así, ha definido el concepto de *complejidad en proyectos* como la entrega del ciclo de vida de resultados estratégicos emergentes, a través de proyectos que suelen ser sistemas de sistemas adaptables, tienen una gran incertidumbre en la definición del alcance, están distribuidos, tienen turbulencias ambientales e internas continuas, se ejecutan mediante la planificación por olas y no pueden descomponerse en elementos con límites claramente definidos.

Si bien el ICCPM (2012) habla de los proyectos complejos, también afirma que las variables pueden gestionarse desde sistemas adaptables, que tienen una gran incertidumbre en la definición del alcance y son incapaces de descomponerse en elementos con límites claramente definidos. De la misma manera, indica que la complejidad es un enfoque que en proyectos tradicionales puede ser contraproducente. Esto se debe al hecho de que “la gestión de proyectos tradicionales se centra en una planificación detallada a largo plazo, estructuras rígidas, definiciones precisas de la estructura de desglose del trabajo y en normas de control elaboradas”.

Por su parte, la complejidad tiene varios atributos, los cuales no solo definen la capacidad de gestionar proyectos muy complejos en entornos pluralistas, sino también proporcionan una capacidad estratégica a las organizaciones y a los gobiernos en la gestión de sus negocios en curso. Estas normas de competencia para la gestión de proyectos complejos sientan las bases para que la gestión de proyectos se ocupe eficazmente de los proyectos complejos y, al hacerlo, añada un valor real a nuestro mundo (ICCPM, 2012).

Así como se califica a las personas y al entorno en que se encuentren con determinados atributos, se define en un proyecto al grupo de individuos que trabajan juntos en colaboración o cooperación por un objetivo común. Algunos equipos comparten la misma ubicación geográfica; otros abarcan varias organizaciones, y el trabajo en equipo virtual es cada vez más frecuente. En cada caso, la capacidad del profesional del proyecto para desarrollar y liderar equipos es de vital importancia. Dedicar tiempo a tratar de comprender la cultura imperante en una organización es una parte importante del análisis de los actores interesados, su capacidad de gestión del proyecto y el liderazgo del equipo. La *cultura organizacional* se puede definir como la forma en que se hacen las cosas en una organización, las reglas no escritas que influyen en el comportamiento y

las actitudes individuales y grupales que son aplicables en múltiples niveles de la organización, incluida la cultura nacional o la cultura del proyecto (APM, 2019)

El análisis de cada una de estas definiciones lleva a identificar elementos comunes. Como primer elemento, tenemos que la complejidad se caracteriza por la ambigüedad. Esta ambigüedad está basada en el desconocimiento preciso del resultado al ingresar una variable conocida. El segundo elemento en común corresponde a la dependencia o al interrelacionamiento, el cual, atado al concepto de *lazos de retroalimentación no lineales*, se conjuga con la ambigüedad. Al tener un interrelacionamiento complejo, el ingreso de una variable conocida sin conocer el interrelacionamiento ni su dinámica genera incertidumbre en su resultado. Por último, el tercer elemento común es que existe un sistema dinámico, que corresponde a una característica en la medida que se genera el interrelacionamiento con las variables iniciales y hay cambios en su composición, ejecución y resultados. Por tal razón, se tomará como definición de complejidad aquel sistema dinámico cuyas variables se caracterizan por la incertidumbre en sus resultados y el interrelacionamiento entre aquellas.

#### **4.2. Tipología de proyectos complejos**

“Los programas y proyectos con complejidad pueden fluctuar entre condiciones de relativa estabilidad y previsibilidad a la inestabilidad e incertidumbre” (PMI, 2014).

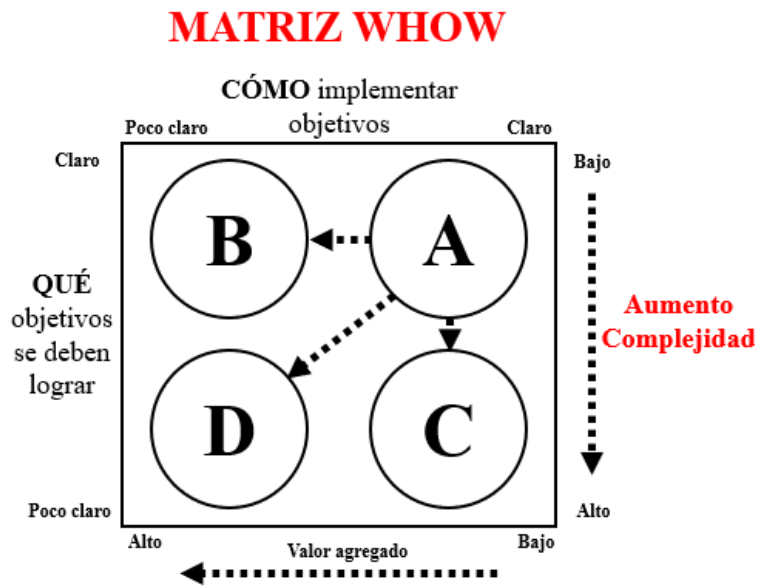
Los proyectos se pueden clasificar por su tamaño, duración, complejidad, riesgo, restricciones, recursos, alcance, interesados, entradas e indicadores de rendimiento (beneficios esperados), entre otros. La gerencia de proyectos gestiona estas variables, teniendo como objetivo principal mejorar la eficiencia, la eficacia y la probabilidad de éxito para el cumplimiento de los resultados del proyecto. Sin embargo, su medición del éxito varía según el contexto organizacional y la industria. Por lo general, estos describen un proceso, unas fases o cuentan con un ciclo de vida definido, el cual es adaptado dentro del contexto organizacional, que permite identificar entradas, restricciones y recursos para su clasificación (Whitaker, 2014). Esta adaptación se emprende desde los proyectos clave en la organización y puede llegar a ser de alta, media o baja complejidad, o simplemente complicada para la organización. La

determinación de cómo se podrían clasificar o tipificar estos proyectos ha sido materia de estudio, en especial por Dombkins (David Dombkins, 2007).

Dentro de las herramientas para clasificar los proyectos complejos, Dombkins (2007) propuso la matriz WHOW, que tiene en cuenta el ciclo de vida tradicional de los proyectos (concepto, diseño, implementación y finalización). Esta matriz evalúa el grado de incertidumbre en la claridad de los objetivos con el interrogante ¿cuáles son los objetivos que el proyecto definió con claridad? (*what*) y ¿Cómo los objetivos pueden ser claramente logrados? (*how*), y lo compara con el valor agregado que cada objetivo aporta al proyecto. Si la respuesta a estas dos preguntas es clara, el proyecto es simple o de baja complejidad; por el contrario, si la respuesta no es clara, entonces el proyecto es complejo. Nótese dos elementos en la matriz WHOW: el primer elemento hace referencia a quien responde las preguntas. Un equipo maduro responderá de manera diferente a un equipo inmaduro, por lo que las respuestas dependerán de la madurez del equipo del proyecto. El segundo elemento indica que estas preguntas no están enmarcadas en el tamaño del proyecto porque pueden existir proyectos grandes o de alto costo que no son complejos o proyectos muy pequeños que resulten complejos.

Los proyectos lineales y simples permiten un proceso de planificación y un ciclo de vida muy bien definido desde el principio. Para los proyectos complejos, la planificación no está definida al inicio del proyecto, y es necesario construir este proceso partiendo de la “flexibilidad e innovación[,] incorporando la recursividad y [los] aprendizajes no lineales” (David Dombkins, 1997). Así, la matriz WHOW es una herramienta diseñada para entender, planificar e implementar el cambio organizacional; proporciona un marco referencial de soporte al marco de referencia de la gerencia de proyectos tradicional para el manejo de programas, portafolios y proyectos de alta incertidumbre (figura 2).

**Figura 2. Matriz de clasificación de proyectos complejos**



Fuente: elaboración propia con base en ICCPM (2012).

Dependiendo de la escala de incertidumbre en las respuestas al qué y al cómo, la matriz WHOW está dividida en cuatro tipos:

- Tipo A: baja incertidumbre en la claridad de los objetivos y baja incertidumbre en cómo lograrlos.
- Tipo B: baja incertidumbre en la claridad de los objetivos y alta incertidumbre en cómo lograrlos.
- Tipo C: alta incertidumbre en la claridad de los objetivos y baja incertidumbre en cómo lograrlos.
- Tipo D: alta incertidumbre en la claridad de los objetivos y alta incertidumbre en cómo lograrlos.

La matriz WHOW brinda una primera clasificación o tipología de proyectos tradicionales a complejos (David Dombkins, 2007). En la tabla 2 se puede identificar la caracterización de cada tipo de proyecto.

**Tabla 2. Caracterización de los proyectos según la matriz WHOW**

<b>Tipo de proyecto</b>	<b>¿Qué?</b>	<b>¿Cómo?</b>	<b>Características</b>	<b>Gestión</b>	<b>Tipo planificación</b>
A	Claro.	Claro.	Poca recursividad y no linealidad entre las fases. Énfasis en resolver inconvenientes predecibles.	Coordinar el proceso de implementación mediante la estandarización y la planificación detallada.	Holística.
B	Claro.	No es claro.	Recursividad entre las fases de diseño y ejecución.	Planificar con anticipación, tener una rápida ejecución de diseño a diseño detallado.	Bucles de aprendizaje.
C	No es claro.	Claro.	Las decisiones relativas a la ejecución pueden tomarse durante la fase de diseño.	Se planifica y se ejecuta en la fase de diseño.	Planificación del descubrimiento y programación lineal.
D	No es claro.	No es claro.	Constantemente recursivos entre el concepto y el diseño de detalles. Necesidad de innovación y flexibilidad.	Las decisiones de diseño se revisan periódicamente.	Planificación del descubrimiento y enfoque de sistemas.

Fuente: elaboración propia con base en Dombkins (1997).

La anterior tabla describe la matriz WHOW con acciones o procedimiento que se pueden realizar para poder identificar qué tipo de proyecto se está por realizar o ejecutando.

En la medida que se mueven los proyectos desde el tipo A hasta el D, el método de planificación debe ajustarse. Se parte de las fases que tienen los proyectos tradicionales: concepto, diseño, implementación y finalización. Los proyectos tipo A tienen definidas sus fases, lo que no sucede para los proyectos complejos, en los cuales el *qué* y el *cómo* son inciertos y su implementación demanda un aprendizaje en espiral, con el fin de integrar ambos conceptos durante la ejecución del proyecto. Este aprendizaje parte del concepto y finaliza en el detalle.

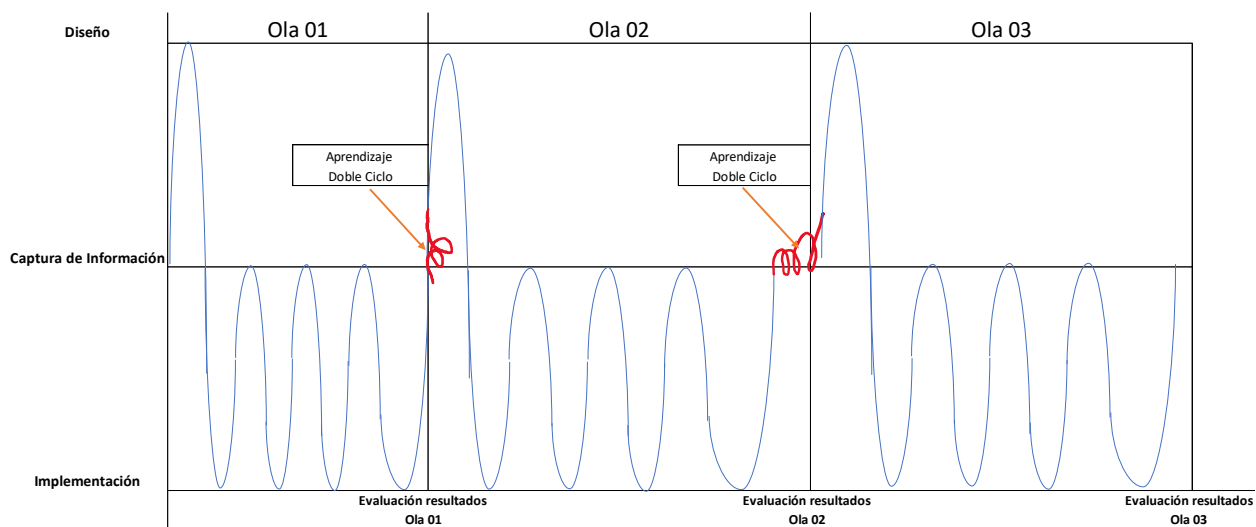
La manera en la que se viaja a través de esta espiral varía dependiendo del tipo de proyecto que se esté manejando. Para proyectos tipo A, la espiral es muy estrecha y llega rápidamente del concepto al detalle durante la implementación. Para los proyectos tipo B, se empieza a trabajar con la recursividad, lo que significa tener múltiples iteraciones para llegar a entender el *cómo* y, así, ir del concepto al detalle. En los proyectos tipo C, se necesita definir con claridad el objetivo del proyecto, pero el trasegar entre el concepto y el detalle puede llevar a errores e incluso a dejar los proyectos a un lado, ya que luego de varias reflexiones se puede concluir que no están alineados con los objetivos. Los proyectos tipo D son más iterativos, y en cada iteración se abandonan ideas probadas que no llevan al detalle. Los proyectos tipo B y tipo D demandan procesos iterativos y traslapados entre las fases de concepto, diseño, implementación y finalización.

Los proyectos tipo A se ajustan a la gerencia tradicional de proyectos por su nulo proceso iterativo. Contrario a los proyectos tipo A, los proyectos tipo B, C y D demandan una planificación que necesite capturar información, diseñar e implementar para nuevamente capturar información y, así, comenzar el ciclo; lo que Dombkins (1997) denomina *planificación por olas*. Se caracteriza por tener patrones respecto al tiempo y por llegar a ser cíclica, pero no lineal, característica que comparte con el caos.

Al utilizar la aplicación por olas en un mundo globalizado, en el que el cambio es continuo, los proyectos pueden presentar imprevistos, como nuevas tecnologías, competencia y ambiente, entre otros, por lo cual es necesario volver atrás, revisar las decisiones iniciales y agregar estos elementos cambiantes, definidos por Dombkins (2007) como “aprendizaje de doble ciclo”. Este

proceso conduce hacia el diseño y la reevaluación del marco estratégico, con lo que inicia un nuevo ciclo de diseño, planificación y revisión de este para la primera ola y, al reunir nueva información, un cuestionamiento de la estrategia, la definición de nuevas medidas de desempeño y el establecimiento de un marco estratégico para la segunda ola. Este conjunto de fases o etapas se repetiría de manera cíclica y continua, con procesos de aprendizaje y retroalimentación tomados del ciclo o ciclos anteriores hasta culminar el proyecto. (figura 3).

**Figura 3. Planificación por olas**



Fuente: elaboración propia con base en Dombkins (2007).

### 4.3. Complejidad y gerenciamiento de proyectos

Aplicando el término de complejidad en el ámbito del gerenciamiento de proyectos, el ICCPM (2012) define los *proyectos complejos* como “sistemas abiertos y adaptativos [...] caracterizados por la recursividad y [los] lazos de retroalimentación no lineales”, en los que “la sensibilidad de las condiciones iniciales inhibe una planeación a largo plazo y su implementación hace parte de un proceso dinámico” (p. 6).

El análisis de la complejidad permite entregar los proyectos dentro de los parámetros pactados al inicio, centrándose en la mejora de los procesos relacionados, aumentando la eficiencia al reducir el tiempo, definiendo prioridades de alto nivel y alineando los proyectos a través de la

colaboración, la comunicación y la integración de estas medias, para que de esta forma disminuya la incertidumbre durante su ejecución.

Teniendo en cuenta lo anterior, se entiende que los proyectos deben ser analizados mediante un enfoque no lineal. Según Liberatore (2002), el “comportamiento no lineal tiene que ver con la relación causa-efecto; es decir, a una causa le corresponde no solo un efecto, sino varios efectos dinámicos”. Como lo mencionan Saenz *et al.* (2019), esta dinámica conlleva estudiar la complejidad del comportamiento de la gestión de proyectos, que surge como un intento de resolver los problemas complejos.

Para gestionar la interrelación de las variables de la complejidad, es necesario que el equipo del proyecto y su gerente cuenten con habilidades como empoderamiento, colaboración entre los integrantes, comunicación efectiva, accesibilidad, inversión y compromiso de la organización frente al proyecto, ya que todos estos elementos proporcionan transparencia y adecuan el enfoque a la estrategia de la organización.

El PMI (2014) menciona la importancia de resaltar la gestión de portafolios para navegar por la complejidad, ya que permite alinear los programas y los proyectos con la estrategia, establecer métricas de rendimiento de acuerdo con el tipo de estructura organizativa (proyectado, matricial, funcional), estandarizar procesos de gobernanza y facilitar el intercambio de recursos y herramientas, así como documentar las lecciones aprendidas que, a su vez, reducen los efectos de la complejidad.

Asimismo, teniendo en cuenta que la complejidad depende de los comportamientos de las interrelaciones de sus variables, el profesional debe centrarse en problemas emergentes, aplicar el pensamiento crítico y saber por dónde abordar los problemas. Las organizaciones deben realizar análisis de brecha de recursos y evaluación de habilidades como pericia, adaptabilidad, colaboración, liderazgo y gestión estratégica y empresarial, para seleccionar al gerente de sus proyectos complejos.

Al igual que la complejidad, la incertidumbre y los proyectos se mueven en un entorno dinámico y más competitivo, tendencia que aumentará con el paso de los años, debido a la globalización, a las nuevas tecnologías y a nuevas maneras de hacer las cosas.

El ICCPM (2012) menciona que el profesional de proyectos complejos se reconoce a través de la trayectoria, ya que es una construcción progresiva de competencias que incluye gestión de programas, portafolios y personas. Este profesional, además de las habilidades tradicionales, debe contar con aptitudes en estrategia organizacional, innovación, liderazgo y cultura; enfoque en la integración, arquitectura organizacional, gobernanza y sistemas, liderazgo con capacidad de trabajar en paradigmas basados tanto en la certeza como en la complejidad. También debe asumir la incertidumbre, el cambio y la emergencia como condición normativa. En resumen, requiere una amplia gama de conocimientos.

Resulta interesante entender que los proyectos son compuestos por un equipo de personas que forma parte de los nodos de comunicación y, por consiguiente, de la complejidad de los proyectos. El PMI (2014) menciona que el comportamiento humano es una fuente de complejidad que ocurre por la interacción de maneras y actitudes de las personas, que tienen la tendencia natural a subestimar aspectos de la línea base de los proyectos, así como a asumir conductas individuales, grupales, organizacionales y políticas. Estas conductas pueden afectar de manera positiva o negativa las redes de comunicación de los proyectos y generar cambios en las relaciones de poder. La complejidad se da por los diferentes actores del proyecto (equipo, *stakeholders*, apoyo ejecutivo y organizacional), ya que generalmente asumen posiciones frente a su ejecución, control, diseño y desarrollo.

#### **4.4. Variables de la complejidad en los proyectos**

A través de este documento se ha explicado que los proyectos complejos son aquellos que requieren diferentes técnicas de gestión y mayor atención. En este proceso intervienen variables que pueden clasificarse como complejas. A continuación, se describen algunas de ellas.

##### **4.4.1. Influencias externas**

Las influencias externas en las organizaciones les han generado una alta presión para reducir costos, innovar y mejorar su enfoque al cliente (David Dombkins, 1997). Dicha presión ha conducido a las organizaciones a hacer cada vez más mejoras de rendimiento en todos sus procesos. Una respuesta común es la reorganización de procesos, que superpone métodos nuevos o de moda (como QA, TPM, reingeniería, etc.), sin éxito y sin cambiar realmente la estructura que están llevando.

Es necesario reacondicionar las estructuras frente a las influencias externas, dejando a un lado la burocracia institucionalizada en las organizaciones, para que se establezcan estrategias de supervivencia y mejora. Esto permitirá a las organizaciones prepararse para la complejidad que demanda el cambio. De acuerdo con Hass (K. Hass, 2009), aquellas que pueden cambiar sus estructuras son más adaptables a los cambios externos, que están determinados por la economía global, el libre intercambio, el incremento de la competencia y la innovación tecnológica, entre otros.

#### 4.4.2. Incertidumbre

Para entender la complejidad, es necesario comprender qué es la *incertidumbre*. “La incertidumbre es inevitable, nos hace dudar del futuro y nos pone en una situación de aparente falta de control” (Cañas, 2015). Este término hace referencia a la dificultad que presentan los proyectos en factores como la experiencia, los conocimientos del equipo y las características del proyecto asociadas al riesgo. De la misma manera, el futuro introduce el componente de incertidumbre y su manejo.

De acuerdo con Ealde (2017), todo lo que no se puede determinar en un momento dado, aquello sobre lo que no se tiene control, o el sentimiento de no tener la certeza de lo que va a suceder es conocido como incertidumbre. La incertidumbre es un factor de oportunidad o amenaza y está asociada con el riesgo. Sin embargo, el riesgo es una variable independiente de esta definición.

Según Ealde (Ealde, 2017), existen varios factores que generan incertidumbre:

- *Información incierta*. La información es clave para la toma de decisiones. La incertidumbre relacionada con la información es algo inherente en *project management*. Esta información incierta se reduce gracias a la utilización de modelos.
- *Comprensión incierta*. Esta se produce cuando la comprensión de los modelos no es la adecuada o por falta de representatividad de los modelos creados.
- *Tiempos inciertos*. Los proyectos, independientemente de su especialidad, están compuestos por etapas de desarrollo y ejecución. El tiempo va asociado a la reducción de la escala de incertidumbre y a la fecha de finalización del proyecto.

- *Complejidad incierta.* A pesar de los modelos, en todos los proyectos hay una permanente interacción de sistemas que provocan que no siempre se puedan predecir los resultados.

Es necesario entender que la incertidumbre se puede manifestar a través de dos situaciones:

1. *Variabilidad de los resultados.* Hay múltiples resultados posibles. Las estimaciones de coste y plazo pueden conducir a un resultado final que no coincida exactamente con el estimado.
2. *Indeterminación de los escenarios futuros.* Los proyectos se arman con base en hipótesis que no siempre se verifican durante el proyecto. Los cambios en el mercado y en el cliente conducen a escenarios distintos a los inicialmente previstos.

Se puede indicar que la incertidumbre es la manifestación de la limitación del conocimiento y la falta de control sobre lo que pueda suceder en el futuro con las acciones de tiempo presente en aspectos clave para el proyecto. La incertidumbre y sus formas se manifiestan en la variabilidad de los resultados y en la indeterminación de escenarios (Ealde, 2017).

El concepto de incertidumbre en gestión de proyectos también puede definirse como un objetivo que no está claramente definido o por su implementación. Por este motivo, Dombkins (1997) recomienda clasificar los proyectos de acuerdo con la escala de incertidumbre y, de esta manera, proporcionar información que permita orientar sobre las herramientas o los procesos por utilizar para gestionar apropiadamente esta variable.

Según Padalkar y Gopinath (Padalkar & Gopinath, 2016), hay dos tipos de incertidumbre: la primera, que consta de variaciones simples (incertidumbre previsible), y la segunda, la incertidumbre del caos (imprevisible o incertidumbre epistémica). Como parte de la complejidad, “otros autores asocian la incertidumbre epistémica con variables desconocidas o relaciones desconocidas”.

#### **4.4.3. Gobernanza**

Una organización que maneje proyectos, en especial proyectos complejos, aplica, dentro del marco de gobierno corporativo, una gobernanza eficaz, que se “convierte en una preocupación importante para las organizaciones, ofreciendo a la alta dirección una visibilidad y un control

claros de las operaciones corporativas no rutinarias y la capacidad de ejecución” (Bernardo, 2014).

Existen varios tipos de gobernanza o estilos de gobierno; el *gobierno corporativo* implica un conjunto de relaciones entre la administración de una empresa, su directorio, sus accionistas y otras partes interesadas. El gobierno corporativo también proporciona la estructura a través de la cual se establecen los objetivos de la empresa y se determinan los medios para alcanzar esos objetivos y monitorear el desempeño (Bernardo, 2014).

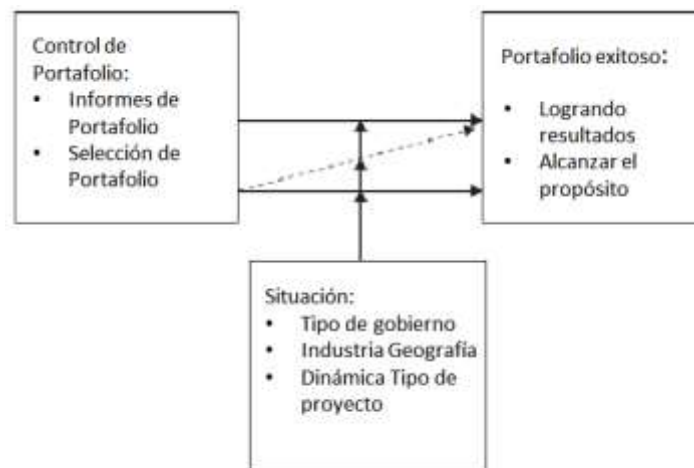
A su vez, la *gobernanza en los proyectos* se puede entender como un conjunto de “sistemas de gestión, reglas, protocolos, relaciones y estructuras que proporcionan el marco dentro del cual se toman las decisiones para el desarrollo y la implementación del proyecto para lograr la motivación empresarial o estratégica deseada” (Bernardo, 2014).

La *gobernanza en las organizaciones* se cumple para todo tipo de proyectos. Las organizaciones, pensando en su estrategia, desarrollo y sostenibilidad en el mercado, establecen una serie de proyectos que pueden llegar a ser proyectos *stand alone*, proyectos asociados a un programa especial dentro de la organización o proyectos y programas asociados a una cartera o portafolio de proyectos.

El *portafolio de proyectos* es un grupo de proyectos que comparten y compiten por los mismos recursos y se llevan a cabo bajo el patrocinio o la gestión de una organización (Martinsuo y Geraldí, 2020; Müller *et al.*, 2008). El buen manejo de los portafolios puede relacionarse con las organizaciones exitosas, que tienen una práctica de organización de selección y priorización de los proyectos en línea con la estrategia (Müller *et al.*, 2008).

El interrelacionamiento de los portafolios viene determinado por su incidencia con la estrategia, el relacionamiento de los recursos y la incidencia dentro la organización en sí. El modelo demostrativo para el control y el éxito de los portafolios se puede observar a manera de ejemplo en la figura 4. Internamente, en los portafolios es necesario tener en cuenta los elementos indicados como “situación”, sea porque generan la necesidad de tener el portafolio, sea porque brindan situaciones a la organización.

**Figura 4 . Modelo demostrativo de portafolio en proyectos**



Fuente: elaboración propia con base en Müller *et al.* (2008).

La gestión de portafolio que se muestra en la figura 1, involucra procesos de control y situación tales como los informes, el tipo de gobierno, estos elementos en la gestión de proyectos complejos pueden darse dentro de la ambigüedad y el comportamiento del sistema.

#### 4.4.4. Riesgo

Asociando la incertidumbre con la gestión de riesgos, se entiende por *riesgo en un proyecto* un evento o condición que, si ocurre, tiene un efecto sobre los objetivos del proyecto. Los riesgos pueden ser positivos (*oportunidades*) o negativos (*amenazas*). En el caso de las oportunidades, la gestión de riesgos busca incidir sobre los factores que fomenten las acciones para que el riesgo se produzca. La gestión de riesgos consta de cuatro procesos: 1) identificación, 2) análisis, 3) planificación de la respuesta y 4) supervisión y control de riesgos (Coronel, 2012).

Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad o el impacto de los riesgos positivos y disminuir la probabilidad o el impacto de los riesgos negativos, a fin de optimizar las posibilidades de éxito del proyecto (PMI, 2017a).

Si bien los riesgos, de alguna forma, son aspectos de incertidumbre, este concepto es más amplio y abarca nuevos matices para esta investigación. La gestión de riesgos del proyecto

incluye los procesos para llevar a cabo los cuatro procesos mencionados, agregando la implementación de respuesta y el monitoreo de los riesgos de un proyecto.

#### **4.4.5. Calidad**

La *calidad* es la aceptación de los estándares mínimos que puede tener un proceso o el producto. Los proyectos ofrecen una gran variedad de resultados que están sujetos a muchas formas de control de calidad, según la naturaleza técnica del trabajo y los requisitos particulares de las industrias individuales. En la complejidad, la calidad puede ser un factor determinante que fomente alguna restricción y, por consiguiente, puede generar una situación que no pueda solucionarse de manera oportuna. El gerente del proyecto acuerda el régimen de control de calidad del proyecto basándose en los aportes de los expertos técnicos, en lugar de hacer referencia a procesos genéricos (APM, 2019).

Un aspecto importante en la ejecución de los proyectos es la medición de calidad. Para esto, Dombkins (1997) recomienda enfocarse en los recursos clave o escasos, así como en el cambio constante y la influencia de los interesados. Esto permitirá seleccionar los elementos clave por medir, sin pretender medir todo con medidas desactualizadas (1997).

#### **4.4.6. Alcance**

La gestión del alcance es el proceso mediante el cual se identifican, definen y controlan los productos, resultados y beneficios. *Alcance* es el término utilizado en la gestión de proyectos para hacer referencia a la totalidad de los productos, resultados y beneficios, más el trabajo necesario para producirlos. Al definir el alcance del proyecto, es importante tener claros los límites y las interfaces con los proyectos adyacentes. La forma en que se gestiona el alcance depende del ciclo de vida del proyecto. Por lo general, se registra un alcance de alto nivel en el caso del negocio, con apoyo de la opción elegida y su evaluación de la inversión.

Es importante definir claramente lo que está dentro y fuera del alcance, ya que esto evita el riesgo de incumplimiento en los entregables del proyecto y, con ello, posibles desacuerdos por parte de los interesados y solicitudes de cambio.

Durante el proceso de determinación del alcance se documentan los supuestos para aclarar el trabajo que forma parte de este, para cumplir con los requisitos de los patrocinadores (APM, 2019).

#### **4.4.7. Cronograma**

Una vez el gerente de proyectos ha definido el alcance de este (el trabajo que debe completarse), ha comprendido sus requisitos y riesgos de calidad y tiene estimaciones de la duración de la actividad, el siguiente paso es elaborar un cronograma (APM, 2019).

La programación del tiempo es una colección de técnicas utilizadas para desarrollar y presentar programas que muestren cuándo se realizará el trabajo. Los resultados de todas estas técnicas generalmente se presentan como actividades o barras en una línea de tiempo, conocida como diagrama de Gantt (APM, 2019).

El cronograma parte de la Work Breakdown Structure (WBS) o, en español, Estructura Desglosada de Trabajo (EDT), que permite detallar las actividades y los entregables de cada componente. El objetivo del cronograma es validar la secuenciación de actividades por desarrollar, monitorearlas y controlarlas para medir el desempeño pasado del proyecto y el cumplimiento de las metas definidas; pronosticar los rangos de tolerancia definidos al inicio y, en caso extremo, determinar si es necesario solicitar un control de cambio para la ampliación del tiempo (PMI, 2017a).

#### **4.4.8. Volatilidad**

En el contexto de los proyectos, la volatilidad es una variable compleja, a partir de su estrecha asociación con la incertidumbre y el concepto de *ambigüedad*. La *volatilidad* se define como la evolución de una variable en términos de su direccionamiento (aumento o disminución) y su velocidad (porcentaje de cambio) (Vasseur *et al.*, 2011).

#### **4.4.9. Costo**

El costo puede determinarse en un presupuesto acordado y en la gestión de los costos reales y previstos con respecto a ese presupuesto. Los gerentes de proyectos deben comprender dónde caen los costos en su cronograma, para administrar la demanda de recursos. Normalmente, todos los recursos que consumen costos se incluirán en un programa optimizado de recursos. Este tipo

de cronograma es esencial para planificar los costos y construir una imagen de estos a lo largo del tiempo. Los costos planificados pueden ser fijos o variables. Un *costo fijo* ocurre una vez en la vida de un proyecto, por ejemplo, la configuración de una máquina. Un *costo variable* ocurre más de una vez durante la vida de un proyecto, por ejemplo, el mecanizado de componentes (APM, 2019).

Al costo lo afectan elementos como el alcance y el cronograma, ya que cualquier cambio que se realice impacta el costo. De la misma manera, involucra el proceso de planificación, la estimación, el presupuesto, la financiación, la gestión y el control de estos. El costo, a su vez, espera un retorno de la inversión y otros indicadores que se definirán más adelante. “En algunos casos, las variaciones del costo pueden ser tan importantes que se torna necesario revisar la línea base de costos para proporcionar una base realista para la medición del desempeño” (PMI, 2017a).

#### **4.4.10. Causas de la complejidad**

Teniendo en cuenta los elementos de complejidad que se han incorporado en los proyectos a lo largo de su trayectoria, la gestión de proyectos se ha preocupado por el cuidado de estos y por su relación directa con la obtención de resultados exitosos. Por tal razón, los institutos se encuentran generando acciones para confrontar los desafíos que trae la complejidad. El PMI (2014) ha agrupado las causas de la complejidad en tres categorías.

##### **4.4.10.1. Talento o comportamiento humano**

Las personas y el entorno definen la gestión del proyecto. Se denomina *talento o equipo de proyecto* al grupo de personas que trabajan juntas, en colaboración o cooperación, por un objetivo común. Algunos equipos comparten la misma ubicación geográfica, otros abarcan varias organizaciones, y el trabajo en equipo virtual es cada vez más frecuente. En cada caso, la capacidad de cada integrante y del gerente del proyecto para desarrollar y liderar equipos es de vital importancia. Dedicar tiempo a tratar de comprender la cultura predominante en una organización es un aspecto importante del análisis de las partes interesadas, la gestión del equipo del proyecto y el liderazgo del equipo.

La *cultura organizacional* se puede definir como la forma en que se hacen las cosas en una organización, las reglas no escritas que influyen en el comportamiento y las actitudes individuales y grupales que son aplicables en múltiples niveles de la organización, incluida la cultura nacional o la cultura del proyecto (APM, 2019).

Ahora bien, dentro de las tres categorías que causan la complejidad en los proyectos, el comportamiento humano está en la base, dadas las interacciones, las conductas y las actitudes de las personas en un proyecto. Este es el resultado de factores como el cambio de las relaciones de poder, la influencia política, las experiencias y las perspectivas de los individuos. Dichos aspectos pueden inferir de manera clara y dificultar la concertación y la ejecución de las metas y los objetivos. Sin embargo, factores como el éxito en las interrelaciones o en las interacciones, la influencia y el número de partes interesadas involucradas contribuyen a la complejidad que se observa en los proyectos (PMI, 2014).

Dombkins (1997) menciona que una gestión estructurada por parte de los interesados puede mejorar el desempeño del proyecto, ya que genera sinergia y confianza entre las personas, y esto se refleja en los resultados. Las personas son las principales impulsoras para generar confianza, asignar recursos y alinear el proyecto.

Es importante resaltar que las organizaciones han trascendido del reconocimiento individual al enfoque colectivo, ya que buscan fortalecer la coordinación por medio del diseño de recompensas con escalas de puntuación equilibrada. Estas recompensas impulsan el comportamiento colectivo e individual (David Dombkins, 1997).

#### 4.4.10.2. Comportamiento del sistema

En un entorno complejo, los proyectos son sistemas existentes dentro de otros sistemas, es decir, son interdependientes, pues a través de sus conexiones y variables su desconexión genera complejidad. “A medida que ocurren múltiples cambios en el sistema y entre el sistema y su entorno, el comportamiento adaptativo ocurre dentro de los componentes, lo que a su vez se suma a la dinámica del sistema” (PMI, 2014).

Dentro de los principales criterios de complejidad, se encuentran: jerarquía de niveles con mayor complejidad en el nivel superior, mayor nivel de componentes y relación entre proyectos con características únicas.

El PMI (2014) menciona las principales causas de la complejidad. Primero, la conectividad entre dos o más componentes de un proyecto puede generar complejidad y aumentar a mayor el número de conexiones o desconexiones aparentemente no relacionadas. Segundo, el alto grado de dependencia entre programas o proyectos, que no permite diseñar paquetes de trabajo que sean completamente independientes entre sí. Tercero, la dinámica del sistema es la unión de las dos causas anteriores, en la que interactúan varios componentes que generan cambios durante el desarrollo del proyecto, causando riesgos interconectados, recursos adicionales y problemas irreversibles o desproporcionados. Un ejemplo se evidencia al reemplazar a un integrante del equipo clave. Esto genera una no linealidad, característica de la complejidad, que ocasiona cambios repentinos que se tornan inestables. En este punto se puede hablar del caos como elemento adyacente a dichos cambios (Cañas, 2015).

#### 4.4.10.3. Ambigüedad

“La ambigüedad puede describirse como un estado de falta de claridad y de no saber qué esperar o cómo comprender una situación” (PMI, 2014). Las situaciones que pueden tener más de una interpretación generan ambigüedad, y esta es causada por tres elementos: el primero de ellos es la *emergencia*, entendida como un cambio no anticipado que surge dentro de un contexto e interrelación entre sus componentes, generando situaciones impredecibles que impulsan la emergencia y el cambio. El segundo elemento es la *incertidumbre*, entendida como la inseguridad o falta de conciencia y comprensión de las situaciones o pasos por seguir para atacar los problemas que impactan directamente los riesgos. Un tercer factor de incertidumbre es la *interdependencia*, ya que es directamente proporcional al número de estas. Por ello, se debe dar prioridad a la gestión de los interesados y a las comunicaciones, que son la fuente principal de resolución de problemas ante cambios imprevistos y permiten disminuir el impacto a futuro (MPI, 2014).

Cuando hay interacciones complejas entre personas u otras variables en un proyecto, se vuelve muy difícil trazar una línea recta hacia el resultado definido. El manejo de la

incertidumbre y la ambigüedad implica el uso de un método sistémico para organizar el trabajo, un marco que espera que los resultados se creen en tramos iterativos o fragmentos de actividad. Pero la respuesta a la complejidad social no es tan simple como utilizar un programa en lugar de un enfoque de proyecto único (APM, 2019).

Adicionalmente, en un marco más amplio, las variables presentadas pueden verse desde el llamado entorno VUCA (por sus iniciales en inglés, *volatility, uncertainty, complexity and ambiguity*), que implica *volatilidad*: las definiciones del alcance del problema o los objetivos de la solución cambian de manera impredecible; *incertidumbre*: existen puntos de vista contradictorios sobre el alcance del problema, los objetivos de la solución o el enfoque del proyecto, y no está claro cómo resolverlos; *complejidad*: se observan comportamientos inesperados, aparentemente no relacionados con eventos anteriores o actuales; *ambigüedad*: hay múltiples interpretaciones del alcance del problema y de los objetivos de la solución, y no está claro cómo decidir cuál es la correcta. Finalmente, el postulado de lo anterior es si la incertidumbre genera ambigüedad o volatilidad, o si la ambigüedad genera incertidumbre o volatilidad o si la volatilidad genera incertidumbre o ambigüedad (APM, 2019).

#### 4.5. Evolución del concepto de complejidad a proyectos

Los proyectos han sido el común denominador de la humanidad. El PMI (Project Management Institute, 2017a) ha definido el concepto como un “esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”. El proyecto enmarca una profesión que, si bien es joven, lleva ejecutándose desde que la humanidad tiene alguna necesidad por cubrir. Ejemplos de proyectos son las pirámides de Egipto, el Taj Mahal y el Canal de Panamá, entre muchos otros.

Los proyectos definen su éxito en términos de eficiencia y efectividad (Baccarini, 1999). La *eficiencia* se da por el cumplimiento en alcance, tiempo y costo previamente establecidos. La *efectividad*, por los beneficios que brinda el proyecto a la organización, la satisfacción de los interesados y el potencial de aplicación futura de los resultados del proyecto (Mikkelsen, 2020).

Respecto al gerenciamiento de proyectos, su gestión ha evolucionado del *concepto de método tradicional de gerenciamiento o gerenciamiento tipo cascada*. Dicho gerenciamiento viene

caracterizado por el análisis del proyecto en cada una de sus partes y por la gestión de esas partes como módulos independientes que tienen unas actividades que permiten su desarrollo y generan unos entregables usados por otras partes del proyecto. Así, un proyecto es visto como una integración de herramientas que permite la gestión de dichos proyectos. Se tienen herramientas como análisis Delphi, juicio a expertos, análisis Montecarlo, entre otros que, aplicados en el momento adecuado, permiten entender, planear y tomar acciones para su ejecución. Sin embargo, el método ha sido cuestionado con base en los resultados de eficiencia y efectividad de los proyectos y ha llevado a conceptos más desarrollados de lo que la gerencia de proyectos debe ser.

En principio, todo proyecto tiene un grado de complejidad; sin embargo, se recomienda diferenciar lo que es complejo de lo que es complicado. Se entiende *complicado* algo que no es fácil de realizar, pero que, entendiendo las partes, se puede resolver. *Complejo* es un concepto más amplio, que viene siendo investigado desde la gerencia de proyectos desde hace casi dos décadas (Mikkelsen, 2020). Ha llamado la atención de profesionales en gerencia de proyectos para el desarrollo de habilidades y herramientas que permitan su gestión.

El primer referente que se tiene sobre la integración de la complejidad en proyectos es Baccarini (1996), quien presentó el concepto de *complejidad en proyectos* como una interrelación de varios elementos. Más adelante, tal y como lo resume Mikkelsen (Mikkelsen, 2020), se empezaron a integrar más elementos al concepto: *complejidad estructural*, relacionada con el número de elementos que existen en un proyecto y el número de interdependencias que se puedan establecer; *incertidumbre*, entendida como la incertidumbre en el logro de objetivos y de métodos, y *estructura organizacional*, entre otros, hasta llegar a definiciones que implican macroelementos, como la estructura política y económica (Hass, 2009). Estas definiciones han llevado a establecer el concepto de *evolución de los proyectos* como sistemas que contienen otros sistemas. A partir de esta concepción, los diferentes institutos de estandarización de proyectos han establecido sus definiciones de *complejidad*.

Dado el incremento de elementos que han hecho más complejos y costosos los proyectos — como la globalización, las nuevas tecnologías, las nuevas demandas de la sociedad, el balance entre desarrollo y sostenibilidad entre otros—, el PMI (2014) incorpora como elementos de

complejidad el comportamiento humano, la ambigüedad y el comportamiento de sistemas organizacionales. El ICCPM ha enfocado todo un estándar para definir las competencias que debe tener un gerente de proyectos, y muchos otros han desarrollado metodologías ágiles con el fin de abordar las diferentes variables complejas que se han identificado.

El ICCPM (2012) menciona que la gestión de proyectos complejos nace de la necesidad de identificar y reconocer problemas que presenten características complejas, que los proyectos tradicionales no abordan adecuadamente. Los *proyectos complejos* son sistemas abiertos, emergentes y adaptativos, caracterizados por su comportamiento no lineal y sensibilidad a las variaciones de las condiciones iniciales. Son sistemas adaptables de alta incertidumbre que ofrecen una capacidad estratégica a las organizaciones y a los gobiernos en la gestión de sus negocios en curso. La dinámica de estos proyectos plantea un reto que afecta la planificación detallada a largo plazo, ya que no se pueden descomponer en elementos con límites definidos.

La conciencia sobre la influencia de la complejidad en los proyectos ha permitido identificar hasta 128 elementos que aportan complejidad a la gestión de proyectos y, con esto, 5 “corrientes de pensamiento” (Mikkelsen, 2020):

- a. La complejidad en los proyectos es una variable fija que permite medir las diferentes relaciones existentes en aquellos.
- b. La complejidad es impredecible, basada en la emergente naturaleza del proyecto.
- c. La complejidad es un ajuste de variables estáticas y dinámicas que captan toda la naturaleza del proyecto.
- d. La complejidad es aquel elemento de los proyectos que los hace difíciles de manejar.
- e. La complejidad depende del criterio de quien la esté determinando.

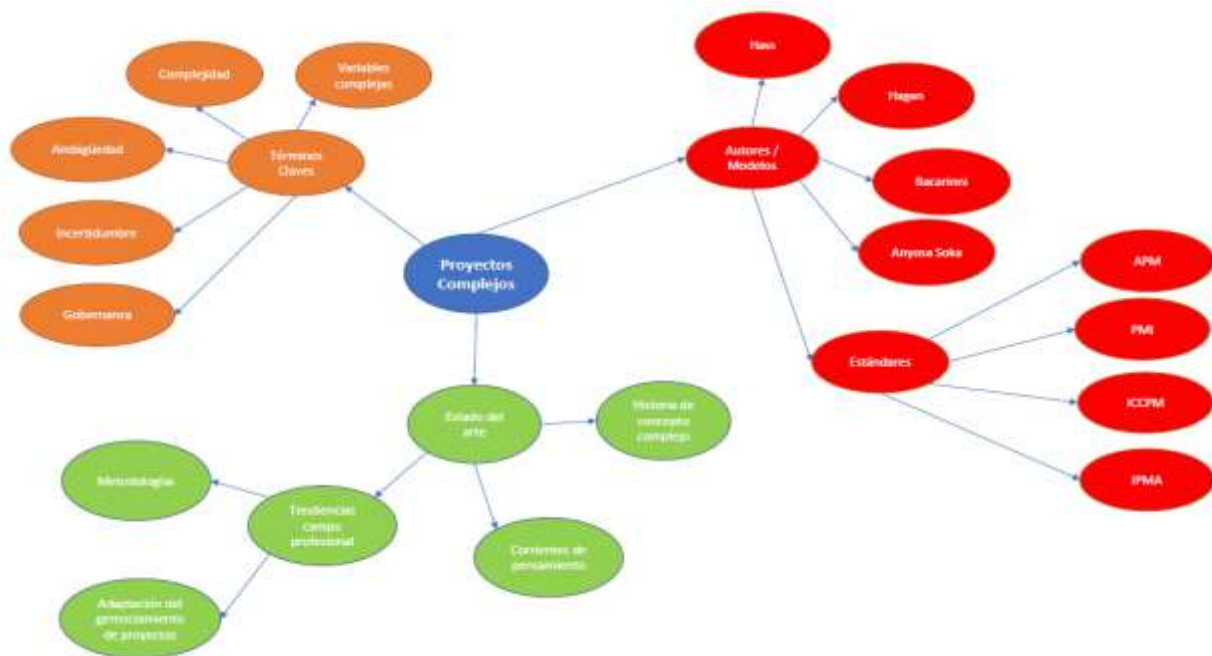
Hoy en día, el gobierno de proyectos o gobernanza atada a la gestión de portafolios de proyectos ha llamado la atención en las organizaciones. Áreas como *Research and Development* en las organizaciones han dedicado sus esfuerzos a entender el efecto de la incertidumbre en la complejidad de los proyectos y de los portafolios (De Rezende *et al.*, 2018; Martinsuo *et al.*, 2014). Se ha logrado identificar que los proyectos, programas y portafolios no son ajenos a las demás variables complejas, sino que la gobernanza en los programas y el portafolio tienen su mayor impacto por la naturaleza misma de ejecutar en simultánea varios proyectos.

La tendencia ahora es entender y caracterizar los proyectos complejos de tal manera que se puedan establecer marcos de referencia y modelos que permitan comprender el dinamismo de los proyectos y establecer acciones para su gestión. De acuerdo con De Rezende *et al.* (2018), hoy en día se busca que los proyectos sean adaptables a los medios y, por ende, a la estructura de las organizaciones (gobernanza, proyectos, programas y portafolios); por lo tanto, hay un interés por desarrollar más habilidades que busquen la flexibilidad y que sean fácilmente adaptables al medio cambiante en que los proyectos se desarrollan. Siguiendo esta tendencia, el presente trabajo busca identificar variables complejas en los proyectos que se llevan a cabo en el entorno de una organización multinacional localizada en Colombia. También busca establecer una guía orientada para determinar acciones y gerenciarlas según su complejidad, midiendo de manera cuantitativa y cualitativa el impacto de dichas variables en los proyectos.

#### **4.6. Mapa conceptual**

Luego de explorar los diferentes conceptos relacionados con la gerencia de proyectos complejos, su interrelación y las corrientes de pensamiento que existen al respecto, en la figura 5 se observa un resumen de los temas abordados en el marco teórico en tres elementos clave: el primero fue la identificación de aquellos términos que se encontraron en la literatura, el segundo corresponde a los principales autores e institutos referenciados y finalmente el estado arte donde se revisaron las diferentes corrientes del pensamiento que se tienen en torno a la gerencia de proyectos complejos.

**Figura 5. Mapa conceptual del marco teórico**



Fuente: elaboración propia.

## 5. Hipótesis

Los proyectos complejos, a pesar de sus múltiples puntos de vista, identificados por Mikkelsen (2020) y descritos por los diferentes autores en el capítulo 4, resaltan tres grandes elementos:

- a. *Complejidad en sí misma*: relacionamiento no lineal de diferentes variables en los proyectos.
- b. *Incertidumbre*: elemento que no permite un grado alto de certeza en el comportamiento de las variables.
- c. *Interrelación*: corresponde a la dependencia entre las variables.

Estos tres elementos brindan los argumentos para presentar las siguientes hipótesis:

- a. Entendiendo las variables de un proyecto y su interrelación, se puede determinar una metodología para gestionarlas dentro del contexto del proyecto.
- b. Al entender las variables que impactan un proyecto desde las etapas de inicio y planeación, es posible aplicar una metodología para reducir su complejidad.
- c. Todas las variables que tiene un proyecto se ven afectadas en mayor o menor medida por la incertidumbre.

Los proyectos son complejos por las influencias internas y externas a la organización que los desarrolla. Partiendo de estas hipótesis, se presenta a continuación el diseño de la investigación, la manera en la que se definen las variables y la estructura de los instrumentos por implementar.

## 6. Metodología de investigación

### 6.1. Concepto

Serpa (2019) afirma que para gestionar la complejidad en los proyectos es necesario centrarse tanto en aspectos técnicos como humanos. En línea con la definición ofrecida en el presente documento, la complejidad está compuesta de diversos elementos interrelacionados que, en conjunto, exhiben propiedades y comportamientos no evidentes. Con el objetivo de disminuir la incertidumbre que produce la complejidad, se proponen herramientas que, a través de indicadores de progreso y de desempeño, permitan identificar las variaciones y su causa para corregirlas y analizar a qué otros aspectos del proyecto afectan.

Teniendo en cuenta lo anterior, el desarrollo de una metodología que permita determinar la complejidad de los proyectos y su impacto frente a la gestión de personas, tecnología y conocimiento, mediante el uso de herramientas y técnicas, facilita la toma de decisiones con base en información reciente, establece estrategias para afrontar situaciones esperadas e inesperadas, agiliza la colaboración en equipo con un mismo objetivo y, con base en las variaciones, ayuda a detectar riesgos, a disminuir la incertidumbre y a determinar lo que no se pueda controlar.

*Metodología* se define como “un sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y reglas” (PMI, 2017a) que permite la gestión de proyectos. Es personalizable y está desarrollada a la medida de cada organización o de cada proyecto, teniendo en cuenta sus prácticas, políticas, procesos, herramientas, técnicas, plantillas, ciclo de vida y enfoque —ágil o tradicional.

La implementación de una metodología de gestión de proyectos produce beneficios en relación con el aumento del compromiso de los miembros del equipo, el entendimiento del cliente como factor de influencia, la eficiencia de los recursos destinados al proyecto, el mejoramiento de la eficiencia y la coherencia de la ejecución del proyecto. También permite definir la complejidad del proyecto, la cual se debe abordar cuidadosamente en cada proceso, en sus entradas y salidas.

La gestión del cambio y la mejora continua son factores importantes en la implementación de una metodología. Se usan para refinarla y moldearla a cada proyecto, adecuándola a su propósito, y para clasificar los proyectos de acuerdo con cada ciclo de vida. Esto permite

documentar las lecciones aprendidas. Whitaker (2014) propone nueve pasos, clasificados en las fases de evaluación, desarrollo y mejora, que se repiten en tres etapas distintas: adaptación inicial, adaptación previa al proyecto y adaptación dentro del proyecto.

Finalmente, teniendo en cuenta que la metodología varía de acuerdo con el proyecto, Whitaker (2014) recomienda desarrollar una matriz de selección a partir de la mejor metodología que se ajuste a los proyectos. Con esta, se desarrolla un modelo de adaptación inicial y continua, para aplicarla a los proyectos de cada organización.

## 6.2. Tipo de investigación

En la investigación se buscó identificar variables complejas y la relación que hay entre ellas. Se estableció que la medición es de tipo mixto.

- a. *Medición de tipo cuantitativo.* Se aplicó a aquellas variables que se midieron por su impacto en el proyecto. Dicho impacto se determinó según la organización escogida.
- b. *Medición de tipo cualitativo.* Se refiere a las interrelaciones o a las influencias dadas entre las variables de los proyectos. Estas se determinaron por el grado de relación existente —alto, medio o bajo—, según la experiencia de la organización en la ejecución de los proyectos. La tabla 3 presenta un ejemplo de la propuesta para documentar el grado de relacionamiento de las variables complejas en la ejecución de los proyectos de la organización a juicio de los gerentes de proyectos.

**Tabla 3. Documentación de interrelación de variables**

Variable	Ambigüedad	Calidad	Comportamiento del sistema	Comportamiento humano	Costo	Cronograma	Gobernanza	Riesgo	Influencias externas	Triple restricción	Volatilidad
Ambigüedad											
Calidad											
Comportamiento del sistema											
Comportamiento humano											
Costo											
Cronograma											
Gobernanza											
Riesgo											
Influencias externas											
Triple restricción											
Volatilidad											

Fuente: elaboración propia.

### 6.3. Diseño de la investigación

La investigación se realizó con una base no experimental de tipo transaccional. Fue una propuesta de metodología revisada a través de una prueba piloto, con información de una organización. Fue transaccional porque el instrumento que se utilizó para la medición de las variables se aplicó en un solo momento.

### 6.4. Alcance

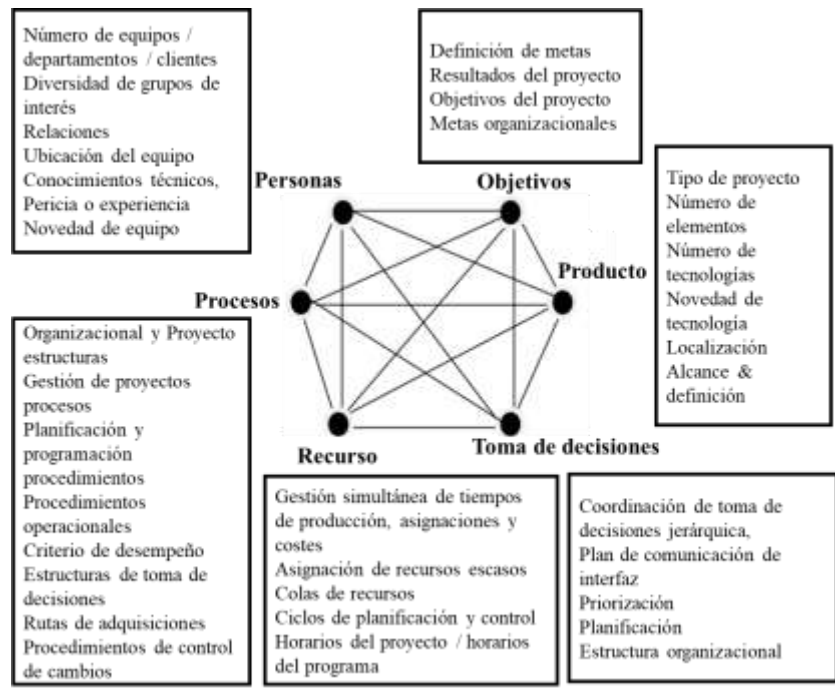
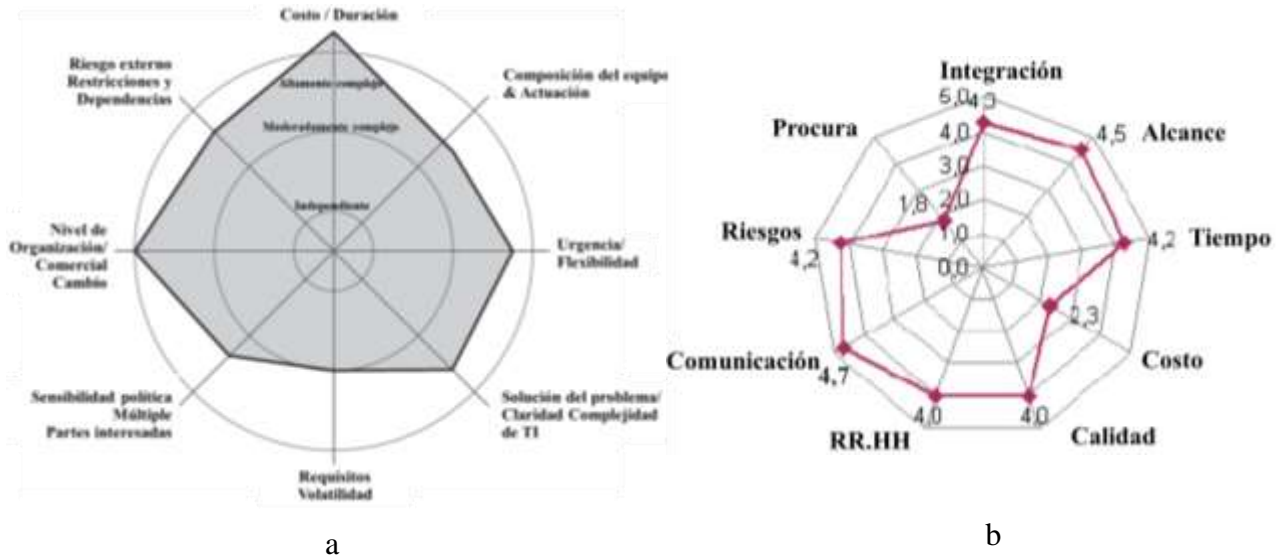
El trabajo presentado fue de tipo descriptivo, dado que buscó identificar en una organización aquellas variables que complejizan los proyectos y establecer su grado de incertidumbre y relacionamiento para su clasificación. Partiendo de esta información, se postuló una guía de manejo de proyectos según los tipos de complejidad.

## 6.5. Definición de variables

Los cambios actuales han establecido nuevos esquemas organizacionales: negocios interconectados, interdependientes e interrelacionados, que influyen directamente en la triple restricción de proyectos, bajo un esquema convencional (costo, tiempo y alcance). A su vez, estos esquemas han recibido la influencia de hechos sin precedentes, como la competencia global, el *time to market* y los rápidos avances tecnológicos. Dado que los esquemas generan nuevas estructuras y retos, es necesario identificar diferentes tipos de variables que puedan afectar los resultados de los proyectos: ambigüedad en la toma de decisiones, volatilidad del sistema, comportamiento humano, comportamiento del sistema, gobernanza, calidad, riesgos, influencias externas, triple restricción convencional. Las variables definidas en los proyectos representan un grado de incertidumbre, dado que sus resultados no siempre son cien por ciento predecibles. Determinar su complejidad y lograr que sean controlables es el reto frente al fenómeno de la globalización (Anyosa, 2008).

Para definir las variables de los atributos con los que se midió la presente investigación, se parte de tres modelos definidos por tres diferentes autores (figura 6): Hagan (*et al.*, 2014), Anyosa (2008) y Hass y Lindbergh (2010).

**Figura 6. Modelos de referencia**



**c**

Fuente: elaboración propia con base en: a) Hass y Lindbergh (2010); b) Anyosa (2008); c) Hagan et al. (2014).

Estos modelos definen aquellos elementos complejos dentro de los proyectos que se han investigado y que ofrecen un camino para el presente trabajo. En la tabla 4 se muestra por cada variable dos columnas, la primera describe la definición operacional en términos de proceso, el papel que desempeña la variable dentro de un proyecto y su comportamiento dentro del sistema, la segunda columna define la unidad de medida, en términos de cantidad de las variables definidas.

**Tabla 4. Definición operacional y unidad de medida de las variables**

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>Ambigüedad</b>	Formas en que se pueden realizar las actividades de acuerdo con las diferentes visiones que influyen las decisiones.	Número de opciones posible frente a una situación.
<b>Calidad</b>	Aquellas actividades necesarias para cumplir una fase según los requisitos mínimos.	Requerimientos necesarios para controlar un entregable según un estándar.
<b>Comportamiento del sistema</b>	Comprende las interacciones de los diferentes elementos del proyecto y se enfoca en la estrategia, los objetivos y la cultura organizacional.	Nivel de dependencia entre las variables del sistema.
<b>Comportamiento Humano</b>	Cantidad de partes interesadas y sus interacciones para el logro de metas y objetivos de un proyecto.	Nivel de dependencia de los resultados del proyecto con el comportamiento de los <i>stakeholders</i> .
<b>Costo</b>	Viene determinado por el valor de cada actividad necesaria para lograr el alcance.	Se define en unidad monetaria (dólar, euro o peso colombiano).
<b>Cronograma</b>	Tiempo en el que un proyecto es ejecutado y acordado con el cliente (interno y externo).	Número de días de ejecución del proyecto, desde que se inicia la implementación hasta la entrega final.
<b>Gobernanza</b>	Envuelve las decisiones que se llevarán a cabo y los procedimientos de mando que se ejecutarán.	Número de procesos, procedimientos y canales de comunicación que impactan un proyecto.
<b>Riesgo</b>	Aquellas actividades encontradas en el proyecto que, en caso de ocurrencia, podrían impactarlo. Vienen determinadas por la probabilidad y el impacto de ocurrencia.	Se define en unidad monetaria (dólar, euro o peso colombiano).

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>Influencias externas</b>	Aspectos no pertenecientes al proyecto que, en ocasiones, no se pueden controlar, pero que lo impactan.	Número de eventos externos que impactaron en el proyecto.
<b>Triple restricción</b>	Restricción en costo, cronograma y entregables del proyecto al cliente externo.	Porcentaje de desviación de línea base en costo, tiempo y alcance.
<b>Volatilidad</b>	Velocidad del cambio en el proyecto.	Se define por el número de cambios que se realizaron en el proyecto.

Fuente: elaboración propia.

## 6.6. Matriz de diseño de investigación

La tabla 5 presenta el diseño de la investigación y sus respectivas actividades, la primera columna hace referencia al objetivo general y objetivos específicos del presente trabajo de investigación y las actividades metodológicas para el logro de estos, la segunda columna está orientada a la descripción de la investigación y los elementos de trabajo necesarios para la obtención de la información y finalmente la tercera columna define el alcance y resultados esperados para el éxito de la investigación. Por otra parte, cada actividad muestra de forma secuencial como se realizó este trabajo de investigación, con sus respectivos entregables.

**Tabla 5. Matriz de diseño de investigación**

<b>OBJETIVO GENERAL DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b>		<b>DELIMITACIÓN, ÁMBITO Y TIEMPO DE APLICACIÓN</b>	
Elaborar una metodología para determinar la complejidad de los proyectos en industrias afines al suministro de equipos al sector de alimentos.		Investigación de tipo mixto, no experimental, de tipo transaccional y carácter descriptivo		El trabajo se limitará a la obtención de información de variables complejas en los proyectos de una organización para proponer la metodología de gestión de proyectos complejos. El desarrollo se realizará en un tiempo de 9 meses	
<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Actividades Metodológicas</b>	<b>Elementos de trabajo necesarios</b>	<b>Obtención de información</b>	<b>Resultados Esperados</b>	
<b>1</b>	Definir las variables de la complejidad en los proyectos desarrollados en industrias afines al suministro de equipos en el sector de alimentos.	1. Revisión teórica de la complejidad en los proyectos	Identificación de complejidad en proyectos y sus variables	Búsqueda de información a través de bases de datos de revistas indexadas, libros e internet.	Revisión teórica y mapa de desarrollo del concepto de complejidad en proyectos.
		2. Identificar modelos existentes relacionados con la gerencia de proyectos	Modelos creados por autores reconocidos en el ámbito de gestión de proyectos		Identificación de los modelos actuales, así como la identificación de su representación gráfica y descriptiva.

<b>OBJETIVO GENERAL DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b>		<b>DELIMITACIÓN, ÁMBITO Y TIEMPO DE APLICACIÓN</b>	
	3. Definir la organización en la que se podrá obtener la información de variables de proyectos	Organización que aplique un modelo de gestión de proyectos	Observación y análisis documental	Adquisición de la información de una organización en la gestión de proyectos	
	4. Identificar las variables complejas del histórico de proyectos de la organización.	Proyectos en la organización ya ejecutados. Lecciones aprendidas de los proyectos	Instrumentos para obtención de información a través de encuestas, entrevistas, observación y análisis documental.	Definición de variables complejas que afectan los proyectos evaluados	
2	Establecer la escala de incertidumbre que tienen las variables de la complejidad en proyectos en industrias afines al suministro de equipos en el sector de alimentos.	1. Clasificar por impacto, relevancia e incertidumbre a través de encuesta	Variables de proyecto identificadas	Instrumentos para obtener información a través de encuesta	Medición de la percepción de los stakeholders del proyecto referente a la incertidumbre
		2. Elaborar un mapa con las variables complejas vs la incertidumbre presentada	Modelos creados por autores reconocidos en el ámbito de gestión de proyectos	Análisis de resultados de encuestas	Mapa de variables vs incertidumbre
3	Identificar la interdependencia de las diferentes variables de estudio.	1. Determinar el nivel de relacionamiento de las variables como alto, medio o bajo	Variables del proyecto identificadas	Instrumentos para obtener información a través de encuesta	Medición cualitativa del relacionamiento de las variables

<b>OBJETIVO GENERAL DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b>		<b>DELIMITACIÓN, ÁMBITO Y TIEMPO DE APLICACIÓN</b>	
	2. Construir sobre el mapa de incertidumbre el nivel de relacionamiento	Modelos creados por autores reconocidos en el ámbito de gestión de proyectos	Análisis de resultados de encuestas	Mapa de variables con su relacionamiento identificado	
	3. Aplicar mapa de incertidumbre e interrelación en los proyectos de la organización	Selección de proyectos de manera no probabilística.	Muestreo no probabilístico sobre los diferentes niveles de proyectos de la organización, teniendo en cuenta stakeholders implicados, alcance y clientes	Mapa aplicado a proyectos seleccionados	
	4. Reflexión de los métodos usados por la organización al encontrar la incertidumbre de las variables y su relacionamiento	Acciones tomadas por la organización en su manejo de los diferentes proyectos seleccionados en relación con la incertidumbre y el nivel de relacionamiento de las variables	Observación y análisis documental	Caracterización del manejo de la complejidad en proyectos	
4	Construir una metodología con la	1. Enunciar las variables encontradas que más influyen en los proyectos	Obtención de variables comunes en los proyectos investigados	Análisis de resultados de modelos aplicados	Principales variables enunciadas

<b>OBJETIVO GENERAL DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b>		<b>DELIMITACIÓN, ÁMBITO Y TIEMPO DE APLICACIÓN</b>
información analizada.	2. Dar a conocer su relacionamiento e incertidumbre	Aplicar los niveles de incertidumbre encontrados en las variables identificadas	Análisis de resultados de modelos aplicados	Niveles de relacionamiento entre variables
	3. Construir el mapa	Análisis de incertidumbre y relacionamiento de las variables	Análisis integral de los resultados de incertidumbre y relacionamiento	Mapa de variables complejas, Nivel de complejidad

Fuente: elaboración propia con base en Duque (2012).

## 6.7. Población y muestra

Se contó con acceso a la información de una compañía proveedora de equipos para el sector de alimentos, que, por su dinámica de negocio, tiene un alto enfoque en la gerencia de proyectos. Asimismo, se ha mantenido el modelo de gobernanza, que tiene en cuenta variables como costo del proyecto, tipo de cliente, alcance del proyecto, tiempo de ejecución y análisis de riesgos. Estos proyectos están definidos en la organización como N0, siendo estos los menos complejos, hasta N3, que son los más complejos.

La muestra utilizada comprendió aquellos proyectos que se realizaron en la organización desde 2015 hasta 2020. La muestra fue de tipo probabilístico estratificada (Hernandez-Sampieri & Mendoza Torres, 2018). Esto, dado que se manejaron dos tipos de variables: cualitativa y cuantitativa. Estas variables se midieron sobre la población y se compararon para que integraran el análisis y formaran parte de la metodología que se quiere desarrollar. Las variables cuantitativas se orientaron al impacto, en valor monetario, que tuvieron en el proyecto, así como su medición en la variable de tiempo de ejecución de ese proyecto y el número de reclamaciones realizadas durante estos. Las variables cualitativas se orientaron hacia la percepción de incertidumbre que tienen los diferentes interesados en los proyectos implementados.

El tamaño de la muestra se obtuvo a través del método aleatorio simple para poblaciones finitas o por clústeres, mediante la fórmula  $n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$ , donde:

$n$  = número de proyectos por evaluar en la organización.

$N$  = universo total de proyectos.

$Z$  = parámetro estadístico que depende del nivel de confianza. El nivel de confianza seleccionado para este estudio es del 95 %, equivalente a 1,96.

$p$  = probabilidad de que el evento ocurra.

$q$  = probabilidad de que el evento no ocurra.

$e$  = error aceptable.

## 6.8. Instrumentos y técnicas

En el presente trabajo se desarrollaron dos instrumentos: el primero fue de tipo cuantitativo (anexo 1), orientado a la obtención de información de los proyectos, a través de la revisión de sus resultados; el segundo fue de tipo cualitativo (anexo 2), orientado a la recolección de información de una población representativa de proyectos, a través de entrevistas semiestructuradas. Las entrevistas se realizaron a los gerentes de los proyectos que participaron en la muestra, con el objetivo de determinar la incertidumbre que manejaron durante la planeación sobre las variables definidas en la tabla 4. A su vez, se determinó el grado de interrelación de cada una de las variables definidas. Con esto, coincidimos con Baccarini (1996), quien define la *complejidad de proyectos* como “consistente de diferentes partes interrelacionadas y que puede ser operacionalizada en términos de diferenciación e interdependencia”, obteniendo las variables, estableciendo su relacionamiento y su nivel de incertidumbre.

## 7. Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó en una organización con presencia a escala mundial y proveedora de equipos de alta tecnología para el sector de alimentos. La organización cuenta con una estructura proyectizada, que ha apalancado la manera en que se relaciona con sus clientes. En el continente americano, la organización cuenta con un portafolio de proyectos basado en el tipo de producto que comercializa. Este portafolio está compuesto por proyectos únicos y por multiproyectos que se ejecutan simultáneamente, sin ninguna relación entre sí, por lo que no tiene programas de proyectos. El manejo de estos se basa en el marco de referencia del PMI y cuenta con oficinas de proyectos (Project Management Office [PMO]) distribuidas en la región, con suficiente nivel de autoridad y amparadas por la alta dirección.

### 7.1. Procesamiento estadístico de datos

El anexo 1 se tomó del repositorio de proyectos de la organización. Como criterio de selección, se consideraron aquellos ejecutados en los últimos cinco años y catalogados según su tamaño (tecnología y costo) N1, N2, N3, ubicación geográfica P1, P2, P3 y cobertura del cliente C1, C2, C3, C4, C5. El total de proyectos obtenidos fue 572. Con base en estos, se depuró la base de datos, eliminando los proyectos que contaban con información incompleta o cuyo nivel no llegaba al N1. Finalmente, se obtuvo un universo de 289 proyectos con información completa y confiable y con niveles adecuados para el análisis. Este permitió realizar un muestreo aleatorio simple para poblaciones finitas, tomando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

$N = 289$

$Z = 1,96$  (parámetro estadístico asignado para un nivel de confianza del 95 %)

$p = 0,5$  (se distribuye la misma probabilidad de ocurrencia en la muestra)

$q = 0,5$  (se distribuye la misma probabilidad de no ocurrencia en la muestra)

$e = 5 \%$  (Error máximo permitido)

Con estos valores se obtiene una muestra aleatoria simple de 166 proyectos por ser evaluados. Una vez definida la muestra, se procedió a aplicar el instrumento en 3 proyectos de la muestra aleatoria como piloto (anexo 2). Los entrevistados fueron los gerentes de proyectos.

La prueba piloto aportó información relevante para ajustar las entrevistas semiestructuradas, orientadas al conocimiento del entrevistado sobre el proyecto, para que brindara su explicación en la fase de planeación. Validado el instrumento, se procedió a realizar un juicio de expertos mediante la metodología Delphi. En este participaron gerentes de PMO y gerentes senior de proyectos, quienes seleccionaron por región y por nivel de proyecto los proyectos que, a su juicio, deberían analizarse. Como resultado, seleccionaron 9.

## **7.2. Análisis de resultados**

Según lo indicado por Baccarini (1996), Haas (2009), Hagan, Bower y Smith (2014), las variables complejas no solo vienen identificadas como elementos que agregan complejidad a los sistemas (para nuestro caso, los proyectos), sino también a la relación entre las variables. Esta apreciación se obtuvo de las mediciones cuantitativas obtenidas de un modelo tradicional de gerencia de proyectos, alcance, costo, tiempo y calidad.

Con base en la información de los anexos 1 y 2, se presentan los resultados numéricos y estadísticos de la información y su análisis cuantitativo y cualitativo.

### **7.2.1. Análisis de la información cuantitativa**

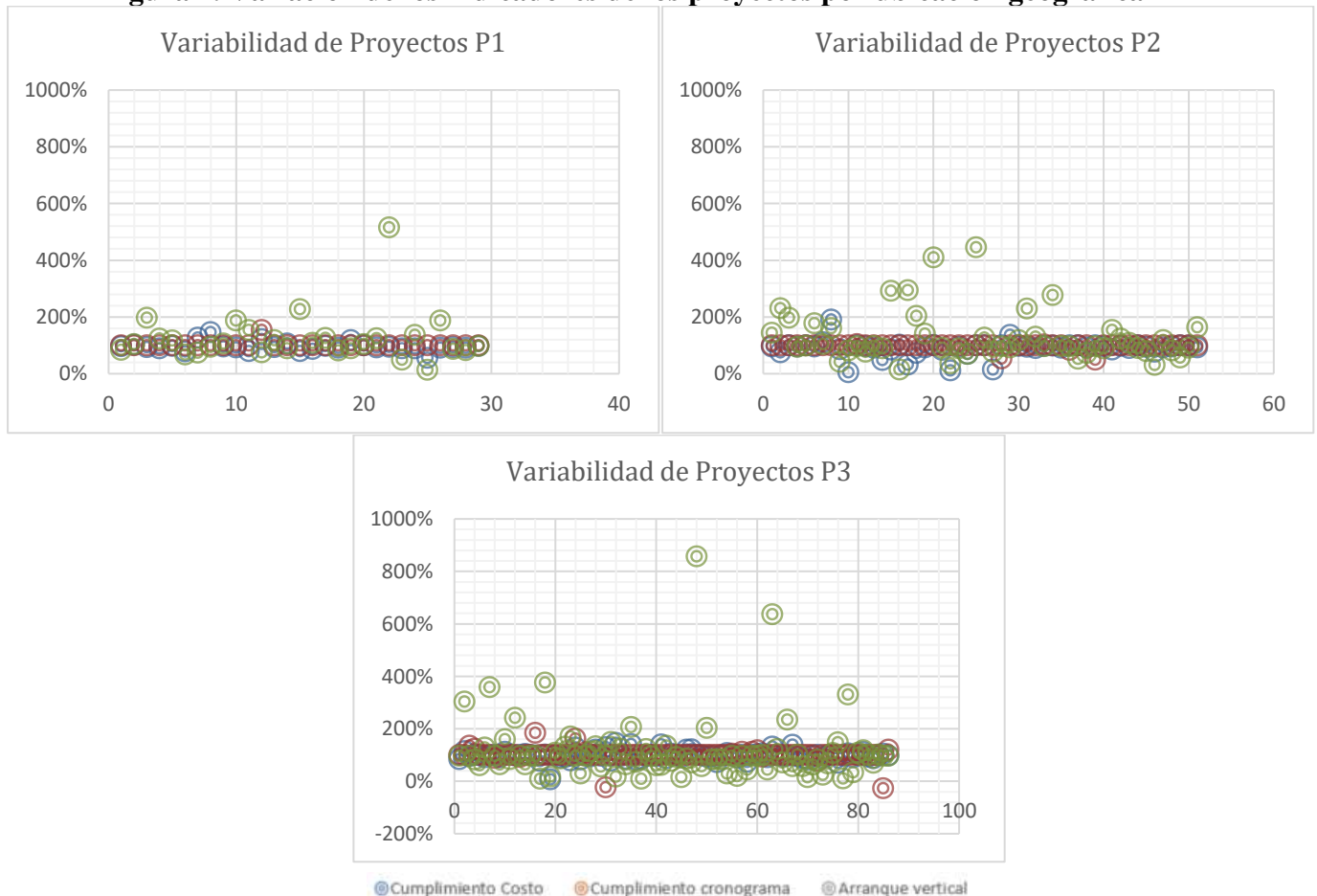
La organización estudiada tiene los siguientes indicadores en la gestión de sus proyectos:

- a. *Cumplimiento del costo.* Se refiere al porcentaje de cumplimiento del costo estimado del proyecto. Un valor por encima del 100 % indica un valor adicional al costo inicialmente estimado; un valor por debajo del 100 %, un costo menor al presupuestado.
- b. *Cumplimiento del cronograma.* Se refiere al porcentaje de cumplimiento en tiempo desde que el proyecto inicia hasta que está listo para iniciar su producción. Un valor mayor del 100 % indica el porcentaje de retraso vs. la línea base del proyecto, y un valor menor a 100 % indica el porcentaje de adelanto vs. la línea base del proyecto.

- c. *Arranque vertical*. Indica el porcentaje de desviación vs. el objetivo establecido por la organización de alcanzar la eficiencia de cada equipo. Este valor depende del equipo por instalar. Los valores superiores al 100 % indican el porcentaje de tiempo adicional requerido para alcanzar la eficiencia en un equipo vs. lo esperado por la organización. Un valor inferior al 100 % indica haber tenido un nivel de eficiencia adecuado en un tiempo menor al indicado por la organización.

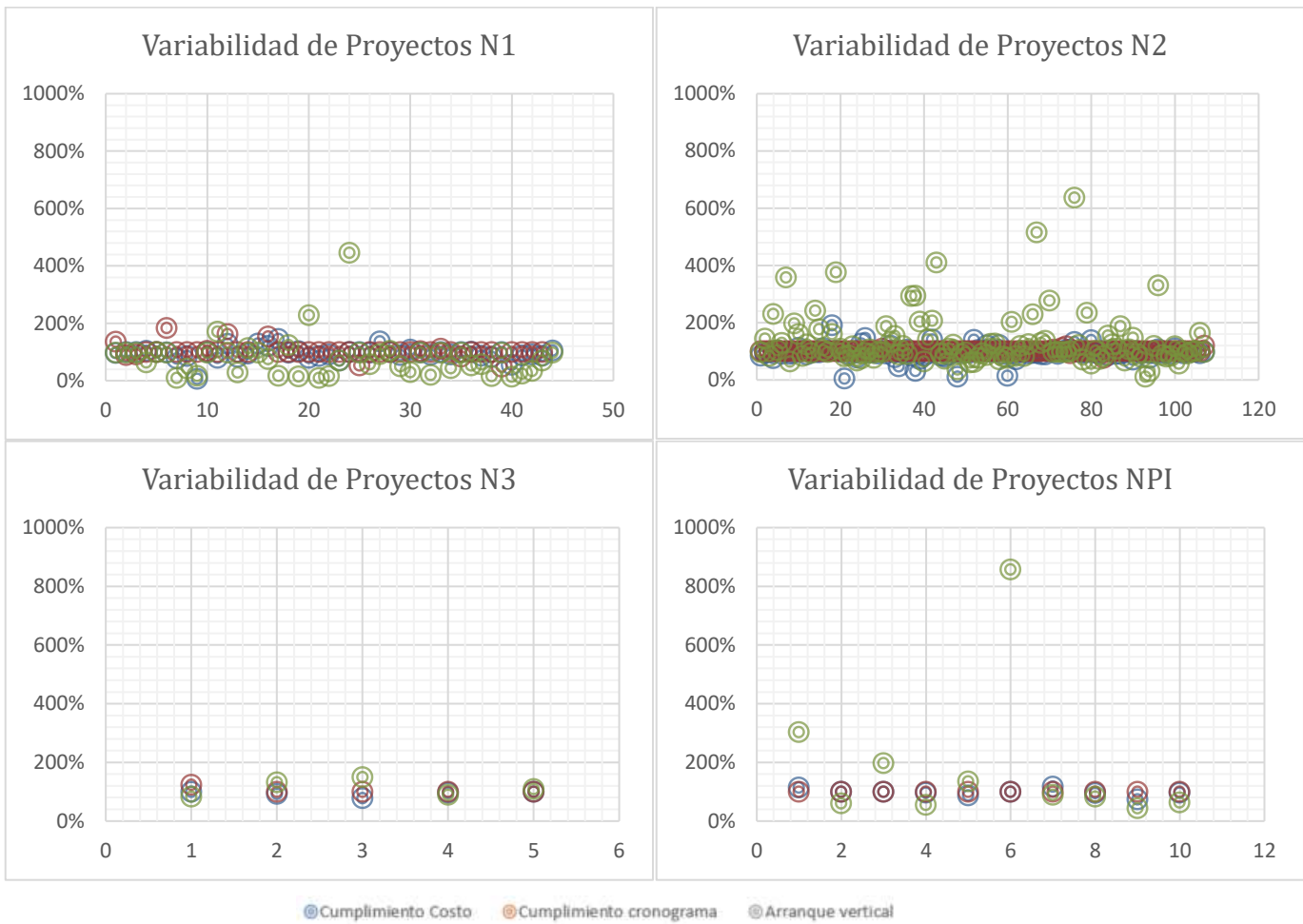
Las figuras 7, 8 y 9 muestran la variación de las tres variables cuantitativas de los proyectos de estudio frente a su objetivo (100 %). En la figura 7 se observa la variación de los proyectos según su posición geográfica; en la figura 8, la variación de los proyectos según el nivel de dificultad del proyecto identificado por la organización de estudio; y en la figura 9, la variación de los proyectos según el nivel de cobertura del cliente.

**Figura 7. Variación de los indicadores de los proyectos por ubicación geográfica**



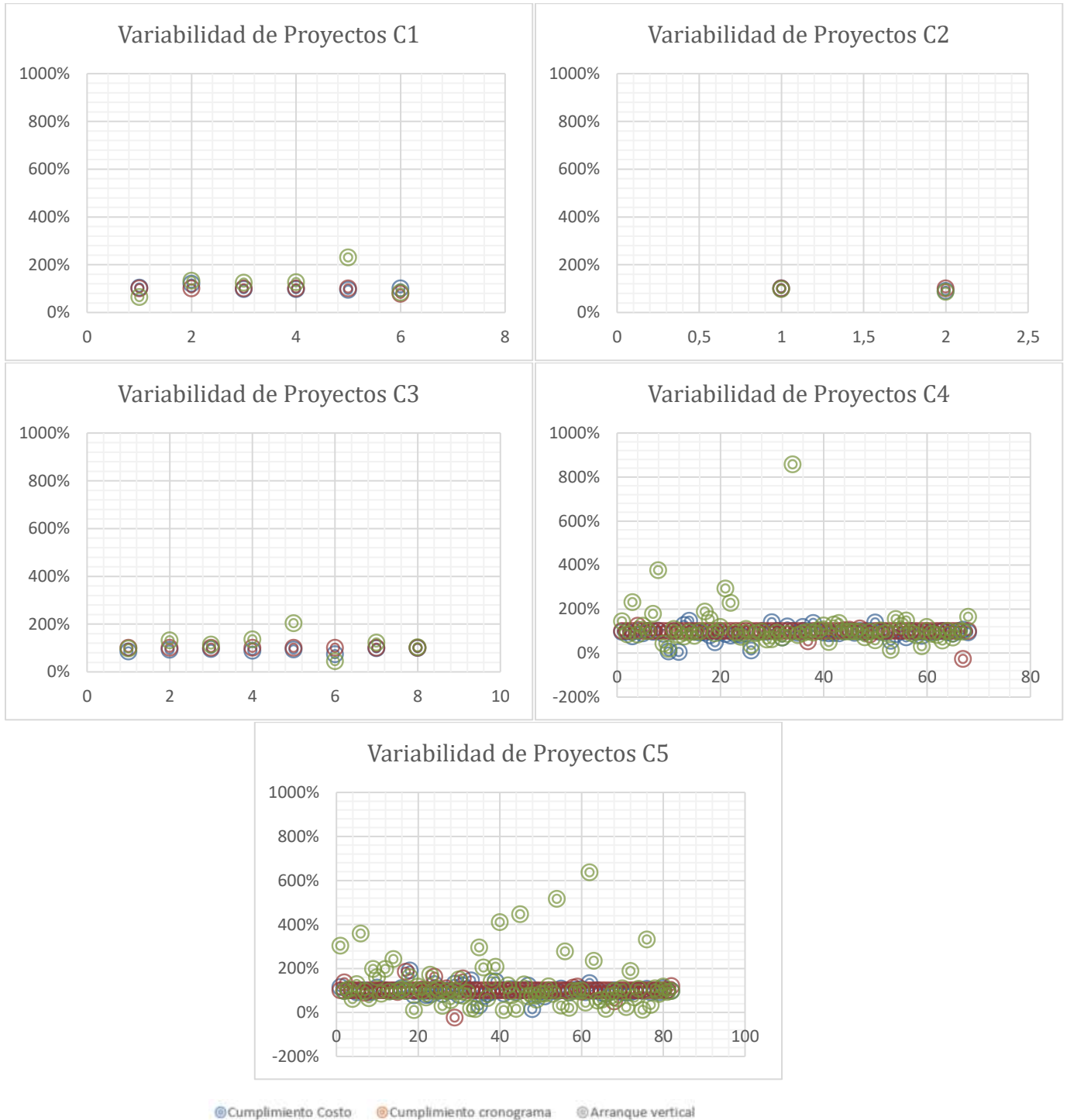
Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de la organización de estudio.

**Figura 8. Variación de los indicadores de los proyectos por nivel de proyecto**



Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de la organización de estudio

**Figura 9. Variación de los indicadores de los proyectos por cobertura del cliente**



Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de la organización de estudio

A los datos de cada una de las variables agrupadas que se muestran en las figuras anteriores se procedió a realizar un análisis de variabilidad el cual se resume en la tabla 6.

**Tabla 6. Indicadores de dispersión/desviación estándar y coeficiente de variación**

TIPOLOGÍA	Indicadores						
	Cumplimiento del costo		Cumplimiento del cronograma		Arranque vertical		
	Desviación estándar (%)	Coefficiente de desviación (%)	Desviación estándar (%)	Coefficiente de desviación (%)	Desviación estándar (%)	Coefficiente de desviación (%)	
POSICIÓN GEOGRÁFICA	P1	16	17	10	10	86	69
	P2	28	31	10	10	86	67
	P3	18	18	23	23	121	105
NIVEL DEL PROYECTO	N1	21	22	34	35	72	91
	N2	23	24	4	4	94	70
	N3	8	9	10	9	25	22
	NPI	12	12	0	0	315	167
COBERTURA DEL CLIENTE	C1	8	8	9	9	52	41
	C2	5	5	0	0	6	6
	C3	8	9	0	0	42	35
	C4	24	27	17	17	107	92
	C5	20	21	20	20	114	90

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de la organización de estudio

En la práctica, y según lo que se ha investigado, la organización considera un coeficiente de variación alto cuando el valor está por encima del 20 % de su objetivo. Por tal motivo, se tomó para este estudio un coeficiente de variación alto cuando se está por encima del 20 %. Al observar la tabla 6, se puede establecer que las más altas variaciones en el cumplimiento del costo se están dando en países de la posición geográfica 2, proyectos de los niveles N1 o N2 —es

decir, proyectos de media y baja dificultad para la organización— y proyectos de clientes con cobertura local o regional (C4 y C5). Estos resultados influyen de manera importante en la variación que los tipos de clientes tienen en comparación con los demás y con otras posiciones geográficas.

Respecto a la variación del cronograma, se sigue un patrón similar a la variación del costo. Sin embargo, para el caso de cronograma, la variación se observa en la posición geográfica 3. Esto sugiere la posibilidad de determinar variables adicionales que inciden en el resultado de dichos cambios en las posiciones geográficas, pero que el indicador no permite determinar. Para esto es necesario un análisis cualitativo.

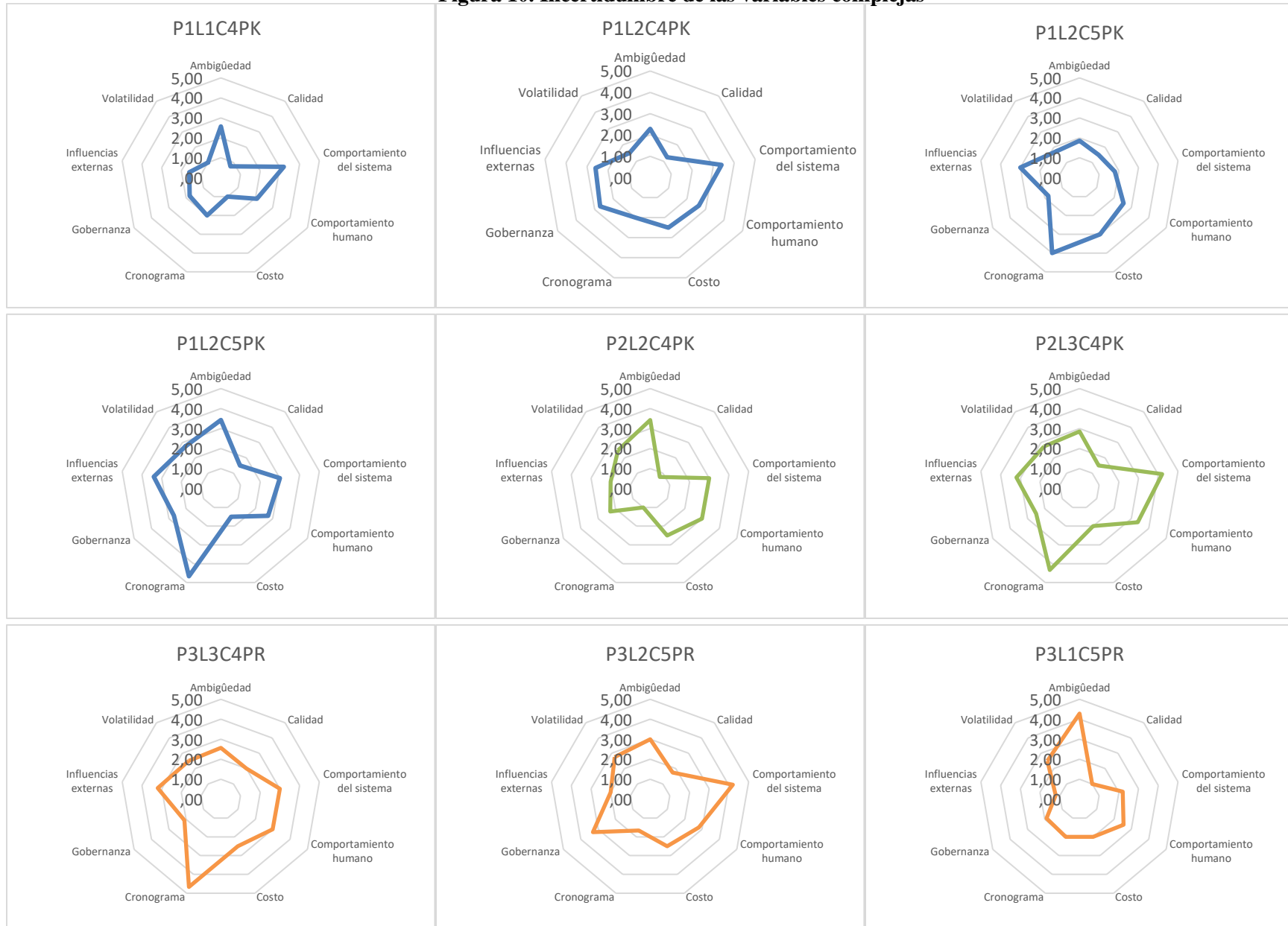
El análisis de la variación del arranque vertical, en comparación con el costo y el cumplimiento del cronograma, permite observar una alta variación que, en la mayoría de los casos, supera el 20 %. Es importante entender que esta variación se debe principalmente a influencias adicionales a las controladas por el gerente de proyectos y que existe una mayor interacción entre los usuarios finales del producto del proyecto y los entregables del proyecto.

Se resalta la consistencia en los valores presentados para los proyectos de cobertura de clientes C2, en los que la variabilidad y la cantidad de proyectos son muy escasos, aunque tienen un cumplimiento alto en las métricas definidas por la organización.

### **7.2.2. Análisis de la información cualitativa**

En la figura 10 se observa el nivel de incertidumbre de las variables complejas, como resultado de la aplicación del anexo 2. El análisis de este mostró que existen factores que incrementan o reducen el nivel de incertidumbre de las variables complejas. Ejemplo de esto son la cultura de las personas, la tecnología y la influencia de los aspectos sociales o gubernamentales.

**Figura 10. Incertidumbre de las variables complejas**



Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del anexo 2

En la figura 10 se pueden observar algunas frecuencias de repetición, basadas en los niveles de incertidumbre expresados por los gerentes de proyectos. Lo anterior, enmarcado en diferentes situaciones expresadas por los mismos gerentes: estructura organizacional del cliente en el gerenciamiento del proyecto; diferencias entre la cultura organizacional del cliente y la del proveedor; fechas muy definidas y rígidas a la hora de entregar el proyecto en producción; varias escalas y niveles de comunicación para la ejecución del proyecto, y novedades tecnológicas de las soluciones implementadas, que requieren capacitación de expertos a los clientes.

En la tabla 7 se puede observar el valor de la incertidumbre obtenido de las entrevistas realizadas a cada uno de los gerentes de proyectos. Cada una de las variables fue valorada según su percepción sobre la incertidumbre que tuvieron al momento de planificar el proyecto. Las preguntas para obtener estas valoraciones se pueden ver con más detalle en el anexo 2.

En la tabla 7 se ha resaltado la calificación, a manera de semáforo: desde la más alta (rojo) hasta la más baja (verde) en cada proyecto evaluado. Dado que no es una muestra estadísticamente representativa, sino una selección de proyectos desde un panel de expertos, se puede determinar la frecuencia de repetición de las variables más complejas examinadas por los gerentes de proyectos. Las variables que más se repiten en su calificación alta de incertidumbre son:

1. Comportamiento del sistema
2. Cronograma
3. Comportamiento humano
4. Ambigüedad
5. Influencia externa

**Tabla 7. Frecuencia de las variables complejas**

	P1L2 C4PK	P1L2 C5PK	P1L1 C4PK	P1L2 C5PK	P2L3 C4PK	P2L2 C4PK	P3L3 C4PR	P3L2 C5PR	P3L1 C5PR
Ambigüedad	2,3	1,9	2,6	3,4	2,9	3,4	2,6	3,0	4,3
Calidad	1,3	1,5	0,8	1,5	1,5	0,8	2,0	1,8	1,0
Comportamiento del sistema	3,4	1,8	3,2	3,0	4,2	3,0	3,0	4,2	2,2
Comportamiento humano	2,6	2,5	2,1	2,7	3,4	3,0	3,0	2,8	2,5
Costo	2,5	3,0	1,0	1,5	2,0	2,5	2,5	2,5	2,0
Cronograma	2,0	4,0	2,0	4,7	4,3	1,0	4,7	1,7	2,0
Gobernanza	2,7	1,8	1,8	2,7	2,5	2,3	2,1	3,3	1,9
Influencias externas	2,6	3,0	1,6	3,4	3,2	2,0	3,2	2,0	1,2
Volatilidad	1,5	1,8	1,0	2,8	2,8	2,5	2,5	2,8	2,5

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del anexo

Analizando las cinco variables con mayor frecuencia, podemos identificar las tres variables definidas por el PMI (2014) como aquellas que determinan la complejidad en los proyectos: ambigüedad, comportamiento humano y comportamiento del sistema. Adicionalmente, se obtienen dos variables: la primera es la *influencia externa*, la cual ha sido parte de los estudios de varios de los investigadores: Baccarini (1996), Hass (2009), Hagan, Bower y Smith (2014), Anyosa (2008), entre otros. La segunda corresponde a una de las variables que componen la triple restricción en el manejo de proyectos tradicionales (cronograma).

## 8. Propuesta metodología para la determinación de la complejidad de los proyectos

Con base en los resultados del trabajo de campo, se propone una metodología cuyo enfoque se basa en los aportes de Dompkins (David Dombkins, 1997), y su implementación, en las propuestas de Whitaker (Whitaker, 2014). Así, la propuesta metodológica se resume en 3 fases: 1) evaluación, 2) desarrollo e implementación y 3) mejoramiento.

- *Fase de evaluación:* su objetivo es identificar aquellas variables cuantitativas que los proyectos deben lograr, así como las variables cualitativas que podrían llegar a tener. Estas corresponden a aquellas situaciones o elementos que han influido en los resultados de los proyectos, y su definición requiere la experiencia de los *sponsors* o de los *stakeholders*.
- *Fase de desarrollo e implementación:* busca tener una estimación de aquellas variables cualitativas definidas en la fase de evaluación. Estas, como resultado, arrojan aquellas variables de mayor complejidad para que el equipo del proyecto las maneje, permitiendo definir resultados preliminares para la implementación de este.
- *Fase de mejoramiento:* busca evaluar los resultados y las estrategias implementadas en cada fase de los proyectos y, así, ajustar las variables identificadas para la siguiente fase. La idea es generar, en los proyectos y en los portafolios, bucles de retroalimentación que permitan refinar la metodología en cada *toolgate*.

El proceso descrito se resume en la figura 11

**Figura 11. Metodología para determinar la complejidad en los proyectos**



Fuente: elaboración propia a partir de Whitaker (Whitaker, 2014) y Dombkins (David Dombkins, 1997)

No a todos los proyectos de una organización se les debe aplicar la metodología de la misma manera, ya que esta se puede ajustar según la duración, el tamaño, el tipo y la complejidad del proyecto, así como el nivel de madurez de la organización.

Por lo anterior, para implementar la metodología se sugiere realizar las siguientes etapas:

- *Etapas de implementación piloto:* la finalidad de esta etapa es implementar la metodología en un proyecto piloto que maneje la organización. Para esto es necesario tomar uno de los proyectos por realizar y comenzar a determinar sus variables cuantitativas y cualitativas. Para aplicar el método de evaluación de expertos, la organización debe contar con un equipo de interesados que conozca aquellos procesos e históricos de la organización, con el objetivo de unificar criterios con especialistas y, así, poder planificar el proyecto. Una vez determinadas las variables, el equipo del proyecto y su gerente deberán evaluar la incertidumbre de las variables para, luego, junto con la alta dirección, definir la gobernanza y los procesos que se necesitan para manejar la complejidad de las variables identificadas como aquellas de mayor incertidumbre en la evaluación. Es necesario identificar la posible interrelación de las variables encontradas, la cual se validará en los momentos de evaluación de la metodología, enriqueciendo el conocimiento de la organización respecto a cómo se relacionan los elementos dentro del proyecto.

También es básico que dicho ciclo se realice durante las fases identificadas del proyecto. Esto permitirá a los interesados y al gerente ajustar los procesos de la gobernanza según los niveles de complejidad e incertidumbre de las variables identificadas.

- *Etapas de implementación de extensión:* una vez implementada la metodología en un proyecto piloto, e identificados los pasos, la evaluación y la relevancia de las variables complejas identificadas, el siguiente paso es escalar la metodología a departamentos, organizaciones dentro de la compañía o mercados, manteniendo el mismo ciclo descrito en la implementación piloto.
- *Etapas de implementación organizacional:* en esta etapa se comienza con la implementación a través de los diferentes departamentos, mercados u organización de la compañía. Las métricas de cada evaluación y el equipo de proyecto se establecen con las habilidades identificadas de acuerdo con el nivel de complejidad que la organización maneje. Esta propuesta de implementación debe realizarse por cada *toolgate*, con el fin de identificar y gestionar, por su naturaleza dinámica, nuevos elementos de complejidad e incertidumbre que se vayan actualizando en el proyecto.

Este proceso se resume en la tabla 8.

**Tabla 8 Propuesta de implementación en las organizaciones**

			<b>FASES</b>		
			Implementación Piloto	Implementación de extensión	Implementación organizacional
<b>PASOS</b>	<b>Evaluación</b>	Determinar variables cuantitativas			
		Determinar variables cualitativas			
	<b>Desarrollo</b>	Evaluación Inicial Stakeholders			
		Definir resultados preliminares			
	<b>Mejoramiento</b>	Establecer gobernanza y proceso			
		Evaluación continua por fases o Toolgates			

Fuente: elaboración propia a partir de Whitaker (2014) y Dombkins (1997).

Esta metodología se transforma en un documento vivo de la organización, en la cual no solo se aplica para proyectos individuales, sino también para la implementación de programas y portafolios en bucles que permiten:

- a. Evaluar el estado de las variables originalmente planteadas.
- b. Retroalimentar los procesos actuales implementados con el fin de mejorarlos.
- c. Iniciar una nueva fase o *toolgate*, implementando acciones de mejora que potencialicen el entendimiento del proyecto, programa o portafolio.

Lo anterior permite gestionar las variables complejas, aumentando la certidumbre de los resultados que se deseen obtener.

## 9. Conclusiones

Durante la realización de la presente tesis de maestría, se identificaron los elementos teóricos que hoy constituyen la definición de *complejidad de proyectos*, aunque estos aún no tienen un consenso ni un marco de referencia para su desarrollo, tal y como se describe en la sección teórica.

Dentro de la aproximación práctica para el desarrollo de la metodología, se hizo indispensable definir no solo el sector industrial de estudio, sino también aquellas variables complejas que más afectaban los proyectos. Estas variables se desarrollaron con base en la revisión de literatura y se validaron en el trabajo de campo realizado, de acuerdo con los problemas que enfrenta una de las industrias del sector seleccionado. Las variables complejas encontradas para industrias afines al suministro de equipos en el sector de alimentos se definen en la sección 7.2.2, y son: ambigüedad, comportamiento del sistema, comportamiento humano, cronograma, costo, calidad, gobernanza, influencias externas y volatilidad

Una vez definidas las variables, se propuso evaluar los proyectos a partir del momento en el que se estaban planificando. Dicho momento es clave para identificar la complejidad de cada una de las variables basadas en su incertidumbre, la cual, en el trabajo de campo, fue identificada por cada uno de los gerentes de proyecto como el elemento por gestionar que permite el conocimiento de la reacción de dichas variables a ciertos estímulos. En el anexo 2 se describió la entrevista realizada para establecer la medición de la incertidumbre con una escala de Likert de 0 a 5, donde 0 se basa en un resultado completamente conocido de la manera en la que una variable se comporta, y 5 indica que el resultado de dicha variable es completamente desconocido. Se encontró que las variables con mayor grado de incertidumbre fueron las descritas en la sección 7.2.2. El nivel de incertidumbre y relacionamiento de las variables se puede observar en la figura 10 y la tabla 7. Sin embargo, no existe un patrón definido por cada proyecto evaluado ya que las entrevistas y su evaluación dependen de la percepción del gerente de proyecto. El resultado de cada entrevista arrojó valores de incertidumbre diferentes por tipo de proyecto y por variable. Si bien se evaluaron algunos proyectos del mismo nivel, o de la misma ubicación geográfica; estos proyectos no tuvieron el mismo resultado, evidenciando que la incertidumbre es un conjunto de las diferentes variables que se identifican sumado a la

percepción de quien las evalúa. Esto logró validar la escala de incertidumbre evaluada y presentada en este documento.

Se encontró que en la medida en que el proyecto avanza en cada una de sus fases, la interrelación de las variables se hace más evidente. A pesar de esto, se identificó la comprensión del nivel de interrelacionamiento de las variables como un elemento importante al momento de establecer estrategias que permitan el desarrollo de los proyectos. Si bien los datos no reflejan un comportamiento que se pueda generalizar, la frecuencia de los resultados arroja que existe un alto nivel de relacionamiento de las variables descritas en la sección 7.2.2. que son: comportamiento del sistema, cronograma, comportamiento humano, ambigüedad e influencias externas. Resulta interesante observar que las variables que más relacionamiento tienen corresponden a aquellas que más incertidumbre generan en los proyectos estudiados. Así se logró identificar la interdependencia de las variables, y tal como sucedió con la incertidumbre, no se puede obtener un patrón pero si se puede obtener una frecuencia de las evaluaciones hechas por lo gerentes de proyecto de aquellas variables que más interrelación tienen sobre las otras y su impacto. Además se encontró que este nivel de interrelacionamiento depende del contexto en el que se desarrolla el proyecto. Este contexto hace que modifique el resultado así el proyecto tenga características de nivel, cliente o ubicación geográfica similares.

Con base en lo anterior, en las variables complejas, la incertidumbre y el relacionamiento, se desarrolló una metodología que describe cada uno de los pasos por seguir por fase, proyecto individual, proyecto de un programa y portafolio. Esto, a partir de los bucles de retroalimentación descritos en la literatura. La metodología propone evaluar, desarrollar y mejorar para nuevamente iniciar el ciclo de evaluación de variables con base en los resultados obtenidos y, así, establecer acciones de mejora para continuar con la ejecución de los proyectos, reduciendo la incertidumbre de las variables complejas y aumentando el conocimiento del relacionamiento e impacto que dichas variables tienen sobre las otras. Esto no implica que la complejidad de cada una de las variables se reduzca con la temprana identificación y entendimiento de su relacionamiento, pero brinda al gerente de proyectos información relevante que permita la gestión. A su vez, y tomando como base el resultado del trabajo de campo, la

metodología permite identificar aquellas habilidades claves del gerente de proyecto y su equipo para gestionar las variables complejas y facilitar el logro de los objetivos del proyecto.

Entendiendo cada variable, se encontró que los gerentes de proyectos identifican una fuerte influencia del grado de incertidumbre sobre las variables. Dicho grado de incertidumbre se reduce en la medida que el proyecto avanza y entrega resultados que permitan evaluar posibles reacciones de la(s) variable(s) en sí misma(s) y su impacto sobre las otras.

Finalmente, la construcción de una metodología que permita establecer la complejidad de proyectos facilitó la comprensión de los proyectos evaluados, los retos que se asumieron desde una perspectiva compleja (variables, incertidumbre e interrelacionamiento) y a su vez estableció de una manera sencilla y gráfica la identificación de las prioridades y el enfoque para la ejecución de los proyectos.

## 10. Referencias

- Anyosa Soca, V. (2008). Simplificando la complejidad de los proyectos: mas allá de comerse al elefante en pedacitos. *PMI Global Congress 2008* (pág. 12). Sao Paulo: Project Management Institute.
- Association for Project Management. (2016). *Directin Agile Change*. Buckinghamshire: Association for Project Management.
- Association for Project Management. (2019). *APM Body of Knowledge*. Buckinghamshire: Association for Project Management.
- Baccarini, D. (1996). The concept of project complexity. *International Journal of PProject Management*, 14(4), 201-204.
- Baccarini, D. (1999). The Logical Framework Method for Defining Project Success. *Project Management Journal*, 30(4), 25-32.
- Bernardo, M. d. (2014). Performance Indicators for enhancing Goibernance of Projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*(119), 55-64. doi:10.1016/j.sbspro.2014.03.009
- Cañas, G. (2015). Del Análisis de Complejidad a la Gestión de Riesgos en Proyectos. *Revista Cincias Estratégicas*, 23(34), 249-264.
- Coronel, A. (09 de Mayo de 2012). *Gestión de Proyectos*. Obtenido de Wikilibro: [https://www.eoi.es/wiki/index.php?title=GESTIÓN\\_DE\\_RIESGOS\\_en\\_Gestión\\_de\\_proyectos&oldid=8216](https://www.eoi.es/wiki/index.php?title=GESTIÓN_DE_RIESGOS_en_Gestión_de_proyectos&oldid=8216)»
- De Rezende, L. B., Balckwell, P., & Pessanha Goncalves, M. D. (2018). Research Focuses, Trends, and Major Findings on PProject Complexity: A Bibliometric Network Analysis of 50 years of Project Complexity Research. *Project Management Journal*, 49(1), 42-56.
- Dombkins, D. (1997). *PROJAM: The Management of Complex Projects and Programs* (Vol. 1). Geelong: Deakin University.
- Dombkins, D. (2007). Wave Planning. *Project Management Forum*, 347-357.
- Duque, E. J. (Junio de 2013). Guía para la elaboración de la Matriz de Operacionalización de Variables de un Proyecto de Investigación en Ciencias de Gestión. *Investigación en Ciencias de Gestión*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- EALDE. (2017). *La Incertidumbre como origen de los riesgos en dirección de proyectos*. Obtenido de <https://www.ealde.es/category/gestino-de-riesgos/>
- Hagan, G., Bower, D., & Smith, N. (2011). Managing Complex Projects in Multiproject Environments. *Procs 27th Annual ARCOM Conference* (págs. 787-796). Bristol: Association of Researchers in Construction Management.

- Hass , K., & Lindbergh, L. (2010). The bottom line on project complexity: Applying a new complexity model. *PMI Global Congress 2010* (págs. 1-13). Washington, DC: Project Management Institute.
- Hass, K. (2009). *Managing Complex Projects: A New Model*. Vienna: Management Concepts.
- Hernández, R. (2018). *Metodología de la Investigación: las rutas cualitativa, cuantitativa y mixta*. Mexico D.F.: McGraw Hill.
- International Centre for Complex Project Management. (2012). *Complex Project Manager Competency Standards. Version 4.1: complex project management leadership and excellence*. Deakin West: International Centre for Complex PProject Management (ICCPM) Ltd.
- Martinsuo, M., & Geraldi, J. (2020). Magement of project portfolios: Relationships of project portfolios with their contexts. *International Journal of Project Management*, 38(7), 1-13. doi:10.1016/j.ijproman.2020.02.002
- Martinsuo, M., Korhonen, T., & Laine, T. (2014). Identifying, framing and managing uncertainties in project portfolios. *International Journal of Project Management*(32), 732-736. doi:10.1016/j.ijproman.2014.01.014
- Mikkelsen, M. F. (2020). The complex project complexity: identification of five ideal research types. *The Journal of Modern Project Management*, 7(4), 1-24. doi:10.19255/JMPM02201
- Müller, R., Martinsuo, M., & Blomquist, T. (2008). Project Portfolo Control and Portfolio Management Performance in Different Contexts. *Project Management Journal*, 39(3), 28-42. doi:10.1002/pmj.20053
- Padalkar, M., & Gopinath, S. (2016). Are complexity and uncertainty distinct concepts in project management? A taxonomical examination from literature. *International Journal of Project Management*, 688-700. doi:10.1016/j.ijproman.2016.02.009
- Project Management Institute. (2014). *Navigating Complexity: a practice guide*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute. (2017a). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos: guía del PMBOK* (6th ed.). Pernnsylvania: Project Management Institute, Inc. Obtenido de [www.pmi.org](http://www.pmi.org)
- Project Management Institute. (2017b). *Guía práctica de ágil*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc. Obtenido de [www.pmi.org](http://www.pmi.org)
- Real Academia de la Lengua Española. (10 de 2020). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <https://www.rae.es/>

- Saenz, A. R., Ostos, J. O., Bremser, K., & Lizarzaburu, E. (2019). Estudio exploratorio en gestión de proyectos. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*(17), 91-111.  
doi:10.36561/ING.17.5
- Serpa, M. (09 de Mayo de 2019). *Seminario web: gestionando la complejidad de los proyectos*.  
Obtenido de You Tube: [https://www.youtube.com/watch?v=fiGFS2\\_9I90](https://www.youtube.com/watch?v=fiGFS2_9I90)
- Whitaker, S. (2014). *The Benefits of Tailoring*. Pennsylvania: Project Management Institute.

## A. Anexo 1. Tabla de proyectos

La siguiente es la lista de proyectos utilizada para tomar las mediciones cuantitativas de las variables de los proyectos evaluados, basados en la muestra estadística tomada.

**Tabla 9. Proyectos evaluados en la organización de estudio**

Dato	Código de Proyecto	Indicadores		
		Índice de costo / %	Cumplimiento cronograma / %	Arranque vertical / %
1	P3L2C3PK	84	100	97
2	P3NPIC5PK	115	100	303
3	P3L1C5PR	100	80	97
4	P3L2C5PR	116	137	100
5	P1L2C5PK	97	100	84
6	P2L2C4PK	75	100	230
7	P1L2C5PK	102	100	104
8	P3L3C4PR	100	124	83
9	P3NPIC5PK	99	100	60
10	P3L2C5PK	91	100	129
11	P3L2C5PK	99	100	358
12	P3L1C5PR	100	89	97
13	P3L2C5PK	91	100	64
14	P1L2C5PK	93	100	197
15	P3L2C5PK	112	100	160
16	P3L2C5PK	101	100	84
17	P2NPIC5PK	100	100	197
18	P1L2C4PK	89	100	124
19	P2L2C5PK	96	100	94
20	P3L2C5PK	97	100	242
21	P3L1C5PR	100	91	97
22	P3L1C1PK	104	100	64
23	P3L2C3PR	100	90	97
24	P2L2C4PK	96	100	177
25	P2L2C5PK	110	100	104
26	P3L2C2PR	100	100	97
27	P3L1C5PR	98	184	97
28	P2L2C5PK	190	100	160

Dato	Código de Proyecto	Indicadores		
		Índice de costo / %	Cumplimiento cronograma / %	Arranque vertical / %
29	P3L1C5PK	77	100	10
30	P3L2C4PK	101	100	376
31	P2L1C4PK	86	100	42
32	P3L1C4PK	6	100	17
33	P3L2C4PK	98	100	109
34	P2L2C4PK	5	100	82
35	P3L2C2PK	90	100	86
36	P3L3C3PK	92	100	131
37	P1L2C5PK	98	100	117
38	P2L1C5PR	100	104	97
39	P2L2C5PR	100	208	100
40	P1L2C4PK	127	100	74
41	P3L1C5PK	79	100	170
42	P1L2C4PK	146	100	94
43	P3L1C5PR	128	162	97
44	P1L2C5PK	95	100	107
45	P3L1C5PK	83	100	29
46	P2L2C4PK	97	100	77
47	P2L2C4PK	92	100	98
48	P3L2C5PR	98	109	97
49	P1L2C5PK	92	100	188
50	P3L1C3PK	95	100	113
51	P3L2C1PK	120	100	132
52	P1L2C4PK	79	100	153
53	P3NPIC5PK	97	100	55
54	P3L1C5PR	129	-24	97
55	P3L3C5PK	78	100	150
56	P1L1C5PR	121	154	75
57	P2L2C4PK	48	100	89
58	P1L2C4PK	94	100	118
59	P1L2C5PK	106	100	90
60	P3L1C5PK	145	100	17
61	P2L2C4PK	85	100	292
62	P3L1C1PK	97	100	124
63	P2L1C5PK	102	100	14
64	P2L2C5PK	32	100	294

Dato	Código de Proyecto	Indicadores		
		Índice de costo / %	Cumplimiento cronograma / %	Arranque vertical / %
65	P2L2C5PK	72	100	204
66	P3L2C5PK	85	100	64
67	P2L2C5PK	92	100	141
68	P1L1C4PK	79	100	228
69	P3L2C5PK	141	100	207
70	P2L2C5PK	101	100	410
71	P2L2C4PK	84	100	91
72	P3L2C4PK	81	100	73
73	P1L2C4PK	87	100	109
74	P3L1C5PK	85	100	10
75	P3L2C5PK	96	100	123
76	P2L2C4PK	11	100	36
77	P2L2C4PK	94	100	90
78	P3L2C4PR	99	100	96
79	P3L2C4PK	95	100	61
80	P3L2C4PK	140	100	62
81	P3NPIC3PK	87	100	135
82	P3L2C5PK	105	100	77
83	P3L2C4PK	100	100	92
84	P3L1C5PK	91	100	15
85	P2L1C4PK	70	100	70
86	P3L2C4PK	120	100	87
87	P1L2C1PK	98	100	126
88	P2L1C5PK	99	100	446
89	P2L2C5PK	99	100	127
90	P3L2C5PK	121	100	71
91	P3NPIC4PK	100	100	857
92	P1L2C4PK	91	100	81
93	P1NPIC4PK	118	100	90
94	P2L2C5PK	14	100	77
95	P2L1C4PR	100	53	97
96	P3L1C5PK	98	100	57
97	P3L2C3PK	93	100	203
98	P2L1C4PK	136	100	92
99	P3NPIC5PK	95	100	83
100	P3L2C5PK	72	100	84

Dato	Código de Proyecto	Indicadores		
		Índice de costo / %	Cumplimiento cronograma / %	Arranque vertical / %
101	P2L2C5PK	98	100	118
102	P3L2C5PK	98	100	83
103	P1L1C4PK	100	100	104
104	P1L2C4PK	92	100	125
105	P2L2C1PK	94	100	230
106	P1L2C5PK	94	100	515
107	P1L1C4PK	89	100	50
108	P2L2C4PK	90	100	130
109	P3L1C5PK	108	100	30
110	P1L2C4PK	89	100	136
111	P2L1C4PR	98	103	97
112	P2L2C5PK	99	100	277
113	P3L2C4PR	100	105	97
114	P3L1C5PK	90	100	20
115	P2L2C4PK	91	100	98
116	P3L1C5PR	100	112	97
117	P3NPIC3PK	74	100	44
118	P3L2C4PR	100	111	97
119	P3L2C5PR	103	117	97
120	P3L2C5PR	106	93	100
121	P3L1C5PK	91	100	44
122	P3L2C5PK	132	100	636
123	P3L2C3PK	98	100	122
124	P3L2C4PK	94	100	70
125	P2L1C4PR	100	84	97
126	P3L2C5PK	97	100	234
127	P3L2C4PK	138	100	57
128	P2L1C5PK	100	100	52
129	P3L2C4PK	94	100	102
130	P3L1C5PK	87	100	57
131	P3L1C5PK	82	100	15
132	P2L2C5PK	92	100	72
133	P2L1C5PR	100	49	97
134	P3NPIC5PK	97	100	63
135	P3L2C1PR	100	77	83
136	P2L3C4PK	97	100	90

Dato	Código de Proyecto	Indicadores		
		Índice de costo / %	Cumplimiento cronograma / %	Arranque vertical / %
137	P1L1C4PK	55	100	13
138	P2L2C4PK	85	100	154
139	P2L2C4PK	98	100	124
140	P2L2C5PK	90	100	109
141	P3L1C5PK	88	100	24
142	P1L2C5PK	91	100	188
143	P3L2C5PK	97	100	68
144	P3L2C5PK	101	100	107
145	P3L2C4PK	70	100	148
146	P2L2C4PR	100	100	90
147	P2L2C4PK	95	100	79
148	P3L2C5PK	97	100	10
149	P2L2C4PK	77	100	30
150	P2L2C4PK	93	100	118
151	P3L2C5PK	106	100	330
152	P3L1C5PK	91	100	33
153	P3L3C5PK	99	100	109
154	P1L2C4PK	93	100	87
155	P2L2C4PK	95	100	81
156	P1L2C5PK	91	100	83
157	P3L2C5PK	110	100	117
158	P2L2C4PK	100	100	56
159	P3L2C4PK	93	100	100
160	P2L2C5PK	98	100	91
161	P3L1C4PK	87	100	70
162	P1L2C5PK	97	100	98
163	P3L2C3PK	99	100	102
164	P3L1C4PR	105	-27	97
165	P2L2C4PK	93	100	164
166	P3L2C5PR	98	120	97

Fuente: elaboración propia.

## B. Anexo 2. Entrevistas

El anexo 2 es un instrumento de recolección de información basado en preguntas. Por medio de estas, se buscó identificar la relación entre las variables complejas ya determinadas. Las preguntas formuladas se agruparon según las mencionadas variables complejas y se diseñaron para entrevistar a los gerentes de proyectos desde su experiencia en un proyecto en concreto.

Las preguntas siguen la matriz WHOW: ¿qué? ¿Cómo? Cada sección incluye las variables que se interrelacionan con su variable principal.

Sección 1. Se contempló adicionar un apartado para que, dentro de las preguntas, se conociera de manera sucinta información del proyecto por encuestar.



### Preguntas entrevista semiestructurada

#### Contextualización

### Sección 2. Preguntas relacionadas con la variable “ambigüedad”

#### Variable: Ambigüedad

No.	Preguntas	Variable	Whow	Observación
1	¿Ud. considera que los requisitos dentro del proyecto están alineados con la estrategia de la compañía y del cliente?	Ambigüedad	Qué?	
2	¿Cómo se definen los requerimientos de los interesados?	Ambigüedad	Qué?	
3	¿Los requerimientos de los interesados quedan 100% definidos desde el inicio del proyecto?	Ambigüedad	Qué?	
4	¿Ud. conoce el objetivo estratégico o de cada proyecto?	Ambigüedad	Qué?	
5	¿El tipo de tecnología o nuevo producto queda claramente definido desde la concepción del proyecto?	Ambigüedad	Qué?	
6	¿Ud. considera que los objetivos del proyecto están claramente definidos?	Ambigüedad	Qué?	
7	¿Cómo se definen las restricciones del proyecto? ¿Son estables durante su ejecución?	Ambigüedad	Cómo?	

### Sección 3. Preguntas relacionadas con la variable “calidad”

#### Variable Calidad

No.	Preguntas	Variable	Whow	Observación
8	¿Los criterios de éxito del proyecto están bien definidos, documentados y acordados con los clientes?	Calidad	Qué?	
9	¿Cómo es la gestión de reclamos?	Calidad	Cómo?	
10	¿Cuántos reclamos por calidad se han generado?	Calidad	Cómo?	
11	En porcentaje, ¿cuál es el costo por pobre calidad que tiene el proyecto?	Calidad	Cómo?	

### Sección 4. Preguntas relacionadas con la variable “comportamiento del sistema”

Variable Comportamiento del sistema				
No.	Preguntas	Variable	Whow	Observación
12	La estructura organizacional permite una fácil transición entre sus diferentes actores que se relacionan con el cliente?	Comportamiento del sistema	Cómo?	
13	Los reportes generados son precisos y describen al estado real del proyecto?	Comportamiento del sistema	Cómo?	
14	Como se determina las dependencias de actividades, personas, tiempo y tecnología en el proyecto?	Comportamiento del sistema	Cómo?	
15	Qué grado de alineamiento tuvo el proyecto con el cliente, áreas internas de la organización y mercado?	Comportamiento del sistema	Qué?	
16	Qué grado de diversidad cultural tuvo el proyecto con el cliente, áreas internas de la organización y mercado?	Comportamiento del sistema	Qué?	

### Sección 5. Preguntas relacionadas con la variable “comportamiento humano”

Variable Comportamiento Humano				
No.	Preguntas	Variable	Whow	Observación
17	Como se gestiona el conocimiento de la tecnología con el cliente?	Comportamiento Humano	Cómo?	
18	Como gestiona el conocimiento del objetivo estratégico en el equipo de proyecto?	Comportamiento Humano	Cómo?	
19	En que porcentaje el proyecto usa recursos de otras zonas geográficas?	Comportamiento Humano	Cómo?	
20	Como percibe la confianza del equipo y los demás interesados en la ejecución del proyecto?	Comportamiento Humano	Cómo?	
21	El proyecto tiene impactos internos que pueden afectar más allá que al cliente? Cuáles son los impactos? Cuáles son los impactos?	Comportamiento Humano	Cómo?	
22	Como se determinan las habilidades de los recursos para la ejecución del proyecto? Como gestiona su consecución?	Comportamiento Humano	Cómo?	
23	El proyecto requirió contratación externa como apoyo en la ejecución?	Comportamiento Humano	Cómo?	
24	Qué nivel de involucramiento tenían supplier management en este proyecto?	Comportamiento Humano	Qué?	
25	Fue necesario que los proveedores fueran socios dentro del proyecto?	Comportamiento Humano	Cómo?	
26	Como es la gestión del cambio para que sea aceptado dentro del equipo de proyecto?	Comportamiento Humano	Cómo?	
27	Qué áreas de la organización influyen en la toma de decisiones y ejecución de los proyectos?	Comportamiento Humano + Calidad	Cómo?	

### Sección 6. Preguntas relacionadas con la variable “costo”

Variable Costo				
No.	Preguntas	Variable	Whow	Observación
28	Los proyectos financiados bene sistemas de comunicación diferentes a los proyectos de esta línea?	Costo	Cómo?	
29	Qué factores influenciaron para la desviación que tuvo este proyecto de la línea base?	Costo	Cómo?	

### Sección 7. Preguntas relacionadas con la variable “cronograma”

Variable Cronograma				
No.	Preguntas	Variable	Whow	Observación
30	Qué porcentaje de desviación tuvo este proyecto de la línea base?	Cronograma + Costo	Qué?	
31	El proyecto generó una influencia en el externo?	Cronograma + Influencias externas	Cómo?	
32	Se generaron actividades adicionales por influencias externas para la ejecución del proyecto?	Cronograma + Influencias externas	Cómo?	

### Sección 8. Preguntas relacionadas con la variable “gobernanza”

Variable Gobernanza				
No.	Preguntas	Variable	Whow	Observación
33	¿El Encargado que tiene la suficiente autoridad para gestionar y tomar decisiones en el proyecto?	Gobernanza	Cómo?	
34	El senior management está comprometido con los resultados del proyecto?	Gobernanza	Cómo?	
35	Existen procedimientos establecidos en caso de ambigüedad?	Gobernanza	Cómo?	
36	Que grado de confiabilidad tiene el firmante en el proyecto?	Gobernanza	Qué?	
37	Como el cliente participó de la firma de cada fase?	Gobernanza	Cómo?	
38	Como se almacenan y actualizan los documentos del proyecto? Cual es su nivel de confianza?	Gobernanza	Cómo?	
39	Cuales son los momentos claves en los que se reportan las matrices del proyecto?	Gobernanza	Cómo?	
40	Cuales son las acciones a tomar cuando se evidencia que no se alcanzará a lograr el objetivo de la actividad/proyecto?	Gobernanza	Cómo?	
41	¿El encargado que la dirección conduce las diversas líneas de negocios de una manera que promueve la confianza y transparencia de los involucrados?	Gobernanza	Cómo?	
42	Como se gestiona el riesgo y los issues en el proyecto?	Gobernanza + Riesgo	Cómo?	

### Sección 9. Preguntas relacionadas con la variable “influencias externas”

Variable Influencias Externas				
No.	Preguntas	Variable	Whow	Observación
43	El proyecto tiene una influencia externa de tipo político, económica y/o social?	Influencias externas	Cómo?	
44	Este proyecto tiene algún requerimiento legal o regulatorio especial, como se gestionó?	Influencias externas	Cómo?	
45	Que factores externos se consideraron para el desarrollo de este proyecto?	Influencias externas	Qué?	
46	Se hace una evaluación de si los objetivos son alcanzables?	Triple restricción	Cómo?	
47	Que variables en términos de tiempo, costo, alcance y calidad se identifican?	Triple restricción	Qué?	

### Sección 10. Preguntas relacionadas con la variable “volatilidad”

Variable Influencias Volatilidad				
No.	Preguntas	Variable	Whow	Observación
48	Una vez definidos los requerimientos de los interesados, es frecuente tener cambios en estos?	Volatilidad	Cómo?	
49	Que factores de cambio considera usted que influyen en la ejecución del proyecto?	Volatilidad	Qué?	
50	Como se evalúa la capacidad de cambio del proyecto?	Volatilidad	Cómo?	
51	Que grado de volatilidad tuvo el proyecto durante su ejecución?	Volatilidad	Cómo?	

Este anexo también tiene una medición tomada en una escala de Likert, que pondera el grado de incertidumbre dado por el entrevistado en cada pregunta.

INCERTIDUMBRE						Valor	Absolute	Peso	Score
Nula	Muy baja	Baja	Intermedia	Alta	Muy alta				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3	2	14%	0,28571
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3	2	14%	0,28571
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3	2	14%	0,28571
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	4	3	14%	0,42857
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3	2	14%	0,28571
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3	2	14%	0,28571
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	4	3	14%	0,42857

La escala está dada por valores de 0 a 5 en cada pregunta. La suma de las ponderaciones de cada una corresponde al valor de incertidumbre de la variable en cuestión, aplicado al proyecto que se está evaluando.