

ESTUDIO CORRELACIONAL ENTRE LA CATEGORIZACIÓN POR COLCIENCIAS DE  
LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN BOGOTÁ Y LA APLICACIÓN DE PRÁCTICAS  
EN GERENCIA DE PROYECTOS, EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN.

ADM. DIANA CAROLINA CONTRERAS GUTIÉRREZ  
ING. NELSON DE JESÚS MORENO ÁVILA  
ING. GLORIA VIVIANA PÉREZ LONDOÑO

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
UNIDAD DE PROYECTOS  
MAESTRÍA EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS  
BOGOTÁ, D.C.  
2018

ESTUDIO CORRELACIONAL ENTRE LA CATEGORIZACIÓN POR COLCIENCIAS DE  
LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN BOGOTÁ Y LA APLICACIÓN DE PRÁCTICAS  
EN GERENCIA DE PROYECTOS, EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN.

ADM. DIANA CAROLINA CONTRERAS GUTIÉRREZ  
ING. NELSON DE JESÚS MORENO ÁVILA  
ING. GLORIA VIVIANA PÉREZ LONDOÑO

Trabajo de Grado para optar el título de Magíster en Gerencia y Desarrollo de proyectos

Director del trabajo de grado:  
Ingeniero César Augusto Leal Coronado

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
UNIDAD DE PROYECTOS  
MAESTRÍA EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS  
BOGOTÁ, D.C.  
2018

**Nota de aceptación:**

El trabajo de grado “Estudio correlacional entre la categorización por Colciencias de los grupos de investigación en Bogotá y la aplicación de prácticas en la gerencia de proyectos” presentando por los estudiantes Diana Carolina Contreras Gutiérrez, Gloria Viviana Pérez Londoño y Nelson de Jesús Moreno Ávila, para optar por el título de Magister en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, cumple con los requisitos establecidos y recibe la nota aprobatoria.

---

Firma del director del Trabajo de Grado

---

Firma del jurado externo

---

Firma del jurado interno

Bogotá, 03 de agosto de 2018

## DEDICATORIA

“Primero y ante todo a Dios por permitir lograr esta nueva meta en mi vida, porque día a día guía mis pasos y hace que todo sea posible, a mi esposo y compañero de vida por brindarme su amor, su apoyo y por ser incondicional, a mis hijos Isabella y Sebastián por su comprensión y paciencia, porque son mi inspiración y motivación para seguir adelante”.

*Gloria Viviana Pérez Londoño*

A mi familia.

*Diana Carolina Contreras Gutiérrez*

En el camino de la vida, se recorren muchos senderos, buenos, malos en bajada o en subida, sin importar el sendero Dios ha estado recorriendo estos caminos conmigo y por eso le dedico y agradezco este trabajo y el próximo título a Dios.

En mi recorrido por la maestría, tuve la compañía de mi fanaticada, estuvieron conmigo siempre y fueron mi apoyo moral, con su amor y comprensión, mi hija Sarah Alejandra, mi hijo Gabriel Esteban Y mi esposa Luz Mery González. Les agradezco inmensamente y con amor les dedico este trabajo.

*Nelson De Jesús Moreno Ávila*

## **AGRADECIMIENTOS**

Los integrantes del presente trabajo de grado, agradecen primero a Dios por hacer realidad este sueño, por darnos la fuerza y energía para cumplir este propósito, a nuestras familias por su apoyo, compañía y motivación constante, al director del trabajo de grado, Ingeniero César Augusto Leal C, por su dedicación, guía y formación en todo el desarrollo del trabajo de grado, a los asesores Teresita Bernal e Iván Mendivelso por sus enseñanzas y por brindarnos su tiempo durante la ejecución de la investigación.

A los líderes de los grupos de investigación de Bogotá categorizados por Colciencias, gracias por su esfuerzo, porque con su ayuda se lograron completar las encuestas suficientes para tener una muestra significativa.

Agradecimiento a los gerentes de las empresas empleadoras y jefes inmediatos, que nos brindaron el tiempo y el espacio para realizar los estudios de la Maestría y realizar el trabajo de investigación, a todo el personal de la Unidad de Proyectos en Desarrollo y Gerencia Integral de proyectos de la Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito...gracias.

## CONTENIDO

GLOSARIO.....	15
ABREVIATURAS.....	22
RESUMEN EJECUTIVO .....	24
INTRODUCCIÓN .....	26
1 PROPÓSITO DEL TRABAJO DE GRADO .....	27
1.1 ALINEACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO CON LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS.....	27
2 JUSTIFICACIÓN.....	29
2.1 PROBLEMA POR RESOLVER.....	30
3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	31
3.1 ÁRBOL DE PROBLEMA.....	32
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	33
4 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	34
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	34
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	34
5 MARCO TEÓRICO .....	35
5.1 GERENCIA DE PROYECTOS.....	36
5.1.1 Gerencia de proyectos en alcance, cronograma y costos.....	39
5.1.1.1 Gestión del alcance del proyecto .....	43
5.1.1.2 Gestión del cronograma del proyecto .....	45
5.1.1.3 Gestión de los costos del proyecto .....	45
5.1.2 Modelos de madurez en gerencia de proyectos.....	46
5.1.2.1 Organizational Project Management Maturity Model OPM3 .....	48
5.1.2.2 Capability Maturity Model Integration CMMI.....	48
5.1.2.3 PMMM Project Managment Maturity Model .....	49
5.2 INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN .....	50
5.2.1 Investigación en Colombia.....	51
5.2.2 Colciencias.....	52
5.2.3 Grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación .....	52
5.2.3.1 Producción científica de los grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.....	53
5.2.4 Modelo de medición Colciencias.....	55
5.2.4.1 Categorización de grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación .....	57
5.3 GERENCIA DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN.....	58
5.3.1 Publicaciones sobre la gerencia de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.....	61
6 MARCO METODOLÓGICO.....	64
6.1 ENFOQUE CUANTITATIVO.....	65
6.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	65
6.3 POBLACIÓN.....	66

6.4	MUESTRA .....	66
6.4.1	Tamaño de la muestra estratificada .....	67
6.4.2	Selección de la muestra .....	69
6.5	DISEÑO METODOLÓGICO .....	69
6.5.1	Diseño del cuestionario .....	71
6.5.1.1	Definición del cuestionario .....	71
6.5.1.2	Elaboración del cuestionario .....	79
6.5.1.3	Validación del cuestionario .....	88
6.5.2	Recolección de datos .....	89
6.5.3	Medición y codificación de datos .....	90
6.5.3.1	Variable A: categoría .....	90
6.5.3.2	Variable B: Índice del nivel de aplicación de prácticas de gerencia (ING) .....	91
6.5.4	Análisis de datos .....	94
6.5.4.1	Análisis descriptivos .....	94
6.5.4.2	Análisis de relación/asociación .....	94
7	RESULTADOS .....	96
7.1	BASE DE DATOS DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN CATEGORIZADOS POR COLCIENCIAS EN BOGOTÁ. ....	97
7.1.1	Identificación de los grupos por área de conocimiento .....	99
7.1.2	Identificación de los grupos por institución avaladora .....	102
7.2	MÉTODO DE VALORACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE GERENCIA DE PROYECTOS EN LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE LA VARIABLE ING. ....	103
7.2.1	Promedio de las opciones de respuesta .....	104
7.2.2	Ponderado de las preguntas por componente .....	107
7.2.3	Ponderado de los componentes .....	108
7.2.4	Cálculo del ING .....	108
7.3	PRÁCTICAS DE GERENCIA DE PROYECTOS DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN ALCANCE, CRONOGRAMA Y COSTO. ....	110
7.3.1	Validación de Consistencia Interna .....	110
7.3.1.1	Nivel de confianza y error estándar de la muestra final .....	111
7.3.1.2	Tasa de respuesta .....	111
7.3.1.3	Características de la muestra final .....	112
7.3.2	Identificación de la aplicación de prácticas de gerencia en los grupos de investigación .....	117
7.3.2.1	Identificación de aplicación de prácticas de gerencia en componente alcance	117
7.3.2.2	Identificación de aplicación de prácticas de gerencia en el componente cronograma .....	123
7.3.2.3	Identificación de aplicación de prácticas de gerencia en el componente costo	129
7.3.2.4	Frecuencia de aplicación de prácticas de gerencia de proyectos en grupos de investigación .....	135
7.3.2.5	Identificación del componente con mayor relevancia para los grupos de investigación .....	139

7.3.2.6	Percepción de los grupos de investigación frente al objeto de investigación .	140
7.3.3	Valoración de la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos de los grupos de investigación mediante el ING .....	143
7.3.4	Histogramas de los valores de ING en los grupos de investigación.....	144
7.3.5	<i>Boxplot</i> de la variable ING .....	148
7.4	APLICACIÓN DE LA PRUEBA JI CUADRADO ENTRE LA CATEGORIZACIÓN ESTABLECIDA POR COLCIENCIAS Y LOS NIVELES DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN PRÁCTICAS DE GERENCIA. ....	150
7.4.1	Niveles de aplicación de prácticas en gerencia de proyectos de I+D+i.....	151
7.4.1.1	Niveles de aplicación de prácticas en gerencia de proyectos por el juicio de expertos.....	151
7.4.1.2	Identificación de los niveles de aplicación de prácticas en gerencia y distribución de los grupos de investigación .....	151
7.4.2	Relación de las variables categoría y área de conocimiento de los grupos de investigación con los niveles de gerencia de proyectos. ....	155
7.4.2.1	Aplicación de la prueba Ji cuadrado entre las categorías y los niveles de INGQ <sub>n</sub> .....	156
7.4.2.2	Aplicación de la prueba Ji cuadrado entre las áreas de conocimiento y los niveles de INGQ <sub>n</sub> .....	158
8	CONCLUSIONES .....	160
9	TEMAS DE DISCUSIÓN.....	167
11	RECOMENDACIONES .....	168
12	TRABAJOS FUTUROS.....	170
13	ASPECTOS GERENCIALES DEL TRABAJO DE GRADO.....	171
13.1	INICIACIÓN .....	171
13.1.1	Acta de Constitución ( <i>Project Charter</i> ).....	171
13.1.2	Registro de partes interesadas y estrategias para su manejo.....	173
13.2	PLANEACIÓN.....	173
13.2.1	WBS ( <i>Work Breakdown Structure</i> ) Estructura desglose del trabajo.....	174
13.2.2	Línea base de cronograma (Resumido).....	175
13.2.3	Línea base de costo.....	175
13.2.4	Plan de Calidad (TG). ....	176
13.3	CONTROL Y SEGUIMIENTO .....	177
13.3.1	Ejemplo de Informes de seguimiento. ....	177
13.3.2	Mediciones realizadas en el TG. ....	179
13.3.3	Ejemplo de actas de reunión.....	180
13.3.4	Solicitudes de Cambio. ....	181
13.3.5	Comunicaciones.....	181
13.3.6	Lecciones aprendidas. ....	181
	BIBLIOGRAFÍA .....	185



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Alineación objetivos estratégicos .....	27
Tabla 2 Definición de Gerencia de Proyectos .....	36
Tabla 3 Grupo de procesos .....	40
Tabla 4 Áreas de conocimiento .....	40
Tabla 5 Procesos de gestión del alcance del proyecto .....	44
Tabla 6 Procesos de gestión del cronograma del proyecto.....	45
Tabla 7 Procesos de gestión de los costos del proyecto.....	46
Tabla 8 Valores de evaluación de medida variables .....	48
Tabla 9 Niveles CMMI .....	49
Tabla 10 Niveles de madurez por Harold Kerzner.....	49
Tabla 11 Grupos categorizados 2013-2017 .....	56
Tabla 12 Requisitos de categorías de los grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación .....	57
Tabla 13 Estudios sobre prácticas de gerencia en grupos de investigación .....	61
Tabla 14 Grupos de investigación categorizados de Bogotá .....	66
Tabla 15 Tamaño de la muestra.....	68
Tabla 16 Muestra estratificada grupos de investigación categorizados en Bogotá. ....	69
Tabla 17 Selección del estándar: criterios, calificación y ponderación.....	72
Tabla 18 Ficha técnica de la entrevista .....	74
Tabla 19 Estructura de la entrevista.....	75
Tabla 20 Respuestas de los entrevistados.....	77
Tabla 21 Diseño del cuestionario .....	79
Tabla 22 Estructura del cuestionario información general.....	80
Tabla 23 Estructura del cuestionario componente alcance .....	80
Tabla 24 Estructura del cuestionario componente cronograma .....	83
Tabla 25 Estructura del cuestionario componente costo.....	85
Tabla 26 Estructura del cuestionario componente objetivo de la investigación.....	87
Tabla 27 Características del cuestionario .....	88
Tabla 28 Características del juicio de expertos .....	88
Tabla 29 Recolección de datos de las variables: categoría e ING .....	90
Tabla 30 Método de valoración por respuesta .....	92
Tabla 31 Método de valoración por preguntas .....	93
Tabla 32 Método de valoración por componentes.....	93
Tabla 33 Distribución de los grupos de investigación en Bogotá por área de conocimiento .....	99
Tabla 34 Distribución de los grupos de investigación en Bogotá por institución avaladora .....	102
Tabla 35 Promedio de las respuestas del juicio de experto del componente alcance..	105
Tabla 36 Promedio de las respuestas del juicio de experto del componente cronograma .....	106

Tabla 37 Promedio de las respuestas del juicio de experto del componente costo .....	106
Tabla 38 Ponderación de las preguntas en cada componente (alcance, cronograma y costo) .....	107
Tabla 39 Ponderación de los componentes (alcance, cronograma y costo) .....	108
Tabla 40 Valores de ING de las opciones de respuesta del cuestionario .....	109
Tabla 41 Muestra con validación de consistencia interna .....	110
Tabla 42 Muestra con validación de consistencia interna por categorías .....	111
Tabla 43 Nivel de confianza y error estándar muestra final .....	111
Tabla 44 Número de grupos que respondieron la encuesta por categoría Colciencias .....	112
Tabla 45 Número de grupos que respondieron la encuesta según área del conocimiento. ....	112
Tabla 46 Representatividad de la muestra sobre la población por área de conocimiento .....	112
Tabla 47 Instituciones avaladoras de los grupos de investigación de la muestra final	114
Tabla 48 Porcentaje de los grupos que realizan las mejores prácticas de gerencia ...	135
Tabla 49 Identificación de grupos con personal especializado en gerencia por área de conocimiento .....	143
Tabla 50 Análisis descriptivos de los valores de ING en las categorías y áreas de conocimiento de los grupos de investigación .....	144
Tabla 51 Distribución de los grupos según los valores de ING en las categorías de los grupos de investigación.....	151
Tabla 52 Grupos de investigación en los niveles de ING .....	152
Tabla 53 Distribución de los grupos en las categorías y los niveles de ING .....	152
Tabla 54 Distribución de los grupos en las categorías y los niveles de ING .....	154
Tabla 55 Prueba $X^2$ de las categorías de los grupos de investigación y los niveles de ING .....	157
Tabla 56 Prueba $X^2$ de las áreas de conocimiento y los niveles de ING $Q_n$ .....	158
Tabla 57 Ejemplo, Plan de Gestión <i>Stakeholders</i> .....	173
Tabla 58 Objetivos y métricas .....	176
Tabla 59 Ejemplo informe de seguimiento (a) .....	177
Tabla 60 Ejemplo informe de seguimiento (b) .....	179
Tabla 61 Resumen indicadores TG .....	179
Tabla 62 Ejemplo acta de reunión.....	180
Tabla 63 Lecciones aprendidas.....	182

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Árbol del problema .....	32
Figura 2	Marco teórico .....	35
Figura 3	Grupos de procesos y áreas de conocimiento del PMI. ....	39
Figura 4	Triple restricción en gerencia de proyectos .....	42
Figura 5	Grupos de procesos/Áreas del conocimiento .....	43
Figura 6	Modelos de madurez .....	47
Figura 7	Tipología de Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación .....	50
Figura 8	Requisitos mínimos para el reconocimiento de grupos .....	53
Figura 9	Tipología de productos científicos avalados por Colciencias. ....	54
Figura 10	Grupos categorizados 1998-2017 .....	56
Figura 11	Estructura del marco metodológico .....	64
Figura 12	Descripción del tipo de investigación y metodología utilizada .....	65
Figura 13	Diseño metodológico .....	70
Figura 14	Medición de la Variable A: Categoría .....	91
Figura 15	Objetivos y resultados del trabajo de grado .....	97
Figura 16	Distribución porcentual de la categoría de los Grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en Bogotá .....	98
Figura 17	Comparación grupos categorizados en Colombia con grupos categorizados en Bogotá .....	99
Figura 18	Porcentaje del área de conocimiento por cada categoría .....	100
Figura 19	Comparación de la cantidad de grupos de investigación por áreas de conocimiento de Bogotá y Colombia .....	101
Figura 20	Comparativo de las cantidades de instituciones avaladoras con Bogotá y de Colombia. ....	103
Figura 21	Cálculo del ING .....	104
Figura 22	Porcentaje de la muestra en la población por área de conocimiento .....	113
Figura 23	Comparación de las instituciones que avalan grupos en Bogotá y las instituciones de la muestra .....	116
Figura 24	Respuestas de los grupos de investigación en el componente alcance.....	118
Figura 25	Respuestas de los grupos de investigación categoría A1 en el componente alcance.....	119
Figura 26	Respuestas de los grupos de investigación categoría A en el componente alcance.....	120
Figura 27	Respuestas de los grupos de investigación categoría B en el componente alcance.....	121
Figura 28	Respuestas de los grupos de investigación categoría C en el componente alcance.....	122
Figura 29	Respuestas de los grupos de investigación en el componente cronograma .....	124
Figura 30	Respuestas de los grupos de investigación de categoría A1 en el componente cronograma .....	125

Figura 31	Respuestas de los grupos de investigación de categoría A en el componente cronograma .....	126
Figura 32	Respuestas de los grupos de investigación de categoría B en el componente cronograma .....	127
Figura 33	Respuestas de los grupos de investigación de categoría C en el componente cronograma .....	128
Figura 34	Respuestas de los grupos de investigación en el componente costo .....	130
Figura 35	Respuestas de los grupos de investigación de categoría A1 en el componente costo.....	131
Figura 36	Respuestas de los grupos de investigación de categoría A en el componente costo.....	132
Figura 37	Respuestas de los grupos de investigación de categoría B en el componente costo.....	133
Figura 38	Respuestas de los grupos de investigación de categoría C en el componente costo.....	134
Figura 39	Frecuencia de aplicación de prácticas de gerencia en el componente alcance .....	136
Figura 40	Frecuencia de aplicación de prácticas de gerencia en el componente cronograma.....	137
Figura 41	Frecuencia de aplicación de prácticas de gerencia en el área del componente costo.....	138
Figura 42	Peso de los componentes por los grupos de investigación.....	139
Figura 43	Percepción de los grupos de investigación sobre la relación de la categoría y la aplicación de prácticas de gerencia.....	140
Figura 44	Percepción de los grupos de investigación sobre la aplicación de prácticas de gerencia y el desempeño del proyecto.....	141
Figura 45	Personal especializado en gerencia de proyectos dentro de los grupos de investigación.....	142
Figura 46	Histograma de los valores de ING en grupos de investigación .....	145
Figura 47	Histograma de los valores de ING en grupos de investigación, en el componente alcance .....	145
Figura 48	Histograma de los valores de ING en grupos de investigación, en el componente en cronograma.....	146
Figura 49	Histograma de los valores de ING en grupos de investigación, en el componente en costo .....	146
Figura 50	Histograma de los valores de ING de la categoría A1.....	147
Figura 51	Histograma de los valores de ING de la categoría A.....	147
Figura 52	Histograma de los valores de ING de la categoría B.....	148
Figura 53	Histograma de los valores de ING de la categoría C .....	148
Figura 54	<i>Boxplot</i> de los valores de ING en los grupos de investigación.....	149
Figura 55	<i>Boxplot</i> de los valores de ING del componente alcance en los grupos de investigación.....	149
Figura 56	<i>Boxplot</i> de los valores de ING del componente cronograma en los grupos de investigación.....	150

Figura 57	Boxplot de los valores de ING del componente costo en los grupos de investigación.....	150
Figura 58	Comportamiento de las categorías de los grupos en los niveles de gerencia .....	153
Figura 59	Comportamiento de las categorías de los grupos en los niveles de gerencia .....	155
Figura 60	WBS para trabajo de grado .....	174
Figura 61	Cronograma resumido del trabajo de grado.....	175
Figura 62	Linea basede costos, curva S .....	176
Figura 63	Estado del Trabajo de Grado .....	178
Figura 64	Índices de Desempeño.....	178
Figura 65	Ejemplo de comunicaciones.....	181

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO A.** Transcripción de las entrevistas realizadas a los investigadores

**ANEXO B.** Formato juicio de expertos

**ANEXO C.** Formato cuestionario

**ANEXO D.** Base de datos grupos de investigación categorizados en Bogotá (marco muestral)

**ANEXO E.** Calificación del juicio de expertos

**ANEXO F.** Muestra de grupos de investigación por categorías y calificación del ING (matriz de datos)

**ANEXO G.** Resumen de resultados de los cuestionarios en tablas de frecuencia

## GLOSARIO

**Alcance del producto:** Características y funciones de un producto, servicio o resultado (*Project Management Institute, 2017*).

**Alcance del proyecto:** Trabajo realizado para entregar un producto, servicio o resultado con las funciones y características especificadas. En ocasiones se considera que el término “alcance del proyecto” incluye el alcance del producto (*Project Management Institute, 2017*).

**Categorización grupos de investigación:** Clasificar los grupos de investigación por medio de un modelo de medición, a partir del 2017 los grupos se clasifican en las categorías A1, A, B y C, una vez se haya cumplido con los requisitos de ser grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (Colciencias, 2017).

**Colciencias:** Departamento administrativo de ciencia, tecnología e innovación en Colombia, con la misión de construir política pública científica, tecnológica y de innovación que impulse el avance del conocimiento y promueva la generación de soluciones e innovaciones para mejorar la vida de las personas (Colciencias, 2018b).

**Controlar el alcance:** Proceso en el cual se monitorea el estado del alcance del proyecto y del producto, y se gestionan cambios a la línea base del alcance (*Project Management Institute, 2017*).

**Controlar el cronograma:** Proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar el cronograma y gestionar cambios a la línea base del cronograma (*Project Management Institute, 2017*).

**Controlar los costos:** Proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar cambios a la línea base de costos (*Project Management Institute, 2017*).

**Crear la EDT/ WBS:** Proceso de subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar, proporciona un marco de referencia de lo que se debe entregar (*Project Management Institute, 2017*).

**Definir actividades:** Proceso para identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto (*Project Management Institute, 2017*).

**Definir el alcance:** Consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto, se describen límites del producto, servicio o resultado y los criterios de aceptación (*Project Management Institute, 2017*).

**Desarrollar el cronograma:** Es el proceso de realizar una estimación de la cantidad de periodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados (*Project Management Institute, 2017*).

**Desarrollo experimental:** Consiste en trabajos sistemáticos fundamentados en los conocimientos existentes obtenidos por investigación o experiencia, se enfoca en la fabricación de nuevos materiales, productos o dispositivos(OCDE, 2008), aspirando a la introducción de nuevas tecnologías (UNESCO, 1978).

**Determinar el presupuesto:** Proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos (*Project Management Institute, 2017*).

**Diagramas de caja y bigotes:** Método estadístico conocido como *boxplot* permite identificar la media, los mínimos y máximos de las variables.

**Enfoque cuantitativo:** Estar integrado por un grupo de procesos secuenciales y probatorios, con un orden riguroso, que refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes, mediante la recolección y análisis de datos con métodos estadísticos (Hernández, Fernández y Lucio, 2014).

**Estándar:** Es un documento establecido por una autoridad, costumbre o consenso como un modelo o ejemplo (*Project Management Institute, 2017*)

**Estimar la duración de las actividades:** Proceso de realizar una estimación de la cantidad de periodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados (*Project Management Institute, 2017*).

**Estimar los costos:** Proceso de desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar el trabajo del proyecto (*Project Management Institute, 2017*).

**Estudios descriptivos:** Miden de manera independiente los conceptos o variables, pueden integrar las mediciones de cada una de las variables para decir cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno de interés (Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

**Estudios correlacionales:** tienen como utilidad y propósito principal conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto (Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

**Exclusiones:** Por lo general, identifican lo que no está incluido en el proyecto. Establecer explícitamente lo que está fuera del alcance del proyecto ayuda a gestionar las expectativas de los interesados.



**Formato:** Documento con características generales de un proceso o actividad específica para ser diligenciado

**Gerencia de proyectos:** Aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto, (Lledó & Rivarola 2007) .

**Gestión de cronograma del proyecto:** Proceso para establecer políticas, procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto. (*Project Management Institute, 2017*).

**Gestión de la calidad del proyecto:** Incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados (*Project Management Institute, 2017*).

**Gestión de las adquisiciones del proyecto:** Incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto (*Project Management Institute, 2017*).

**Gestión de las comunicaciones del proyecto:** Incluye los procesos requeridos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados (*Project Management Institute, 2017*).

**Gestión de los costos del proyecto:** Incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado (*Project Management Institute, 2017*).

**Gestión de los interesados del proyecto:** Incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto. (*Project Management Institute, 2017*).

**Gestión de los recursos del proyecto:** Incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto (*Project Management Institute, 2017*).

**Gestión del alcance del proyecto:** Es el proceso que se ocupa del cumplimiento de los objetivos del proyecto (Pinto, 2015), debe incluir los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo que permita completarlo (*Project Management Institute, 2017*).

**Gestión del riesgo del proyecto:** Incluye los procesos necesarios para la compra o adquisición de los productos, servicios o resultados requeridos por fuera del equipo del proyecto (*Project Management Institute, 2017*).

**Grupos de investigación:** “el conjunto de personas que interactúan para investigar y generar productos de conocimiento en uno o varios temas” (Colciencias, 2017, pág. 29).

**Grupo de procesos de cierre:** Procesos llevados a cabo para completar o cerrar formalmente el proyecto, fase o contrato (*Project Management Institute, 2017*).

**Grupo de procesos de ejecución:** Procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de satisfacer los requisitos del proyecto (*Project Management Institute, 2017*).

**Grupo de procesos de inicio:** Procesos realizados para definir un nuevo proyecto o nueva de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase (*Project Management Institute, 2017*).

**Grupo de procesos de planificación:** Procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto (*Project Management Institute, 2017*).

**Grupos de procesos de monitoreo y control:** Procesos requeridos para hacer seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes (*Project Management Institute, 2017*).

**Dirección de proyectos:** para el presente trabajo la dirección de proyectos se entenderá como gerencia de proyectos, en la traducción del PMI se usa el termino dirección de proyectos.

**Indicador de nivel de gerencia (ING):** Es el valor cuantitativo que se le da a cada pregunta como resultado al análisis del juicio de expertos.

**Innovación:** Se define como la introducción al uso de un producto o un proceso, nuevo o significativamente mejorado, las actividades innovadoras corresponden a las operaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales (Colciencias, 2016c).

**Investigación aplicada:** Consiste en generar nuevo conocimiento, dirigida hacia un objetivo práctico (OCDE, 2008), se lleva a cabo para desarrollar los resultados de la investigación básica con miras a su aplicación práctica (UNESCO, 1978), soluciona problemas específicos, desarrolla ideas y las convierte en algo operativo (OCDE,2008).

**Investigación básica:** Consiste en trabajos experimentales o teóricos, se emprenden para obtener nuevos conocimientos (OCDE, 2008) también conocida como investigación fundamental, y su finalidad consiste en comprender los fenómenos y su objetivo es el descubrimiento de nuevos campos de investigación sin tener presente un fin práctico (UNESCO, 1978).

**Investigación científica:** Corresponde a la investigación y el desarrollo experimental, englobando tres actividades Investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental (Colciencias, 2016c).

**Investigación y desarrollo:** Trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones. (Colciencias, 2016c)

**Investigador reconocido:** Investigador categorizado por Colciencias por cumplir con criterios de formación y productos científicos, las categorías son: investigador junior, investigador senior e investigador asociado (Colciencias, 2017)

**KAIZEN:** Metodología de calidad para mejoramiento continuo de procesos productivos.

**Metodología:** Un sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y reglas utilizados por quienes trabajan en una disciplina (*Project Management Institute, 2017*)

**Modelos de madurez en gerencia de proyectos:** Modelos que permiten medir la capacidad de las organizaciones para gestionar sus proyectos exitosamente (Solarte P & Sánchez, 2014).

**Muestra:** Son unidades muestrales que deberán aproximarse lo mayormente posible a las características generales de la población total (Corral y Franco 2015).

**Planeación por ciclos:** Es un proceso donde al inicio del proyecto se hace una planeación general, posterior a esto se planea detalladamente la fase a intervenir.

**Planificar la gestión de los costos:** Proceso de definir como se han de estimar, presupuestar, gestionar, monitorear y controlar los costos del proyecto (*Project Management Institute, 2017*).

**Planificar la gestión del alcance:** Proceso de crear un plan para la gestión que documente como serán definidos, validados y controlados el alcance del proyecto y del producto (*Project Management Institute, 2017*).

**Planificar la gestión del cronograma:** Proceso para establecer políticas, procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto (*Project Management Institute, 2017*).

**PRINCE2:** No define la gerencia de proyectos, pero la enfoca a la estructura de la organización en cuatro niveles (gestión corporativa, junta de proyecto, jefe de proyecto y jefe de equipo)

**Proceso:** Serie de actividades sistemáticas que se dirigen a la producción de un resultado final.

**Producción científica:** Resultado de actividades o proyectos de investigación, desarrollo tecnológico, e innovación.

**Productos de los grupos:** Son los resultados que estos obtienen en los procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, y responden al plan de trabajo, las líneas de investigación y los proyectos del grupo (Colciencias, 2017)

**Project management body of knowledge (PMBok):** Es la guía de fundamentos de la gestión de proyectos creada por el PMI. incluye prácticas tradicionales comprobadas y ampliamente utilizadas, recopiladas en procesos

**Project Management Institute:** Es la asociación de gerentes de proyectos más grande del mundo, su principal función es generar conocimiento y formular estándares para la gerencia de proyectos.

**Project Management Office:** Es la oficina de gerencia de proyectos que define y mantiene estándares de procesos, generalmente relacionados a la gerencia de proyectos, dentro de una organización.

**Proyecto:** Es un esfuerzo temporal, con un entregable único (un producto, servicio o resultado), deben tener un principio y un final definidos (*Project Management Institute, 2017*).

**Proyectos de Ctel :** Conjunto coherente e integral de actividades que buscan alcanzar un fin último a través de objetivos específicos, utilizando de manera coordinada e interrelacionada una metodología definida en un periodo de tiempo determinado, que pueda apoyarse en elementos claves como: herramientas, recursos humanos, apoyo de directrices y lineamientos, recursos tecnológicos y financieros (Colciencias, 2016c).

**Proyecto de investigación, desarrollo tecnológico e innovación:** es un conjunto de actividades que busca alcanzar un fin último a través de objetivos específicos, utilizando una metodología determinada con unos elementos claves: herramientas, recursos humanos y lineamientos de alta gerencia (Colciencias, 2016c)

**Prueba Ji cuadrado  $\chi^2$ :** Función estadística que permite analizar correlación, específicamente determina si los datos observados provienen de una distribución

teóricamente considerada, y determina si existe diferencia entre las frecuencias observadas y esperadas, para finalmente rechazar o aceptar la hipótesis (Lincoln, 1993).

**Recopilar requisitos:** Proceso que determina, documenta y gestiona las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto (*Project Management Institute, 2017*).

**Reproceso:** Término usado en gestión de calidad para referirse a la repetición de una actividad ya realizada, cuando esta no cumplió con los estándares de calidad requeridos.

**Respuesta al cambio:** Es el término que define que tan compleja es la adaptación de un proyecto o empresa a las variaciones que se dan en el entorno.

**Restricciones:** En gerencia de proyectos son factores limitantes en la ejecución de los proyectos (Mulcahy, 2013).

**Revisión de literatura:** Consiste en detectar, obtener y consultar material bibliográfico que sea útil para la investigación.

**Rol:** función definida que debe ser desempeñada por un miembro del equipo del proyecto.

**Secuenciar las actividades:** Proceso para identificar y documentar las relaciones las relaciones entre las actividades del proyecto (*Project Management Institute, 2017*).

**Stakeholders:** Son definidos como individuo, grupo u organización que puede afectar, verse afectado o percibirse a sí mismo como posible afectado por una decisión, actividad o resultado de un proyecto (*Project Management Institute, 2017*).

**Supuestos:** Son factores del proceso de planificación que se consideran verdaderos, reales o seguros sin pruebas ni demostraciones.

**Técnica:** Procedimiento sistemático definido y utilizado por una o más personas para desarrollar una o más actividades, a fin de generar un producto o un resultado.

**Validación:** Técnica que permite verificar la fiabilidad de los resultados de una investigación.

**Validar el alcance:** Proceso de formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se hayan completado, aporta objetividad al proceso de aceptación y aumenta la probabilidad de que el producto, servicio o resultado final sea aceptado (*Project Management Institute, 2017*).

## ABREVIATURAS

**BAC:** *Budget at Completion.*

**CMMI:** *Capability Maturity Model Integration*, modelo de referencia de prácticas maduras en una disciplina específica, utilizado para mejorar y evaluar la capacidad de grupo (*Software Engineering Institute 2010*).

**CvLAC:** *Curriculum Vitae* en Latinoamérica y el Caribe

**CTel:** Calificación de proyectos de ciencia y tecnología e innovación (Colciencias, 2016c).

**CTI:** Ciencia tecnología e innovación.

**EDT:** Estructura de descomposición del trabajo.

**EVM:** *Earned Value Management.*

**FCE:** Factores Críticos de Éxito.

**GII:** *Global Innovation Index.*

**GrupLAC:** Grupo en Latinoamérica y el Caribe

**I+D+i:** Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación.

**IES:** Instituciones de Educación Superior.

**ING:** Indicador de nivel de gerencia.

**INGQ<sub>n</sub>:** Indicador de nivel de gerencia cuartil sub ene

**INTEMA:** Instituto Nacional de Investigación y Ciencias de Materiales.

**IPA:** *Independent Project Analysis.*

**IPMA:** *International Project Management Association*, Asociación internacional de gestión proyectos de Europa.

**MNGP:** *Maturity By Project Category Model.*

**OPM3®:** *The Organizational Project Management Maturity Model*, Modelo de madurez organizacional en gerencia de proyectos publicado por el PMI.

**P2M:** *The Berkeley Project Management Process Maturity Model.*

**P3M3:** *Project Management Maturity Model.*

**PM2:** *The Berkeley Project Management Process Maturity Model.*

**PMBOK:** *Project Management Body Of Knowledge*, marco de referencia publicado por el PMI para la gerencia de proyectos.

**PMI:** *Project Management Institute*, Instituto de gerencia de proyectos que diseñó el modelo de evaluación y medición del grado de madurez organizacional OPM3®.

**PMIS:** *Project Management Information System.*

**PMMM:** *Project Management Maturity Model*, modelo de Madurez del autor Harold Kerzner, mide la madurez en la gerencia de proyectos en cualquier área de conocimiento.

**PMO:** *Project Management Office.*

**PMP:** *Project Management Professional.*

**PRINCE 2:** *Projects In Controlled Environment.*

**R:** Es un software para el análisis estadístico de datos.

**TI:** *Information Technology* – Tecnología de la Información.

**TG:** Trabajo de grado.

**WBS:** *Work Breakdown Structure*



## **RESUMEN EJECUTIVO**

El documento del trabajo de grado está compuesto por 13 capítulos: Propósito del trabajo de grado, justificación, planteamiento del problema, objetivos, marco teórico, marco metodológico, resultados, conclusiones, discusiones, recomendaciones, trabajos futuros y aspectos gerenciales del trabajo de grado.

El propósito del trabajo de grado es contribuir a mejorar la probabilidad de éxito de los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i), a través de fomentar la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos en grupos de investigación. La gerencia de proyectos constituye una herramienta clave para el exitoso desarrollo de los proyectos y el cumplimiento de sus objetivos.

Los grupos de I+D+i son medidos y categorizados por Colciencias mediante un modelo, el cual excluye la medición en aspectos gerenciales. Colciencias en su informe de evaluación, concluye que existe un bajo desempeño en gerencia de proyectos de I+D+i (Colciencias, 2013). Por lo tanto, el problema por resolver del trabajo de grado es determinar si existe una correlación entre la categorización por Colciencias de los grupos de investigación en Bogotá y la aplicación de prácticas de gerencia en proyectos de investigación.

Colombia en el desarrollo de la política en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), tiene como objetivo impulsar el desarrollo económico y social del país a través de la I+D+i (Planeación, 2015). Para los países y las instituciones los indicadores de producción científica se han convertido en un índice de calidad y competitividad en temas de ciencia, tecnología e innovación.

Con los resultados del trabajo de grado se establece antecedentes para los estudios futuros que se realicen sobre la gerencia de proyectos de investigación, administración de proyectos I+D+i y factores de éxito en los grupos de investigación. Se podrán plantear soluciones que ayuden a mejorar el desempeño de los proyectos de I+D+i.

El objetivo general del trabajo de grado es determinar la correlación entre la categorización establecida por Colciencias de los grupos de investigación en Bogotá y su aplicación de prácticas en la gerencia de proyectos. Para el cumplimiento del objetivo general se establecen los siguientes objetivos específicos: recopilar en una base de datos los grupos de investigación categorizados por Colciencias en Bogotá, establecer un método de valoración de la aplicación de prácticas gerenciales, identificar prácticas gerenciales en alcance, cronograma y costo, e identificar y aplicar un método estadístico para determinar la correlación entre la categorización establecida por Colciencias y los niveles de los grupos de investigación en prácticas de gerencia.





Para el desarrollo de la investigación, se establece un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo y correlacional, el tipo de muestreo es estratificado y el método de selección de la muestra es por cuotas. Se utiliza como instrumento principal un cuestionario para identificar las prácticas de gerencia en los grupos de investigación. El diseño de la investigación está compuesto por 5 etapas: el diseño del cuestionario, la recolección de datos, la medición de datos, el análisis descriptivo y el análisis de relación /asociación.

A partir de esta metodología y con una muestra de 329 grupos de I+D+i de Bogotá (50 de categoría A1, 64 categoría A, 93 categoría B y 122 categoría C), se mide la variable ING (Indicador de nivel de gerencia) mediante un método de valoración de prácticas de gerencia de proyectos, permitiendo clasificar los grupos en 4 niveles de gerencia (alto, medio alto, medio bajo y bajo). Se aplica la prueba Ji cuadrado para determinar la relación de los 4 niveles de gerencia y las categorías de los grupos de investigación, de igual manera, también se aplica la prueba para determinar la relación entre los 4 niveles de gerencia y las áreas de conocimiento de los grupos.

Los resultados principales del trabajo de grado incluyen una base de datos de los grupos categorizados en Bogotá, un método de valoración de prácticas de gerencia definida en una variable de indicador de nivel de gerencia (ING), la identificación de las prácticas de gerencia en los grupos de investigación, la clasificación de los grupos en los 4 niveles de gerencia definidos (alto, medio alto, medio bajo y bajo) y los correspondientes análisis descriptivos y análisis de relación.

Con esto se concluye que no existe una correlación entre las categorías de los grupos de investigación y su aplicación de prácticas en la gerencia de proyectos. Si embargo, a pesar de este resultado, no se puede descartar que las prácticas de gerencia de proyectos tengan relación con la categoría de los grupos. Puesto que las variables analizadas no son variables simples, son variables compuestas que se ven afectadas por diferentes causas, que para el presente estudio no se encuentran dentro del alcance de investigación.

Tampoco se encuentra correlación entre las áreas de conocimiento y la aplicación de prácticas de gerencia, debido a que los investigadores son los responsables de realizar la gerencia de proyectos en los grupos, sin importar el área de conocimiento, y típicamente estos no cuentan con formación en gerencia de proyectos.

Además, en términos generales sobre la identificación de prácticas gerencia en los grupos, se concluye que la mayoría de los grupos de investigación planean el alcance y el cronograma, pero hacen más seguimiento y control en el costo. También, que la categoría A es la que mejores prácticas de gerencia realiza.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado es un estudio correlacional que busca determinar si la categoría de los grupos de investigación otorgada por Colciencias tiene una relación con la aplicación de gerencia de proyectos, mediante una investigación cuantitativa con alcance descriptivo y correlacional. Constituye un requerimiento para la obtención del título de magíster en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos.

El aporte del trabajo de grado es contribuir a la implementación de prácticas en gerencia de los proyectos I+D+i y así mejorar la probabilidad de éxito de estos proyectos. La gerencia de proyectos constituye una herramienta clave para el exitoso desarrollo de los proyectos y el cumplimiento de sus objetivos e impactos convenidos y esperables (Escuela Colombiana de Ingeniería, 2018).

Para el desarrollo de los proyectos de I+D+i es necesario tener capacidades financieras, técnicas y humanas que logren cumplir con los resultados de investigación y materializados en productos científicos. Para los países y las instituciones CTel los productos científicos son un indicador de I+D+i y una forma de medir la investigación. También, son variables fundamentales para la categorización de grupos de investigación en Colombia. Los integrantes de los grupos deben gerenciar los proyectos de I+D+i para lograr cumplir con la producción científica comprometida en un tiempo determinado mediante unos recursos técnicos y financieros.

Colciencias es la entidad encargada de categorizar los grupos de investigación en Colombia; en la convocatoria 781 de 2017 reconoció 4 categorías (A1, A, B y C). En los modelos de medición que ha utilizado Colciencias para la categorización de grupos de investigación no identifica la parte de gerencia de proyectos; es decir, que se desconoce cómo los grupos de investigación en Bogotá gerencian sus proyectos y cómo la gerencia de proyectos se relaciona con su categoría.

Los grupos de investigación son los responsables del desarrollo de proyectos de I+D+i con el fin de investigar y generar productos de conocimiento. Para Morandi (2013) los proyectos de I+D+i son considerados complejos. Youker en el 2002 afirmó que estos proyectos suelen ser a largo plazo, donde la calidad tiene prioridad sobre el tiempo siendo un proceso intelectual. Kuchta & Skowron en el 2015 afirman que no existen directrices uniformes en gerencia de proyectos de I+D+i. Colciencias (2013) ratifica en identificar que existe una baja función en el seguimiento de proyectos y sugiere profesionalizar la gerencia de proyectos de I+D+i.

Como profesionales en maestría de desarrollo y gerencia integral de proyectos se cuenta con la capacidad de participar en investigaciones de las disciplinas de proyectos y en la aplicación de éstas a las diversas áreas del conocimiento, con el fin de contribuir eficientemente al desarrollo del país (Escuela Colombiana de Ingeniería, 2018).



## 1 PROPÓSITO DEL TRABAJO DE GRADO

El trabajo de grado contribuye a mejorar el desempeño los proyectos de I+D+i a través de fomentar la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos. La gerencia de proyectos constituye una herramienta clave para el exitoso desarrollo de los proyectos y el cumplimiento de sus objetivos.

El cumplimiento de este propósito permite aportar a los objetivos estratégicos del Plan Nacional de Desarrollo y de Colciencias en impulsar la ciencia, tecnología e innovación para solucionar los desafíos sociales y promover el desarrollo tecnológico y productivo del país, aportando herramientas que ayuden a gerenciar los proyectos de I+D+i y así cumplir con éxito los objetivos de investigación que impacten a estos desafíos. A los objetivos estratégicos de la Escuela, en formar profesionales con competencias científicas para llevar a cabo el desarrollo de proyectos de I+D+i en la realización de una tesis de grado, con expectativas de generar artículos científicos como productos de generación de nuevo conocimiento que aporten a la comunidad académica.

### 1.1 ALINEACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO CON LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Los objetivos obtenidos de los diferentes planes de las organizaciones e instituciones involucradas se observan en la tabla 1, identificando la alineación estratégica de los resultados del trabajo de grado.

Tabla 1 Alineación objetivos estratégicos

Organización	Objetivo estratégico	Contribución
Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018	Contribuir al desarrollo productivo y la solución de los desafíos sociales del país a través de la ciencia, tecnología e innovación	Aportar a la implementación de herramientas gerenciales en proyectos de ciencia, tecnología e innovación que impacten en los problemas sociales a los desafíos sociales y las necesidades del sector productivo
Colciencias	Promover el desarrollo tecnológico y la innovación como motor de crecimiento empresarial y del emprendimiento	Contribuir a tomar conciencia de la utilidad de aplicar prácticas en gerencia de proyectos en proyectos de investigación por parte de los grupos de investigación



Organización	Objetivo estratégico	Contribución
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	<p>Eje 1. Formación de excelencia Formar profesionales reconocidos por sus competencias científicas y técnicas y por su calidad humana, preparados para asumir con sensibilidad social el compromiso con su profesión y con el desarrollo armónico de su entorno</p> <p>Eje 2. Desarrollo de la investigación y la innovación Potenciar la ejecución de proyectos de carácter científico y tecnológico con alto impacto social, de manera efectiva y sostenible, en un medio propicio, y lograr el reconocimiento y la consolidación de la escuela en ese ámbito.</p>	<p>Aportar en la formación de magister en Gerencia de proyectos, con competencias científicas en metodologías de investigación para contribuir al desarrollo de investigaciones que mejoren el desempeño de proyectos de I+D+i y el correcto cumplimiento de sus objetivos</p> <p>Aportar a la generación de producción científica que aporte al reconocimiento de la Escuela en ciencia y tecnología.</p>

Fuente: Plan Nacional de desarrollo 2014-2018, Plan Estratégico Institucional Colciencias 2015-2018 y Plan de Desarrollo Escuela Colombiana de Ingeniería 2016-2025. Elaboración propia.



## 2 JUSTIFICACIÓN

La ciencia, tecnología e innovación han constituido un motor indiscutible de crecimiento y desarrollo (Unesco, 2016), Colombia en el desarrollo de la política en CTI, tiene como objetivo impulsar el desarrollo económico y social del país a través de la investigación, el desarrollo tecnológico e innovación I+D+i (Planeación, 2015). Impulsados por un sistema que articula a los diferentes actores, identificados en el modelo de la cuádruple hélice “Universidad-Empresa-Estado-Sociedad” (Carayannis & Campbell, 2012).

Los grupos de investigación son los actores fundamentales para el desarrollo de proyectos de I+D+i, definidos como “*el conjunto de personas que interactúan para investigar y generar productos de conocimiento en uno o varios temas*” (Colciencias, 2017, pág. 29). Actualmente, han sido parte de los indicadores de ciencia y tecnología para evidenciar el nivel de investigación dentro de una institución, región y/o país (Observatorio de Ciencia y Tecnología, 2016).

Según el indicador *Global Innovation Index (GII)*<sup>1</sup>, para el año 2016 Colombia asciende una posición en América Latina y el Caribe, ubicándose en el quinto lugar (Colciencias, 2016b). En el 2017 el índice de competitividad ubicó a Colombia en el puesto 65 a nivel internacional, evaluando a las instituciones en el capital humano e investigación, infraestructura, producción de conocimiento y tecnología, y producción creativa (Observatorio de Ciencia y Tecnología, 2016). Durante los últimos doce años se observa que la producción científica colombiana ha aumentado en un 11,72 % (Maz-Machado, Jiménez-Fanjul & Villarraga Rico, 2016). El Observatorio de Ciencia y Tecnología para el 2016 indica que Colombia ha producido 167525 publicaciones nacionales en revistas indexadas.

Para los países y las instituciones los indicadores de producción científica se han convertido en un índice de calidad y competitividad en temas de ciencia, tecnología e innovación. En Colombia, para Colciencias dichos indicadores son fundamentales para la categorización de grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

El Observatorio de Ciencia y Tecnología en su informe de 2016, resalta que los grupos de categoría A1 son los que más generan publicaciones de impacto, produciendo 10978 artículos en Q1<sup>2</sup> mientras que los grupos de categoría C producen 3668 artículos en Q1. Siendo las universidades públicas las que más publican, destacando la Universidad Nacional y la Universidad de Antioquia (Maz-Machado *et al.*, 2016).

---

<sup>1</sup> El Índice Global de Innovación (GII, por sus siglas en inglés) es un indicador que permite determinar las capacidades y los resultados en materia de innovación de las economías del mundo. Este es realizado de forma conjunta por la [Organización Mundial de la Propiedad Intelectual \(OMPI\)](#), la [Universidad de Cornell](#) y la Escuela de Negocios [INSEAD](#) (Sistema Nacional de Competitividad Ciencia Tecnología e Innovación, 2018).

<sup>2</sup> Revistas indexadas ubicadas en el cuartil número uno del Índice Internacional de SClmago (*Scientific Journal Rankings*).



Los grupos de categoría A1 generan 33971 productos de generación de nuevo conocimiento y en desarrollo tecnológico 780 productos, mientras que los grupos de categoría C generan en nuevo conocimiento 23324 productos y en desarrollo tecnológico 2618 productos (Observatorio de Ciencia y Tecnología, 2016). En la convocatoria del 2017 los grupos categorizados y reconocidos produjeron 93863 artículos de investigación y 114 patentes de modelo de utilidad, de ellos, 32188 artículos de investigación y 20 patentes de utilidad son de 523 grupos de A1 (Colciencias, 2018b).

Para las diferentes instituciones en Colombia dedicadas a la ciencia, tecnología e innovación el aumento y la calidad de producción de científica representa visualización en temas de I+D+i. Entre las formas de generar visibilizarían se encuentra la categorización de grupos de investigación y la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos aumenta el éxito de cumplimiento de los proyectos de I+D+i.

Con los resultados del trabajo de grado se soluciona la siguiente pregunta de investigación: ¿Existe correlación entre la categorización por Colciencias de los grupos de investigación en Bogotá y la aplicación de prácticas de gerencia en proyectos de investigación? Con estos resultados se establece antecedentes para los estudios futuros que se realicen sobre la gerencia de proyectos de investigación, administración de proyectos I+D+i y factores de éxito en los grupos de investigación. Se podrán plantear soluciones que ayuden a mejorar el desempeño de los proyectos de (I+D+i).

## **2.1 PROBLEMA POR RESOLVER**

El problema principal lo identifica Colciencias en su informe de evaluación, concluyendo que existe un bajo desempeño en gerencia de proyectos de I+D+i y recomienda profesionalizar la gerencia de proyectos en los grupos de investigación (Colciencias, 2013). El bajo desempeño en gerencia de proyectos, puede ser causada a la baja aplicación de prácticas en gerencia de proyectos de I+D+i (Cassaneli, Dondero, Morán, & Larrosa, 2009), y a que no existe directrices uniformes sobre la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos I+D+i (Kuchta & Skowron, 2015).

En Colombia los grupos de I+D+i son medidos y categorizados por Colciencias mediante un modelo el cual excluye los temas gerenciales, apuntando para el trabajo el grado el problema por resolver: “determinar si existe una correlación entre la categorización por Colciencias de los grupos de investigación en Bogotá y la aplicación de prácticas de gerencia en proyectos de investigación”; partiendo de la presunción que los grupos de investigación deben tener lineamientos en gerencia de proyectos, para poder lograr sus resultados, administrar los recursos, planear tiempos de ejecución y cumplir con los estándares exigidos para ser categorizados. Sin embargo, al no existir criterios de medición de competencias en gerencia, no es posible determinar si estas tienen relación con la categorización de grupos de investigación emitida por Colciencias.



### **3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Colciencias es el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia, dentro de sus capacidades se encuentra la medición de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en el país. Desde 1996 diseñó e implementó un modelo de medición de grupos que permite categorizar los grupos por medio de diferentes indicadores de producción científica (Colciencias, 2017). El modelo de medición de Colciencias nunca ha incluido parámetros de evaluación o indicadores en temas de gerencia de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, por esta razón se desconoce la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos en los grupos de investigación y cómo estas se relacionan con las categorías de los grupos.

En el año 2017 se categorizaron 4566 grupos de investigación de 7362 grupos avalados (Colciencias, 2016a). Para lograr que un grupo sea categorizado se debe contar con producción científica de calidad o actividades de investigación. Gran parte de la producción científica es resultado de proyectos de I+D+i que dependen de la calidad de sus resultados, la capacidad del grupo de investigación, la administración de sus costos y el tiempo de ejecución. Estos aspectos son contemplados en los estándares de gerencia de proyectos en los diferentes procesos y áreas de conocimiento.

Para fomentar la generación de nuevo conocimiento y el desarrollo tecnológico, las instituciones invierten en proyectos de I+D+i. Colciencias por ejemplo en el año 2015 aprobó 3213 proyectos por medio de convocatorias, con financiación interna, externa y contrapartida que suma un total de \$1.065.071.000 invertidos (Colciencias, 2016a). Para la correcta administración de los recursos y el cumplimiento de los productos y resultados comprometidos, es necesario que los grupos de investigación utilicen prácticas gerenciales.

Dentro de los antecedentes en el manejo de gerencia de los proyectos de I+D+i, Colciencias en el año 2013 realizó una evaluación enfocada a los grupos y proyectos, se determinó que de parte de los grupos de investigación existe una baja profesionalización en el seguimiento de proyectos y que los profesionales en gerencia no están familiarizados con los temas de investigación, además se recomienda profesionalizar la gestión y seguimiento de proyectos de I+D+i (Colciencias, 2013).

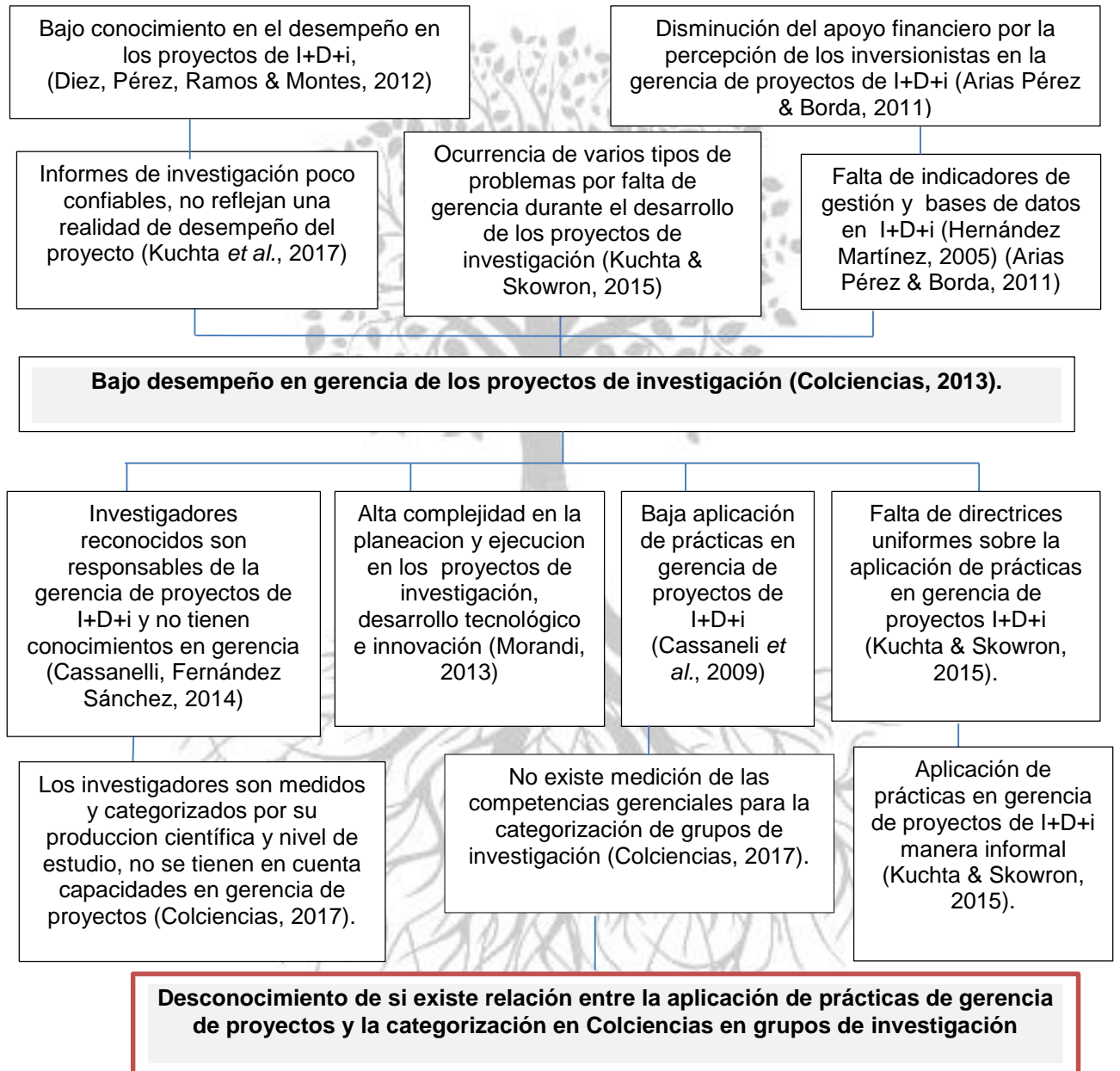
En Colombia los investigadores son medidos y reconocidos cumpliendo con estándares de formación académica y productividad científica, no se contemplan requerimientos por parte de Colciencias en competencias de gerencia de proyectos. Por tal razón se identifica una ausencia en la medición de competencias gerenciales en los investigadores categorizados por Colciencias. Cassanelli y Fernández Sánchez (2014) afirman que es común que en las instituciones se establezcan preferencias sobre que estos investigadores sean los responsables de la gerencia de los proyectos.



### 3.1 ÁRBOL DE PROBLEMA

En la figura 1 se puede observar el árbol de problemas identificado para el trabajo de grado. El problema principal del trabajo de grado se encuentra en las causas, ubicado en el recuadro de borde rojo.

Figura 1 Árbol del problema



Fuente: Elaboración propia.





### **3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La pregunta de investigación que se formula y se enmarca el desarrollo del trabajo de grado, es la siguiente:

***¿Existe correlación entre la categorización por Colciencias de los grupos de investigación en Bogotá y la aplicación de prácticas de gerencia en proyectos de investigación?***



## **4 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la correlación entre la categorización establecida por Colciencias de los grupos de investigación en Bogotá y su aplicación de prácticas en la gerencia de proyectos.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

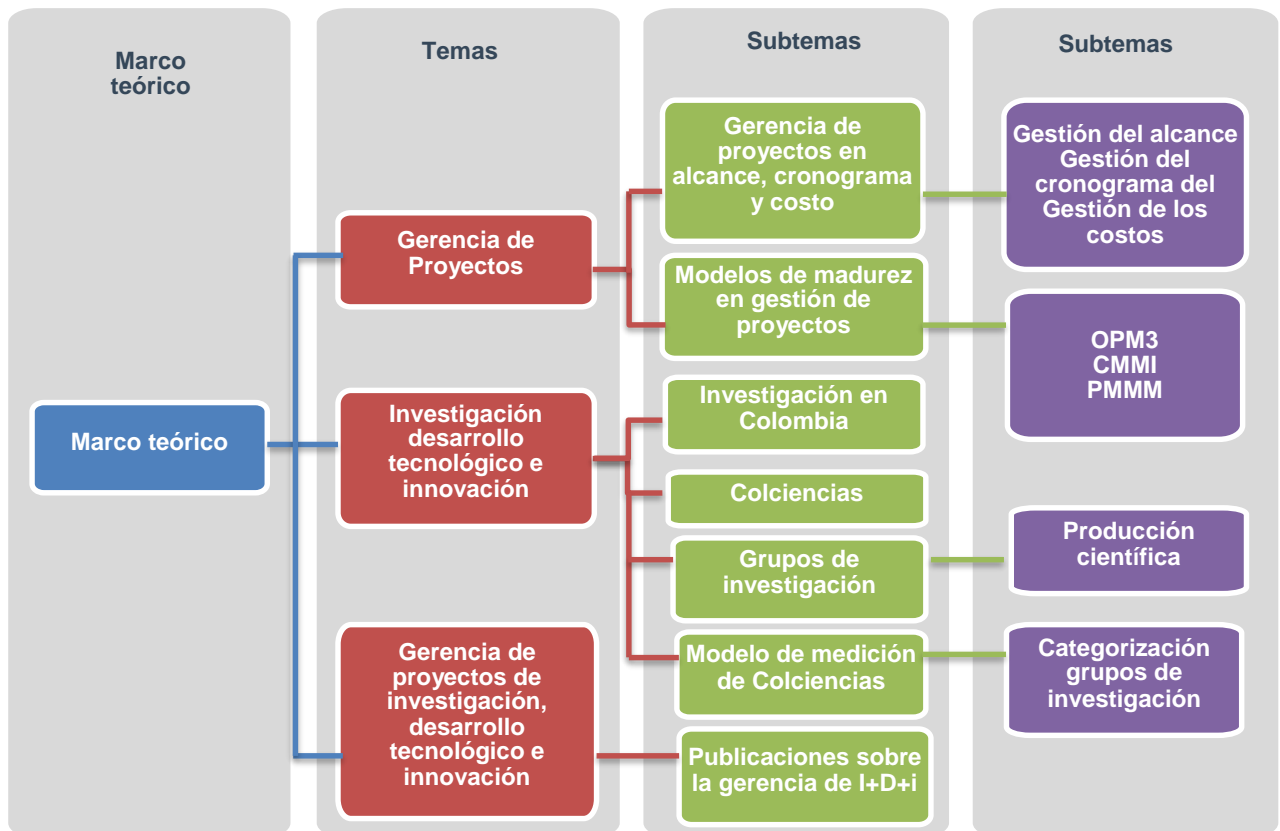
- Recopilar y sistematizar en una base de datos los grupos de investigación categorizados por Colciencias en Bogotá.
- Establecer un método de valoración de la aplicación de prácticas gerenciales de los grupos de investigación para el desarrollo de proyectos.
- Identificar prácticas gerenciales en alcance, cronograma y costo de la muestra seleccionada de grupos de investigación en Bogotá para el desarrollo de proyectos.
- Identificar y aplicar un método estadístico para determinar la correlación entre la categorización establecida por Colciencias y los niveles de los grupos de investigación en prácticas de gerencia.



## 5 MARCO TEÓRICO

El presente Trabajo de grado se enmarca principalmente en la gerencia de proyectos y la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. En gerencia de proyectos se exponen las herramientas, factores de éxito y los estándares<sup>3</sup>; priorizando los componentes en alcance, cronograma y costo, también se incluye una revisión sobre los modelos de madurez para la medición de aplicación de prácticas en gerencia de proyectos. Por otro lado, en el tema de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, se realiza descripción sobre la investigación en Colombia, Colciencias, grupos de investigación y el modelo de medición de Colciencias. Finalmente, se desarrolla una recopilación breve de las investigaciones que se han realizado alrededor de la gerencia en proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación. En la figura 2 se puede observar un diagrama de la presentación del marco teórico.

Figura 2 Marco teórico



Fuente: Elaboración propia

<sup>3</sup> Un estándar es un documento establecido por una autoridad, costumbre o consenso como un modelo o ejemplo (Project Management Institute, 2017).



## 5.1 GERENCIA DE PROYECTOS

La gerencia de proyectos ha avanzado en los últimos 50 años (Labrada & López Sierra, 2010). Es considerada por Mulcahy (2013) una ciencia y un arte, para Labrada & López Sierra (2010) una competencia crítica y para Montes-Guerra & Díez-Silva (2013) una disciplina en crecimiento y un campo dinámico.

La gerencia de proyectos es consecuentemente vista como una conducta social, definida por la historia, el contexto, valores individuales y marcos estructurales más amplios (Cicmil, Williams, Thomas & Hodgson, 2006).

Los profesionales reconocen la gerencia de proyectos como prácticas, publicadas en varios idiomas y aplicadas en todos los países del mundo (Labrada & López Sierra, 2010). Siendo de gran interés para las organizaciones de todos los sectores (Montes-Guerra *et al.*, 2013). La gerencia exige nuevas técnicas, especialmente por el desarrollo de nuevos y diferentes tipos de proyectos (Munns & Bjeirmi, 1996).

Lledó & Rivarola (2007) definen a la gerencia de proyectos como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto. Para Munns & Bjeirmi (1996) la gerencia de proyectos es la gestión de controlar el logro de los objetivos del proyecto, utilizando las estructuras organizacionales existentes y recursos, buscando administrar el proyecto mediante la aplicación de una colección de herramientas y técnicas, sin afectar negativamente la operación de rutina de la empresa. Mulcahy (2013) argumenta que además de involucrar procesos técnicos, también involucra roles y responsabilidades, definidos en niveles de autoridad.

Conjuntamente cada estándar en gerencia de proyectos, dentro de sus lineamientos define la gerencia de proyectos, como se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2 Definición de Gerencia de Proyectos

Estándar	Definición
PMI	La aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este.
ISO 10006:2003	La planificación, organización, seguimiento, control e informe de todos los aspectos de un proyecto y la motivación de todos aquellos que están involucrados en el para alcanzar los objetivos del proyecto.



Estándar	Definición
PRINCE 2	No define la gerencia de proyectos, pero la enfoca a la estructura de la organización en cuatro niveles (gestión corporativa, junta de proyecto, jefe de proyecto y jefe de equipo).
IPMA	Es la disciplina de estandarizar y dar pautas, para el cumplimiento de los requisitos acordados para el proyecto y la gestión del proyecto.

Fuente: *Project Management Institute*, 2017; Iso, 2003 directrices para gerencia de proyectos; Turley, 2009; (IPMA, 2015). Elaboración propia.

Para fundamentar y entender el concepto de gerencia de proyectos es necesario responder: ¿Qué es un proyecto? Para el PMI un proyecto es un esfuerzo temporal, con un entregable único (un producto, servicio o resultado), debe tener un principio y un final definidos (*Project Management Institute*, 2017). Munns & Bjeirmi (1996) define el proyecto como el logro de un objetivo específico, que implica una serie de actividades y tareas que consumen recursos. Las instituciones y empresas involucran el “proyecto” como una unidad básica de análisis de la rutina de gestión y herramienta insustituible en la planeación estratégica (Miranda Miranda, 2005).

En cuanto a los beneficios de aplicar la gerencia de proyectos en las organizaciones, Munns & Bjeirmi (1996) indican que la gerencia de proyectos logra ser más eficiente que los métodos tradicionales de gerencia. El PMI refuerza este concepto, argumentando que las organizaciones ejecutan proyectos de manera eficaz y eficiente aplicando prácticas en gerencia de proyectos.

Los resultados de éxito en la gerencia de proyectos se miden mediante indicadores. Se manejan los indicadores de finalización del presupuesto, satisfacción del cronograma, estándares de calidad adecuados y cumplimiento del objetivo del proyecto (Munns & Bjeirmi, 1996). Labrada & López Sierra (2010) consideran que el éxito de la gerencia de proyectos intenta conseguir una planificación coherente con los objetivos estratégicos de la organización y del proyecto; y que la ejecución de estos se acerque a la planificación. Sin embargo Munns & Bjeirmi (1996) difieren en que un proyecto exitoso no siempre implica un éxito en la gerencia de proyectos, pero la gerencia de proyectos podría mejorar el éxito del proyecto.

Por otro lado las herramientas en gerencia de proyectos resultan ser facilitadoras para el análisis de datos, la toma de decisiones y el transporte de la información entre los procesos (Millan, 2017), se debe tener en cuenta que el éxito de las herramientas de gerencia de proyectos contribuirán al logro del proyecto (Munns & Bjeirmi, 1996).

Así mismo, la mala gerencia de proyectos se da por la falta de herramientas o el mal uso de las mismas, por una estructura inadecuada para el proyecto, una persona incorrecta como gerente de proyecto, una asignación de tareas inadecuadas y falta de compromiso



con el proyecto (Munns & Bjeirmi, 1996). La mala gerencia de proyectos puede conducir al incumplimiento de plazos, sobrecostos, calidad deficiente, retrabajo, expansión no controlada del proyecto, pérdida de reputación para la organización, interesados insatisfechos e incumplimiento de los objetivos propuestos (*Project Management Institute*, 2017).

La diversidad de estándares permite que en la aplicación de prácticas de gerencia de proyectos cuenten con posibilidades de gerencia y múltiples modelos de trabajo (Montes-Guerra *et al.*, 2013). Los gerentes no cuentan con criterios suficientes para identificar, seleccionar e implementar el grupo de herramientas más adecuado para realizar la gerencia que demanda la magnitud del proyecto (Millan, 2017), por consiguiente para los gerentes de proyectos la diversidad de estándares se presenta como una dificultad que deben afrontar (Sánchez Serna, Martínez & Del Rio Cortina, 2017), las competencias y métodos a utilizar en este campo se consideran una base a la hora de enfrentarse a la realización de un proyecto (Montes-Guerra *et al.*, 2013).

En la aplicación de metodologías la evidencia es escasa y no existe un consenso sobre la estructura más adecuada para una implementación exitosa (Montes-Guerra *et al.*, 2013). La profesión de gerencia de proyectos necesita un sistema de clasificación para diferentes tipos de proyectos y así segmentar el mercado, definir los diferentes enfoques de gerencia y seleccionar el gerente de proyecto (Youker, 2002).

Sin embargo, las herramientas del PMI son las utilizadas por los gerentes de proyectos (Millan, 2017). Siendo el estándar más extendido a nivel teórico y su gran difusión le hace ser la base más utilizada para la elaboración de metodologías y certificación (Montes-Guerra *et al.*, 2013).

Youker y Kähkönen (citado por Sánchez, Martínez & Del Río, 2017), afirman que el PMI plantea un estándar aplicable a cualquier tipología de proyectos. Deriva una serie de herramientas que de fondo son adaptables, fáciles de implementar, no requieren software especializado y permiten llevar un proyecto a su buen término (Millan, 2017).

En conclusión, en la aplicación de estándares de gerencia de proyectos, el PMI por ser aplicable a cualquier tipología de proyecto (Youker, 2002), tener herramientas adaptables y fáciles de implementar (Millan, 2017) y ser la más utilizada (Montes-Guerra *et al.*, 2013), fue la seleccionada en este trabajo de grado para identificar la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos de los grupos de investigación.

Fundamentando la selección de las prácticas del PMI, en el capítulo 6 marco metodológico se puede observar un procedimiento de selección de estándares para el trabajo de grado.

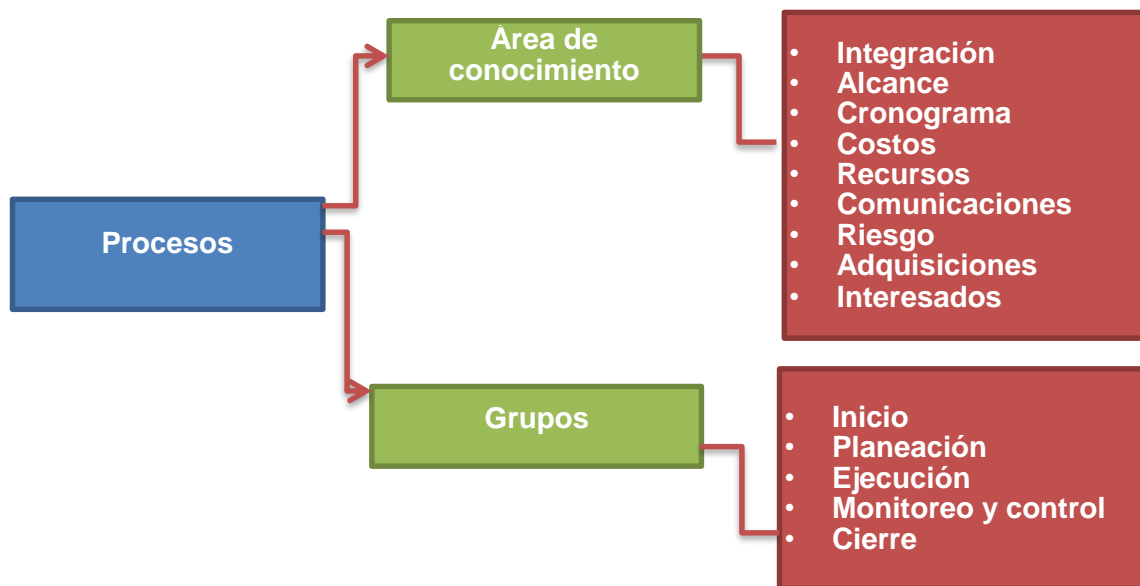


### 5.1.1 Gerencia de proyectos en alcance, cronograma y costos

Para el estudio de la gerencia de proyectos mediante el estándar PMI es común abordar los temas por grupos de proceso y áreas de conocimiento, involucrando una serie de entradas, herramientas y productos. (Montes-Guerra *et al.*, 2013).

El PMBOK<sup>4</sup> es una guía de fundamentos para la gerencia de proyectos, en su sexta edición incluye prácticas tradicionales comprobadas y ampliamente utilizadas, recopiladas en procesos. Cada proceso produce una o más salidas a partir de una o más entradas mediante el uso de herramientas y técnicas adecuadas. La organización de procesos se hace de manera lógica y se agrupan en cinco grupos de procesos, también se categorizan en diez áreas de conocimiento (*Project Management Institute*, 2017). Como se puede observar en la figura 3.

Figura 3 Grupos de procesos y áreas de conocimiento del PMI.



Fuente *Project Management Institute*, 2017. Elaboración propia.

Los grupos de proceso son independientes de las fases del proyecto, se agrupan en cinco, indicando los procesos para alcanzar los objetivos del proyecto. En tabla 3 se puede observar cada proceso y su descripción propuesto por el PMI (*Project Management Institute*, 2017).

<sup>4</sup> Libro de gerencia de proyectos del PMI, se encuentran los lineamientos, herramientas, técnicas, procesos y áreas dirigidas a la aplicación de gerencia de proyectos.



Tabla 3 Grupo de procesos

Grupo de proceso	Descripción
Grupo de procesos de inicio	Procesos realizados para definir un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase.
Grupo de procesos de planificación	Procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto.
Grupo de procesos de ejecución	Procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de satisfacer los requisitos del proyecto.
Grupos de procesos de monitoreo y control	Procesos requeridos para hacer seguimiento, analizar, regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios e iniciar los cambios correspondientes.
Grupo de procesos de cierre	Procesos llevados a cabo para completar o cerrar formalmente el proyecto, fase o contrato.

Fuente: *Project Management Institute*, 2017. Elaboración propia.

Las áreas de conocimiento son identificadas en la gerencia de proyectos por sus requisitos de conocimientos, se describen en términos de procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas (*Project Management Institute*, 2017). En la tabla 4 se pueden observar las áreas de conocimiento y los procesos que la componen.

Tabla 4 Áreas de conocimiento

Áreas de conocimiento	Descripción
Gestión de la integración del proyecto	Procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de la dirección de proyectos dentro de los grupos de procesos.





Áreas de conocimiento	Descripción
Gestión del alcance	Incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo requerido para completarlo con éxito.
Gestión del cronograma del proyecto	Incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.
Gestión de los costos del proyecto	Incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.
Gestión de la calidad del proyecto	Incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados.
Gestión de los recursos del proyecto	Incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto.
Gestión de las comunicaciones del proyecto	Incluye los procesos requeridos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.
Gestión del riesgo del proyecto	Incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto.
Gestión de las adquisiciones del proyecto	Incluye los procesos necesarios para la compra o adquisición de los productos, servicios o resultados requeridos por fuera del equipo del proyecto
Gestión de los interesados del proyecto	Incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto.

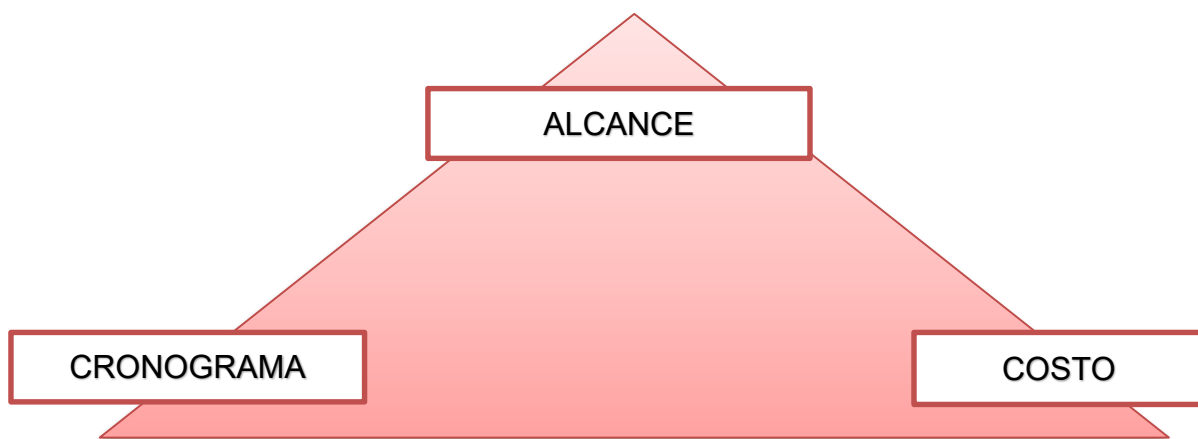
Fuente: *Project Management Institute*, 2017. Elaboración propia.



Las restricciones en gerencia de proyectos son limitantes en la ejecución de los proyectos (Mulcahy, 2013). Todo proyecto está limitado por tres restricciones básicas: cronograma, costo y alcance, conocida como la triple restricción (Lledo & Rivarola, 2007).

Se considera el cumplimiento de la triple restricción en gerencia de proyectos, al cumplimiento del alcance, del costo del proyecto y del cronograma, como restricción se debe tener en cuenta que son limitantes dentro del proyecto (Mulcahy, 2013). En la figura 4 se observan los componentes de la triple restricción.

Figura 4 Triple restricción en gerencia de proyectos



Fuente: Mulcahy, 2013. Elaboración propia.

Sin embargo, hoy en día se han planteado más de tres variables denominándose la múltiple restricción (Lledo, 2016). La triple restricción varía si se tienen en cuenta variables como calidad, riesgos, satisfacción del cliente, recursos entre otros.

No obstante, en temas de jerarquización para el cumplimiento exitoso de la gerencia es importante lograr la triple restricción, cumplir el alcance en el tiempo determinado y con el presupuesto asignado. En la identificación de la aplicación de las prácticas de gerencia en los grupos de investigación, se mapearon las tres áreas del conocimiento que inciden directamente al cumplimiento de la triple restricción: gestión del alcance, gestión del cronograma y gestión del costo, tomando como guía la correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento del PMBOK.

Desde la presentación de sus principales áreas del conocimiento, a saber: costos, cronograma y alcance, y su énfasis en la planeación y el control, la Guía PMBOK hace explícito la utilidad de herramientas en gerencia de proyectos, con la intención de generalizar y estandarizar su uso (Sánchez arias & Solarte pazos, 2010).



En la figura 5 se pueden observar los procesos de las áreas de conocimiento de la triple restricción y los grupos de procesos donde aplican: planificación y, monitoreo y control.

Figura 5 Grupos de procesos/Áreas del conocimiento

		Grupos de proceso	
		Planificación	Monitoreo y control
Áreas de conocimiento	Alcance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar la gestión del alcance</li> <li>Recopilar requisitos</li> <li>Definir el alcance</li> <li>Crear la EDT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Validar el alcance</li> <li>Controlar el alcance</li> </ul>
	Cronograma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar la gestión del cronograma</li> <li>Definir las actividades</li> <li>Secuenciar las actividades</li> <li>Estimar la duración de las actividades</li> <li>Desarrollar el cronograma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlar el cronograma</li> </ul>
	Costos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar la gestión de los costos</li> <li>Estimar los costos</li> <li>Determinar el presupuesto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlar los costos</li> </ul>

Fuente: *Project Management Institute*, 2017. Elaboración propia.

### 5.1.1.1 Gestión del alcance del proyecto

Es el proceso que se ocupa del cumplimiento de los objetivos del proyecto (Pinto, 2015). Debe incluir los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el



trabajo que permita completarlo (*Project Management Institute*, 2017). Los procesos para la gestión del alcance se pueden observar en la tabla 5.

Tabla 5 Procesos de gestión del alcance del proyecto

Procesos	Definición
Planificar la gestión del alcance	Proceso de crear un plan para la gestión que documente cómo serán definidos, validados y controlados el alcance del proyecto <sup>5</sup> y del producto <sup>6</sup> .
Recopilar requisitos	Proceso que determina, documenta y gestiona las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto.
Definir el alcance	Consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto, se describen límites del producto, servicio o resultado y los criterios de aceptación.
Crear la EDT/WBS	Proceso de subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar, proporciona un marco de referencia de lo que se debe entregar.
Validar el alcance	Proceso de formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se hayan completado, aporta objetividad al proceso de aceptación y aumenta la probabilidad que el producto, servicio o resultado final sea aceptado.
Controlar el alcance	Proceso en el cual se monitorea el estado del alcance del proyecto y producto, además se gestionan cambios a la línea base del alcance.

Fuente: *Project Management Institute*, 2017. Elaboración propia.

<sup>5</sup> El alcance del proyecto: trabajo realizado para entregar un producto, servicio o resultado con las funciones y características especificadas. En ocasiones se considera que el término “alcance del proyecto” incluye el alcance del producto (*Project Management Institute*, 2017).

<sup>6</sup> El alcance del producto: características y funciones de un producto, servicio o resultado (*Project Management Institute*, 2017).



### 5.1.1.2 Gestión del cronograma del proyecto

Para el PMI la gestión del cronograma incluye los procesos para administrar la finalización del proyecto a tiempo, los procesos para la gestión del cronograma se pueden observar en la tabla 6.

Tabla 6 Procesos de gestión del cronograma del proyecto

Procesos	Definición
Planificar la gestión del cronograma	Proceso para establecer políticas, procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto.
Definir actividades	Proceso para identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto.
Secuenciar las actividades	Proceso para identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto.
Estimar la duración de las actividades	Es el proceso de realizar una estimación de la cantidad de periodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados.
Desarrollar el cronograma	Es el proceso de realizar una estimación de la cantidad de periodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados.
Controlar el cronograma	Proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar el cronograma y gestionar cambios a la línea base del cronograma.

Fuente: *Project Management Institute*, 2017. Elaboración propia.

### 5.1.1.3 Gestión de los costos del proyecto

La gestión de los costos incluye procesos en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado (*Project Management Institute*, 2017). Los procesos para la gestión del cronograma se pueden observar en la tabla 7



Tabla 7 Procesos de gestión de los costos del proyecto

Procesos	Definición
Planificar la gestión de los costos	Proceso de definir cómo se han de estimar, presupuestar, gestionar, monitorear y controlar los costos del proyecto.
Estimar los costos	Proceso de desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar el trabajo del proyecto.
Determinar el presupuesto	Proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos.
Controlar los costos:	Proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar cambios a la línea base de costos.

Fuente: *Project Management Institute*, 2017. Elaboración propia.

### 5.1.2 Modelos de madurez en gerencia de proyectos

Los modelos de madurez en gerencia de proyectos permiten medir la capacidad de las organizaciones para gestionar sus proyectos exitosamente (Solarte Pazos & Sánchez Arias, 2014). Se considera que las organizaciones cuentan con diferentes niveles de complejidad, respecto a las mejores prácticas (Pinto, 2015). Para medir el desempeño que una organización pueda alcanzar para la gerencia de sus proyectos, se utiliza un tipo específico de herramientas de evaluación, cuya aplicación permite diagnosticar y formular planes de mejoramiento en torno a la madurez de estos sistemas de gerencia (Solarte Pazos & Sánchez Arias, 2014).

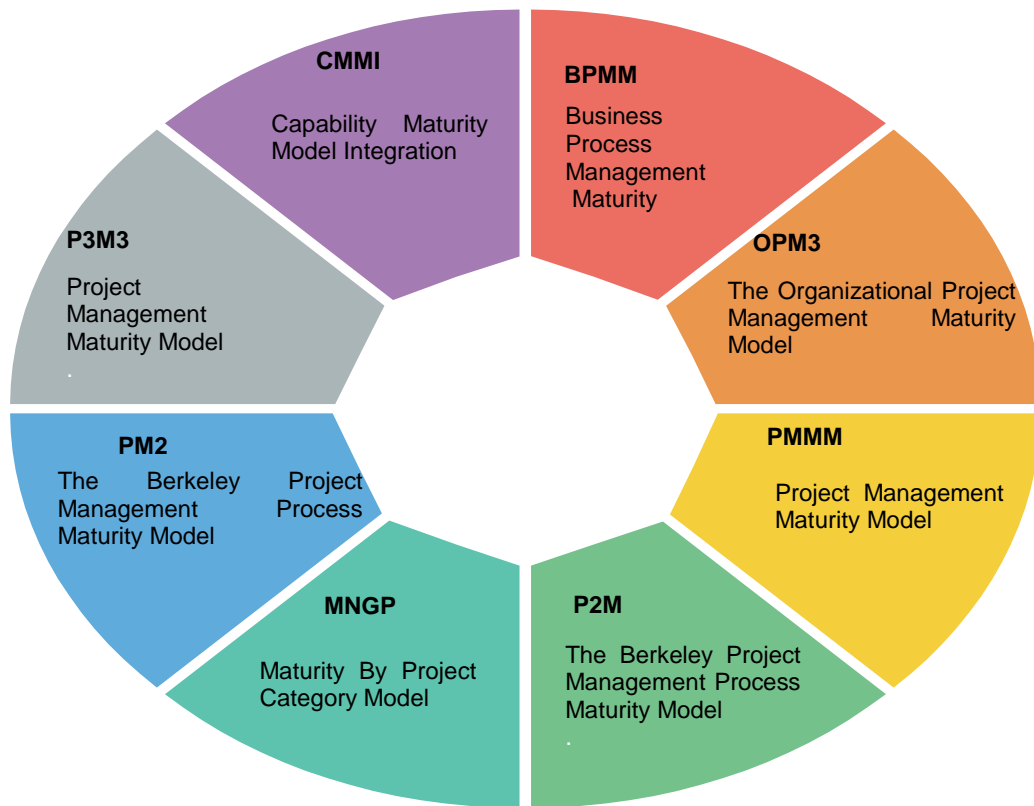
Los modelos de madurez permiten evaluar a las organizaciones así como establecer rutas de mejoramiento con base en el nivel de madurez deseado por éstas, de acuerdo a sus condiciones y características (Solarte Pazos & Sánchez Arias, 2014). Para Pinto 2015 el propósito de los modelos de madurez es gestionar sistemáticamente modelos de mejora en la ejecución de proyectos de una organización.

También permiten identificar y medir las prácticas de gerencia de proyectos dentro de una organización agrupándolas en niveles de madurez, entre más alto el nivel, mayor es la aplicación de prácticas de la organización en la gerencia de proyectos.



La revisión de los siguientes modelos ayuda a definir un método de identificación, medición y/o valoración de las prácticas en gerencia de proyectos. En la actualidad existen diversos modelos de madurez. Benavides (2015) identificó alrededor de 30 modelos de madurez, 7 reconocidos y comúnmente usados que se pueden ver en la figura 6. Se contemplaron 8 modelos adicionando el modelo CMMI a los considerados por Benavides (2015).

Figura 6 Modelos de madurez



Fuente: Benavides, 2015. Elaboración propia.

De los 8 modelos expuestos en la figura 6, se profundizará en tres modelos: OPM3 por ser el modelo del PMI, PMMM por ser un modelo usado por Cassaneli, Dondero, Morán, & Larrosa (2009) para medir el nivel de madurez de prácticas en gerencia de proyectos de los grupos del Instituto Nacional de Investigación y Ciencias de Materiales (INTEMA) de Argentina y CMMI por ser un modelo enfocado en organizaciones que realizan proyectos en software, considerándolos como proyectos de desarrollo tecnológico, además de utilizar los grupos de proceso y áreas de conocimiento del PMI.



### 5.1.2.1 Organizational Project Management Maturity Model OPM3

OPM3®, tercera edición, es el modelo de madurez donde se indican procesos y herramientas para mejorar la gerencia de proyectos, partiendo de la comparación de la capacidad actual de la organización para dirigir proyectos, con el conjunto de buenas prácticas reconocidas por el PMI para la gerencia de proyectos, programas y portafolios (Benavides, 2015).

Los métodos de evaluación de OPM3 son dos: evaluación binaria, usa uno “1” para resultados que se cumplen totalmente o cero “0” para un resultado que no se cumple. Y evaluación de medida variable, se basa en qué tan frecuente o qué tanto se cumple con el resultado (Benavides, 2015). Los valores de evaluación de medida de variables se pueden observar en la tabla 8.

Tabla 8 Valores de evaluación de medida variables

Evaluación	Descripción
3	Mejores prácticas, completamente implementadas y constantemetne usadas
2	Mejores prácticas, completamente implementadas, pero no constantemetne usadas
1	Mejores prácticas, parcialmente implementadas
0	Mejores prácticas, no implementadas

Fuente: *Project Management Institute*, 2008.

### 5.1.2.2 Capability Maturity Model Integration CMMI

El *Software Engineering Instititue* en el 2010 diseña el CMMII, como modelo de referencia de prácticas maduras en una disciplina específica, utilizado para mejorar y evaluar la capacidad de grupo. Contiene 16 áreas de proceso principales, estas áreas de proceso cubren conceptos básicos. Las evaluaciones pueden aplicarse a organizaciones o grupos pequeños (*Software Engineering Institute 2010*).

El CMMI admite dos rutas de mejora usando niveles identificados en la tabla 9, una ruta habilita a las organizaciones para mejorar los procesos de cada área seleccionada de manera individual. La otra ruta permite a las organizaciones mejorar un conjunto de procesos relacionados abordando incrementalmente sucesivos conjuntos de procesos áreas, estas dos vías de mejora están asociadas a los dos tipos de niveles: niveles de capacidad y niveles de madurez.





Tabla 9 Niveles CMMI

Niveles	Continuos Representation Capability Level	Staged Representation Maturity Levels
Nivel 0	Incomplete (Incompleto)	
Nivel 1	Performed (Realizado)	Initial (Inicial)
Nivel 2	Managed (Administrado)	Managed (Administrado)
Nivel 3	Defined (Definido)	Defined (Definido)
Nivel 4		Quantitatively Managed (Administrado cuantitativamente)
Nivel 5		Optimizing (Optimización)

Fuente: Software Engineering Institute, 2010. Elaboración propia.

Para la identificación del nivel en la organización, CMMI integra las áreas de conocimiento y los grupos de procesos del PMI, para cada proceso estandarizan los productos trabajados y subprácticas, permitiendo comparar con los procesos que realiza la organización.

### 5.1.2.3 PMMM Project Management Maturity Model

Modelo de Madurez del autor Harold Kerzner, mide la madurez en la gerencia de proyectos en cualquier área de conocimiento, define cinco niveles de madurez como se puede ver en la tabla 10, mediante la aplicación de un cuestionario técnico sobre gerencia de proyectos en la organización y definiendo las características de cada nivel planteado (Kerzner, 2001).

Tabla 10 Niveles de madurez por Harold Kerzner

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
<b>Lenguaje común</b>	<b>Procesos comunes</b>	<b>Metodología propia</b>	<b>Benchmarking</b>	<b>Mejora continua</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso esporádico de la gerencia</li> <li>▪ Pequeños focos de interés en la empresa</li> <li>▪ Ninguna inversión en formación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beneficios tangibles evidentes</li> <li>▪ Apoyo a la gerencia en toda la empresa</li> <li>▪ Desarrollo de un plan de estudios en Gerencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Procesos integrados</li> <li>▪ Soporte cultural y gerencial</li> <li>▪ Beneficio económico por la formación en gerencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis y evaluación de las practicas</li> <li>▪ Oficina de los proyectos establecida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lecciones aprendidas, archivos creados</li> <li>▪ Transferencia de conocimientos entre los equipos</li> <li>▪ Programa de tutoría</li> </ul>

\* Resumido y analizado por Jeffrey K. Pinto en el 2015

Fuente: Strategic Planning for Project del 2010. Elaboración propia.



## 5.2 INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

Las actividades de Ciencia y Tecnología son sistemáticas y están estrechamente relacionadas con la generación, el mejoramiento, la difusión y la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos en todos los campos de la ciencia, siendo una de las categorías de estas actividades la investigación y el desarrollo experimental (UNESCO, 1978). La calificación de proyectos de ciencia y tecnología e innovación (CTel) comprende lo que son proyectos de carácter científico, tecnológico e innovación, de investigación y desarrollo tecnológico o de alto contenido de investigación científica y tecnológica (Colciencias, 2016c).

Dentro de la conceptualización básica de I+D+i, se debe diferenciar la investigación y el desarrollo tecnológico de la innovación, siendo I+D parte de un proceso de innovación (OCDE, 2008). La investigación y el desarrollo experimental comprenden las actividades llevadas de forma sistemática para incrementar el conocimiento y nuevas aplicaciones (OCDE, 2008).

La Unesco define las actividades I+D con el cumplimiento de cuatro elementos esenciales que las caracteriza: creatividad, novedad e innovación, método científico y nuevo conocimiento, cumpliendo estos cuatro elementos se podrá decir que una actividad científica es una investigación científica (1978). En la figura 7 se puede observar la tipología de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

Figura 7 Tipología de Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación



Fuente: Colciencias. Elaboración propia.



La investigación científica corresponde a la investigación y el desarrollo experimental, englobando tres actividades: Investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental (Colciencias, 2016c).

La investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden para obtener nuevos conocimientos (OCDE, 2008). Su finalidad consiste en comprender fenómenos y su objetivo es el descubrimiento de nuevos campos de investigación, sin tener presente un fin práctico (UNESCO, 1978).

La investigación aplicada también consiste en generar nuevo conocimiento, pero está dirigida hacia un objetivo práctico (OCDE, 2008). Se lleva a cabo para desarrollar los resultados de la investigación básica con miras a su aplicación práctica (UNESCO, 1978), soluciona problemas específicos, desarrolla ideas y las convierte en algo operativo (OCDE, 2008).

El desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos fundamentados en los conocimientos existentes obtenidos por investigación o experiencia. Se enfoca en la fabricación de nuevos materiales, productos o dispositivos (OCDE, 2008), aspirando a la introducción de nuevas tecnologías (UNESCO, 1978).

Por otra parte, la innovación se define como la introducción al uso de un producto o un proceso, nuevo o significativamente mejorado, y las actividades innovadoras corresponden a las operaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales (Colciencias, 2016c). La investigación y el desarrollo tecnológico hacen parte de la fase de innovación (OCDE, 2008).

Colciencias definió los proyectos de ciencia, tecnología e innovación (CTel) como un conjunto coherente e integral de actividades que buscan alcanzar un fin último a través de objetivos específicos, utilizando de manera coordinada e interrelacionada una metodología definida en un periodo de tiempo determinado, que pueda apoyarse en elementos claves como: herramientas, recursos humanos, apoyo de directrices y lineamientos, recursos tecnológico y financieros. (Colciencias, 2016c).

Los conocimientos científicos tienen valor en la medida en que se puedan aplicar al beneficio de la humanidad, ligado al interés económico que deriva de su comercialidad, a la búsqueda de mejorar el comportamiento de ciertas variables agregadas o a mejorar la calidad de vida de las comunidades (Miranda Miranda, 2005). Un proyecto de CTel busca generar nuevo conocimiento, mejorar una situación, aprovechar una oportunidad, responder o solucionar una necesidad o un problema existente (Colciencias, 2016c).

### 5.2.1 Investigación en Colombia

La ciencia, tecnología e innovación (CTI) se viene desarrollando en Colombia desde hace poco, con la incorporación de políticas e instituciones que generen capacidades y



recursos para la CTI. “En la década de los noventa del siglo pasado los avances en estas materias fueron meritorios pero, debido a las dificultades económicas que atravesó el país al final de dicha década y al principio de la siguiente, se presentó un quiebre en los desarrollos que se venían adelantando de manera progresiva en materia científica y tecnológica”(Perfetti, 2009. p. 12).

En cuestión de políticas en la última década se ha propuesto: la creación de la Comisión Nacional para la CTI, formulación del programa de innovación, especialización institucional, creación de comités regionales y locales universidad-empresa-Estado, proyecto de ley para la explotación comercial de los resultados de la investigación por parte de las universidades públicas y sus docentes, y los recursos en materia de CT+I deben regirse prioritariamente hacia la innovación (Perfetti, 2009).

Para el año 1990 empieza a regir la Ley 29, por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Luego en el año 1991 se dictan cuatro decretos nacionales: Decreto 591, por el cual se regulan las modalidades específicas de contratos de fomento de actividades científicas y tecnológicas; Decreto 585, por el cual se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y se reorganiza el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología-Colciencias; Decreto 584, por el cual se reglamentan los viajes de estudio al exterior de los investigadores; y el Decreto 393, por el cual se dictan normas sobre asociación para actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías. Pero fue hasta el año 2009 cuando se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo y se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia, con la Ley 1286.

### 5.2.2 Colciencias

Colciencias nace en 1968 como Departamento Administrativo en Ciencia y Tecnología, con la misión de construir política pública científica, tecnológica y de innovación que impulse el avance del conocimiento y promueva la generación de soluciones e innovaciones para mejorar la vida de las personas (Colciencias, 2018b).

Para su funcionamiento, Colciencias cuenta principalmente con tres direcciones: Dirección de Mentalidad y Cultura, Dirección de Desarrollo Tecnológico e Innovación y Dirección de Fomento a la Investigación. Esta última cuenta con diez programas nacionales de investigación y es la encargada de realizar el proceso de reconocimiento y medición de grupos de investigación (Colciencias, 2018c).

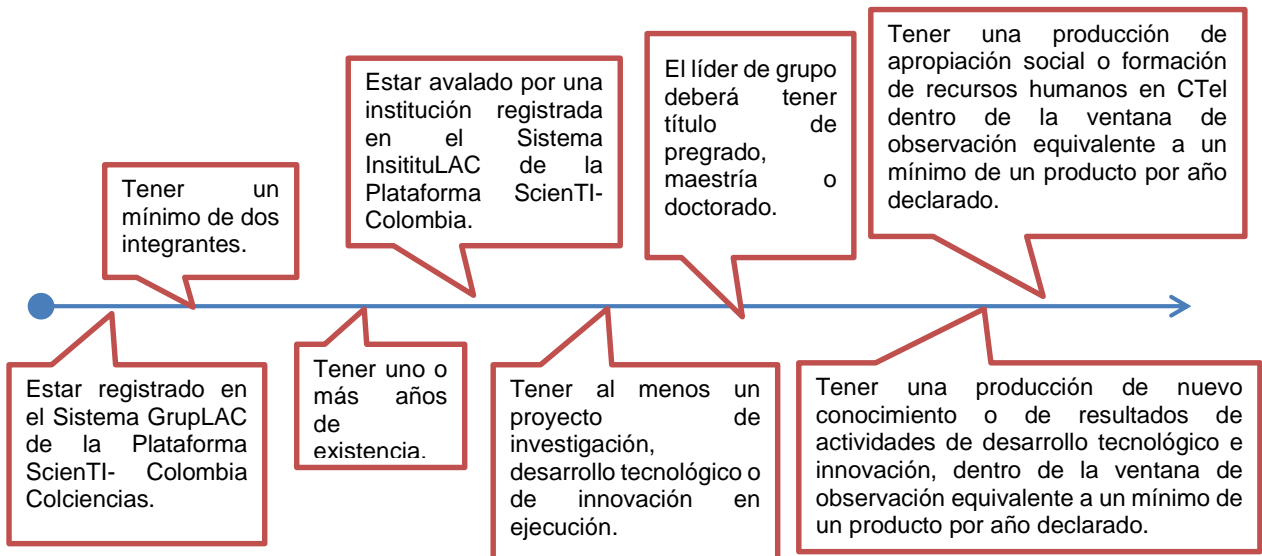
### 5.2.3 Grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación

Se entiende como grupo de investigación, desarrollo tecnológico e innovación al conjunto de personas que interactúan para investigar y generar productos de conocimiento en uno



o varios temas, son reconocidos grupos siempre que demuestren continuamente resultados verificables, derivados de proyectos (Colciencias, 2017). Los requisitos para el reconocimiento de grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, según modelo de reconocimiento y categorización de grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación de Colciencias (2017), se pueden observar en la figura 8.

Figura 8 Requisitos mínimos para el reconocimiento de grupos



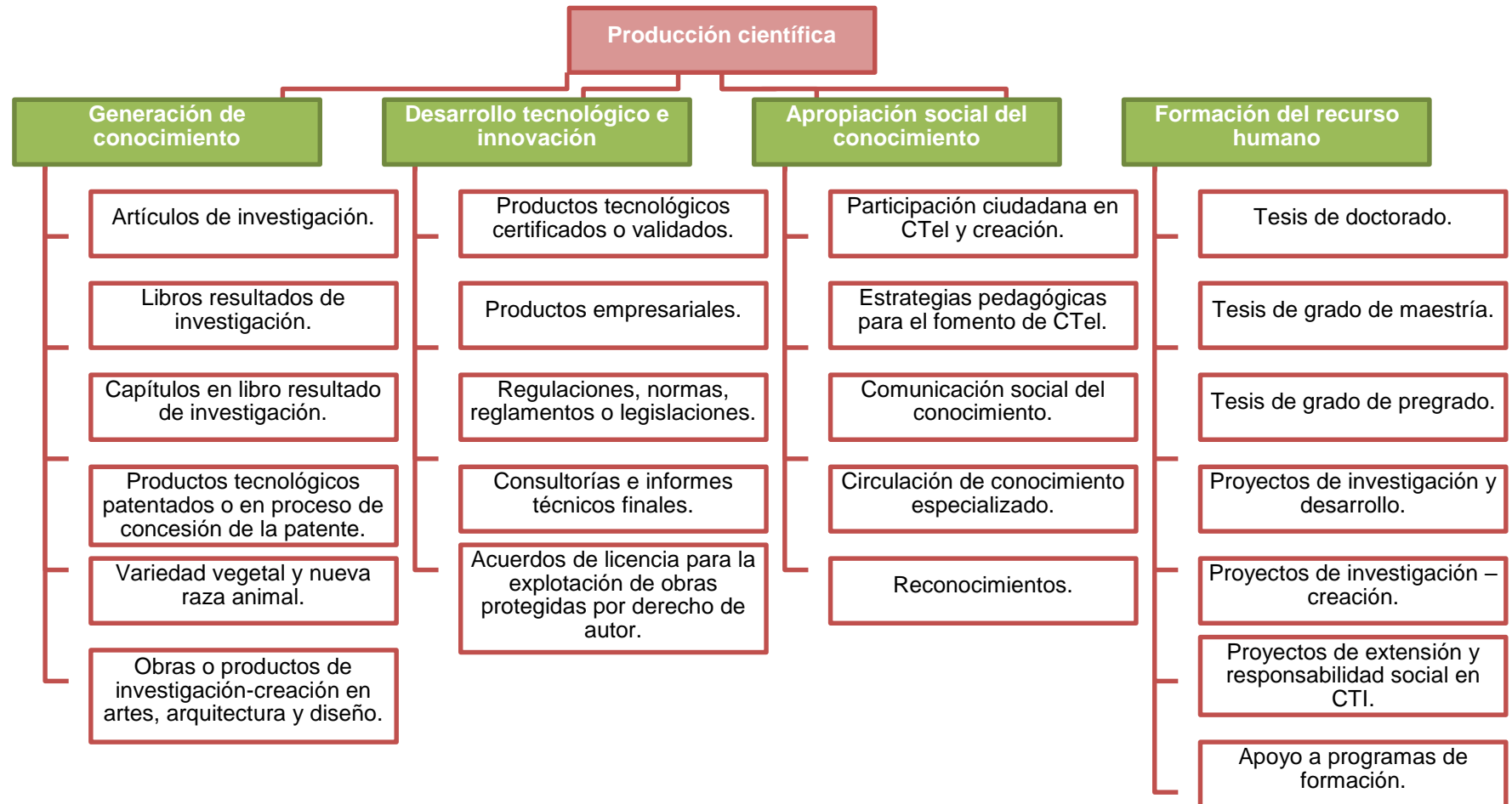
Fuente: Modelo de medición para el reconocimiento y categorización de grupos 2017 Colciencias. Elaboración propia.

### 5.2.3.1 Producción científica de los grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación

Los productos de los grupos son los resultados que estos obtienen en los procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, y responden al plan de trabajo, las líneas de investigación y los proyectos del grupo (Colciencias, 2017). Los productos que son reconocidos como resultados de las actividades de grupo de investigación se clasifican en cuatro tipos, que se pueden observar en la figura 9.



Figura 9 Tipología de productos científicos avalados por Colciencias.



\*Colciencias clasifica los productos de investigación en cuatro tipos: productos resultados de generación de nuevo conocimiento., productos resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación, productos resultados de actividades de apropiación social del conocimiento y productos de actividades relacionadas con la formación de recurso humano en CTel.

Fuente: Colciencias. Elaboración propia.



#### 5.2.4 Modelo de medición Colciencias

A partir de la Ley 29 de 1990 Colciencias inició en 1991 los procesos de convocatoria de grupos y centros de investigación, realizando 5 convocatorias, algunas con estímulos económicos para su fortalecimiento (Colciencias, 2017).

Dentro de los antecedentes del modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias, 2017), en 1996 se abre la segunda convocatoria donde se asignaron apoyos financieros a 30 grupos con una categoría otorgada por parte de un comité de expertos.

En 1997 se presentaron 173 grupos de investigación y se apoyaron 33.

El primer escalafón que diferencia la dinámica de producción se construyó en 1998, con el diseño del primer modelo de medición para 736 grupos. En el 2000 la medición no se hace con expertos sino con deciles calculados, de este modo la categoría A correspondió al primer decil del índice.

En el 2002 se definieron los marcos conceptuales e instrumentos tecnológicos para la medición de grupos de manera reproducible y confiable por medio de la plataforma ScienTI Colombia.

En el 2004 se establece formalmente el escalafón de grupos en categoría A, B, C y se definen umbrales para los distintos tipos de producción. En el 2006 se hace actualización del escalafón, se incluyen nuevos productos y se modifica el uso de la productividad.

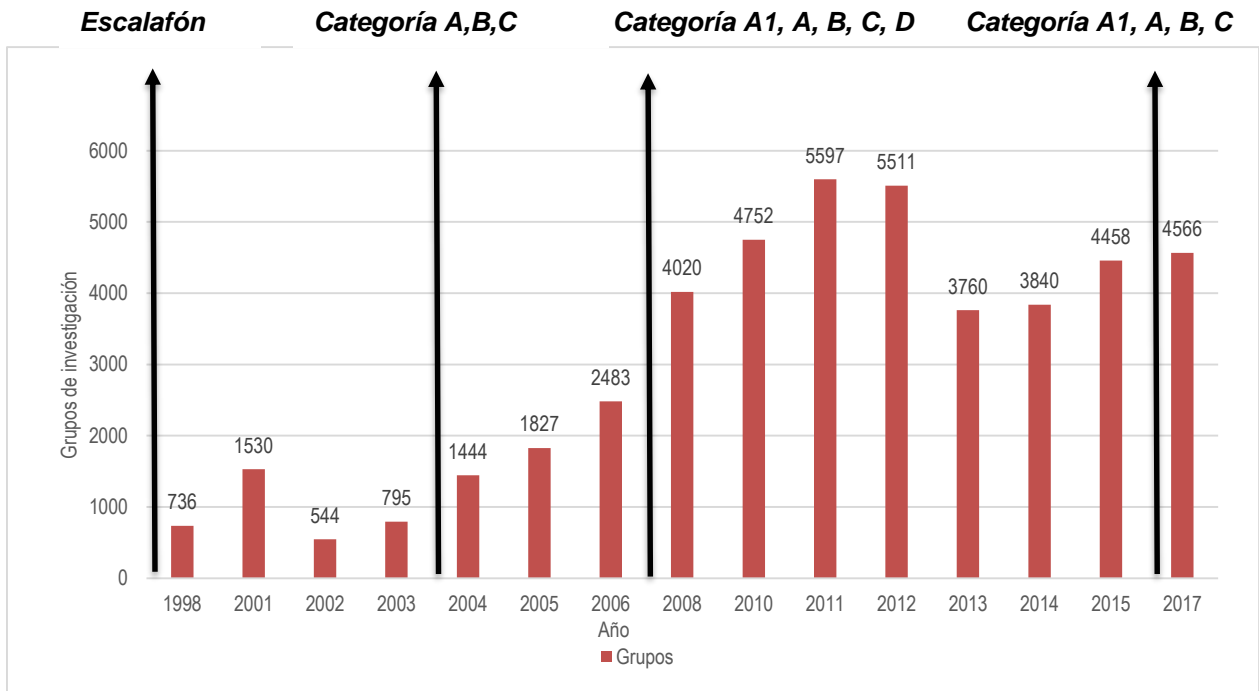
Durante el 2008 y 2010 se establecen cinco categorías A1, A, B, C y D, y se hacen dos convocatorias. En el 2012 se incluyen nuevos productos del sector productivo, se incorporan procesos de validación y verificación, se crea tipología para los integrantes de los grupos, visibilidad de los productos, proyectos y líneas, y se establecen las ventanas de observación.

En el 2014 se reconocen 4304 grupos y se presenta la creación del Sistema Nacional de Artes, Arquitectura y Diseño; en el 2017 se elimina la categoría D, se ajusta la ventana de observación por años completos y vigencias de las categorías de grupos e investigadores.

En la figura 10 se puede observar una línea de tiempo de los grupos categorizados durante 1998 y 2017, y el cambio de las categorías en estos períodos.



Figura 10 Grupos categorizados 1998-2017



\*Antes de 1998 la medición era por escalafón reconociendo grupos de investigación y apoyándolos con recursos económicos, después y hasta del 2003 se realizó la medición y la categorización en A, B, C a partir del 2006 se adicionaron las categorías A1 y D, en el 2017 se eliminó la categoría D.  
Fuente: Colciencias. Elaboración propia.

En la tabla 11 se puede observar el historial de la categorización de los grupos de investigación desde el 2014. También se pueden observar las categorías discriminadas por año.

Tabla 11 Grupos categorizados 2013-2017

Año	Total grupos	Categoría				
		A1	A	B	C	D/reconocido
2013	3760	10%	8%	19%	34%	30%
2014	3840	8%	10%	23%	40%	20%
2015	4458	9%	12%	21%	43%	14%
2017	5207	10%	15%	22%	41%	12%

\*Del 2013 al 2016 se categoriza en categoría D partir del 2017 se eliminó la categoría D y se homologa por reconocido

Fuente: Colciencias. Elaboración propia.





### 5.2.4.1 Categorización de grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación

A partir del 2017 los grupos se clasifican en las categorías A1, A, B y C, una vez se haya cumplido con los requisitos de ser grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (Colciencias, 2017). Para lograr cada una de las categorías se debe cumplir con la totalidad de los requisitos exigidos, estos en relación con el tiempo del grupo, a la producción científica y al personal que integra el grupo. Cada requisito se puede observar en la tabla 12.

Tabla 12 Requisitos de categorías de los grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación

Categoría	Categoría A1	Categoría A	Categoría B	Categoría C
<b>Requisito por tiempo de grupo</b>	Tener al menos 5 años de existencia.	Tener al menos 5 años de existencia.	Tener al menos 3 años de existencia.	Tener al menos 2 años de existencia.
<b>Requisito por el personal que integra el grupo</b>	Tener un investigador sénior o asociado como integrante del grupo,	Tener un investigador sénior o asociado como integrante del grupo.	Tener un investigador sénior o asociado o junior o un integrante vinculado con doctorado como integrante del grupo.	N.A.
<b>Cuartiles</b>	Tener un indicador de grupo que le permita estar en el cuartil 1 (25 % superior).	Tener un indicador de grupo que le permita estar en el cuartil 2 (50 % superior).	Tener un indicador de grupo que le permita estar en el cuartil 3 (75 % superior).	Tener un indicador de grupo mayor que cero.
<b>Productos Top</b>	Tener un indicador de productos TOP que le permita estar en el cuartil 1 (25 % superior).	Tener un indicador de productos TOP o de productos A mayor que 0.	Tener un indicador de productos TOP o de productos A mayor que 0.	Tener un indicador de productos TOP o de productos A mayor que 0
<b>Producción científica</b>	Tener un indicador de productos de apropiación social del conocimiento mayor que cero.	Tener un indicador de productos de apropiación social del conocimiento mayor que cero.	Tener un indicador de productos de apropiación social del conocimiento mayor que cero.	Tener un indicador de productos de apropiación social del conocimiento mayor que cero.



Categoría	Categoría A1	Categoría A	Categoría B	Categoría C
	Tener un indicador de productos de actividades relacionadas con la formación del recurso humano tipo A mayor que cero.	Tener un indicador de productos de actividades relacionadas con la formación del recurso humano tipo A mayor que cero.	Tener un indicador de productos de actividades relacionadas con la formación del recurso humano tipo A mayor que cero o tener un indicador de productos de actividades relacionadas con la formación del recurso humano tipo B que le permita estar por encima del cuartil 2 (50 % superior).	Tener un indicador de productos de actividades relacionadas con la formación del recurso humano tipo A o tipo B mayor que cero.
	Tener un indicador de cohesión mayor que cero.	Tener un indicador de cohesión mayor que cero.	Tener un indicador de cohesión mayor que cero.	N.A.

\*Los grupos de investigación que acepten participar en el Modelo de Medición de Colciencias, se someterán a una evaluación de los requisitos mencionados, y en el cumplimiento de la totalidad de los requisitos se les asignará la categoría.

Fuente: Modelo de medición Colciencias 2017. Elaboración propia.

### 5.3 GERENCIA DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

El proyecto de investigación, desarrollo tecnológico e innovación es un conjunto de actividades que busca alcanzar un fin último a través de objetivos específicos, utilizando una metodología determinada con unos elementos claves: herramientas, recursos humanos y lineamientos de alta gerencia (Colciencias, 2016c).

Para Morandi (2013) los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación son considerados complejos, a medida en que aumentan las disciplinas implicadas, el número de científicos y las partes interesadas. Hernández Martínez (2005) justifica la complejidad de los proyectos de I+D+i, calificando a la academia como una institución particular que no puede ser entendida de la misma manera que una empresa. Sin embargo, la academia no es la única institución que desarrolla proyectos de I+D+i. Peeters & Martin en el 2017 afirman que las empresas han implementado las estrategias de I+D, para la generación de nuevo conocimiento y así lograr la innovación.

Youker en el 2002 clasificó los proyectos de investigación dentro de una tipología de proyectos y así poder definir el estándar en gerencia. Él afirma que estos proyectos



suelen ser a largo plazo, donde la calidad tiene prioridad sobre el tiempo siendo un proceso intelectual, y que el alcance no puede ser definido en el principio.

En cuanto a los antecedentes sobre gerencia en proyectos I+D+i, Kuchta & Skowron en el 2015 afirman que no existen directrices uniformes, y que por lo tanto no se es consciente de los errores; concluyen que la gerencia de proyectos se hace de manera informal. La Universidad EAN identificó la carencia en la gerencia de proyectos de I+D+i en la falta de personal para desarrollar esta labor (Prieto Quiroga & Cepeda Herrera, 2017). La Universidad EAFIT identifica la necesidad de generar capacidades en gerencia para la gerencia de recursos públicos a través de la ciencia, tecnología e innovación (Zapata Aristizabal, s.f.).

Para Kuchta, Gładysz, Skowron, & Betta (2017) la falta de gerencia de proyectos produce informes de investigación académica poco confiables, con frecuencia se preparan para cumplir criterios y no un reflejo fiable del curso del proyecto.

Por otro lado Miranda Miranda (2005), sugiere que los proyectos de investigación o los proyectos de desarrollo tecnológico, son una variedad importante que merecen un tratamiento preferencial en gerencia. Una razón la da Martínez Avella & Páez Gabriunas (2017) señalando que la evaluación de los resultado de investigación y los impactos requieren una comprensión de los objetivos del proyecto. En efecto Cassanelli, Anibal; Fernandez Sanchez (2014) proponen caracterizar los proyectos de I+D+i en un espectro amplio y establecer herramientas en gerencia de proyectos.

Youker (2002), establece que la gerencia de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico debe ser flexible por su larga duración y esencial en establecer los objetivos y medir el progreso contra esos objetivos. Bark, Kragt, & Robson (2016) proponen 4 buenas prácticas de gerencia en proyectos: 1. desarrollar un modelo conceptual 2. Apoyar la comunicación 3. Establecer una revisión independiente y 4. Proceso de síntesis.

Sin embargo, García C., Serna A. & Uribe A. (2012) en su investigación concluyen que la aplicación y desarrollo de herramientas gerenciales con grupos de investigación es una labor ardua. Los investigadores no gozan de una experticia para atender a los requerimientos del consultor y los gerentes no dominan los conceptos técnicos en investigación. Morandi (2013) aportando a este concepto, afirma que la interdependencia de los investigadores afecta las prácticas de planificación y actualización de los planes de los proyectos.

En la Universidad EAN, los encargados de la gerencia son: 46 % los investigadores principales, 46 % los directores de los grupos y 7 % el director del proyecto (Prieto Quiroga & Cepeda Herrera, 2017). En un estudio en grupos de un centro de investigación de biología de Colombia, el 85.7 % de los integrantes no tienen conocimiento en gerencia de proyectos y el 14.3 % solo ha recibido una capacitación (Barragán Calderón, Zambrano Díaz & Hernández Hoyos, 2017).



En Colombia los requisitos para el reconocimiento de investigadores son: tener un nivel de formación, producción mínima y productos de formación (Colciencias, 2017), sin tener en cuenta habilidades en gerencia proyectos. Igualmente en México los esquemas de categorización se centran en el producto sin contemplar los aspectos relacionados con la gerencia de proyectos (Cassanelli, Anibal; Fernandez Sanchez, 2014).

En la gerencia de proyectos de I+D+i algunas investigaciones han identificado los factores de éxito para este tipo de proyectos. Valerino, Meneses, Yaber & Puyol (1996) reconocen que las habilidades blandas de los investigadores y los gerentes son consideradas factores de éxito o de fracaso en los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, tal como se demostró en el análisis de variables de éxito de proyectos de investigación de maestría en psicología.

También se han analizado tipos de factores sobre los investigadores y cómo estos influyen en la investigación. Khedhaouria, Montani & Thurik (2017) analizan cómo la presión interviene en los investigadores y cómo esta puede dar un mejor resultado de investigación, sugiriendo que la presión tiene un efecto positivo en la creatividad y un efecto negativo en el conocimiento de los miembro del equipo.

Cassanelli, Aníbal & Fernández-Sánchez (2014) indican que en las organizaciones el gerente de proyecto y el investigador principal son dos roles diferenciados y a la vez presentes en el proyecto. El investigador tiene como objetivo lograr la productividad científica y el gestor agregar valor al proyecto, gestionar riesgos, costos y plazo, gestionar recursos externos siendo mediador de los objetivos científico y estratégicos de la organización.

A raíz de esto algunas organizaciones han fortalecido las competencias gerenciales de los investigadores. Para la gerencia en el sector de investigación y desarrollo tecnológico se ha impulsado la formación de los investigadores principales en gerencia de proyectos basados en estándares en gerencia (Cassanelli, Aníbal & Fernández Sánchez, 2014). Kuchta & Skowron (2015) afirman que si los directores de I+D implementan la gerencia antes de iniciar un proyecto, podrían minimizar la probabilidad de ocurrencia de varios tipos de problemas durante el desarrollo de los proyectos.

Algunas organizaciones han considerado la gerencia de proyectos como un factor crítico de éxito en los equipos de investigación (Primera L., Torres S., Alvarado, H. & Guerrero, 2014). Sin embargo para Trom & Homp (2015) en la implementación de *Project Managament Information System (PMIS)* en un centro de I+D se evidenció que no hay influencia directa en el éxito del proyecto, solo mejora la calidad de la información, concluyeron que el éxito en la implantación del PMIS, depende del gerente del proyecto.

Otros autores como García Correa *et al.*, 2012 plantean que el éxito de los proyectos de I+D+i, dependen más del conocimiento, la experiencia de los investigadores, la integración y consolidación del grupo de investigación.



Para Valerino *et al.*, 1996, el éxito de los proyectos de I+D+i se relaciona con el apoyo institucional. Arias Pérez & Borda (2011) afirman que el apoyo institucional depende en gran medida por la formación y las percepciones que tienen los tomadores de decisión frente a la innovación. Plewa, C., Korff, N., Baaken, T. & MacPherson (2013) relacionan el éxito de los proyectos de I+D+i con el impacto que generan los resultados de investigación, que dependen de la relación universidad-industria, permitiendo la difusión de conocimiento.

Finalmente, para medir el éxito de los proyectos de I+D+i se deben tener indicadores. Según Hernández Martínez (2005) los indicadores para los procesos de gerencia de la investigación son: gestión de los grupos, gestión académica de los proyectos y gestión de soporte de proyectos. Resaltando la necesidad de monitorear el desarrollo de los proyectos generando informes para la toma de decisiones.

### 5.3.1 Publicaciones sobre la gerencia de investigación, desarrollo tecnológico e innovación

En tabla 13 se pueden observar diferentes estudios sobre medición de prácticas en grupos de investigación, gerencia de investigación y gerencia de proyectos de investigación, con sus objetivos de estudio, metodologías y resultados.

Tabla 13 Estudios sobre prácticas de gerencia en grupos de investigación

Año	Autor	Objetivo	Metodología	Resultados
2007	Barragán Calderón <i>et al.</i>	Caracterizar a los investigadores de un centro de investigación	Entrevistas para identificar los procesos en gerencia de proyectos.	Identificaron que el proceso de inicio no está definido y no hay formalización, la planeación no es estándar entre los investigadores, en la ejecución se trabaja con el cronograma general sin evaluar cambios, además esta ejecución depende de la experiencia del líder del proyecto, los procesos de contratación están estandarizados por la parte administrativa, para el proceso de seguimiento y control se asocia a un informe que se envía al financiador, y se desconoce el estado de avance del proyecto, para el cierre hay falencias de comunicación entre la parte administrativa y técnica.
2007	(Soto, Arenas, &	Analizar y comparar la	Análisis metodológica Colciencias, análisis	Los resultados obtenidos en esta investigación permiten sugerir al



Año	Autor	Objetivo	Metodología	Resultados
	Giraldo Tascon, (2007)	metodología propuesta por Colciencias y el enfoque tras el modelo DEA (Data Envelopment Analysis)	envolvente de datos y aplicación.	Análisis Envolvente de Datos (DEA) como un método alternativo para evaluar la eficiencia de los grupos de investigación de la Universidad Tecnológica de Pereira. Además, al cuantificar las eficiencias e ineficiencias de cada grupo de investigación evaluado, permite mediante el tablero de mando generado intervenir trazando lineamientos para mejorarles su eficiencia.
2009	Cassaneli, Dondero, Morán & Larrosa	Medir el nivel de madurez de prácticas en gerencia de proyectos de los grupos del Instituto Nacional de Investigación y Ciencias de Materiales (INTEMA).	Basándose en el modelo de Kerzner, considerando que la organización se encontraba en el nivel 1, diseñaron un cuestionario de 25 preguntas con 5 respuestas cada una y una respuesta correcta, la encuesta fue dividida en 6 áreas (alcance, tiempo, costo, calidad, RR. HH. y compras) y se categorizaron los resultados en 4 niveles (Alto, medio, regular y nulo).	Como resultado se obtuvieron 16 encuestas completas de 30 repartidas, mostrando a los encuestados en un nivel de conocimiento regular, con un mejor desempeño en las áreas de alcance, tiempo y costo.
2010	Quintero, Maza & Batista	Identificar las funciones gerenciales de los centros de investigación.	Investigación descriptiva de diseño experimental, seleccionó 32 investigadores de dos centros de investigación públicos en Colombia, utilizó un cuestionario validado por un juicio de expertos.	La planificación de los centros apunta a la misión, que en la organización se formaliza los grupos y se ven clara sus funciones y en la dirección hay ejecución de planes.
2013	Guerra Betancourt, Moreno Montañez, Fornet Hernández & Torres Santander	Identificar la gerencia de programa y proyectos de ciencia e innovación en el sector salud.	Entrevistas a investigadores y funcionarios del sector de salud.	Conclusión: identificaron la efectividad de la gestión de programa y proyectos como herramienta en la planificación, organización y control de la actividad científica.
2014	Primera L. et al.	Identificar los factores de éxito en los proyectos.	Investigación descriptiva con un método fenomenológico en una universidad, la muestra intencional fueron 7	Los objetivos de los equipos de investigación los cuales difieren entre las áreas de conocimiento de los grupos, en cuanto a la administración afirman que no



Año	Autor	Objetivo	Metodología	Resultados
			coordinadores de equipos de investigación, se aplicó una encuesta con 5 preguntas abiertas asociadas a la gestión y éxito de proyectos.	existe una gerencia real en la unidad, finalmente en el éxito concluyen que se logra en la medida que se logran los objetivos, se consiguen recurso, se divulga, se forma o hay servicio en la comunidad y que eso se cumple con las funciones administrativas, el trabajo en equipo y la formación.
2016	(Cassaneli, Anibal; Fernandez Sanchez, 2014)	Caracterizar el rol de gerente de proyectos en proyectos de I+D	Revisión literaria sobre tipos de proyectos de investigación e identificación de roles y competencias del gestor de proyectos I+D	Los proyectos del sector cuentan con aspectos singulares, en particular se encuentran fuertemente caracterizados por su elevado nivel de riesgo e incertidumbre. Esta condición afecta las actividades y las variables generales de gestión de proyectos tales como costes, plazos y objetivos. Además de influir sobre el financiamiento, la organización ejecutora y los diferentes tipos de recursos involucrados.
2016	(Cicmil et al., 2006)	Discutir los problemas asociados con proyectos de investigación en una universidad	Revisión Literaria: Gestión estratégica, Gestionar un proyecto de investigación complejo en el contexto de la implementación de la estrategia de la universidad, Identificar áreas funcionales clave del proyecto.	Se ha argumentado que un proyecto de investigación multifacético puede hacer que su valiosa contribución al logro de los objetivos estratégicos de la universidad, la gerencia de proyectos es una parte integral de la gestión de una institución moderna de educación superior.
2017	(Keller, 2017)	Identificar las características de los líderes de equipos de investigación respecto a los proyectos	Participaron 118 jefes de equipo de 5 organizaciones de I+D con proyectos de 5 años, se obtuvieron datos de rendimiento del proyecto. Se utilizó un cuestionario para recopilar los datos y se realizó un análisis factorial.	Los líderes del equipo de proyecto eficaz en I + D tienden a tener una gran participación en sus trabajos, un innovador orientación, poca necesidad de claridad y alta autoestima

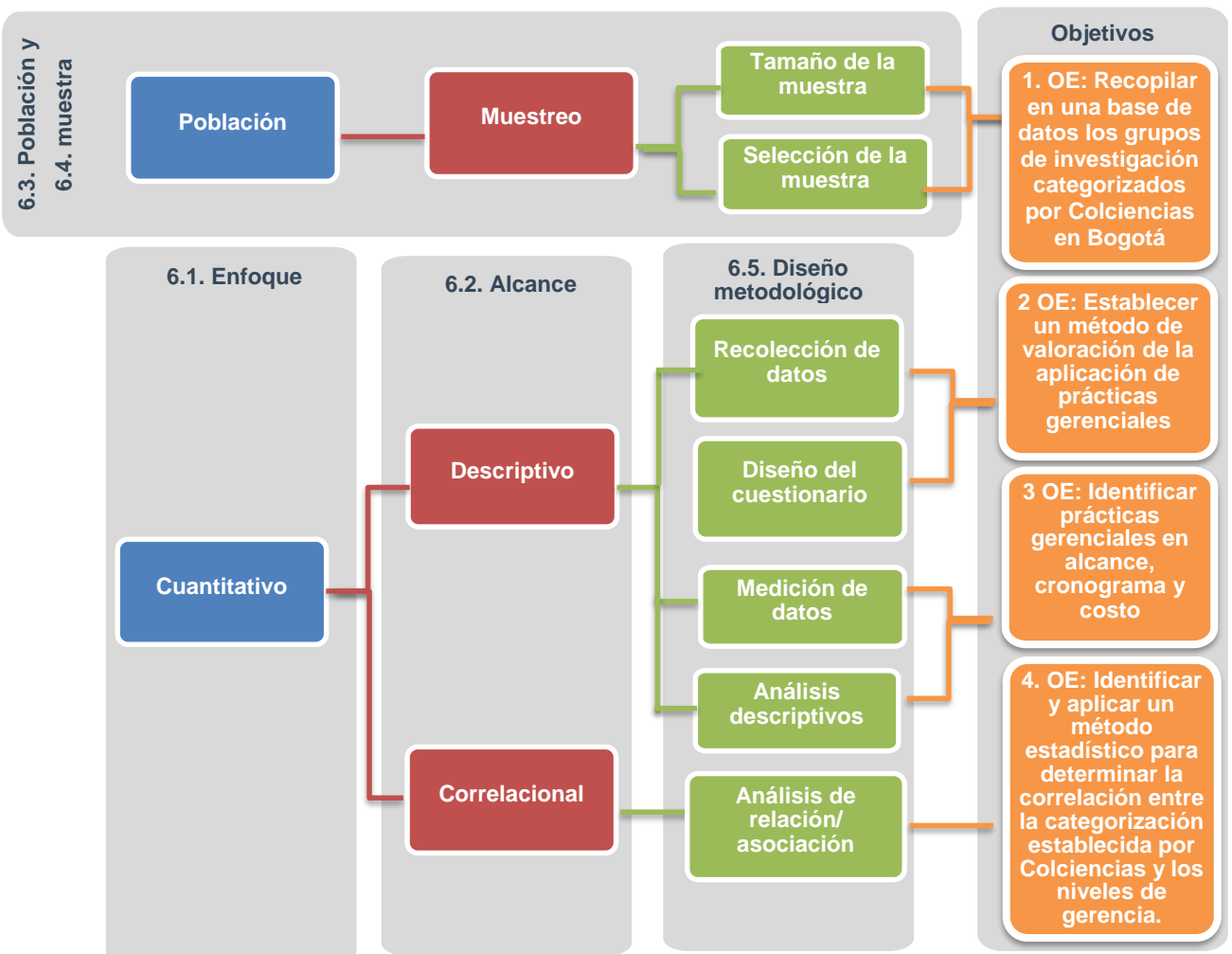
Fuente: Elaboración propia.



## 6 MARCO METODOLÓGICO

Para el diseño metodológico de la investigación, se define un enfoque cuantitativo, de tipo no experimental (no se realizan acciones, ni manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados), y transversal porque el análisis de las variables se da en un momento dado o punto en el tiempo. El alcance es descriptivo y correlacional, debido a que las características principales del trabajo de grado son: la recolección de datos en un único momento y la relación de las variables. Para esto se desarrolla una investigación secuencial que determina, mide y relaciona dos variables. En la figura 11 se puede observar el diagrama del marco metodológico y su relación con los objetivos específicos de la investigación.

Figura 11 Estructura del marco metodológico



Fuente: Elaboración propia.





En la figura 12 se puede observar el paso a paso para definir el tipo de investigación y la metodología del trabajo de grado.

Figura 12 Descripción del tipo de investigación y metodología utilizada



Fuente: Elaboración propia.

## 6.1 ENFOQUE CUANTITATIVO

La característica principal del enfoque cuantitativo es estar integrado por un grupo de procesos secuenciales y probatorios, con un orden riguroso, que refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes, mediante la recolección y análisis de datos con métodos estadísticos (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014). Para el presente trabajo de grado se mide la variable denominada ING (Índice de Nivel de Gerencia), utilizando como instrumento un cuestionario para recolectar datos, y así realizar análisis estadísticos para identificar la relación de la variable ING y las categorías de los grupos de investigación.

## 6.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Los estudios descriptivos miden de manera independiente los conceptos o variables, pueden integrar las mediciones de cada una de las variables para decir cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno de interés (Hernández Sampieri *et al.*, 2014). La metodología del trabajo de grado incluye la identificación de las prácticas gerenciales en tres áreas de



conocimiento alcance, cronograma y costo, en la muestra seleccionada de grupos de investigación en Bogotá.

Los estudios correlacionales tienen como utilidad y propósito principal conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto (Hernández Sampieri *et al.*, 2014). El trabajo de grado determina la relación de dos variables:

- Variable A: Categorías de grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, según Colciencias.
- Variable B: Niveles de la aplicación de prácticas de gerencia en proyectos de investigación por parte de los grupos (ING).

### 6.3 POBLACIÓN

La población identificada para el trabajo de grado son los grupos categorizados en la Convocatoria 781 de Colciencias inscritos en la ciudad de Bogotá. En la tabla 14 se puede observar la distribución de los grupos de Bogotá en cada una de las categorías. Colciencias en el modelo de medición 781 clasifica los grupos en cuatro categorías: categoría A1, categoría A, categoría B y categoría C.

Tabla 14 Grupos de investigación categorizados de Bogotá

Categoría	Población
A1	185
A	263
B	398
C	725
<b>Total</b>	<b>1571</b>

Fuente: Ciencia y tecnología para todos Colciencias ver: <http://colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/grupos>. Elaboración propia.

### 6.4 MUESTRA

Para Corral y Franco Corral (2015) las unidades muestrales deberán aproximarse lo mayormente posible a las características generales de la población total, esto se define con la selección de la muestra. En lo que se refiere al tamaño de la muestra, esta debe ser representativa a las cualidades y características de la población.

Para el tamaño de la muestra Corral y Franco Corral (2015) argumentan que el tamaño dependerá y quedará determinado por el tipo de población (finita e infinita) el nivel de



confianza y el porcentaje de error; para esto existen diversas fórmulas estadísticas. En este trabajo de grado para el tamaño de la muestra se utiliza el muestreo estratificado para poblaciones finitas. Pimienta Lastra (2000) afirma que en el muestreo estratificado se debe dividir la población en varias subpoblaciones llamadas estratos, donde el criterio es formar grupos homogéneos al interior de cada uno y heterogéneo entre ellos. En este caso la población de grupos de investigación se dividirá por las categorías asignadas por Colciencias y se determina el tamaño de la muestra con niveles de confianza de 90 % a 100 % y error de 1 % al 10 % para la población total.

Para la selección de la muestra se utiliza un muestreo por cuotas. Consiste en recibir las unidades de la población hasta obtener un número (cuotas) que permita construir una muestra proporcional a la población (Pimienta Lastra, 2000). En el caso de este trabajo de grado hasta completar el tamaño de la muestra por cada categoría. El muestreo por cuotas es clasificado como un muestro por conveniencia, sin embargo Morillas (2016) lo considera en ocasiones accidental. Corral y Franco Corral (2015) definen el muestreo accidental como aquel donde el investigador realiza la selección de las unidades muestrales en un momento imprevisto, sin haber sido fijado con anterioridad. Para Pimienta Lastra (2000) el muestreo por cuotas se ve como una alternativa del muestreo probabilístico manteniendo una selección aleatoria, asegurando empíricamente que cada miembro de la población tenga la misma probabilidad de ser parte de la muestra. En la selección se deben eliminar los aspectos subjetivos.

#### 6.4.1 Tamaño de la muestra estratificada

Para definir la muestra es necesario segmentar la población por las categorías definidas por Colciencias y de esta manera efectuar comparaciones entre las categorías y la aplicación de prácticas de gerencias en proyectos. Para determinar los tamaños de muestra ( $n_0$ ), se aplica la fórmula estadística:

$$n_0 \geq \frac{p(1-p)Z_{1-\alpha}^2}{d^2}$$

En dónde  $p$  es la proporción de la característica de interés de la población. En esta investigación, es la proporción de los grupos de investigación categorizados por Colciencias que aplican gerencia de proyectos. Como esta proporción es desconocida se usa  $p = 0.5$ .

$Z$  es el percentil  $1-\alpha$  de la distribución normal estándar de la normal en que  $1-\alpha$  corresponde al nivel de confianza deseado; y finalmente  $d$  es el error estándar máximo deseado. Por otro lado, para realizar el ajuste por finitud se considera:

$$n \geq \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$



Con (N) el tamaño de la población para estudiar se logra el (n) como el tamaño de la muestra obtenida. En tabla 15 se selecciona el (n) y se observa el ancho del intervalo esperado en el nivel de error, además se determina el nivel de confianza que se pueda analizar de la muestra.

Tabla 15 Tamaño de la muestra

<b>N</b>	<b>1571</b>	Ancho medio del intervalo esperado para una proporción									
		0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
	0,01	1440	1142	850	626	467	357	279	223	182	151
	0,02	1412	1076	770	551	403	304	235	187	152	125
	0,03	1390	1027	715	502	363	271	209	165	134	110
	0,04	1372	987	673	465	333	248	190	150	121	99
1-nivel de confianza	0,05	1354	952	637	435	309	229	175	138	111	91
	0,06	1338	921	606	410	289	213	162	128	103	84
	0,07	1323	892	578	388	272	200	152	119	96	79
	0,08	1308	865	553	368	257	188	143	112	90	74
	0,09	1293	840	530	350	244	178	135	105	84	69
	0,1	1279	816	509	334	231	168	127	100	80	<b>65</b>

\*Tabla con niveles de confianza de 90 % a 100 % y error de 1 % al 10 % para la población total.

Fuente: (Rao, 2000).

Fijando el nivel de confianza mínimo en 90% y el error estándar máximo en 10 el tamaño de la muestra estratificada por categoría se observa en la tabla 16.



Tabla 16 Muestra estratificada grupos de investigación categorizados en Bogotá.

Categorías	Grupos de investigación de Bogotá	Muestra al 90 % de confianza
A1	185	50
A	263	54
B	398	58
C	725	62
<b>Total</b>	<b>1571</b>	<b>65</b>

\*con la muestra de un 90 % de confianza y un error con el 10 %.

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.4.2 Selección de la muestra

Para mantener la aleatoriedad en la selección de la muestra, se elabora un marco muestral como referencia, que permita identificar cada una de las características de la población. Los ítems que debe tener el marco muestral son: código del grupo de investigación, nombre del grupo, líder, categoría, correo, área de conocimiento, años de existencia e institución avaladora.

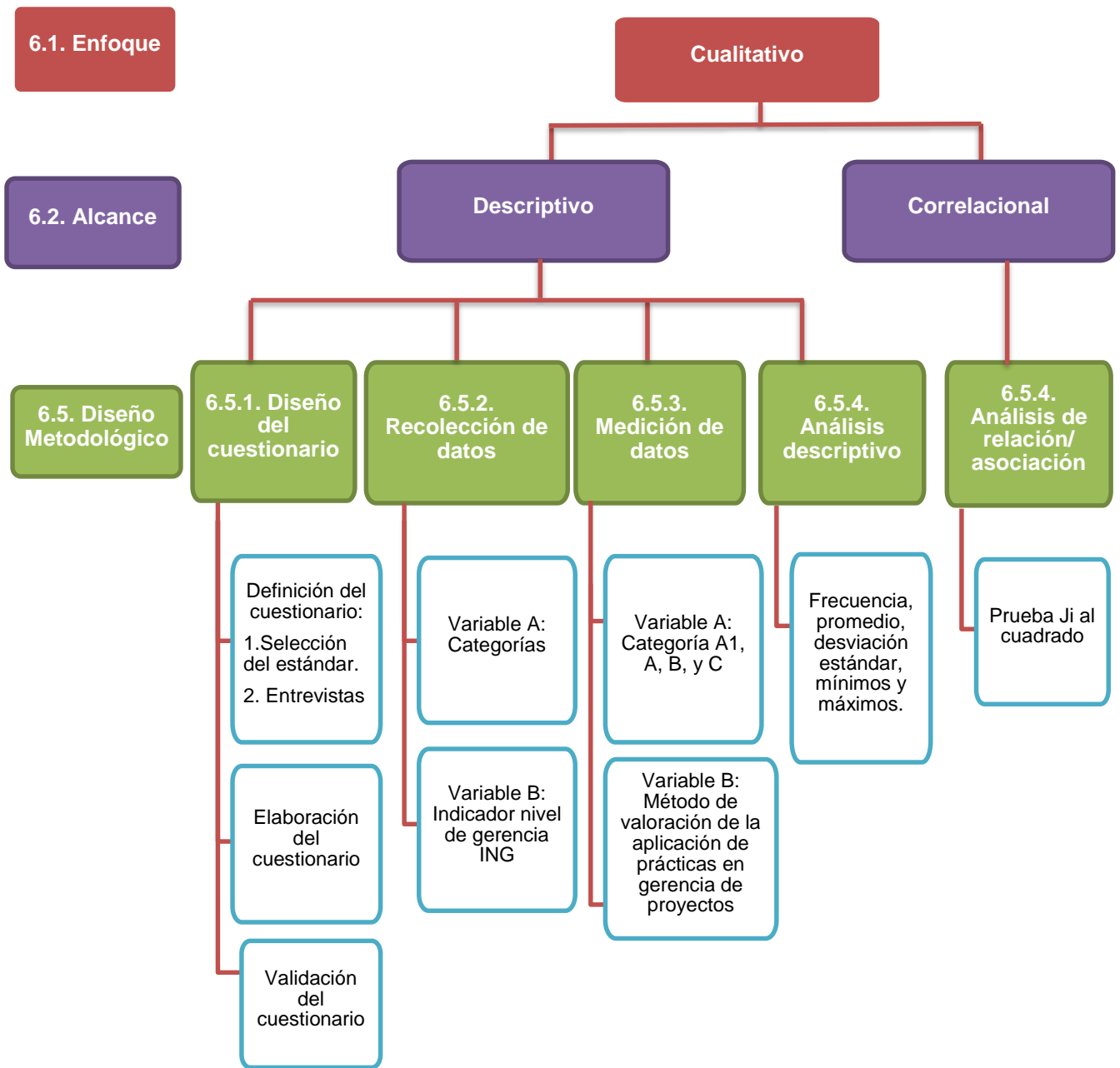
El instrumento para la recolección de datos es un cuestionario que se envió por correo electrónico a todos los líderes de grupos de investigación, identificados en la población. Los grupos que hacen parte de la muestra seleccionada son aquellos que contestaron el cuestionario. Se seleccionan los grupos hasta completar el tamaño mínimo de la muestra (n) requerida por categorías. De esta manera los investigadores no toman decisiones para la selección de la muestra y se eliminan los aspectos subjetivos.

### 6.5 DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño de la investigación se alinea al diseño cuantitativo. Para Hernández Sampieri *et al.*, 2014 la investigación con enfoque descriptivo y correlacional requiere de dos procesos fundamentales; uno el proceso de recolección de información, que implica el diseño de un instrumento para medir variables y segundo, el proceso de los análisis estadísticos de los datos, donde se determinan los comportamientos de las variables y la relación entre ellas. En la figura 13 se pueden observar las actividades para cada proceso del diseño metodológico.



Figura 13 Diseño metodológico



Fuente: Elaboración propia.



Para este trabajo de grado el instrumento para la recolección de información es un cuestionario. Este permite medir la variable Indicador Nivel de Gerencia (ING), que se estudia por medio de análisis descriptivos (tablas de frecuencia, histogramas y *bloxplots*) y realizar los análisis correlacionales ( $\chi^2$  al cuadrado y análisis de varianza) entre la categoría de los grupos de investigación y la variable ING.

### 6.5.1 Diseño del cuestionario

El instrumento que se utiliza para la recolección de datos y que permite identificar y medir a los grupos de investigación en la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos, es un cuestionario que se desarrolla en tres procesos: reconocimiento, elaboración del cuestionario y validación del cuestionario.

#### 6.5.1.1 Definición del cuestionario

La definición del cuestionario se establece en dos actividades, primero seleccionar el estándar idóneo en gerencia de proyectos, que permita ser una referencia para la elaboración del cuestionario, y la segunda actividad es una entrevista semiestructurada, que tiene dos fines, primero determinar la familiarización de los investigadores con respecto a los conceptos en gerencia de proyectos y segundo recopilar datos sobre prácticas de gerencia en proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación que comúnmente realizan los investigadores.

- Selección del estándar

Para el diseño de la entrevista y el cuestionario se evalúan diferentes estándares internacionales y nacionales para la gerencia de proyectos.

El estándar del PMI es el seleccionado con un puntaje de 35 por cumplir con todos los requisitos establecidos en la tabla 17, donde puede observar la evaluación de estándares.



Tabla 17 Selección del estándar: criterios, calificación y ponderación

Tema	Estándares internacionales y nacionales para la gerencia de proyectos									
	IPMA	puntaje	PMI	puntaje	PRINCE 2	Puntaje	IPA	puntaje	ISO 1006 2013	puntaje
Guía estándar	IPMA (Competente Base)	5	PMBOK, (Sexta Edición Project Management Body Of Knowledge)	5	Managing Successful Projects with PRINCE2 Edición 2009.	5	IPA (Independent Project Analysis)	5	NTC ISO 10006 DEL 2003, Norma Técnica Colombiana, Sistemas de Gestión de la Calidad.	5
Ciclo del proyecto	* Pre-fase de proyecto * Fase de proyecto * Fase postproyecto	5	No define fases específicas, pero si establece procesos aplicables a cada etapa del proyecto	5	Comprende 7 procesos:	5	Define fases específicas para el desarrollo de los proyectos (FEL 1, 2, 3)	5	* La norma está compuesta por 8 apartados. Nos presenta un procedimiento de ejecución del proyecto	4
Áreas - subáreas	3 áreas de competencia y 46 elementos de	5	Diez áreas de conocimiento y 5 grupos de procesos, para un total de 49 procesos	5	* Progreso * Business case. * Organización. * Calidad. * Planes * Riesgo. * Cambio * No contempla adquisiciones (proveedores o subcontrataciones). * Falta de un método de control de rendimiento como EVM.	3	* Planeación del negocio. * Ingeniería conceptual. * Planeación del; proyecto. * Fase de ejecución. * Fase de operación.	5	* Alcance. * Plazos. * Costo. * Calidad. * Recursos humanos. * Comunicaciones. * Riesgos. * Aprovisionamiento. * No presenta un procedimiento de ejecución del proyecto *No habla de aseguramiento de calidad como proceso.	3
Niveles de certificación.	Realiza certificaciones a varios niveles.	5	Realiza varias certificaciones: PgMP, CAPM, PMP, RMP, ACP	5	PRINCE2 Foundation, PRINCE2 Practitioner,	5	Professional Development e Units (PDU'S),	4	No tiene certificaciones	0





Tema	Estándares internacionales y nacionales para la gerencia de proyectos									
	IPMA		PMI		PRINCE 2		IPA		ISO 1006 2013	
		puntaje		puntaje		Puntaje		puntaje		puntaje
					PRINCE2 Professional		certificada REP (PMI Registered Education Provider)			
Aplicabilidad	* Diferentes tipos de proyectos * Sector público y privado.	5	* Diferentes tipos de proyectos, complejidad y tamaños. * Muchos sectores en general.	5	* Para todo tipo y tamaño de proyectos.	4	* Comúnmente proyectos de capital o de inversión. * Sectores de la industria muy específicos	3	* Proyectos de distinta complejidad, no importa el tamaño y la duración.	5
Acreditaciones	* Acreditado ISSO /IEC 17024 E ISO 9001-2008	5	* Acreditado ISSO /IEC 17024 E ISO 9001-2000	5	* Acreditado solo por ISO 17024.	4	* Acreditado solo por ISO 17024.	5	Acreditado por NTC.	5
Influencia en Colombia	Su origen es europeo, no tiene mucha influencia en el país	3	Su origen es Estados Unidos, tiene una gran influencia en Colombia y de gran conocimiento, ya que USA, es un país que genera influencia en toda Latinoamérica.	5	Su origen es del Reino Unido, tiene gran influencia en países europeos, pero en Colombia todavía es baja su utilización.	3	Sede en Estados Unidos, influencia en Latinoamérica, pero para grandes proyectos.	4	* Origen Colombia, gran influencia.	5
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>		<b>35</b>		<b>29</b>		<b>31</b>		<b>27</b>	

Fuente: (Fernández-Parra, Garrido-Saroz, Ramírez-Martínez, y Perdomo-Bello, 2016), (Cardoza, Guerrero, y de los Ríos, 2011), (Cardoza et al., 2011) (Escuela Colombiana de Ingeniería, 2017)



- Entrevistas

Para identificar el conocimiento de los investigadores sobre prácticas de gerencia en proyectos y evaluar el vocabulario utilizado sobre gerencia, se diseña una entrevista semiestructura. En la tabla 18 se pueden observar la ficha técnica de la entrevista.

Tabla 18 Ficha técnica de la entrevista

Característica	Condiciones
Tipo	Cualitativo- semiestructurada
Diseño	La entrevista se diseña por componentes, cada componente es un área del conocimiento del PMI (alcance, cronograma y costo), aparte de un componente para identificar la perspectiva del investigador respecto al estudio correlacional. El diseño de las preguntas de la entrevista son referencias de los procesos de cada área de conocimiento que indica el PMI.
Criterios del entrevistado	El entrevistado debe tener conocimiento en investigación y haber desarrollado investigación, no necesariamente debe ser categorizado por Colciencias como investigador. El entrevistado no necesariamente debe tener formación en gerencia de proyectos, puede tener conocimientos empíricos.
Pautas de la entrevista	Se debe enviar consentimiento informado al entrevistado antes de la entrevista. Se puede solicitar el nombre del entrevistado, pero no será publicado en la investigación. La terminología de la entrevista tendrá conceptos de la guía PMBOK.
Condiciones durante la entrevista	La entrevista no puede superar 1 hora. El entrevistador puede intervenir durante la entrevista para aclarar terminología.

Fuente: Elaboración propia.

La estructura de la entrevista está integrada por los siguientes componentes: datos personales, introducción a la gerencia de proyectos, componente en costo, componente



en alcance, componente en cronograma y componente relacionado con el objetivo de investigación. El diseño de las preguntas de los componentes gerenciales se basa en los procesos del PMI. Los componentes y sus respectivas preguntas se pueden observar en la tabla 19.

Tabla 19 Estructura de la entrevista

Componente	Pregunta
Datos personales	Nombre: Profesión: ¿Es investigador reconocido por Colciencias? ¿En qué categoría convocatoria 2015 y convocatoria 2017? ¿Es integrante de uno o más grupos de investigación? ¿Cuál es el nombre del grupo y su categoría 2015 y 2017? ¿Cuál es su rol dentro del grupo de investigación? Líder Investigador principal Asistente Otro
Introducción a la gerencia de proyectos.	¿Sabe que es gerencia de proyectos? Si es sí ¿Nos podría argumentar su respuesta? Si es no, definir en qué consiste la gerencia de proyecto “Es la aplicación del conocimiento, de las habilidades, y de las técnicas para ejecutar los proyectos en forma eficiente y efectiva” (PMI,2017) ¿Ha utilizado la gerencia de proyectos en los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación o durante su hacer investigativo?
Componente en costo	¿De qué manera determinan el costo del proyecto de investigación, desarrollo tecnológico e innovación? ¿Cómo estiman los costos? Rubros, actividades ... ¿Cómo ejecutan el recurso? ¿Cómo hacen el control de los recursos? ¿Qué problemas se han presentado en cuanto a costos del proyecto? ¿Algún proyecto se ha quedado sin recursos durante su ejecución? Si es sí ¿Por qué motivo ha ocurrido a esto?



Componente	Pregunta
Componente en alcance	¿Cómo es su proceso para definir e integrar los requerimientos (solicitudes, especificaciones, deseos, expectativas) de los interesados en la investigación? ¿Cómo se determina y define el alcance del proyecto? ¿Qué tipos de entregables se generan? ¿Cómo planean el alcance del proyecto? ¿Cómo controlan y verifican el alcance del proyecto? ¿Han tenido problemas con el cumplimiento del alcance? ¿Por qué motivo ha ocurrido esto? ¿Cuáles son las medidas que toman sus unidades financiadoras (sponsor) frente al incumplimiento del proyecto en tiempo, alcance y/o costo?
Componente en cronograma	¿De qué manera definen el tiempo de ejecución del proyecto? ¿Cómo define la estimación de las actividades? ¿Cómo controlan la ejecución del proyecto en cuánto al tiempo? ¿Han presentado retrasos los proyectos? Si es sí ¿Por qué motivo ha ocurrido esto?
Componente relacionado con el objetivo de la investigación	¿Considera que la aplicación de prácticas de gerencia de proyectos ayudaría a reducir el riesgo al fracaso del proyecto? ¿Considera que existe una la relación entre la gerencia de proyectos y la categoría de los grupos de investigación? ¿Que considera que es un factor de éxito para la categorización de los grupos de investigación?

Fuente: Elaboración propia.

La entrevista se aplica a cinco investigadores escogidos por conveniencia, de ellos, tres son investigadores reconocidos por Colciencias, y uno con categoría de investigador asociado. En cuanto a la formación, dos tienen doctorado y tres maestrías.

En la tabla 20 se puede observar por cada pregunta la respuesta más representativa por cada investigador, enfocada en la gerencia de proyectos. Estas respuestas se sintetizan en una sola alternativa común entre las respuestas más repetidas y relevantes, siendo esta alternativa una opción de respuesta para el diseño del cuestionario.

La respuesta diseñada como resultado de las entrevistas es considerada como la opción de respuesta que comúnmente realizan los investigadores en la aplicación de prácticas de gerencia en proyectos. En el anexo A se encuentra la transcripción de las entrevistas.



Tabla 20 Respuestas de los entrevistados

Variables	Bacterióloga Investigador Ms Junior Colciencias Grupo A1	Estadística Doctorado- Estadística	Médico con doctorado Investigador asociado Grupo B	Bióloga Investigadora Grupo B	Microbióloga Ms Biología Molecular Investigador Junior Grupo C
Conoce qué es gerencia de proyectos	La administración del proyecto	No se hace	Gestión y manejo del recurso	Planeación sistemática etapas del proyecto	Estándares del PMI se exige en la organización
Alcance	Cumplir objetivos y resultados – producción científica	Solución del problema de investigación	Investigación contestar pregunta Innovación solucionar problema	Identifica necesidad, la solución	Probar hipótesis y que permite conocer
Entregables	Ponencias, artículos, informes	Documentos	Investigación: congreso leyes Asesorías consultorías	Reportes, congresos, tesis, software, resultados esperados- productos	Informes técnicos, pruebas artículos
Logar el alcance	Definiendo la metodología	Revisión sistemática del producto	Según lo requerido por tipo de investigación e innovación	---	Mesas de trabajo, verificando funcionamiento
Controlar el alcance	Controlando la metodología, comprobando resultados	Probando cada etapa de la investigación	Validación de cada una de las fases	Cumple si cumple con los resultados esperados y los productos	Control de técnicas estandarizadas
Incumplimiento de alcance	Sí, por la parte administrativa, y tipo de población (resultados) Cumplimiento de productos	Falta de recursos y apoyo a la investigación	Sí, procesos de ética demoras	Si, concretar resultados	Sí, daño de equipos
Definir el tiempo	Experiencia a otras investigaciones, reuniones en grupo	No se mide	Se ajustan a las convocatorias	Experiencia proyectos anteriores	Se ajusta tiempo límite que proponen-experiencia



<b>Variables</b>	<b>Bacterióloga Investigador Ms Junior Colciencias Grupo A1</b>	<b>Estadística Doctorado-Estadística</b>	<b>Médico con doctorado Investigador asociado Grupo B</b>	<b>Bióloga Investigadora Grupo B</b>	<b>Microbióloga Ms Biología Molecular Investigador Junior Grupo C</b>
Control tiempo	Informes parciales y comparar el cronograma con las actividades	No aplica	Reuniones periódicas con los investigadores	Reportes reuniones y periódicas	Mediante el control y las actividades realizadas
Retrasos de tiempo	Sí, de 100 % el 70 %, parte administrativa	No aplica	Sí, 100 %	Sí	Sí, 100 %
Solución retrasos tiempo	Prórroga	No aplica	Prórroga	Prórroga	Cambio de actividades y acuerdos
Definir el costo	Contrapartida, y con la metodología se define costos por objetivos	No se mide	Guía por la institución financiadora	Horas por persona, cotizaciones	Cálculos de personal y equipos
Discriminar costos	Rubros	No aplica	Discrimina por rubros	Por rubros	--
Control costo	Soportes de facturas e informes presupuestales, control de gastos	No aplica	---	La facultad es encargada	Supervisor de contrato
Sobrecostos	Sí	No aplica	Sí	Sí	No, se ha buscado recursos
Solución de sobrecostos	Asociarse, convocatoria, colaboradores	No aplica	Habilidades para evitar sobrecostos	La universidad asume el costo	--
Factor de éxito grupos	Presupuesto-producción científica, revistas alto impacto, patentes	No continuó entrevista	Personal que hace investigación	Compromiso de investigadores, calidad de trabajo	Personal
Gerencia reduce riesgo	Investigadores deben tener conocimiento en gerencia, no es necesario un gerente de proyectos	No continuó entrevista	No si se recarga al investigador con gerencia, Sí el área administración	Sí, pero no tenemos formación para hacer eso	Sí, se planea el riesgo

\*Análisis de las respuestas de los entrevistados, se obtuvieron las más relevantes en cada componente, identificadas como una opción de respuesta en el cuestionario.

Fuente: Elaboración propia.



### 6.5.1.2 Elaboración del cuestionario

El cuestionario está diseñado para identificar la aplicación de prácticas de gerencia en los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación por parte de los grupos de investigación. Además, poder valorar estas respuestas para obtener el indicador del nivel de gerencia (ING). En la tabla 21 se puede observar el diseño del cuestionario, estructura, diseño de las preguntas y de las respuestas.

Tabla 21 Diseño del cuestionario

Tipo	Diseño
Estructura del cuestionario	<p>El cuestionario está compuesto con 26 preguntas en total (Incluyendo información personal)</p> <p>Las opciones de respuesta no son excluyentes</p> <p>El tipo de preguntas son de opción múltiple única respuesta</p>
Preguntas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las preguntas se definen con cada proceso de las tres componentes del PMI (Alcance, cronograma y costo) en dos grupos de procesos: planeación, seguimiento y control.</li> <li>• En cada componente del cuestionario existe una pregunta de frecuencia de aplicación de las prácticas de gerencia en proyectos.</li> <li>• La encuesta cuenta con un componente extra para identificar la percepción del investigador con el objetivo del trabajo de grado.</li> </ul>
Respuestas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respuestas graduales a los lineamientos que establece el PMI para cumplir con el proceso identificado, pueden ser más de dos opciones por pregunta, implica aumentar la complejidad de procesos/herramientas/técnicas/métodos de una respuesta a otra.</li> <li>• Respuesta técnica del PMI, esta opción de respuesta corresponde a procesos/herramientas/técnicas/métodos que aconseja el PMI que se aplique para una correcta gerencia de proyectos, en términos de gradualidad. Esta opción es la más compleja y completa de las opciones graduales.</li> <li>• Respuesta errónea o no cumplimiento, implica una opción de respuesta de una mala práctica de gerencia o una nula práctica de gerencia por cada proceso.</li> <li>• Respuesta que se genera con base en lo obtenido de las entrevistas a los investigadores, es la opción que comúnmente realizan los investigadores, siendo una práctica de gerencia que los investigadores realizan en gerencia de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.



En la tabla 22 se puede observar el primer componente del cuestionario, donde se recopilan los datos generales del encuestado respecto al grupo de investigación, desarrollo tecnológico e innovación. Este componente consta de 4 preguntas dos de opción múltiple y dos abiertas, la información reunida se usa para validar el cuestionario y para establecer variables de correlación.

Tabla 22 Estructura del cuestionario información general

Diseño de pregunta	Diseño opción de respuesta	
	Respuesta	Tipo
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre de la persona que realiza la encuesta:</li> <li>Nombre del grupo de investigación:</li> </ul>	No aplica	Respuesta abierta
<ul style="list-style-type: none"> <li>Categoría del grupo convocatoria 781 de 2017:</li> <li>Área de conocimiento</li> </ul>	No Aplica	Opción múltiple única respuesta

Fuente: Elaboración propia.

En tabla 23 se puede observar la estructura del componente alcance en el cuestionario, en dos grupos de procesos: planeación, seguimiento y control. El componente consta de 5 preguntas, una por cada proceso del PMI y una sexta pregunta que define la frecuencia de aplicación. Las opciones de respuesta de cada pregunta corresponden a graduales, técnica, errónea y resultado de la entrevista.

Tabla 23 Estructura del cuestionario componente alcance

Diseño de pregunta			Diseño opción de respuesta	
Grupo proceso	Proceso	Pregunta	Respuesta	Tipo
Planeación	Recopilar requisitos	¿Cómo realiza la recopilación de las características o especificaciones de los	Identifica las fuentes donde se extrae la información (base de datos, artículos, población, convocatorias, patrocinio, etc.) y determina las características y especificaciones que debe cumplir los resultados y producción científica.	Gradual





Diseño de pregunta			Diseño opción de respuesta	
Grupo proceso	Proceso	Pregunta	Respuesta	Tipo
		resultados esperados de la investigación y producción científica comprometida?	Identifica las fuentes donde se extrae la información, determina, documenta y oficializa las características y especificaciones de los resultados y producción científica.	
			Identifica <i>stakeholders</i> , elabora matriz de trazabilidad de requerimientos y oficializa documento de requisitos/requerimientos específicos y generales.	Técnica PMI
			No se recopilan las características o especificaciones de los resultados y producción científica.	Errónea
			Las características y especificación de los resultados y producción científica son definidos por la entidad que financia la investigación y el investigador	Resultado entrevista
	Definir el alcance	¿Qué condiciones desarrolla para definir el alcance del proyecto de investigación, desarrollo tecnológico e innovación?	Nombre y objetivos de la investigación. Nombre, objetivos de la investigación, criterios de aceptación y descripción detallada de los productos y producción científica. Nombre, objetivos de la investigación, criterios de aceptación, descripción detallada de los productos y producción científica, exclusiones, restricciones, propósito y alineación estratégica de objetivos.	Gradual
			Las condiciones que cumple el <i>scope statement</i> del proyecto de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	Técnica PMI
			No se define el alcance del proyecto de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	Errónea
			La solución a la necesidad o la respuesta a la pregunta de investigación y los impactos a futuro.	Resultado entrevista
	Crear la EDT/ WBS	¿Qué procesos realiza con respecto a la definición del trabajo a desarrollar, para obtener los resultados de investigación y producción científica?	Identifica la producción científica y los resultados de investigación. Identifica, analiza en forma jerárquica y descompone los resultados y producción científica en entregables.	Gradual
			Se desarrolla la <i>Work Breakdown Structure (WBS)</i> y diccionario de la WBS	Técnica PMI
			No se realiza procesos con respecto a la definición del trabajo a desarrollar, para obtener los resultados de investigación y producción científica.	Errónea



Diseño de pregunta			Diseño opción de respuesta	
Grupo proceso	Proceso	Pregunta	Respuesta	Tipo
			Una programación de actividades basada en la experiencia en investigaciones anteriores	Resultado entrevista
Control y seguimiento	Controlar el alcance	¿De las siguientes actividades cuál es la que más desarrolla para controlar el alcance de la investigación?	Determina períodos (cada 15 días, 1 mes, etc.) y compara las actividades realizadas con las actividades planeadas de la investigación.	Gradual
			Determina períodos de tiempo, compara las actividades realizadas con las planeadas de la investigación y toma acciones correctivas.	
			Mediante la aplicación de <i>Earned Value Management</i> (EVM) particularmente el <i>Schedule variance</i> dado en costo y acciones correctivas.	Técnica PMI
			No se realiza control del alcance en la investigación.	Errónea
	Validar el alcance	¿De las siguientes actividades cuál es la que más desarrolla para formalizar la aceptación y validez de la producción científica y resultados de la investigación?	Reuniones periódicas para controlar las actividades e informes de investigación	Resultado entrevista
			Identifica procesos o herramientas que validen la aceptación de los resultados, productos intermedios y finales de la investigación.	Gradual
			Identifica procesos, herramientas y responsables de validar los resultados, de los productos intermedios y finales de la investigación.	
			Se realizan inspecciones de calidad periódicas, se comprueba el cumplimiento de los requisitos y la aceptación de producción científica y resultados de investigación y se valida en un documento formal.	Técnica PMI
			No se formaliza ni se valida la producción científica y resultados de investigación.	Errónea
			El investigador realiza control de calidad para tener validez de los productos y resultados de investigación.	Resultado entrevista
Frecuencia de aplicación		Del 100 % de los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, ¿en qué porcentaje ha aplicado los procesos anteriores de gerencia del alcance?	0 % -20 % 21 %-40 % 41 %-60 % 61 %-80 % 81 %-100 %	Única respuesta porcentual

Fuente: elaboración propia.



En tabla 24 se puede observar la estructura del componente cronograma en el cuestionario, en dos grupos de procesos: planeación, seguimiento y control. El componente consta de 6 preguntas, una por cada proceso del PMI, excepto el proceso controlar el cronograma que consta de dos preguntas y una séptima pregunta que define la frecuencia de aplicación. Las opciones de respuesta de cada pregunta corresponden a graduales, técnica, errónea y resultado de la entrevista.

Tabla 24 Estructura del cuestionario componente cronograma

Diseño de pregunta			Diseño opción de respuesta	
Grupo proceso	Proceso	Pregunta	Respuesta	Tipo
Planeación	Definir actividades	¿De las siguientes herramientas cuál es la que más utiliza para definir las actividades del proyecto de investigación, desarrollo tecnológico e innovación?	Juicio de expertos, descomposición y planeación gradual a partir de los entregables.	Técnica PMI
			No se definen actividades	Errónea
			Reuniones con el equipo de investigación y revisión de proyectos anteriores	Resultado entrevista
	Secuenciar las actividades	¿De los siguientes procesos cuál es la que más desarrolla para identificar la secuencia de las actividades de investigación?	Identifica actividades predecesoras y sucesoras y secuencia.	Gradual
			Desarrolla diagramas de red.	Técnica PMI
			No se identifican, ni se secuencian las actividades de la investigación.	Errónea
			Mediante el cronograma de actividades.	Resultado entrevista
	Estimar la duración de las actividades	¿De las siguientes herramientas cuál es la que más desarrolla para determinar la duración de las actividades del	Juicio de expertos, estimación paramétrica, estimación análoga, estimación ascendente y/o estimación por tres valores.	Técnica PMI
			Reuniones con el equipo de investigación y/o revisión de proyectos anteriores.	Errónea
			No se estima duración de las actividades	Resultado entrevista



Diseño de pregunta			Diseño opción de respuesta	
Grupo proceso	Proceso	Pregunta	Respuesta	Tipo
	Desarrollar el cronograma	proyecto de investigación?		
		¿De las siguientes actividades cuál es la que más desarrolla para determinar el tiempo de duración de un proyecto de investigación?	Identifica las actividades, criterios para inicios y finales. Identifica las actividades, criterios para inicios y finales, estima la duración y secuencia las actividades. Identifica las actividades, criterios para inicios y finales, estima la duración, secuencia las actividades, considera el calendario y asocia riesgos.	Gradual
			Desarrolla diagrama de red considerando el calendario, identifica ruta crítica y se asocian riesgos.	Técnica PMI
			No se determina la duración de un proyecto de investigación	Errónea
			Se ajusta la duración de las actividades con el tiempo exigido por la entidad que financia la investigación.	Resultado entrevista
Control y seguimiento	Controlar el cronograma	¿De las siguientes actividades cuál es la que más desarrolla para controlar el estado del proyecto de investigación, ¿desarrollo tecnológico e innovación, en cuanto al tiempo?	Determina controles periódicos y compara el tiempo ejecutado con el planeado. Determina controles periódicos, compara el tiempo ejecutado con el planeado y determina acciones correctivas.	Gradual
			Mediante la aplicación de <i>Earned Value Management</i> (EVM) particularmente el <i>Schedule variance</i> dado en tiempo y acciones correctivas.	Técnica PMI
			No se controla el estado de la investigación en cuanto al tiempo.	Errónea
			Informes periódicos, reuniones periódicas y revisiones periódicas.	Resultado entrevista
		Si la investigación presenta retrasos de entrega, ¿cuál acción es la que más aplica en sus proyectos?	Se continúa con la investigación como se planeó.	Errónea
			Modifica secuencia adelantando actividades para alcanzar el tiempo indicado. Solicita prórroga siguiendo el curso de la investigación como se planeó. Modifica la secuencia, adelantando actividades, solicita prórroga y se desarrolla acciones correctivas. Nunca se han presentado retrasos.	Gradual y resultado de la entrevista
			Se implementan técnicas como <i>fast tracking</i> y <i>crashing</i> , y se desarrollan acciones correctivas.	Técnica PMI



Diseño de pregunta			Diseño opción de respuesta	
Grupo proceso	Proceso	Pregunta	Respuesta	Tipo
Validador, frecuencia de aplicación	Del 100 % de los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, ¿en qué porcentaje ha aplicado los procesos anteriores de tiempo?		0 % -20 % 21 %-40 % 41 %-60 % 61 %-80 % 81 %-100 %	Única respuesta porcentual

Fuente: Elaboración propia.

En tabla 25 se puede observar la estructura del componente costo en el cuestionario, en dos grupos de procesos: planeación, seguimiento y control. El componente consta de 4 preguntas, una por cada proceso del PMI, excepto el proceso controlar el costo que consta de dos preguntas y una quinta pregunta que define la frecuencia de aplicación. Las opciones de respuesta de cada pregunta corresponden a graduales, técnica, errónea y resultado de la entrevista.

Tabla 25 Estructura del cuestionario componente costo

Diseño de pregunta			Diseño opción de respuesta	
Grupo proceso	Proceso	Pregunta	Respuesta	Tipo
Planeación	Estimar Costos	¿De las siguientes herramientas cuál es la que más desarrolla para determinar la estimación de los costos del proyecto de investigación, desarrollo tecnológico e innovación?	Juicio de expertos, estimación paramétrica, estimación análoga, estimación ascendente y/o estimación por tres valores.	Técnica PMI
			Reuniones con el equipo de investigación, revisión de proyectos anteriores y cotizaciones.	Errónea
			No se estima los costos de investigación.	Resultado entrevista
	Determinar el presupuesto	¿De las siguientes actividades cuáles desarrolla para	Identifica las actividades y recursos, y estima su costo. Identifica las actividades y recursos, estima su costo en el tiempo y asocia riesgo	Gradual



Diseño de pregunta			Diseño opción de respuesta	
Grupo proceso	Proceso	Pregunta	Respuesta	Tipo
		determinar el presupuesto del proyecto de investigación, desarrollo tecnológico e innovación?	Se distribuyen los costos estimados a través del tiempo en la curva S, se desarrolla el <i>Budget at Completion</i> (BAC) y el presupuesto de reserva de la gestión.	Técnica PMI
			No se determina el presupuesto de un proyecto de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	Errónea
			Se ajusta los costos al monto financiable del proyecto de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	Resultado entrevista
Control y seguimiento	Controlar costos	¿De las siguientes actividades cuál es la que más desarrolla para controlar el estado del proyecto de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en cuanto a la ejecución presupuestal?	Determina controles periódicos y compara el costo ejecutado con el planeado. Determina controles periódicos, compara el costo ejecutado con el planeado y determina acciones correctivas.	Gradual
			Mediante la aplicación de Earned Value Management (EVM) particularmente el Cost Variance y determina acciones correctivas.	Técnica PMI
			No se controla el estado de la investigación en cuanto a la ejecución presupuestal.	Errónea
	Controlar costos	Si la investigación presenta sobre costos, ¿qué acción toma?	Se maneja con un ordenador del gasto o fiduciaria.	Resultado entrevista
			Se continúa con la investigación como se planeó.	Errónea
			Utiliza la reserva de contingencia identificada en los riesgos. Solicita adición presupuestal siguiendo el curso de la investigación como se planeó	Gradual
		Utiliza la reserva de contingencia, solicita prórroga y se desarrolla acciones correctivas.	Técnica PMI	
Validador, frecuencia de aplicación	Del 100 % de los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, ¿en qué porcentaje ha aplicado los procesos anteriores de costo?	0 % -20 % 21 %-40 % 41 %-60 % 61 %-80 % 81 %-100 %	Única respuesta porcentual	

Fuente: Elaboración propia.



En tabla 26 se puede observar la estructura del componente relacionado con el objetivo de la investigación, consta de 4 preguntas. Una pregunta abierta que da la posibilidad al encuestado de ponderar por importancia las tres componentes, y tres preguntas con opción de si o no.

Tabla 26 Estructura del cuestionario componente objetivo de la investigación

Diseño de pregunta	Diseño opción de respuesta
¿Qué porcentaje le daría a cada uno de los siguientes aspectos, según su importancia en proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, para un total de 100 %?	Pregunta abierta
¿Considera que la aplicación de gerencia de proyectos tiene una relación con la categorización de grupos de investigación?	Sí/No
¿Considera que la aplicación de gerencia de proyectos aumenta el cumplimiento de los objetivos del proyecto, evita prórrogas y adiciones presupuestales?	Sí/No
¿Dentro del grupo de investigación existe una persona o personal especializado en gerencia de proyectos?	Sí/No

Fuente: Elaboración propia.



Las características del cuestionario sobre tipo, criterios de aplicación, condiciones y requisitos de diligenciamiento se puede observar en la tabla 27.

Tabla 27 Características del cuestionario

Característica	Condiciones
Tipo	Cuantitativo Estructurada - preguntas cerradas
Criterios de aplicación	Los encuestados deben ser los líderes de los grupos de investigación categorizados en Bogotá Solo se permite un cuestionario por grupo de investigación, desarrollo tecnológico innovación
Condiciones del cuestionario	El cuestionario se realiza con la herramienta virtual <i>survey monkey</i> Se envía a todos los líderes de los grupos registrados en Bogotá, al correo registrado en el GrupLac del grupo, obtenido en la base de datos
Requisitos de diligenciamiento del cuestionario	Se solicita el nombre del encuestado para validar el líder, pero no será publicado en la investigación Se solicita nombre del grupo y categoría con la finalidad de tener trazabilidad de la información y poder validar el grupo

Fuente: Elaboración propia.

### 6.5.1.3 Validación del cuestionario

Para la validación del cuestionario se realiza un juicio de expertos que verifica el cuestionario en términos técnicos de gerencia de proyectos. Se seleccionan 5 PMP de la base de datos de la Unidad de Proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. En la tabla 28 se pueden observar las características del Juicio de expertos y en el anexo B se puede encontrar el formato de juicio de expertos.

Tabla 28 Características del juicio de expertos

Característica	Condiciones
Objetivo del juicio de expertos	Validar terminología y diseñar método de valoración
Condiciones	Formato escrito Desarrollo grupal





Característica	Condiciones
	Las respuestas deben ser individuales e independientes entre los expertos
Pautas durante el desarrollo	Durante la sesión se puede tomar nota sobre las recomendaciones de los expertos Los expertos pueden discutir entre si sobre las opciones de preguntas y respuestas Al final del juicio se puede discutir sobre la calificación y tomar conclusiones Se pueden aclarar términos sobre investigación desarrollo tecnológico e innovación
Requisitos	Los expertos deben ser PMP ( <i>Project Management Professional</i> ) certificados con experiencia en gerencia de proyectos No es requisito saber de investigación, desarrollo tecnológico e innovación El experto puede ser profesional en cualquier área del conocimiento.
Componentes	Alcance, cronograma y costo
Validación	Coherencia, alineación al PMI, redacción y claridad
Instrumento	Cuestionario cuyo contenido debe ser validado por cada experto
Expertos (5)	(2) Ingeniero de Sistemas PMP (2) Ingeniero Civil PMP (1) Ingeniero Electrónico PMP

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado del juicio, los expertos sugieren que se debe cambiar el orden de las preguntas, este debe tener el mismo orden de los procesos del PMI. También adicionaron dos preguntas, la pregunta: si la investigación presenta retrasos de entrega ¿cuál acción es la que más aplica en sus proyectos?, correspondiente al proceso “validar el cronograma”, y la pregunta: si la investigación presenta sobrecostos ¿cuál acción es la que más aplica en sus proyectos?, correspondiente al proceso validar el costo.

Los expertos deciden no valorar las preguntas de frecuencia dentro de los componentes, por tal razón no serán tomados en cuenta para el cálculo del ING. Se realizan los cambios sugeridos por los expertos en temas de terminología, redacción y coherencia de las preguntas y respuestas. El cuestionario final se plantea corregido en el diseño del cuestionario y se encuentra en el anexo C.

### 6.5.2 Recolección de datos

La correlación entre la variable A: Categoría y la variable B: ING es el objeto de análisis del trabajo de grado. La recolección de datos de cada variable y sus características se puede observar en la tabla 29.



Tabla 29 Recolección de datos de las variables: categoría e ING

Características	Variable A “Categoría”	Variable B “ING”
Nombre	Categoría según Colciencias de los grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (Categoría)	Índice del nivel de aplicación de prácticas de gerencia (ING)
Fuente	Base de datos Colciencias	El ING es calculado a partir de la información suministrada por los líderes de los grupos de investigación ubicados en Bogotá
Localización	Grupos de investigación registrados en Bogotá	Grupos de investigación registrados en Bogotá
Método	Revisión sistemática base de datos y selección de la información	Aplicación del cuestionario
Preparación de la información	Marco muestral	Matriz de datos
Atributos	Nombre del grupo, nombre del líder, categoría, área de conocimiento, institución avaladora y correo	Datos personales, componente gerencial y componente investigativo

Fuente: Elaboración propia.

### 6.5.3 Medición y codificación de datos

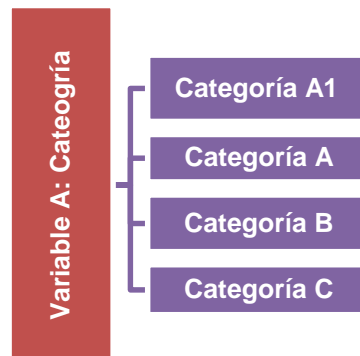
La medición y codificación de datos se realiza en dos variables: categoría e índice de nivel de gerencia. El objetivo de la variable índice de nivel de gerencia es obtener datos nominales de la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos y luego obtener datos categóricos por medio de los niveles de gerencia.

#### 6.5.3.1 Variable A: categoría

La medida se define en las 4 categorías establecidas por Colciencias, tal como se puede observar en la figura 14. Para determinar cómo se mide cada categoría en el marco teórico se expone el modelo de medición de Colciencias para la Convocatoria 781 de 2017, donde se referencia la definición de los criterios de medición de cada una de las categorías.



Figura 14 Medición de la Variable A: Categoría



\*La variable A: Categoría, se mide en categoría A1, A, B y C.

Fuente: Colciencias. Elaboración propia.

### 6.5.3.2 Variable B: Índice del nivel de aplicación de prácticas de gerencia (ING)

Para medir la variable de aplicación de prácticas en gerencia de proyectos, se toma la decisión de no adoptar los modelos de madurez existentes. Esta decisión se fundamenta en que los modelos de madurez existentes se basan en la aplicación y utilización de terminología planteada en cada uno de los estándares correspondientes propuestos para la gerencia de proyectos, por cada una de las instituciones u organizaciones creadoras de los estándares. Habiendo identificado en la revisión de literatura y en las entrevistas aplicadas que los investigadores típicamente no manejan esta terminología, se identifica el riesgo de obtener como resultado del ejercicio una no aplicación de prácticas; resultado originado en el desconocimiento de la terminología, más que en la realidad de su aplicación.

Para darle valor cuantitativo a la variable B, Índice del Nivel de Gerencia (ING) que indica la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos en investigación, se hace un modelo con su propia formulación matemática aplicable a un único cuestionario para el juicio de expertos. Con el PMBOK, se argumentan y forman las preguntas para el juicio teniendo en cuenta los componentes de alcance, cronograma y costo. Estandarizando un vocabulario común en el ámbito de la profesión de la gerencia de proyectos y los grupos de investigación.

Para darle peso de ING por pregunta se establece un método de valoración a través de ponderación en el juicio. Los expertos califican cada respuesta y ponderan cada pregunta y componente, según la relevancia en aplicación de prácticas en gerencia de proyectos.

En la calificación de las respuestas, el experto debe asignarle un valor de 0 a 100 a la respuesta de cada pregunta, donde 0 es la respuesta más errónea y 100 la respuesta más acertada. Las opciones de respuestas no son excluyentes y se le puede asignar



valores iguales a respuestas de una misma pregunta. En la tabla 30 se muestra el método de valoración por respuesta.

Tabla 30 Método de valoración por respuesta

Componente alcance			Componente cronograma			Componente costo		
Pregunta	Respuesta	Valoración	Pregunta	Respuesta	Valoración	Pregunta	Respuesta	Valoración
Pregunta 1	A	0 a 100	Pregunta 7	A	0 a 100	Pregunta 14	A	0 a 100
	B	0 a 100		B	0 a 100		B	0 a 100
	C	0 a 100		C	0 a 100		C	0 a 100
	D	0 a 100	Pregunta 8	A	0 a 100	Pregunta 15	A	0 a 100
	E	0 a 100		B	0 a 100		B	0 a 100
Pregunta 2	A	0 a 100	Pregunta 9	C	0 a 100	Pregunta 16	C	0 a 100
	B	0 a 100		D	0 a 100		D	0 a 100
	C	0 a 100		A	0 a 100		E	0 a 100
	D	0 a 100	Pregunta 10	B	0 a 100	Pregunta 17	A	0 a 100
	E	0 a 100		C	0 a 100		B	0 a 100
	F	0 a 100		D	0 a 100		C	0 a 100
Pregunta 3	A	0 a 100	Pregunta 11	E	0 a 100	Pregunta 13	D	0 a 100
	B	0 a 100		F	0 a 100		E	0 a 100
	C	0 a 100		A	0 a 100		A	0 a 100
	D	0 a 100		B	0 a 100		B	0 a 100
	E	0 a 100		C	0 a 100		C	0 a 100
Pregunta 4	A	0 a 100	Pregunta 12	D	0 a 100	Pregunta 14	D	0 a 100
	B	0 a 100		E	0 a 100		E	0 a 100
	C	0 a 100		A	0 a 100		F	0 a 100
	D	0 a 100		B	0 a 100		A	0 a 100
	E	0 a 100		C	0 a 100		B	0 a 100
Pregunta 5	A	0 a 100	Pregunta 13	D	0 a 100	Pregunta 15	C	0 a 100
	B	0 a 100		E	0 a 100		D	0 a 100
	C	0 a 100		A	0 a 100		E	0 a 100
	D	0 a 100		B	0 a 100		A	0 a 100
	E	0 a 100		C	0 a 100		B	0 a 100
Pregunta 6	A	0 a 100	Pregunta 14	D	0 a 100	Pregunta 16	C	0 a 100
	B	0 a 100		E	0 a 100		D	0 a 100
	C	0 a 100		A	0 a 100		E	0 a 100
	D	0 a 100		B	0 a 100		F	0 a 100
	E	0 a 100		C	0 a 100		A	0 a 100

\*Método de valoración para el juicio de expertos, de la respuesta por cada pregunta de los componentes del cuestionario.

Fuente: Elaboración propia.



Para la calificación de preguntas, el experto debe asignarle una ponderación dentro de un porcentaje de 100, según la importancia del proceso que corresponde la pregunta en gerencia de proyectos. La calificación se da a cada pregunta de un componente, y la suma de la ponderación de las preguntas en cada componente debe dar igual al 100 %. En la tabla 31 se muestra el método de valoración por pregunta. Las preguntas de frecuencia de cada componente, es decir la pregunta número 6, la pregunta número 13 y la pregunta número 18, no se ponderaron por solicitud de los expertos.

Tabla 31 Método de valoración por preguntas

Componente alcance		Componente cronograma		Componente costo	
Pregunta	Ponderación	Pregunta	Ponderación	Pregunta	Ponderación
Pregunta 1	%	Pregunta 7	%	Pregunta 14	%
Pregunta 2	%	Pregunta 8	%	Pregunta 15	%
Pregunta 3	%	Pregunta 9	%	Pregunta 16	%
Pregunta 4	%	Pregunta 10	%	Pregunta 17	%
Pregunta 5	%	Pregunta 11	%		
		Pregunta 12	%		
Total	100%	Total	100%	Total	100%

\* Método de valoración para el juicio de expertos, de cada pregunta por cada componente del cuestionario.  
Fuente: Elaboración propia.

Para la calificación los componentes, el experto debe asignarle una ponderación dentro de un porcentaje de 100, según la importancia del componente en gerencia de proyectos, la calificación se da por cada componente, la suma de la ponderación de los componentes debe dar igual al 100 %, en la tabla 32 se muestra el método de valoración por componente.

Tabla 32 Método de valoración por componentes

Componente	Ponderación
Alcance	%
Cronograma	%
Costo	%
<b>Total</b>	<b>100 %</b>

\*Método de valoración para el juicio de expertos, de cada componente del cuestionario.  
Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores de nivel de gerencia ING, serán distribuidos en niveles para tener datos categóricos, con este fin se realiza una distribución por cuartiles de los grupos de investigación según su ING. Según esta distribución se les llama: Nivel 1, Nivel 2...



#### 6.5.4 Análisis de datos

Los análisis de los datos de las dos variables, categoría de grupos de investigación e indicador de nivel de gerencia (ING) se realizan en el software R<sup>7</sup>. Estos están integrados por análisis descriptivos y análisis de relación/asociación.

##### 6.5.4.1 Análisis descriptivos

El primer análisis que se le hace a los datos permite detectar frecuencias, modas, errores en la toma de muestreo y datos atípicos, también permite dar una idea de la forma de la tendencia de los datos.

Dentro de los análisis descriptivos se integran gráficas de frecuencia de respuestas de los grupos de investigación del cuestionario, identificando el porcentaje por cada respuesta y el valor de ING por respuesta.

Además, en R se realizan análisis descriptivos por frecuencia identificando promedios, desviación estándar, mínimos y máximos. Los histogramas permiten visualizar el comportamiento de la variable ING en las categorías, y los diagramas de caja y bigotes conocidos como *boxplot* permiten identificar la media, los mínimos y máximos de cada categoría y cada una de las áreas de conocimiento.

##### 6.5.4.2 Análisis de relación/asociación

En el análisis para identificar si existe relación o asociación se realiza la prueba Ji cuadrado<sup>8</sup> ( $\chi^2$ ) para categorías. Para poder realizar la prueba ji cuadrado se identifican las categorías de los niveles de gerencia, mediante la obtención de cuartiles. La prueba ji cuadrado es una prueba de hipótesis que se emplea en estadística de prueba de variables con distribución ji cuadra,  $\chi^2$ . Específicamente determina si los datos observados provienen de una distribución teóricamente considerada, y determina si existe diferencia entre las frecuencias observadas y esperadas, para finalmente rechazar o aceptar la hipótesis (Lincoln, 1993).

“Si la hipótesis nula es verdadera, entonces la distribución de muestreo del estadístico ji-cuadrada, puede aproximarse bastante bien mediante una curva continua conocida como distribución ji-cuadrada” (Levin y Rubin, 1998, pág. 452).

---

<sup>7</sup> R es un software para el análisis estadístico de datos.

<sup>8</sup> Ji Cuadrado, o Chi cuadrado, símbolo  $\chi^2$ : función estadística que permite analizar correlación.



*Hipótesis nula: H0: “independencia”.*  
*Hipótesis alterna H1: “relación”.*

- Si  $p < 0,05$  el resultado es significativo, es decir, se rechaza la hipótesis nula de independencia y por lo tanto se concluye que ambas variables estudiadas son dependientes, existe una relación entre ellas.
- Si  $p > 0,05$  el resultado no es significativo, es decir, no se rechaza la hipótesis nula de independencia y por lo tanto se concluye que ambas variables estudiadas son independientes, no existe una relación entre ellas.

El valor de 0,05 es un valor establecido de acuerdo con el nivel de confianza del 95 %.



## 7 RESULTADOS

Los resultados del trabajo de grado se presentan de acuerdo con los objetivos específicos planteados. Para el primer objetivo específico, recopilar en una base de datos de los grupos de investigación categorizados por Colciencias en Bogotá, se presentan los datos y características de la base elaborada en el trabajo grado, identificada en la metodología como el marco muestral.

Para el segundo objetivo específico, establecer un método de valoración de la aplicación en las prácticas gerenciales de los grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para el desarrollo proyectos, se define la variable ING para cada respuesta del cuestionario. Con la suma de los valores por respuesta se obtiene un valor global de ING que indica el nivel de gerencia en que se encuentra el grupo.

Para el tercer objetivo específico, identificar prácticas gerenciales en alcance, cronograma y costo, en la muestra seleccionada de grupos de investigación de Bogotá para el desarrollo de proyectos, se realizan los análisis gráficos y descriptivos de los resultados del cuestionario, se valorizan las respuestas de los grupos con el ING permitiendo el desarrollo de histogramas y *boxplot*.

Para el cuarto objetivo específico, aplicar un método estadístico para determinar la correlación entre la categorización establecida por Colciencias y los niveles de los grupos de investigación en prácticas de gerencia, se realiza una distribución por cuantiles de los resultados de la variable ING y con esto se observa la distribución de los grupos de investigación por categorías y áreas de conocimiento en los niveles establecidos. También, se realiza la distribución de los grupos en los niveles establecidos en el juicio de expertos, para identificar en qué nivel se encuentra los grupos según los expertos en gerencia de proyectos.

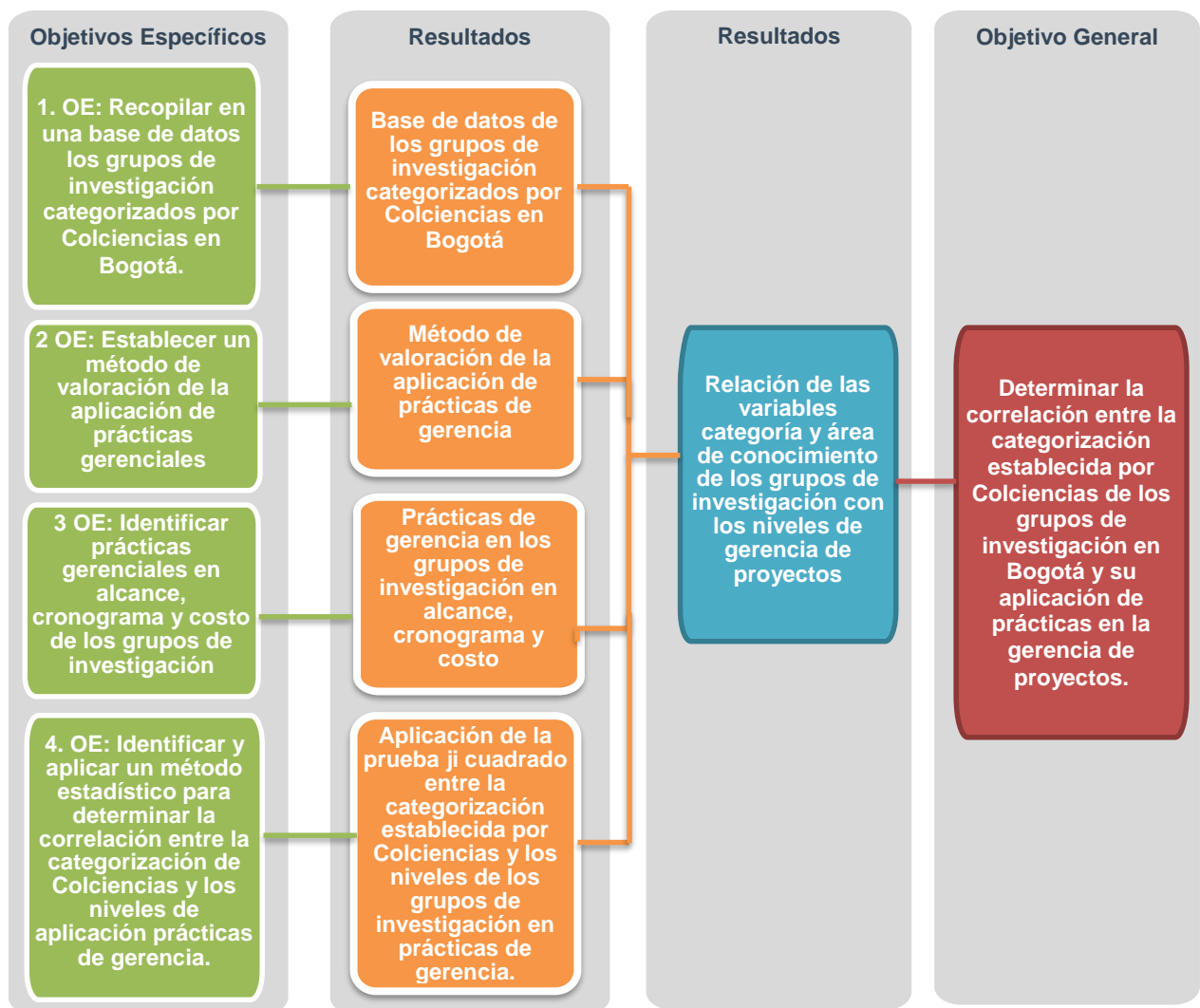
Se realiza la prueba estadística de relación/ asociación ji cuadrado, donde se determina si existe o no una relación entre las categorías de los grupos de investigación y los niveles de gerencia de proyectos, con esto se cumple el objetivo general del trabajo de grado: determinar la correlación entre la categorización establecida por Colciencias de los grupos de investigación en Bogotá y su aplicación de prácticas en la gerencia de proyectos.

Adicional a estos resultados y teniendo la variable área de conocimiento de los grupos de investigación, también se aplican la prueba estadística para determinar relación/ asociación del área de conocimiento de los grupos con los niveles de gerencia de proyectos. En la figura 15 se puede observar un diagrama de relación entre los objetivos del trabajo del grado y los resultados obtenidos





Figura 15 Objetivos y resultados del trabajo de grado



Fuente: Elaboración propia

## 7.1 BASE DE DATOS DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN CATEGORIZADOS POR COLCIENCIAS EN BOGOTÁ.

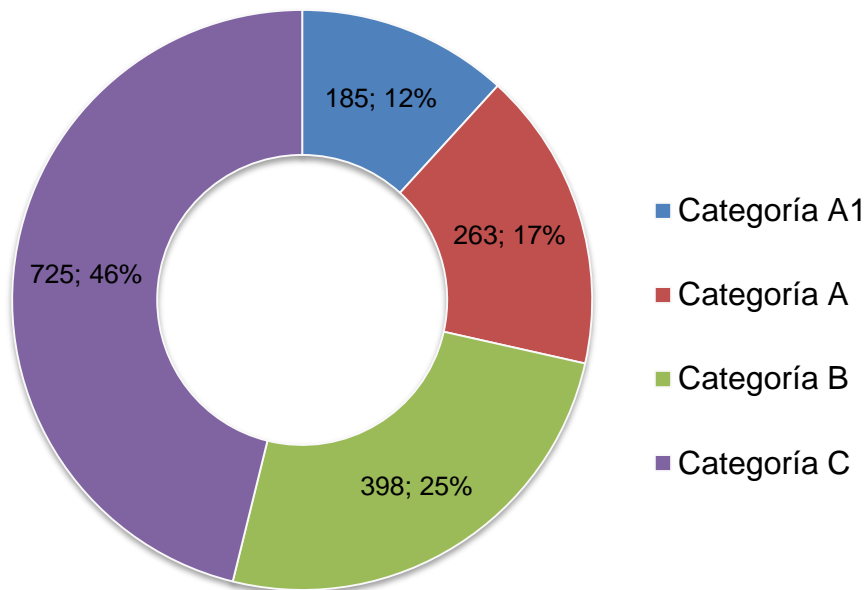
La convocatoria 781 de 2017 lanzada por Colciencias, tuvo el objetivo de categorizar y reconocer los grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación. Los criterios dispuestos por Colciencias se aplicaron para 7362 grupos registrados y avalados por las instituciones, 4566 fueron categorizados de la siguiente manera: 523 Grupos A1; 762 Grupos A; 1168 Grupos B; y 2113 Grupos C.



Para este trabajo de grado se construye una base de datos que está integrada por los grupos registrados en la ciudad de Bogotá, avalados y categorizados en la convocatoria 781 del 2017, sumando en total 1571 grupos de investigación. Por cada grupo de investigación, desarrollo tecnológico e innovación de Bogotá se identifica: Código, Nombre del grupo, líder, categoría obtenida en la convocatoria 781 de 2017, correo del líder, área de conocimiento, años de existencia e institución avaladora. La base de datos corresponde al anexo D.

Se identifica en la base de datos la categoría de los grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, de los 1571 grupos de Bogotá, tal como se puede observar en la figura 16, se tiene una distribución de la categorización de grupos de la siguiente manera: 185 Grupos A1; 263 Grupos A; 398 Grupos B; y 725 Grupos C.

Figura 16 Distribución porcentual de la categoría de los Grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en Bogotá

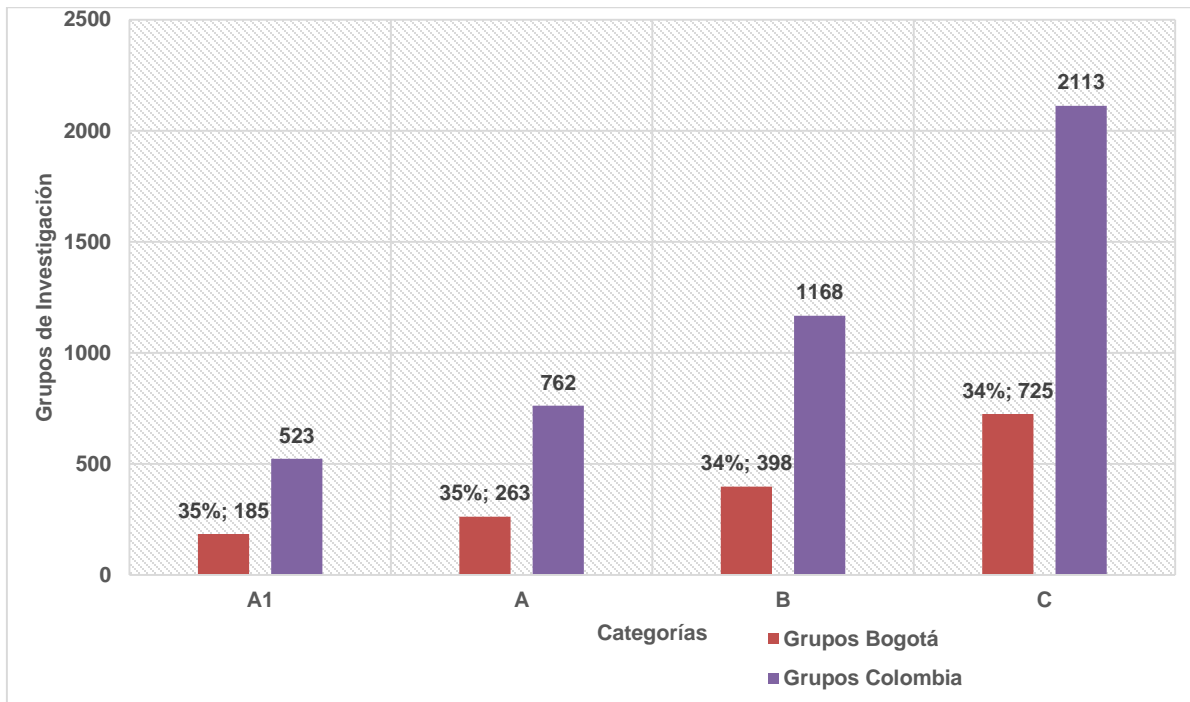


Fuente: (Colciencias, 2018b). Elaboración propia

La población de los grupos categorizados en Bogotá se compara por categorías con los 4566 grupos categorizados en Colombia, como se puede observar en la figura 17.



Figura 17 Comparación grupos categorizados en Colombia con grupos categorizados en Bogotá



Fuente: resultados convocatoria 781 de Colciencias. Elaboración propia.

### 7.1.1 Identificación de los grupos por área de conocimiento

En la base de datos creada, también se identifican las áreas de conocimiento de los grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación de Bogotá. La distribución de los grupos según áreas de conocimiento se puede ver en la tabla 33.

Tabla 33 Distribución de los grupos de investigación en Bogotá por área de conocimiento

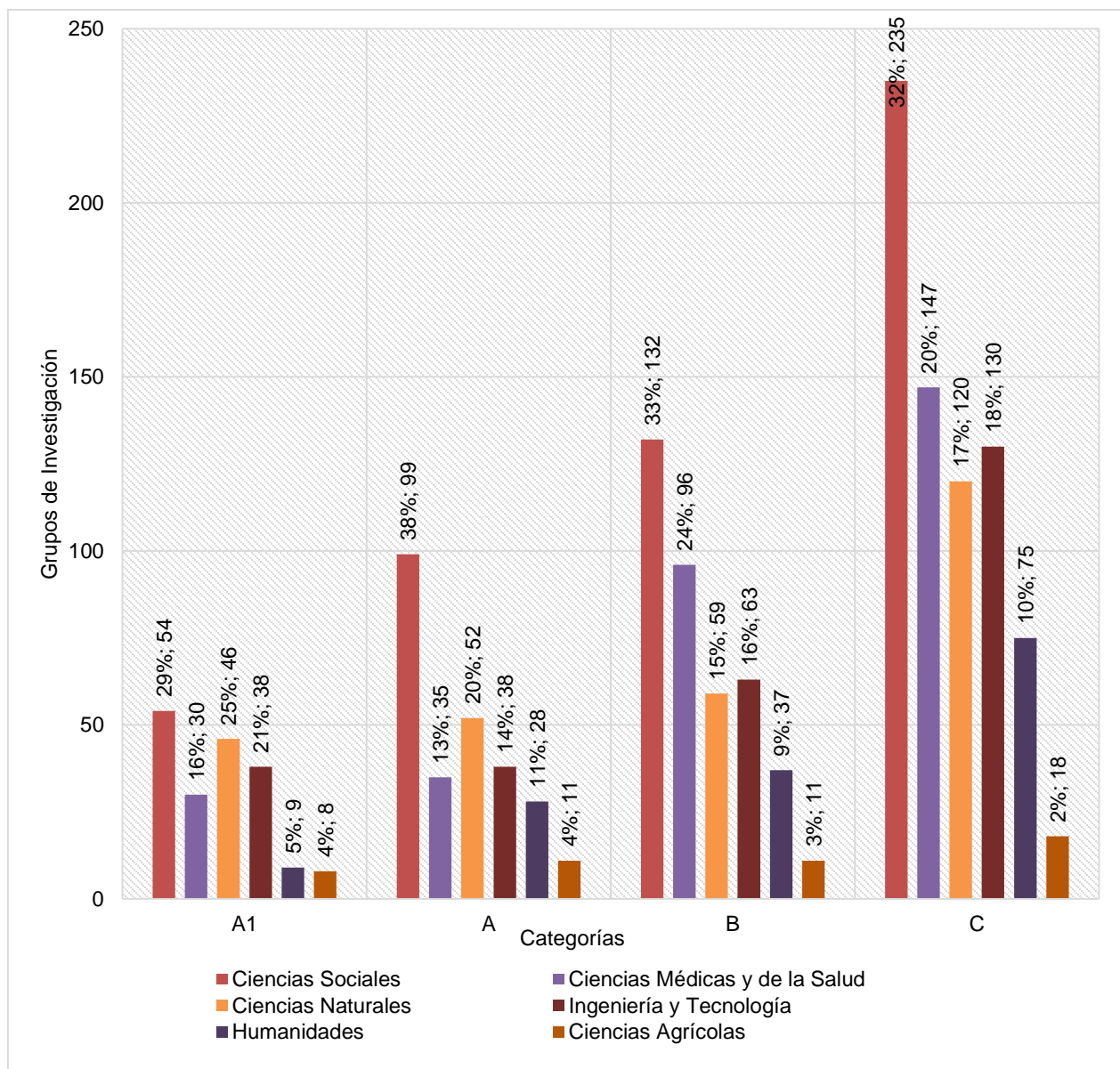
Área	A1	A	B	C	Total
Ciencias Sociales	54	99	132	235	520
Ciencias Médicas y de la Salud	30	35	96	147	308
Ciencias Naturales	46	52	59	120	277
Ingeniería y Tecnología	38	38	63	130	269
Humanidades	9	28	37	75	149
Ciencias Agrícolas	8	11	11	18	48
<b>Total</b>	<b>185</b>	<b>263</b>	<b>398</b>	<b>725</b>	<b>1571</b>

Fuente: resultados convocatoria 781 de Colciencias. Elaboración propia.



En la figura 18 se puede observar que las ciencias sociales, sin importar la categoría del grupo, es el área de conocimiento donde hay un mayor registro de grupos de investigación. En las categorías A1 y A le sigue el área de conocimiento en ciencias naturales y en las categorías B y C le sigue las ciencias médicas y de la salud. En todas las categorías excepto en la A1, las ciencias agrícolas son donde menos hay grupos registrados.

Figura 18 Porcentaje del área de conocimiento por cada categoría

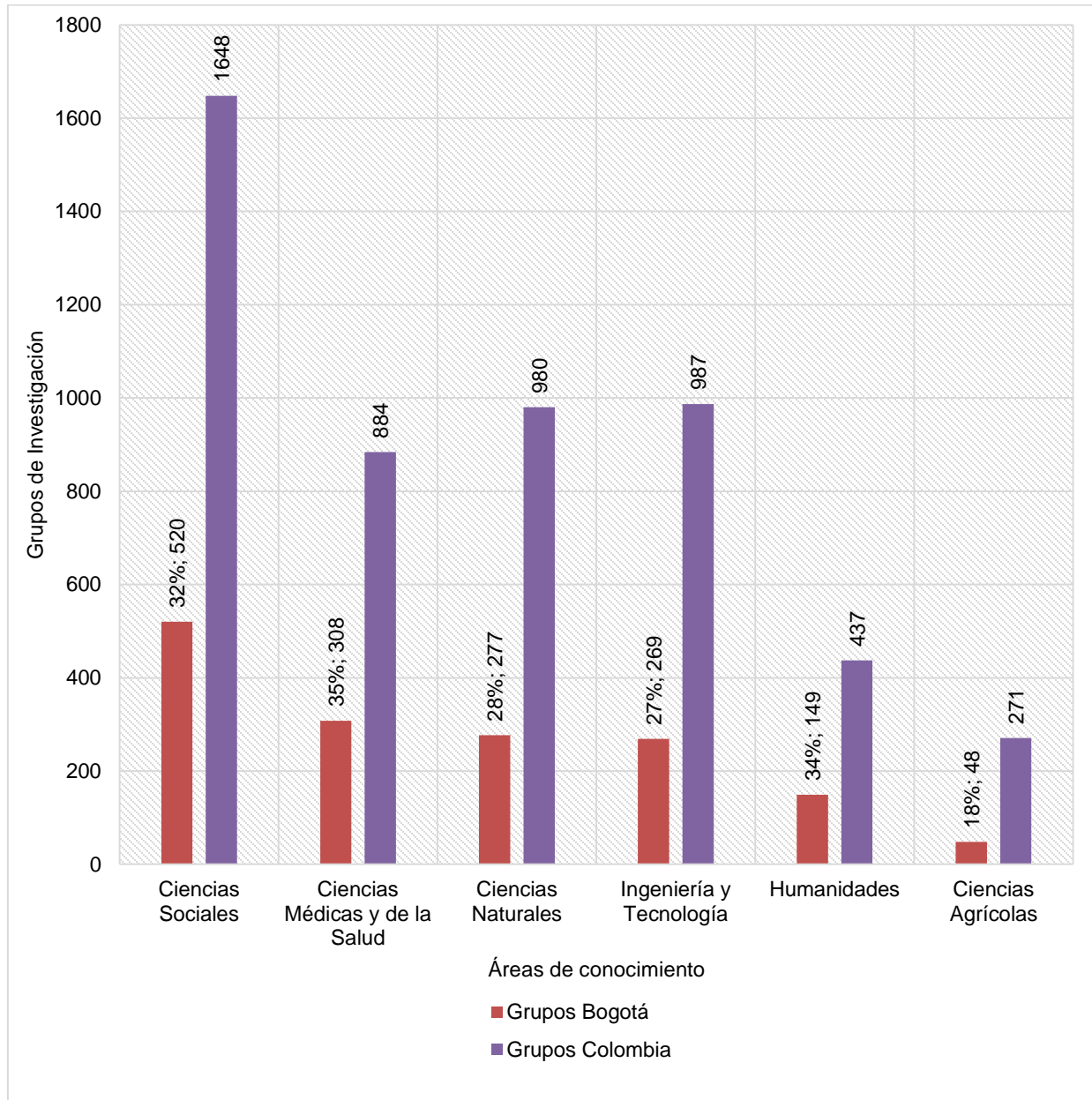


Fuente: resultados convocatoria 781 de Colciencias. Elaboración propia.



También se compararon los grupos de Bogotá con los grupos de Colombia en cuanto al área de conocimiento; en este caso se incluyen grupos categorizados y reconocidos de Colombia. En la figura 19 se puede observar el porcentaje de representación de los grupos de Bogotá respecto a los de Colombia.

Figura 19 Comparación de la cantidad de grupos de investigación por áreas de conocimiento de Bogotá y Colombia



Fuente: resultados convocatoria 781 de Colciencias. Elaboración propia.



### 7.1.2 Identificación de los grupos por institución avaladora

Otra característica de la base de datos es la identificación de las instituciones avaladoras de los grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación de Bogotá. Colciencias en su informe de La Ciencia en Cifras clasifica las instituciones que avalan grupos en: instituciones de educación superior (universidades, instituciones técnicas profesionales e instituciones tecnológicas) empresas, entidades del gobierno, entidades privadas sin ánimo de lucro, hospitales y clínicas, organizaciones no gubernamentales y otras.

En la tabla 34 se pueden observar las instituciones avaladoras de Bogotá con sus respectivos grupos de investigación

Tabla 34 Distribución de los grupos de investigación en Bogotá por institución avaladora

Clase de institución	Cantidad de instituciones	A1	A	B	C	Total
IES	66	183	250	317	518	1268
Entidades privadas sin ánimo de lucro	73	7	10	22	59	98
Empresas	56	2	5	11	46	64
Entidades del gobierno	21	1	4	13	34	52
Hospitales y clínicas	8	2	0	14	17	33
No gubernamentales	13	3	1	14	15	33
Otras	9	3	2	3	17	25
<b>Total</b>	<b>246</b>	<b>201</b>	<b>272</b>	<b>394</b>	<b>706</b>	<b>1573</b>

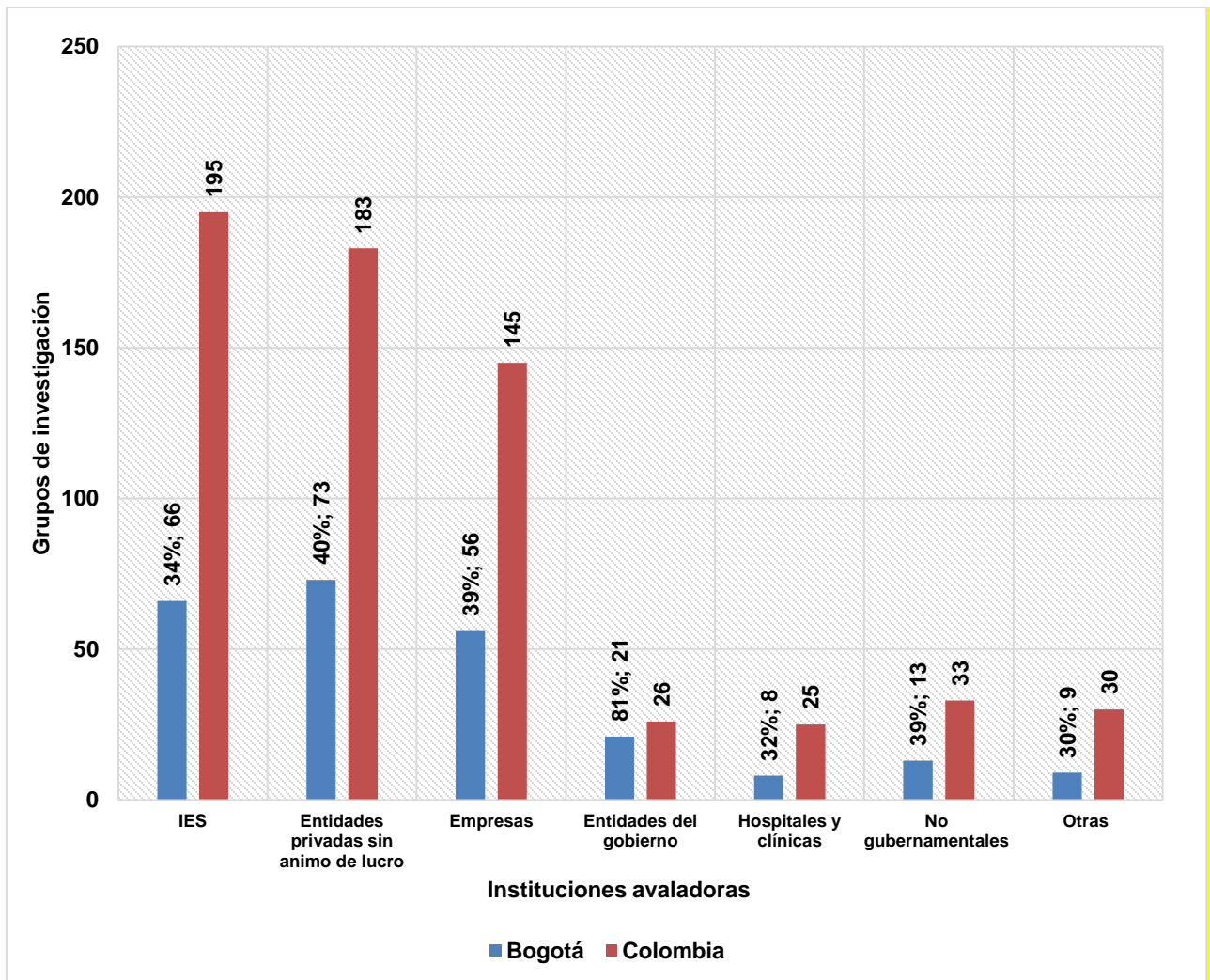
\* Los grupos categorizados en Bogotá por institución no coincide con los grupos categorizados por Bogotá, ambos datos son publicados por Colciencias. Los datos son dependientes de los cambios generales que se realicen en los gruplac. Los datos fueron tomados en mayo 2018

Fuente: la ciencia en cifras <http://colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/instituciones>. Elaboración propia.

Colombia en la convocatoria 781 del 2017 contó con 637 instituciones avaladoras, Bogotá tiene el 38, 61% de las instituciones avaladoras. En la figura 20 se puede observar la proporción de las instituciones de Bogotá en Colombia por cada tipo de institución.



Figura 20 Comparativo de las cantidades de instituciones avaladoras con Bogotá y de Colombia.



\* Los datos son dependientes de los cambios generales que se realicen en los gruplac. Los datos fueron tomados en mayo 2018

Fuente: la ciencia en cifras <http://colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/instituciones>. Elaboración propia.

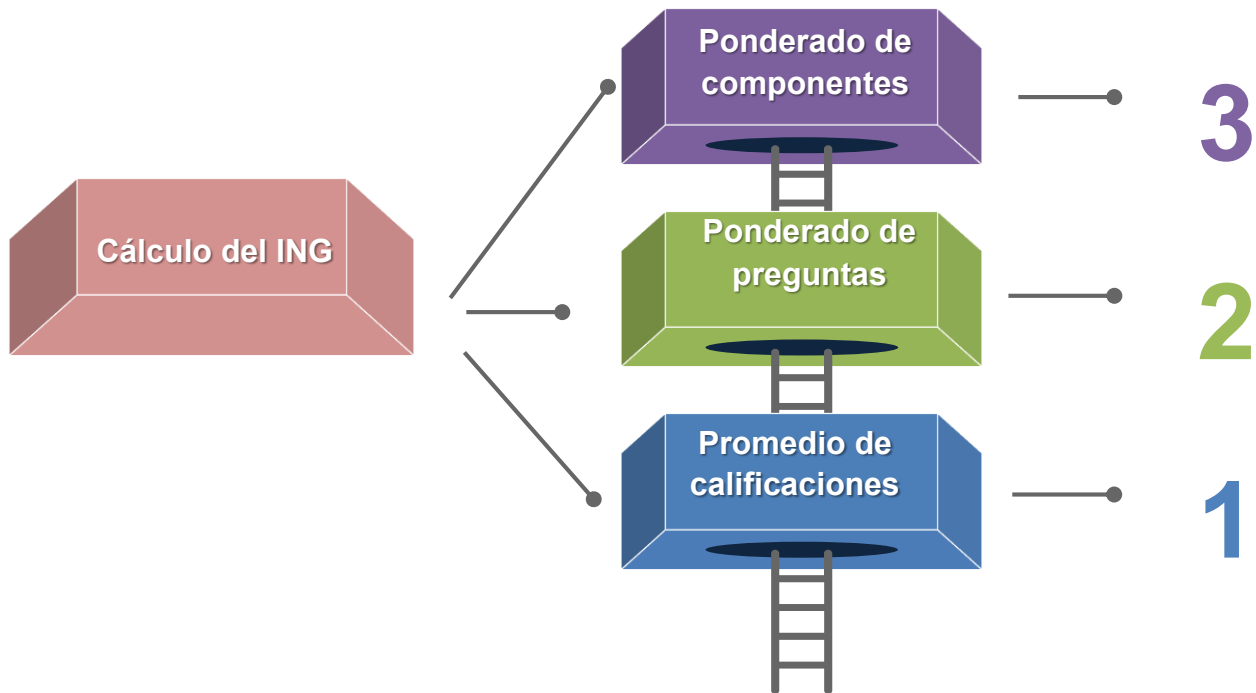
## 7.2 MÉTODO DE VALORACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE GERENCIA DE PROYECTOS EN LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE LA VARIABLE ING.

Para la valoración de la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos, se deben cuantificar las respuestas obtenidas del cuestionario empleado a los grupos I+D+i. El proceso de cuantificación se realiza por medio de la calificación del juicio de expertos y la finalidad es definir el ING por cada posible respuesta del cuestionario.



El Indicador de Nivel de Gerencia - ING es el valor cuantitativo que se le da a cada pregunta como resultado del análisis por parte del juicio de expertos. Para obtener el valor ING se realizan tres pasos: promedio de las calificaciones de los expertos en opciones de respuesta, ponderado de las preguntas dentro de los componentes y ponderado de los componentes. Los valores obtenidos en el juicio de expertos se pueden encontrar en el anexo E. En la figura 21 se puede observar la metodología para el cálculo del ING.

Figura 21 Cálculo del ING



Fuente: Elaboración propia

### 7.2.1 Promedio de las opciones de respuesta

El promedio se calcula con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$L_{jk} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_{ijk} \quad (1)$$





En donde:

- $k$  Está asociado con el número de pregunta sometida a juicio de expertos, esto es,  $k = 1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,14,15,16,17$  en que  $k = 1,2,3,4,5$  corresponden al componente Alcance,  $k = 7,8,9,10,11,12$  corresponden al componente Cronograma y  $k = 14,15,16,17$  corresponden al componente Costo.
- $m_{ijk}$  Es la calificación del experto entre 0 y 100;  $i$ , en la opción de respuesta  $j$  de la pregunta  $k$ .
- $n$  Es el número de expertos que calificaron, esto es,  $n = 5$ .
- $L_{jk}$ , Por tanto, es el promedio de las calificaciones de los expertos en la opción de respuesta  $j$  de la pregunta  $k$ .

Los resultados de los promedios de las respuestas del componente alcance del juicio de expertos se pueden observar en la tabla 35.

Tabla 35 Promedio de las respuestas del juicio de experto del componente alcance

Pregunta 1		Pregunta 2		Pregunta 3		Pregunta 4		Pregunta 5	
Resp.	$L_{j1}$	Resp.	$L_{j2}$	Resp.	$L_{j3}$	Resp.	$L_{j4}$	Resp.	$L_{j5}$
A	76	A	18	A	44	A	50	A	62
B	93	B	68	B	97	B	92	B	78
C	84	C	94	C	90	C	96	C	62
D	0	D	82	D	0	D	0	D	0
E	40	E	0	E	28	E	40	E	54
		F	26						

\*Los promedios de las respuestas se dan con la aplicación de la fórmula  $L_{jk}$  de las 5 preguntas del componente alcance.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los promedios de las respuestas del componente cronograma del juicio de expertos se pueden observar en la tabla 36.



Tabla 36 Promedio de las respuestas del juicio de experto del componente cronograma

Pregunta 7		Pregunta 8		Pregunta 9		Pregunta 10		Pregunta 11		Pregunta 12	
Resp.	$L_{j,7}$	Resp.	$L_{j,8}$	Resp.	$L_{j,9}$	Resp.	$L_{j,10}$	Resp.	$L_{j,11}$	Resp.	$L_{j,12}$
A	98	A	83	A	98	A	26	A	40	A	18
B	0	B	94	B	82	B	51	B	94	B	30
C	53	C	0	C	0	C	72	C	88	C	35
		D	50			D	98	D	0	D	35
						E	2	E	38	E	92
						F	11			F	0

\*Los promedios de las respuestas se dan con la aplicación de la fórmula  $L_{jk}$  de las 6 preguntas del componente cronograma.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los promedios de las respuestas del componente costo del juicio de expertos se pueden observar en la tabla 37.

Tabla 37 Promedio de las respuestas del juicio de experto del componente costo

Pregunta 14		Pregunta 15		Pregunta 16		Pregunta 17	
Resp.	$L_{j,14}$	Resp.	$L_{j,15}$	Resp.	$L_{j,16}$	Resp.	$L_{j,17}$
A	92	A	38	A	52	A	2
B	78	B	52	B	92	B	29
C	0	C	88	C	82	C	17
		D	0	D	0	D	38
		E	12	E	6	E	92
						F	12

\*Los promedios de las respuestas se dan con la aplicación de la fórmula  $L_{jk}$  de las 4 preguntas del componente costo.

Fuente: Elaboración propia



### 7.2.2 Ponderado de las preguntas por componente

Este ponderado se calcula con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$C_{kl} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 q_{ikl} \quad (2)$$

Con  $\sum_{k=1}^{Kl} q_{ikl} = 100$

En donde:

- $l$  Está asociado con el componente, esto es,  $l = 1$  (Alcance),  $l = 2$  (Cronograma) y  $l = 3$  (Costo).
- $q_{ikl}$  Es la calificación del experto  $i$ , a la pregunta  $k$  en el componente  $l$ .
- $n_l$  Es el número de preguntas en el componente  $l$ , que son  $n_1 = 5$ ,  $n_2 = 6$  y  $n_3 = 4$ .
- $C_{kl}$ , por tanto, es el peso que dan, en conjunto, los expertos a la pregunta  $k$  dentro del componente  $l$ .

Los resultados de la ponderación de las preguntas por cada componente se pueden observar en la tabla 38.

Tabla 38 Ponderación de las preguntas en cada componente (alcance, cronograma y costo)

Alcance			Cronograma			Costo		
Pregunta	Total	$C_{k1}$	Pregunta	Total	$C_{k2}$	Pregunta	Total	$C_{k3}$
1	97	19,4	7	69	13,8	14	105	23.4
2	102	20,4	8	76	15,2	15	120	27.2
3	112	22,4	9	71	14,2	16	110	25.4
4	97	19,4	10	114	22,8	17	90	24.0
5	92	18,4	11	94	18,8			
		100	12	76	15,2			
total	500		Total	500	100	total	500	100

\*Las ponderaciones de las preguntas se dan con la aplicación de la fórmula  $C_{kl}$ , en las 5 preguntas del componente alcance, 6 del componente cronograma y 4 del componente costo.

Fuente: Elaboración propia



### 7.2.3 Ponderado de los componentes

Este ponderado se calcula con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$B_l = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^n r_{il} \quad (3)$$

Con  $\sum_{i=1}^{il} r_{il} = 100$

En donde:

- $r_{il}$  Es la calificación del experto  $i$ , a la componente  $l$ .
- $B_l$  Por tanto, es el peso que dan, en conjunto, los expertos al componente  $l$ .

Los resultados de la ponderación de los componentes se pueden observar en la tabla 38.

Tabla 39 Ponderación de los componentes (alcance, cronograma y costo)

Componente	Total	$B_l$
Alcance	197	39,3
Tiempo	147	29,3
Costo	157	31,3
<b>Total</b>	<b>500</b>	<b>100</b>

\*Las ponderaciones de los componentes se dan con la aplicación de la fórmula  $B_l$ , en los tres componentes, alcance, cronograma y costo.

Fuente: Elaboración propia.

### 7.2.4 Cálculo del ING

La ponderación para cada una de las opciones de respuesta corresponde al índice de nivel de gerencia ( $ING_{jkl}$ ). El cálculo del ING por respuesta se obtiene multiplicando (1), (2) y (3), expresado en la siguiente fórmula:

$$ING_{jkl} = L_{jk} \times C_{kl} \times B_l$$

Ejemplo:

El ING de la respuesta B de la pregunta 18.

El  $ING_{jkl}$  para  $j = 2$  (opción de respuesta B),  $k = 18$  (pregunta 18) y  $l = 3$  (Costo) sería

$$ING_{2,18,3} = L_{2,18} \times C_{18,3} \times B_3 = 29 \times 0.15 \times 0.31 = 1.4$$



Los valores cuantitativos finales (ING) para cada opción de respuesta en cada pregunta de los componentes alcance, cronograma y costo, se presentan en la tabla 40.

Tabla 40 Valores de ING de las opciones de respuesta del cuestionario

Componente alcance			Componente Cronograma			Componente costo		
Pregunta	Respuesta	$ING_{jkl}$	Pregunta	Respuesta	$ING_{jkl}$	Pregunta	Respuesta	$ING_{jkl}$
Pregunta 1	A	5,8	Pregunta 7	A	4	Pregunta 14	A	6,7
	B	7,1		B	0		B	5,7
	C	6,4		C	2,1		C	0
	D	0	Pregunta 8	A	3,7	Pregunta 15	A	3,2
	E	3,1		B	4,2		B	4,4
Pregunta 2	A	1,4	Pregunta 9	C	0	Pregunta 16	C	7,5
	B	5,5		D	2,2		D	0
	C	7,5		A	4,1		E	1,1
	D	6,6	Pregunta 10	B	3,4	Pregunta 17	A	4,1
	E	0		C	0		B	7,3
	F	2,1		A	1,7		C	6,5
Pregunta 3	A	3,9	Pregunta 11	B	3,4	Pregunta 12	D	0
	B	8,5		C	4,8		E	0,5
	C	7,9		D	6,6		A	0,2
	D	0		E	0,1		B	2,2
	E	2,5		F	0,7		C	1,3
Pregunta 4	A	3,8	Pregunta 12	A	2,2	Pregunta 13	D	2,9
	B	7		B	5,2		E	6,9
	C	7,3		C	4,9		F	0,9
	D	0		D	0			
	E	3,1		E	2,1			
Pregunta 5	A	4,5	Pregunta 13	A	0,8	Pregunta 14	A	6,7
	B	5,6		B	1,3		B	5,7
	C	4,5		C	1,6		C	0
	D	0		D	1,6		A	3,2
	E	3,9		E	4,1		B	4,4
			F	0	C	7,5		

\*Los valores de ING corresponden a la calificación consolidada por cada respuesta obtenida del juicio de expertos

Fuente: Elaboración propia



Las opciones de respuestas de todas las preguntas del cuestionario son condicionadas por ser de opción múltiple única respuesta. Es decir, al sumar las opciones de respuesta con menor valor de ING, se obtiene un puntaje de 1,0 y al sumar las opciones de respuesta con mayor valor de ING, se obtiene un puntaje de 93.

Los valores de ING de los grupos de investigación estarán entre 1,0 y 93. Siendo 93 el máximo puntaje y 1,0 el mínimo puntaje para la aplicación de prácticas de gerencia.

### 7.3 PRÁCTICAS DE GERENCIA DE PROYECTOS DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN ALCANCE, CRONOGRAMA Y COSTO.

Para identificar la aplicación de prácticas de gerencia en los grupos, primero validan los cuestionarios por medio de una consistencia interna, y una vez validados se realizan los análisis descriptivos. Posteriormente se aplica el método de valoración diseñado para definir el ING por cada grupo, permitiendo la elaboración de histogramas. Es allí, donde se puede observar el comportamiento de la variable ING por categorías, de forma general y por cada área de conocimiento (alcance, cronograma y costo).

#### 7.3.1 Validación de Consistencia Interna

La Validación de Consistencia Interna radica en tres procesos: primero determinar los resultados admitidos para realizar la correlación, definidos como aquellos que contesten los primeros tres componentes del cuestionario (alcance, cronograma y costo). Segundo, comprobar la validez de la muestra, donde se eliminan grupos repetidos, inexistentes o no categorizados. Por último, se confronta la categoría de los grupos, especificando si la categoría que marco el grupo sí corresponde a la asignada por Colciencias en la convocatoria 781, de no ser así, se traslada a la categoría asignada por Colciencias.

Al llevar a cabo el ejercicio anteriormente descrito, se obtiene una muestra de 407 grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación. De ellos, 54 grupos no completaron los tres primeros componentes y 24 grupos fueron eliminados por ser inválidos, dejando una muestra de 329 para realizar la correlación, tal y como se relaciona en la tabla 41.

Tabla 41 Muestra con validación de consistencia interna

<b>Muestra final</b>	
Total cuestionarios	407
Cuestionarios incompletos	54
Cuestionarios inválidos	24
<b>Cuestionarios válidos</b>	<b>329</b>

Fuente: Elaboración propia



La distribución de los 329 cuestionarios entre las categorías de los grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación se puede observar en la tabla 42. También, se puede observar el traslado de los grupos que se comprobaron ser de otra categoría diferente a la que marcaron. Los 329 grupos que contestaron, su categoría, área de conocimiento, institución avaladora y resultados se presentan en la matriz de datos del anexo F.

Tabla 42 Muestra con validación de consistencia interna por categorías

	A1	A	B	C	Total
Total cuestionarios válidos	50	63	95	121	<b>329</b>
Categorías marcadas incorrectamente	3	3	4	2	<b>12</b>
Asignación de categorías correctas	3	4	2	3	<b>12</b>
<b>Total cuestionarios verificados</b>	<b>50</b>	<b>64</b>	<b>93</b>	<b>122</b>	<b>329</b>

\*De la muestra final validada y verificada, 50 corresponden a la categoría A1, 64 la categoría A, 93 a la categoría B y 122 a la categoría C.

Fuente: Elaboración propia.

#### 7.3.1.1 Nivel de confianza y error estándar de la muestra final

En la metodología como criterios del tamaño de la muestra, se establecen los niveles de confianza y el intervalo de error. En la tabla 43 se pueden observar por categoría, los niveles de confianza y el error estándar de la muestra final validada.

Tabla 43 Nivel de confianza y error estándar muestra final

Categoría	Población	Muestra con niveles de confianza de 90% a 100% y error de 1% al 10%	Muestra final obtenida	Nivel de confianza	Intervalo de error
A1	185	50	50	90%	1%-10%
A	263	54	64	99%	1%-10%
B	398	58	93	95%	1%-10%
C	725	62	122	97%	1%-10%
<b>Total</b>	<b>1571</b>	<b>65</b>	<b>329</b>	<b>99%</b>	<b>1%-10%</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 7.3.1.2 Tasa de respuesta

Se envía la encuesta a todos los grupos de investigación categorizados por Colciencias en la ciudad de Bogotá, obteniendo una tasa de respuesta del 20.94%. En la tabla 44 se encuentra la tasa de respuesta por categorías.



Tabla 44 Número de grupos que respondieron la encuesta por categoría Colciencias

Tasa de respuesta	Categoría del grupo				
	A1	A	B	C	Total
	50 15.2 %	64 19.4 %	93 28.3%	122 37.1 %	329 100 %
50/185 27 %	64/263 24.33 %	93/398 23,4 %	122/725 16,8 %	329/1571 20.9 %	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 44 se puede observar la cantidad de encuestas contestadas por los grupos de investigación, por área de conocimiento y su tasa de respuesta.

Tabla 45 Número de grupos que respondieron la encuesta según área del conocimiento.

Área del conocimiento						
Ciencias agrícolas	Ciencias medicas	Ciencias naturales	Ciencias sociales	Humanidades	Ingeniería y tecnología	Total
10 3 %	62 18.9 %	34 10.3 %	117 35.6 %	31 9.4 %	75 22.8 %	329 100 %

Fuente: Elaboración propia

### 7.3.1.3 Características de la muestra final

En la tabla 46 se pueden observar las áreas de conocimiento de la muestra final y la relación con la población, de esta manera se identifica la diversidad de la muestra en áreas de conocimiento.

Tabla 46 Representatividad de la muestra sobre la población por área de conocimiento

Categoría	Ciencias Agrícolas	Ciencias Médicas y de salud	Ciencias naturales	Ciencias sociales	Humanidades	Ingeniería y tecnología	Total muestra
A1 Población	8	30	46	54	9	38	185
A1 Muestra	2	8	10	19	2	9	50
A Población	11	35	52	99	28	38	263
A Muestra	1	16	7	25	6	9	64
B Población	11	96	59	132	37	63	398
B Muestra	3	18	5	37	9	21	93
C Población	18	147	120	235	75	130	725
C Muestra	4	20	12	36	14	36	122

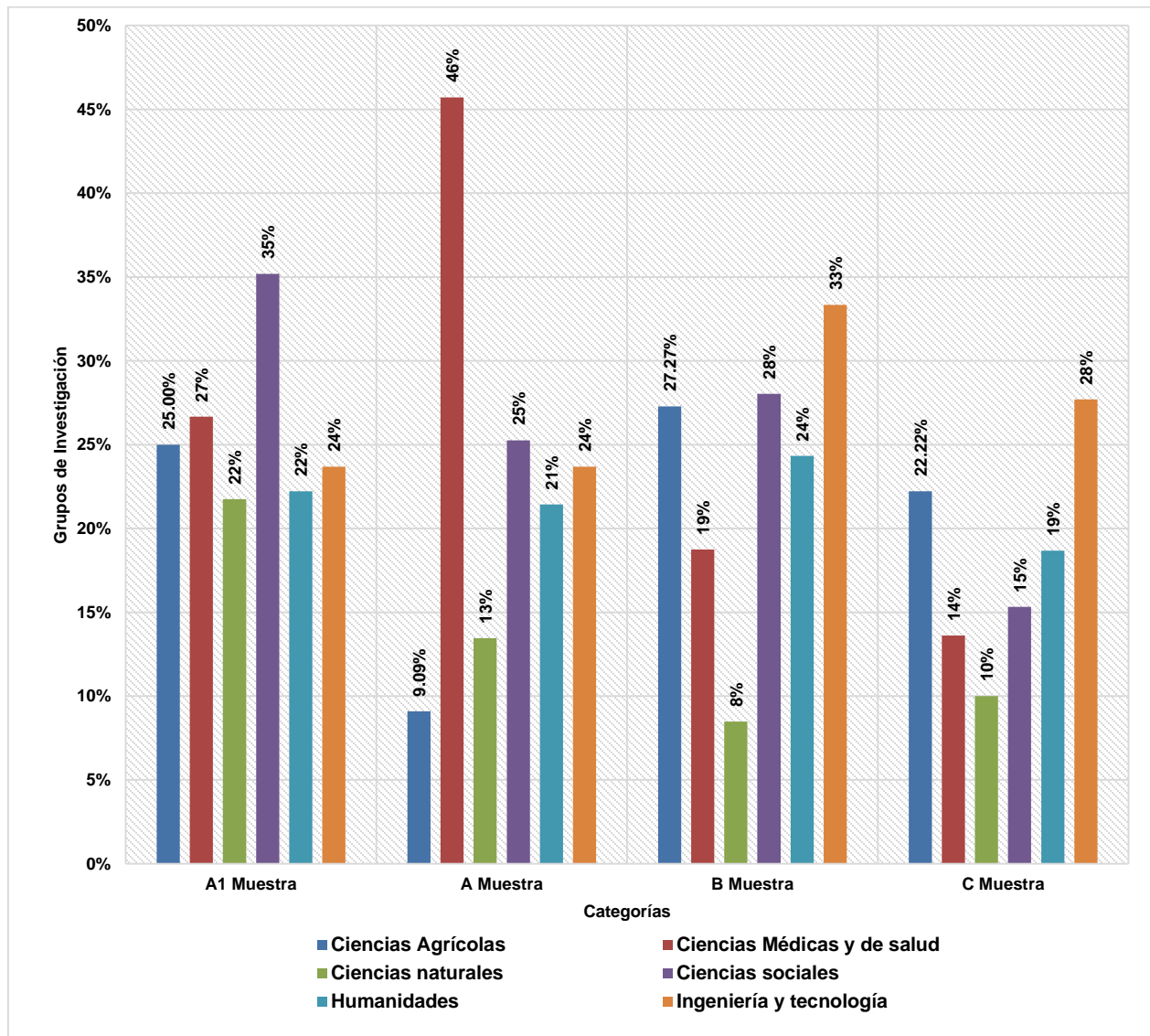
Fuente: Elaboración propia





En la figura 22 se puede observar el porcentaje de los grupos de la muestra respecto a la población por área de conocimiento y por categoría

Figura 22 Porcentaje de la muestra en la población por área de conocimiento



Fuente: Elaboración propia

De las 246 instituciones avaladoras de grupos de investigación en Bogotá, 84 instituciones avalaron los grupos que hacen parte de la muestra final. En la tabla 47 se pueden observar las instituciones avaladoras con sus respectivos grupos de investigación y la clasificación de Colciencias a cada institución, de esta manera se identifica la diversidad de la muestra por instituciones.



Tabla 47 Instituciones avaladoras de los grupos de investigación de la muestra final

Nº	Clasificación Colciencias	Institución Avaladora	Grupos
1	IES	Universidad Nacional De Colombia - Oficial - (Avalado)	39
2	IES	Pontificia Universidad Javeriana - (Avalado)	30
3	IES	Universidad Pedagógica Nacional - U.P.N. - (Avalado)	18
4	IES	Universidad De Los Andes - Uniandes - (Avalado)	16
5	IES	Universidad De La Salle - Unisalle - (Avalado)	13
6	IES	Universidad Distrital Francisco José De Caldas - (Avalado)	12
7	IES	Universidad Santo Tomás - (Avalado)	11
8	IES	Universidad Antonio Nariño - (Avalado)	10
9	IES	Corporación Universitaria Minuto De Dios - (Avalado)	9
10	IES	Universidad Externado de Colombia - (Avalado)	8
11	IES	Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito - E.C.I. - (Avalado)	7
12	IES	Dirección Nacional de Escuelas - Policía Nacional De Colombia - (Avalado)	7
13	IES	Universidad Colegio Mayor De Cundinamarca - (Avalado)	7
14	IES	Universidad Jorge Tadeo Lozano - (Avalado)	6
15	IES	Universidad El Bosque - (Avalado)	6
16	IES	Universidad Católica De Colombia - U.C.C. - (Avalado)	6
17	IES	Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario - (Avalado)	6
18	IES	Fundación Universitaria Agraria De Colombia - (Avalado)	5
19	IES	Universidad Manuela Beltrán - (Avalado)	5
20	IES	Universidad EAN - (Avalado)	4
21	IES	Fundación Universitaria Del Área Andina - (Avalado)	4
22	IES	Universidad La Gran Colombia - (Avalado)	4
23	IES	Universidad ECCI - (Avalado)	4
24	IES	Universidad Sergio Arboleda - (Avalado)	4
25	Entidad del gobierno	Instituto Nacional De Salud - (Avalado)	3
26	IES	Corporación Universidad Piloto De Colombia - (Avalado)	3
27	Entidad del gobierno	Ejército de Colombia-Dirección de Ciencia y Tecnología - (avalado)	3
28	Hospitales y Clínicas	Hospital Universitario De La Samaritana - H.U.S. - (Avalado)	3
29	IES	Universidad Autónoma De Colombia - (Avalado)	3
30	IES	Universidad De San Buenaventura - (Avalado)	3
31	IES	Centro De Educación Militar - (Avalado)	3
32	IES	Universidad Militar Nueva Granada - Unimilitar - (Avalado)	3
33	IES	Universidad Libre De Colombia - (Avalado)	3
34	IES	Servicio Nacional de Aprendizaje Sena - (Avalado)	2
35	IES	Fundación Universitaria Panamericana - (Avalado)	2
36	IES	Fundación Universidad De América - (Avalado)	2
37	IES	Fundación Universidad Central - (Avalado)	2
38	IES	Fundación Universitaria Los Libertadores - (Avalado)	2
39	Entidad privada sin ánimo de lucro	"Instituto De Investigación De Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt - (Avalado)	2
40	IES	Universidad Nacional Abierta Y A Distancia - (Avalado)	2
41	IES	Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova - (Avalado)	2
42	Entidad del gobierno	Secretaría Distrital de Salud de Bogotá - (Avalado)	2
43	Entidad privada sin ánimo de lucro	Fundación Instituto De Inmunología De Colombia - Fidic - (Avalado)	2
44	Empresa	KM-RoBoTa s.a.s. - (Avalado)	1
45	IES	Escuela Superior de Guerra - (Avalado)	1
46	Entidad privada sin ánimo de lucro	Asociación Colombiana de Porcicultores - (Avalado)	1



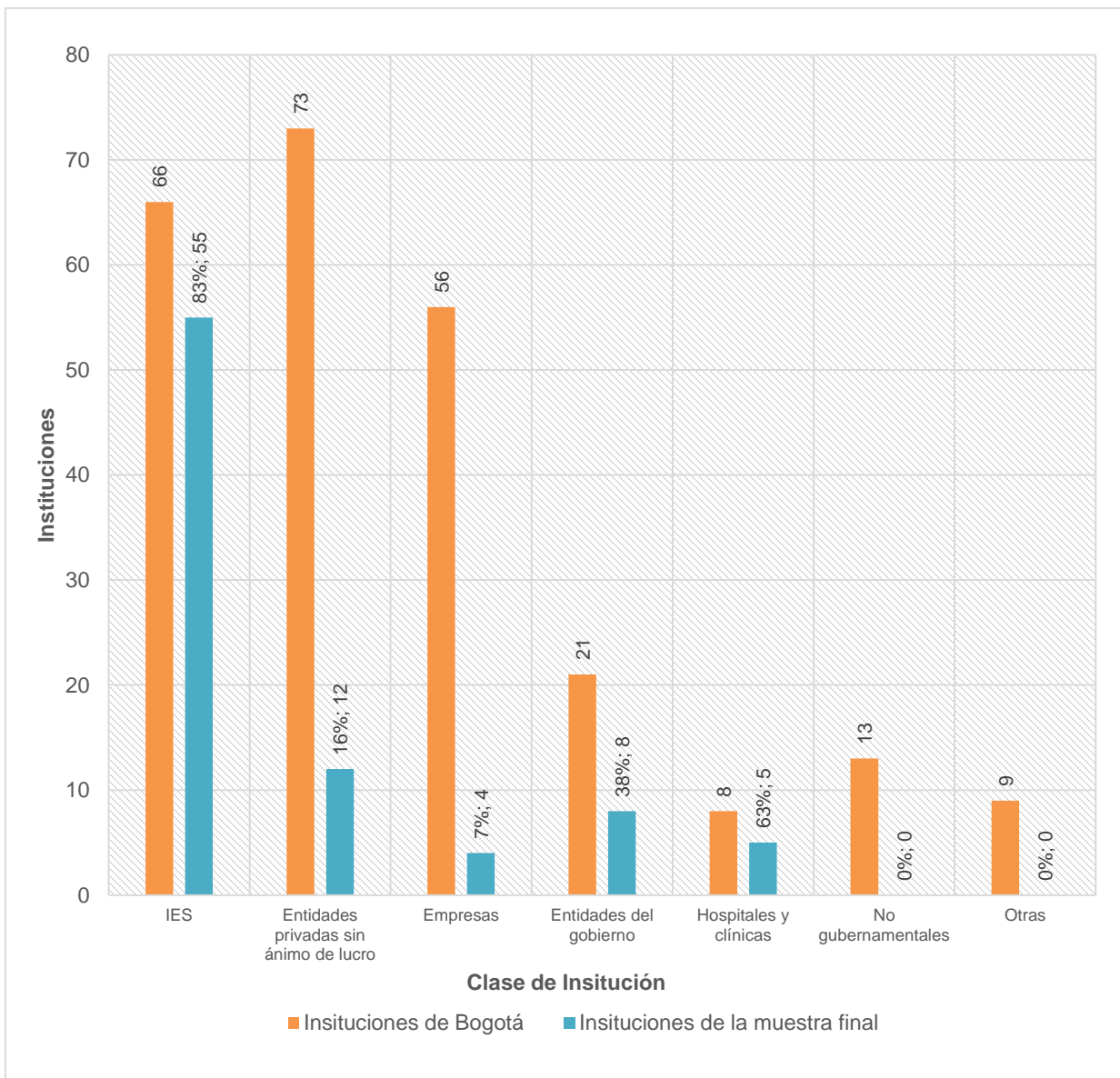
Nº	Clasificación Colciencias	Institución Avaladora	Grupos
47	Entidad privada sin ánimo de lucro	Asociación Colombiana Para El Avance De La Ciencia - Acac - (Avalado)	1
48	Entidad privada sin ánimo de lucro	Maloka - Centro Interactivo De Ciencia Y Tecnología - (Avalado)	1
49	IES	Fundación Universitaria Sanitas - (Avalado)	1
50	IES	Universidad Cooperativa De Colombia - (Avalado)	1
51	IES	Escuela De Ingenieros Militares - (Avalado)	1
52	Entidad privada sin ánimo de lucro	Instituto Caro Y Cuervo - (Avalado)	1
53	Entidad privada sin ánimo de lucro	Fundación Neumológica Colombiana - (Avalado)	1
54	IES	Corporación Universitaria Republicana - (Avalado)	1
55	Hospitales y Clínicas	Fundación Santa Fe De Bogotá - Fsfb - (Avalado)	1
56	Entidad privada sin ánimo de lucro	Corporación para la Educación y las TICS - (Avalado)	1
57	IES	Corporación Unificada Nacional De Educación Superior - (Avalado)	1
58	IES	Fundación Universitaria De Ciencias De La Salud - (Avalado)	1
59	Entidad privada sin ánimo de lucro	Observatorio Colombiano De Ciencia Y Tecnología - Ocyt - (Avalado)	1
60	Entidad privada sin ánimo de lucro	Sociedad Colombiana De Anestesiología y Reanimación - (Avalado)	1
61	Hospitales y Clínicas	Hospital El Tunal Ese - (Avalado)	1
62	Hospitales y Clínicas	Hospital Militar Central - (Avalado)	1
63	Entidad privada sin ánimo de lucro	Fundación Biodiversa Colombia - (Avalado)	1
64	IES	Fundación Universitaria UNINPAHU - (Avalado)	1
65	Empresa	Colombiana de Trasplantes - (Avalado)	1
66	Entidad del gobierno	Instituto Nacional de Metrología - INM - (Avalado)	1
67	IES	Fundación Universitaria Juan n. Corpas - (Avalado)	1
68	Entidad del gobierno	Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria - Corpoica - (Avalado)	1
69	IES	Instituto Tecnológico de Bogotá - (Avalado)	1
70	Hospitales y Clínicas	Hospital Universitario Clínica San Rafael - (Avalado)	1
71	Entidad del gobierno	Servicio Geológico Colombiano - (Avalado)	1
72	IES	Universitaria Agustiniana - (Avalado)	1
73	IES	Escuela Colombiana De Rehabilitación - E.C.R. - (Avalado)	1
74	Empresa	Segura Morón & Castañeda Asesores en Salud - (Avalado)	1
75	IES	Fundación para la Educación Superior San Mateo - (Avalado)	1
76	Entidad del gobierno	Instituto de Estudios del Ministerio Público - (Avalado)	1
77	IES	Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales - UDCA - (Avalado)	1
78	IES	Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central - (Avalado)	1
79	Empresa	LatinCampus Corporate University - (Avalado)	1
80	IES	Institución Universitaria Latina Unilatina - (Avalado)	1
81	IES	Corporación Universitaria Unitec - (Avalado)	1
82	IES	Fundación Universidad Incca De Colombia - (Avalado)	1
83	Entidad privada sin ánimo de lucro	International Corporation of Networks of Knowledge ICONK - (Avalado)	1
84	Entidad del gobierno	Instituto Geográfico Agustín Codazzi - (Avalado)	1
<b>Total grupos</b>			<b>329</b>

Fuente: Matriz de datos, (Colciencias, 2018a). Elaboración propia



En la figura 23 se puede observar el comparativo de las instituciones entre la población y la muestra obtenida. Para la clasificación de las instituciones se toma de referencia la realizada por Colciencias en el informe Ciencia en Cifras (Instituciones de Educación Superior (IES), empresas, entidades del gobierno, entidades privadas sin ánimo de lucro y hospitales y clínica). De las entidades no gubernamentales ningún grupo se encuentra en la muestra.

Figura 23 Comparación de las instituciones que avalan grupos en Bogotá y las instituciones de la muestra



Fuente: Matriz de datos, (Colciencias, 2018a). Elaboración propia



### 7.3.2 Identificación de la aplicación de prácticas de gerencia en los grupos de investigación

Para la identificación de la aplicación de prácticas de gerencia en los grupos de investigación, se tabularon los resultados de los 329 cuestionarios válidos de los grupos. A continuación, se evidencia cada una de las tabulaciones por grupos y por categorías en las tres componentes (alcance, cronograma y costo) y por el componente investigativo.

#### 7.3.2.1 Identificación de aplicación de prácticas de gerencia en componente alcance

El componente alcance corresponde a las primeras 5 preguntas del cuestionario. De ellas, las preguntas 1,2 y 3 corresponden al grupo de proceso de planificación del PMI:

- Pregunta 1: Recopilar requisitos
- Pregunta 2: Definir el alcance
- Pregunta 3: Crear la EDT

Las preguntas 4 y 5 corresponden al grupo de proceso de monitoreo y control del PMI:

- Pregunta 4: validar el alcance
- Pregunta 5: controlar el alcance

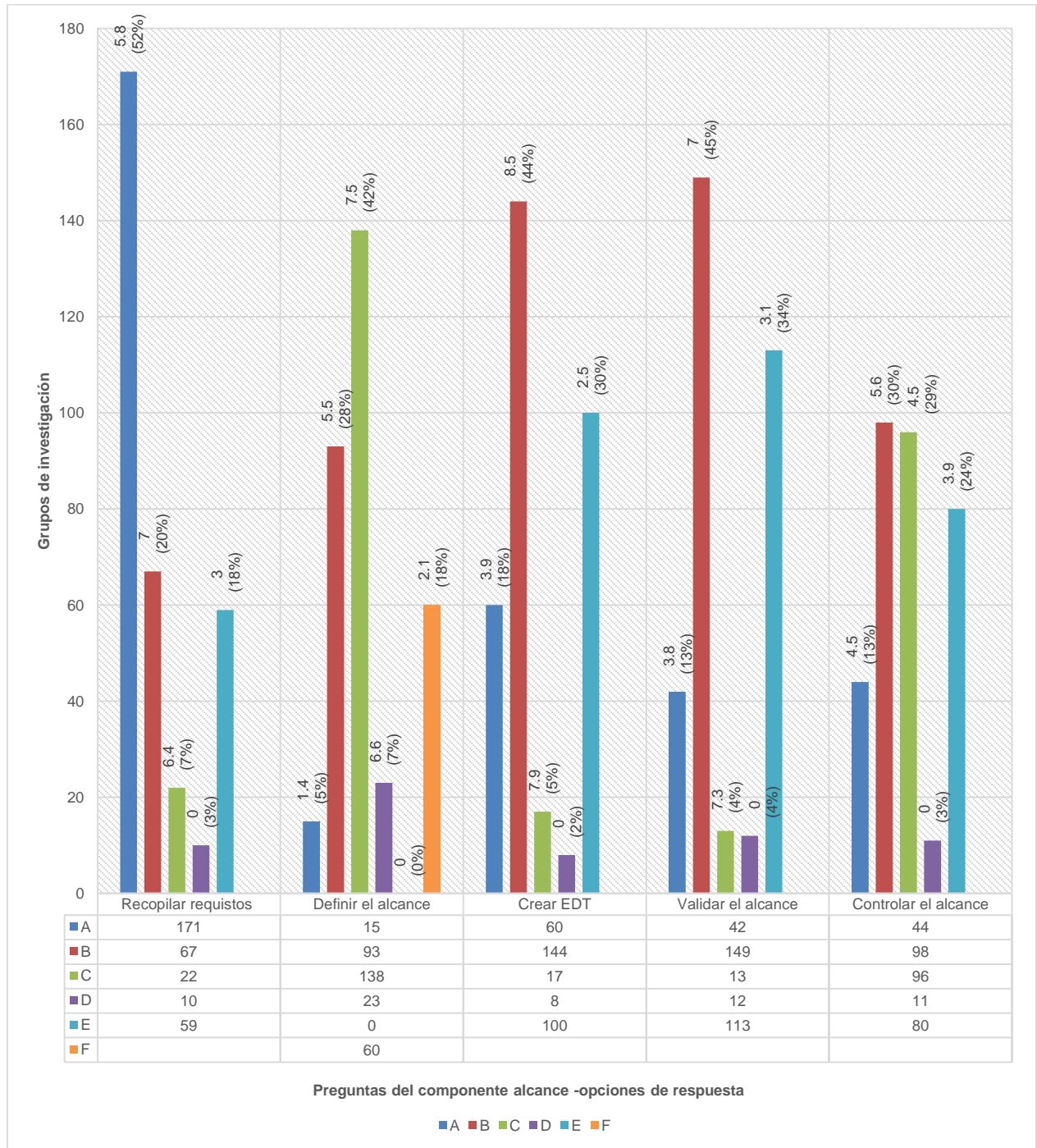
Dentro de las mejores prácticas del componente alcance, el proceso que más grupos de investigación realizan, es crear la EDT, con un ING de respuesta de 8.5, la aplican el 44 % de los grupos; mientras que el proceso que menos grupos realizan, es validar el alcance, con solo el 4 % de los grupos y un ING 7.3.

De las categorías, en la categoría A1 y C, el proceso que más grupos realizan, de las mejores prácticas es definir el alcance, con un 34 % y 48 % respectivamente y en la categoría A y B es crear la EDT con un 52 % y 41 % respectivamente.

En la figura 24 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación en el componente alcance del cuestionario. Los números de serie ubicados en la parte superior de los ejes corresponden al ING por respuesta y al porcentaje de grupos que contestaron esa opción de respuesta.



Figura 24 Respuestas de los grupos de investigación en el componente alcance

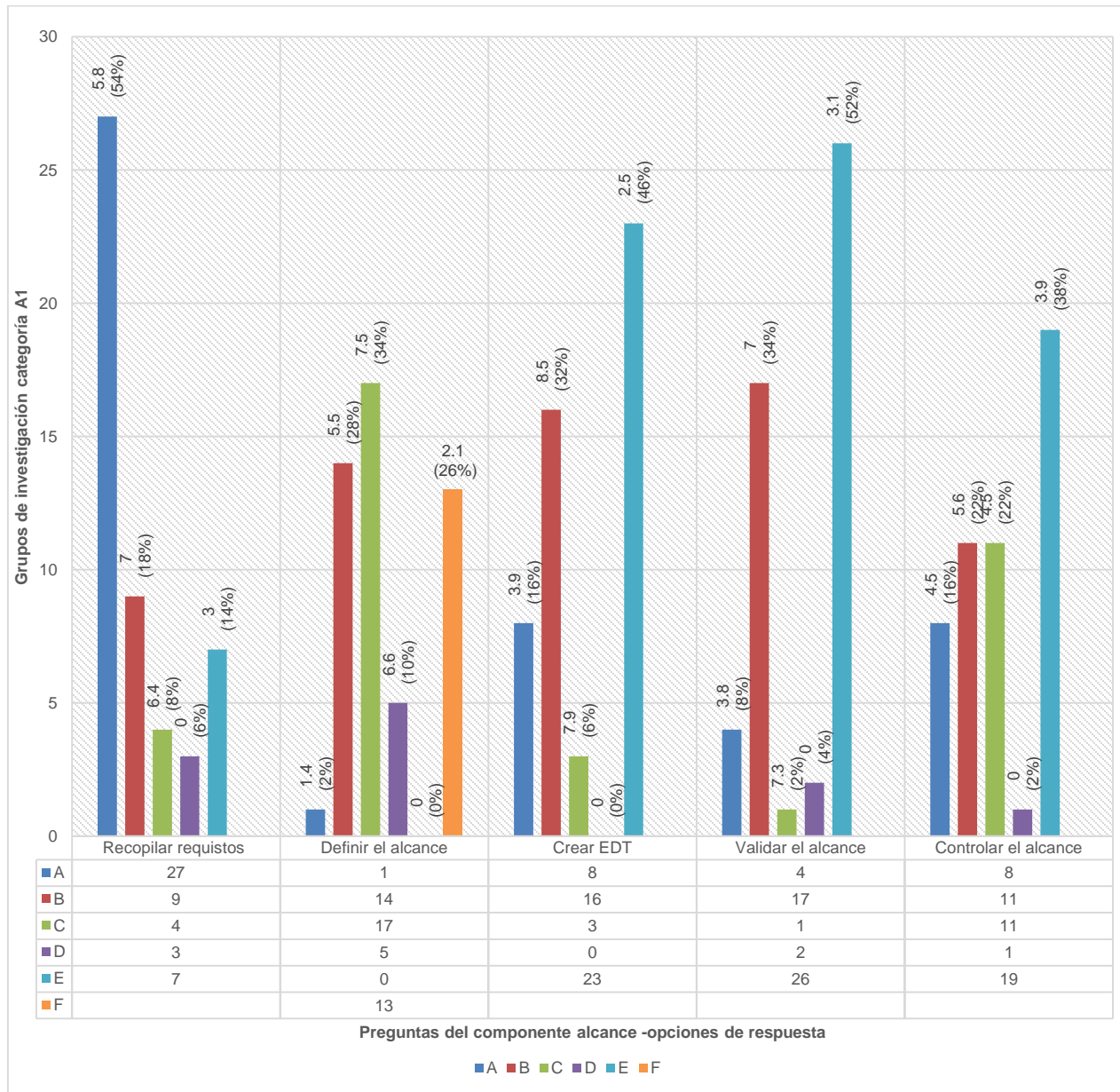


\*En la figura se puede observar que en recopilar requisitos el 20% de los grupos tienen el mayor ING, en definir el alcance el 42%, en crear EDT el 44%, en validar el alcance el 4% y en controlar el alcance el 30%. Fuente: Elaboración propia



En la figura 25 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación de la categoría A1 en el componente alcance del cuestionario

Figura 25 Respuestas de los grupos de investigación categoría A1 en el componente alcance

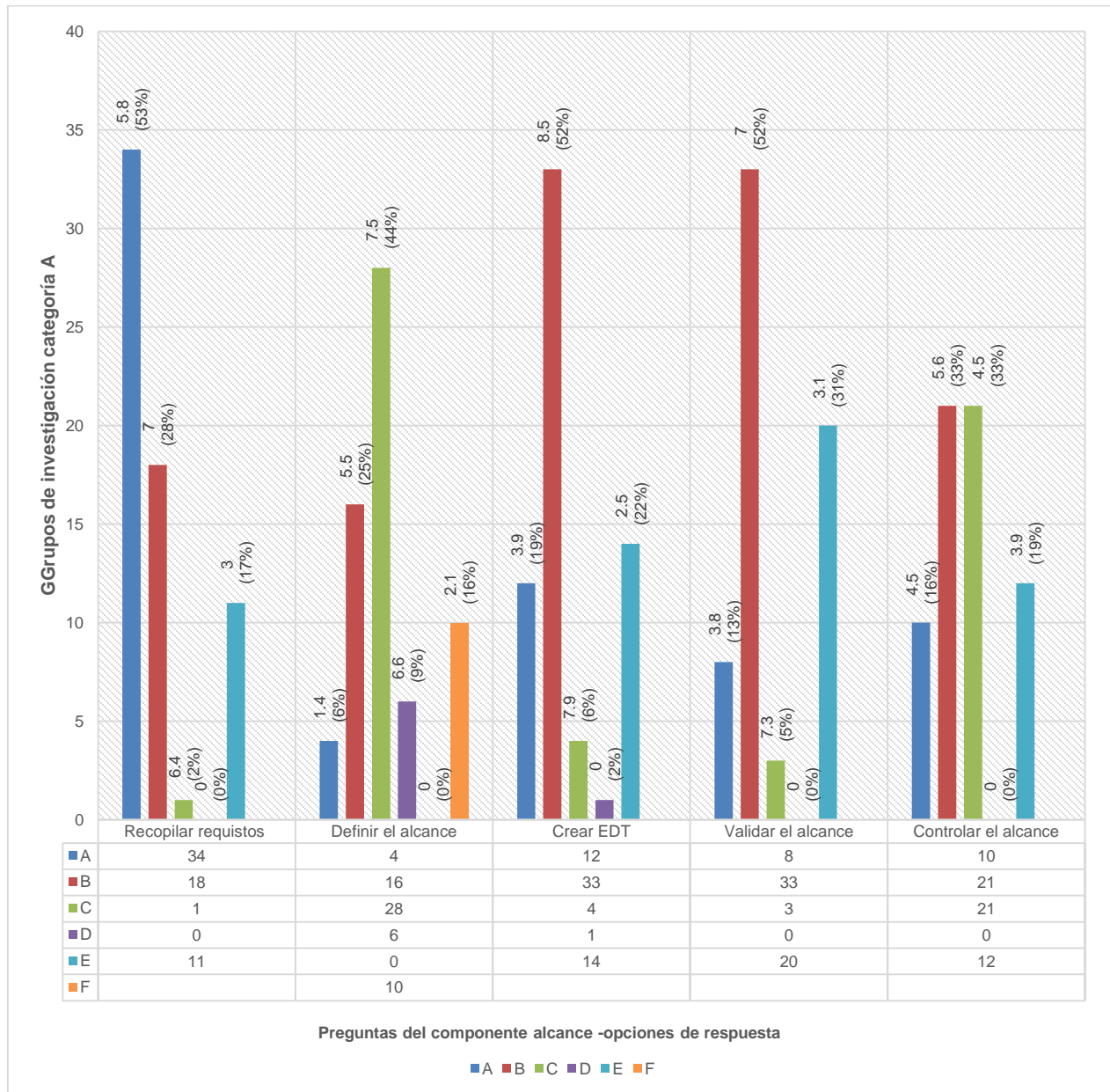


\*En la figura se puede observar que en recopilar requisitos el 18% de los grupos tienen el mayor ING, en definir el alcance el 34%, en crear EDT el 32%, en validar el alcance el 2% y en controlar el alcance el 22%. Fuente: Elaboración propia



En la figura 26 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación de la categoría A en el componente alcance del cuestionario.

Figura 26 Respuestas de los grupos de investigación categoría A en el componente alcance



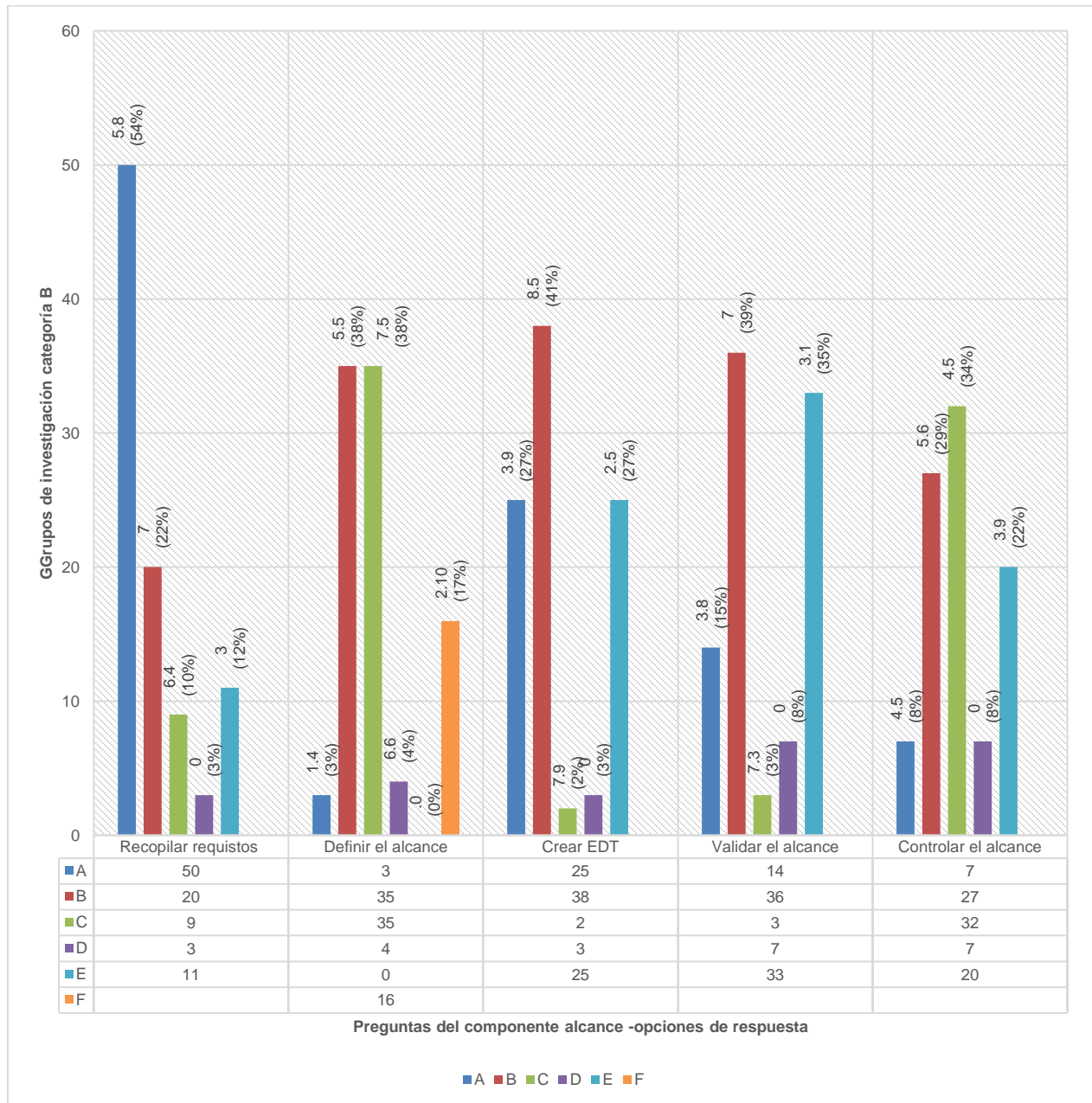
\*En la figura se puede observar que en recopilar requisitos el 28% de los grupos tienen el mayor ING, en definir el alcance el 44%, en crear EDT el 52%, en validar el alcance el 5% y en controlar el alcance el 33%. Fuente: Elaboración propia





En la figura 27 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación de la categoría B en el componente alcance del cuestionario.

Figura 27 Respuestas de los grupos de investigación categoría B en el componente alcance

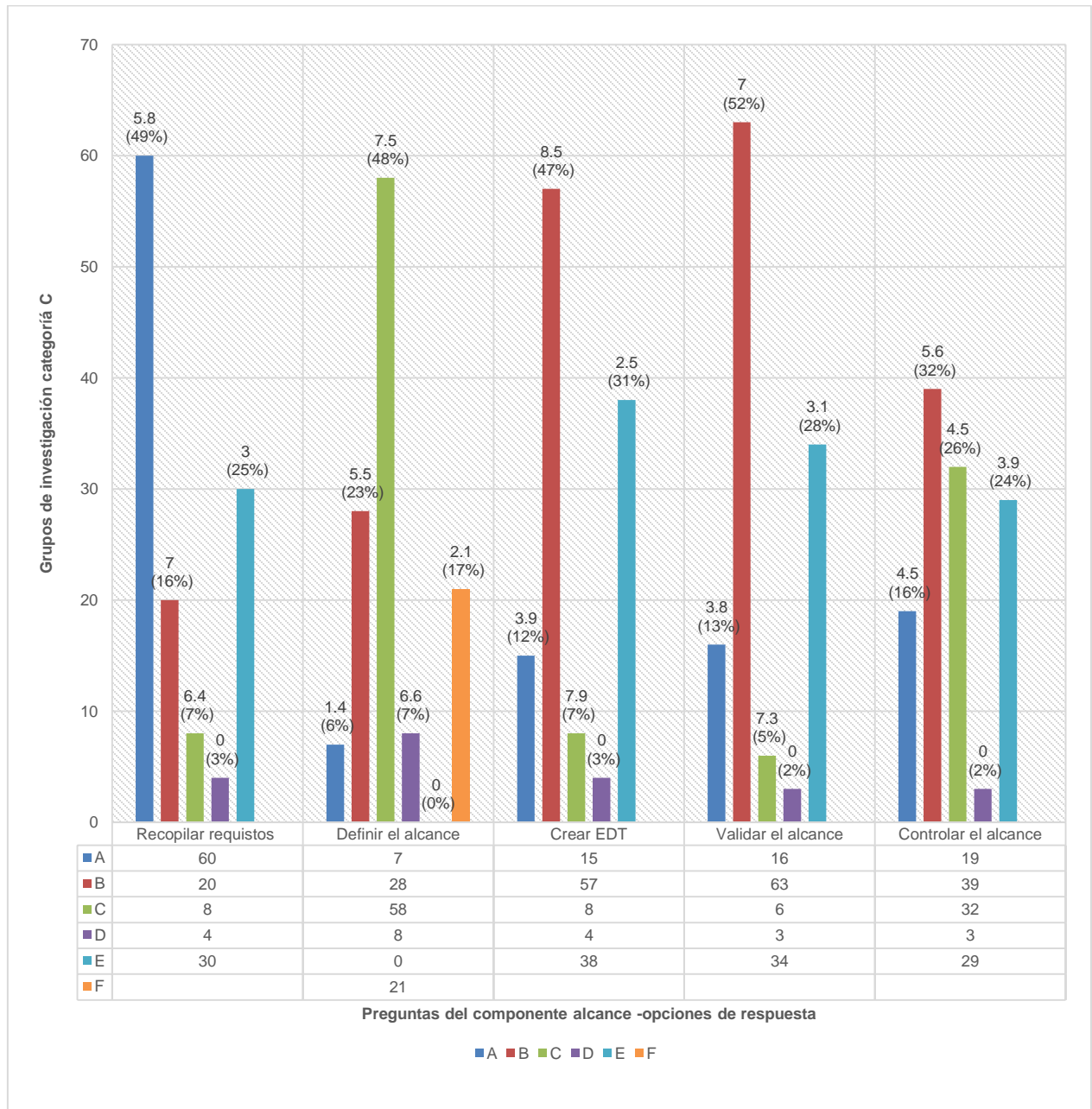


\*En la figura se puede observar que en recopilar requisitos el 22% de los grupos tienen el mayor ING, en definir el alcance el 38%, en crear EDT el 41%, en validar el alcance el 3% y en controlar el alcance el 29%. Fuente: Elaboración propia



En la figura 28 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación de la categoría C en el componente alcance del cuestionario.

Figura 28 Respuestas de los grupos de investigación categoría C en el componente alcance



\*En la figura se puede observar que en recopilar requisitos el 16% de los grupos tienen el mayor ING, en definir el alcance el 38%, en crear EDT el 41%, en validar el alcance el 3% y en controlar el alcance el 29%. Fuente: Elaboración propia



### 7.3.2.2 Identificación de aplicación de prácticas de gerencia en el componente cronograma.

El componente cronograma corresponde a las siguientes 6 preguntas del cuestionario. De ellas, las preguntas 7, 8, 9, y 10 corresponden al grupo de proceso de planificación del PMI:

- Pregunta 7: Definir actividades
- Pregunta 8: Secuenciar las actividades
- Pregunta 9: Estimar la duración de las actividades
- Pregunta 10: Desarrollar el cronograma

Las preguntas 11 y 12 corresponden al grupo de proceso de monitoreo y control del PMI:

- Pregunta 11: Controlar el cronograma
- Pregunta 12: Controlar el cronograma (acciones correctivas)

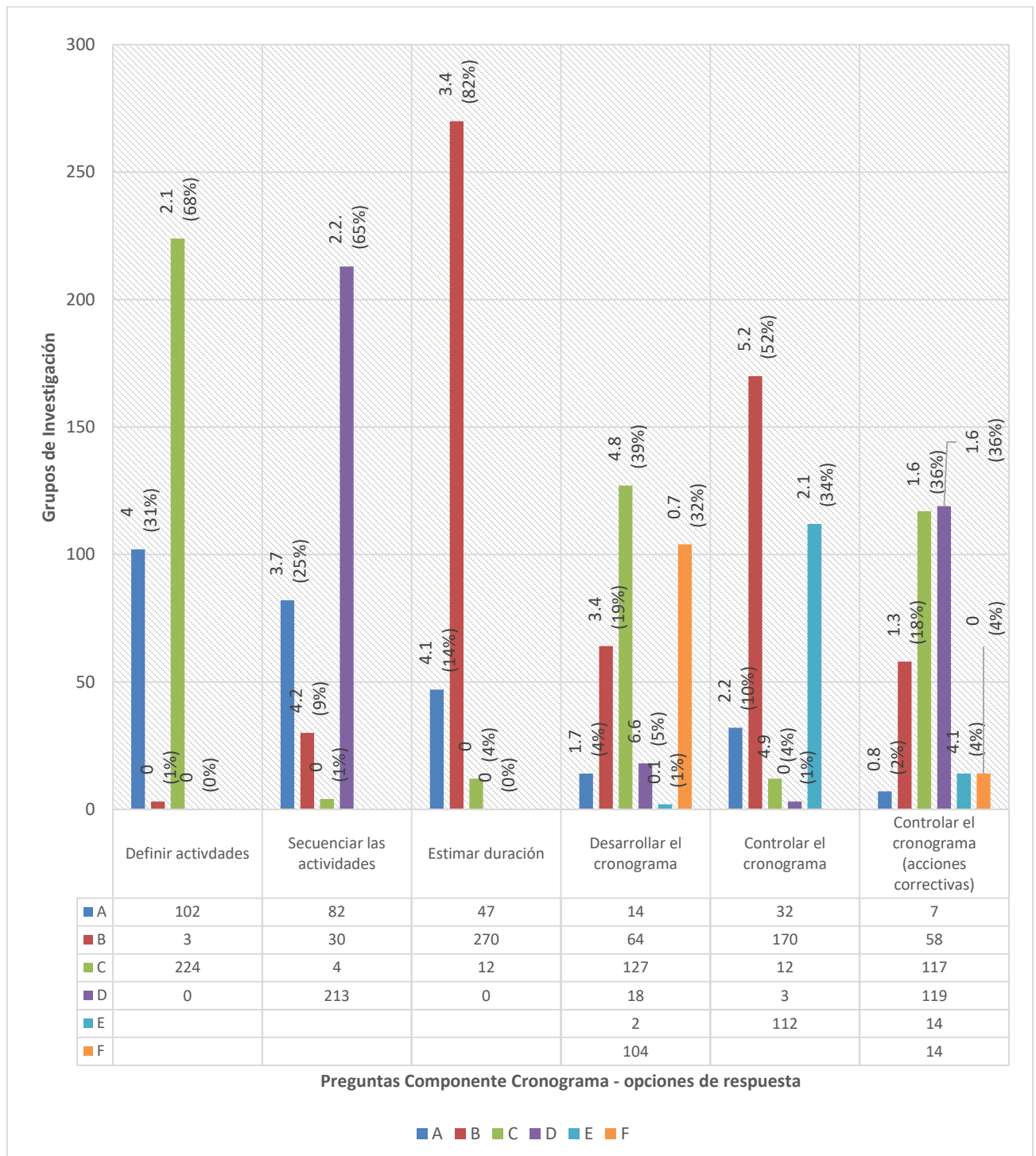
Dentro de las mejores prácticas del componente cronograma, el proceso que más grupos de investigación realizan es controlar el cronograma con un ING de respuesta de 5.2, la aplican el 52 % de los grupos, le sigue definir actividades con un ING de 2.1 la aplican el 68% de los grupos; mientras que el proceso que menos grupos realizan es controlar el cronograma (con acciones correctivas), con solo el 4 % de los grupos y un ING 4.1.

De las categorías, las cuatro categorías controlan el cronograma, resaltando la categoría A con el 72% de los grupos.

En la figura 29 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación en el componente cronograma del cuestionario. Los números de serie ubicados en la parte superior de los ejes corresponde al ING por respuesta y al porcentaje de grupos que contestaron esa opción de respuesta.



Figura 29 Respuestas de los grupos de investigación en el componente cronograma



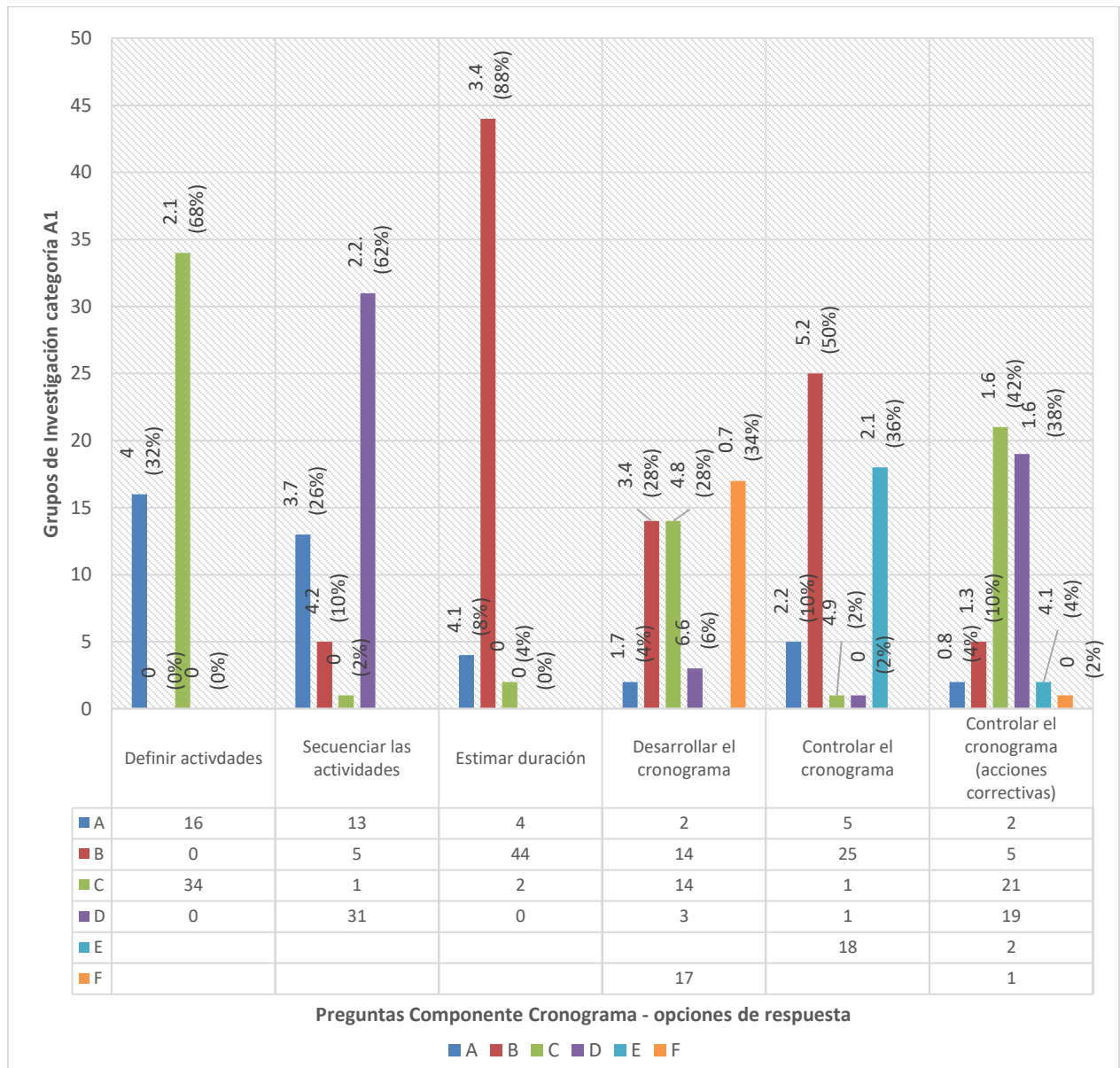
\*En la figura se puede observar que en definir actividades el 31% de los grupos tienen el mayor ING, en secuenciar actividades el 9%, en estimar la duración el 14%, en desarrollar el cronograma el 5% y en controlar el cronograma el 52% y 4%

Fuente: Elaboración propia



En la figura 30 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación de la categoría A1 en el componente cronograma del cuestionario.

Figura 30 Respuestas de los grupos de investigación de categoría A1 en el componente cronograma



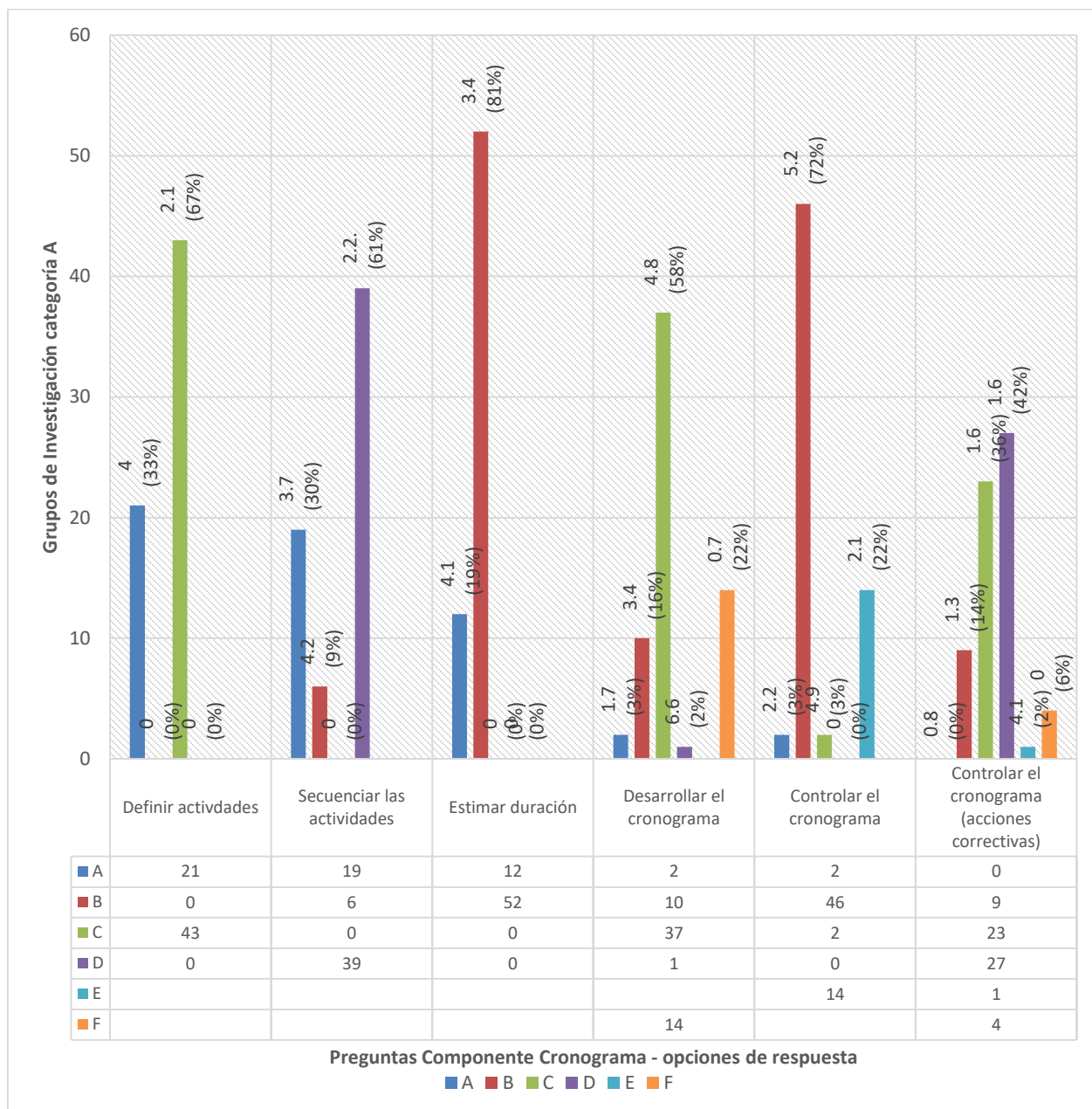
\*En la figura se puede observar que en definir actividades el 32% de los grupos tienen el mayor ING, en secuenciar actividades el 10%, en estimar la duración el 8%, en desarrollar el cronograma el 6% y en controlar el cronograma el 50% y 4%

Fuente: Elaboración propia



En la figura 31 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación de la categoría A en el componente cronograma del cuestionario.

Figura 31 Respuestas de los grupos de investigación de categoría A en el componente cronograma



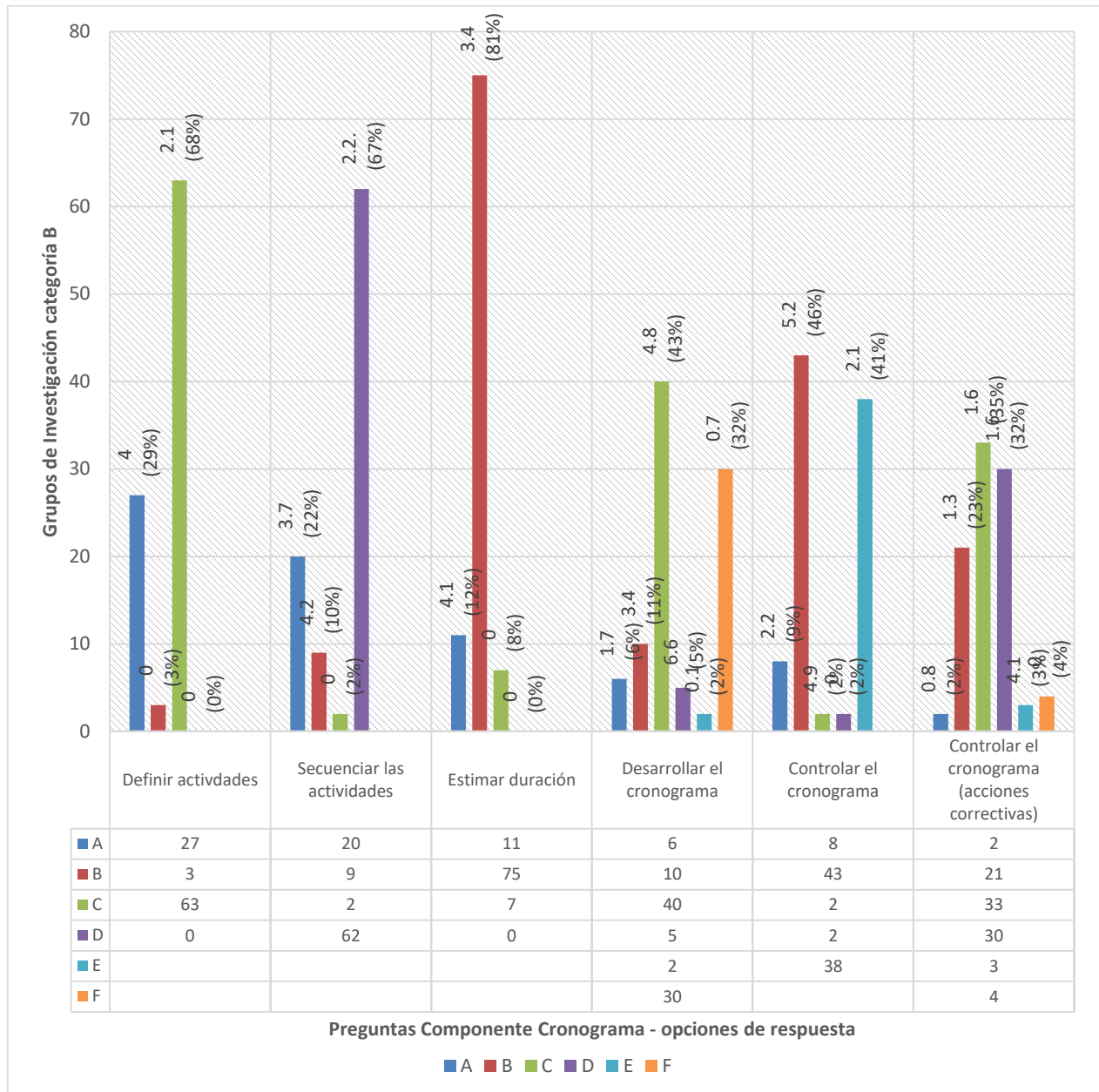
\*En la figura se puede observar que en definir actividades el 33% de los grupos tienen el mayor ING, en secuenciar actividades el 9%, en estimar la duración el 19%, en desarrollar el cronograma el 2% y en controlar el cronograma el 72% y 2%

Fuente: Elaboración propia



En la figura 32 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación de la categoría B en el componente cronograma del cuestionario.

Figura 32 Respuestas de los grupos de investigación de categoría B en el componente cronograma

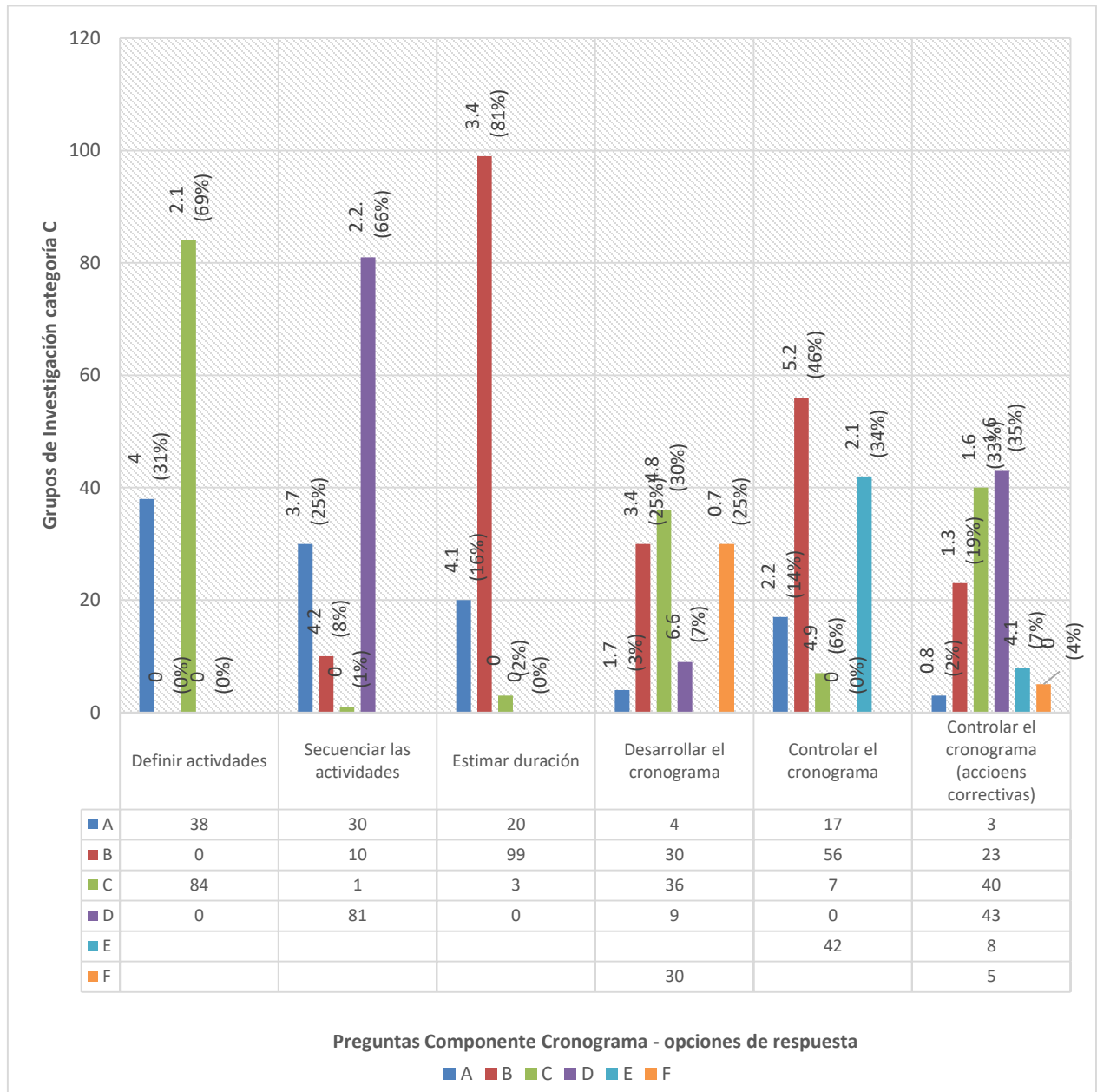


\*En la figura se puede observar que en definir actividades el 29% de los grupos tienen el mayor ING, en secuenciar actividades el 10%, en estimar la duración el 12%, en desarrollar el cronograma el 5% y en controlar el cronograma el 46% y 3%  
 Fuente: Elaboración propia



En la figura 33 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación de la categoría C en el componente cronograma del cuestionario.

Figura 33 Respuestas de los grupos de investigación de categoría C en el componente cronograma



\*En la figura se puede observar que en definir actividades el 31% de los grupos tienen el mayor ING, en secuenciar actividades el 8%, en estimar la duración el 16%, en desarrollar el cronograma el 7% y en controlar el cronograma el 25% y 7%  
Fuente: Elaboración propia





### 7.3.2.3 Identificación de aplicación de prácticas de gerencia en el componente costo

El componente costo corresponde a las siguientes 4 preguntas del cuestionario. De ellas, las preguntas 14 y 15 corresponden al grupo de proceso de planificación del PMI:

- Pregunta 14: Estimar los costos
- Pregunta 15: Determinar el presupuesto

Las preguntas 16 y 17 corresponden al grupo de proceso de monitoreo y control del PMI:

- Pregunta 16: Controlar el costo
- Pregunta 17: Controlar el costo (acciones correctivas)

Dentro de las mejores prácticas del componente costo, el proceso que más grupos de investigación realizan, es controlar el costo, con un ING de respuesta de 7.3, la aplican el 66 % de los grupos, mientras que el proceso que menos grupos realizan, es determinar el presupuesto, con solo el 4 % de los grupos y un ING 7.3.

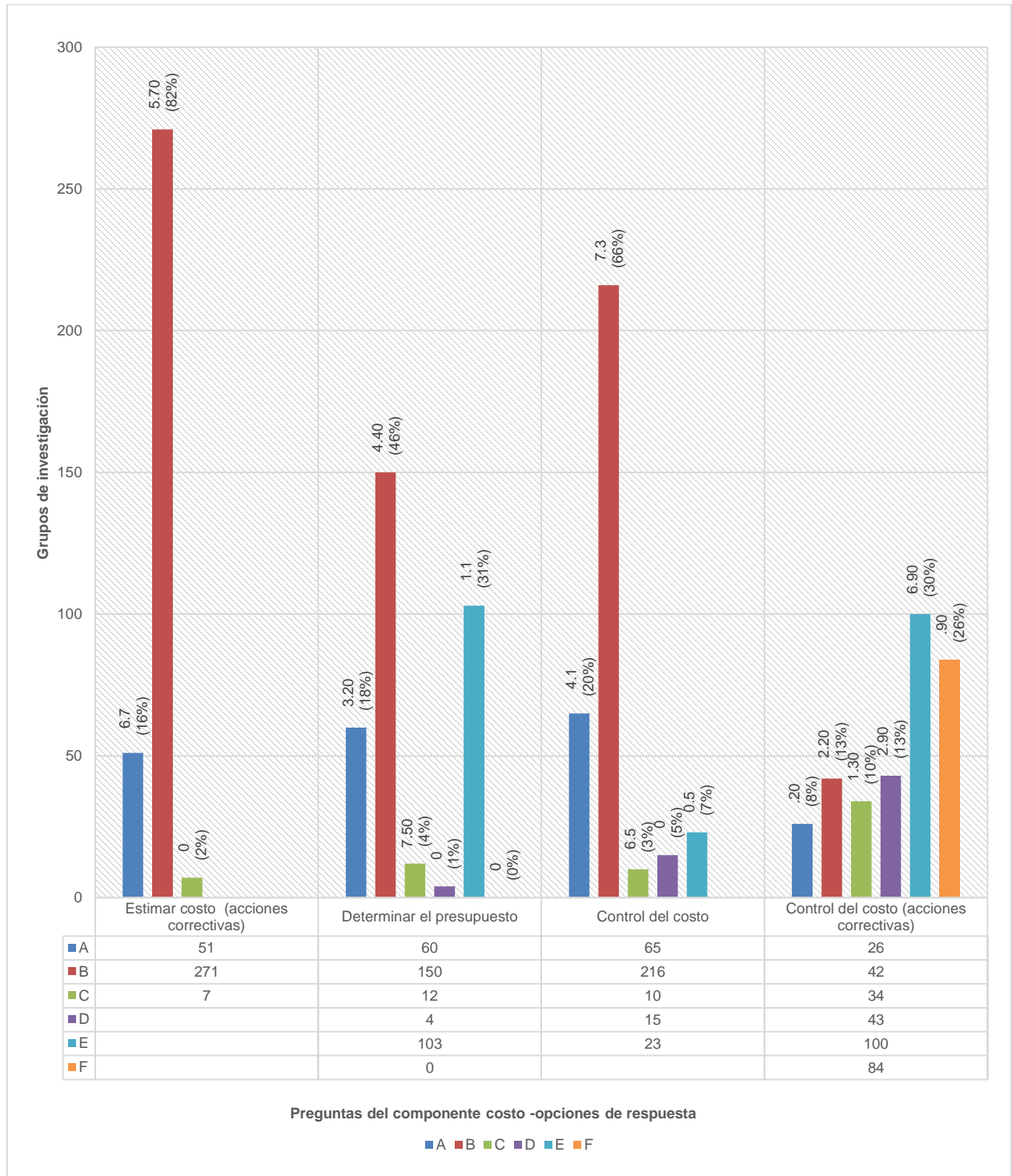
De las categorías, en la categoría A1, A, B y C, el proceso que más grupos realizan, de las mejores prácticas es controlar el costo con un 58%, 81%, 65%, y 61%, respectivamente.

En la figura 34 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación en el componente costo del cuestionario.

Los números de serie ubicados en la parte superior de los ejes corresponden al ING por respuesta y al porcentaje de grupos que contestaron esa opción de respuesta.



Figura 34 Respuestas de los grupos de investigación en el componente costo

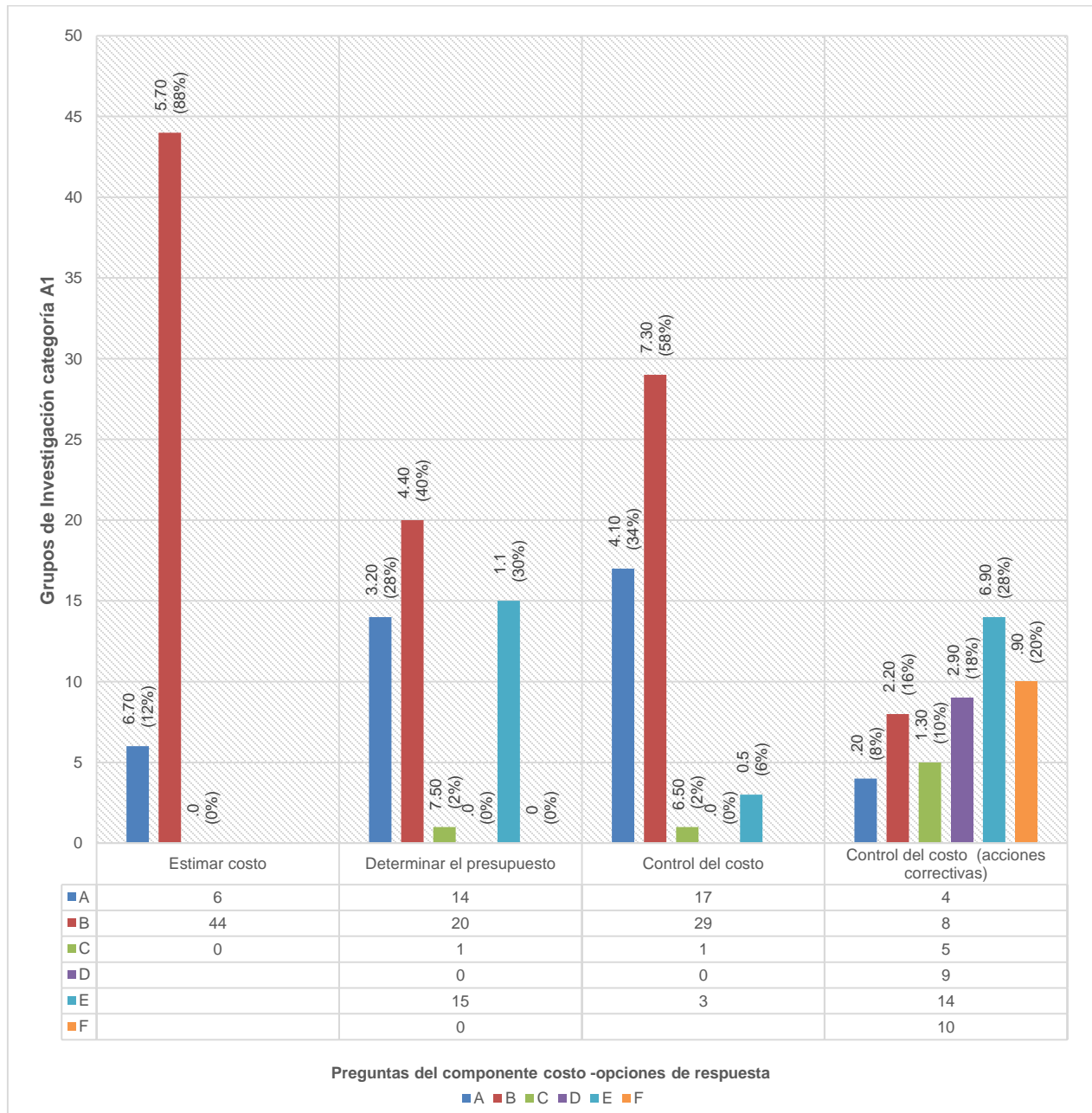


\*En la figura se puede observar que en estimar el costo el 16% de los grupos tienen el mayor ING, en determinar el presupuesto el 4%, en controlar el alcance el 66% y 30%  
 Fuente: Elaboración propia



En la figura 35 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación de la categoría A1 en el componente costo del cuestionario.

Figura 35 Respuestas de los grupos de investigación de categoría A1 en el componente costo

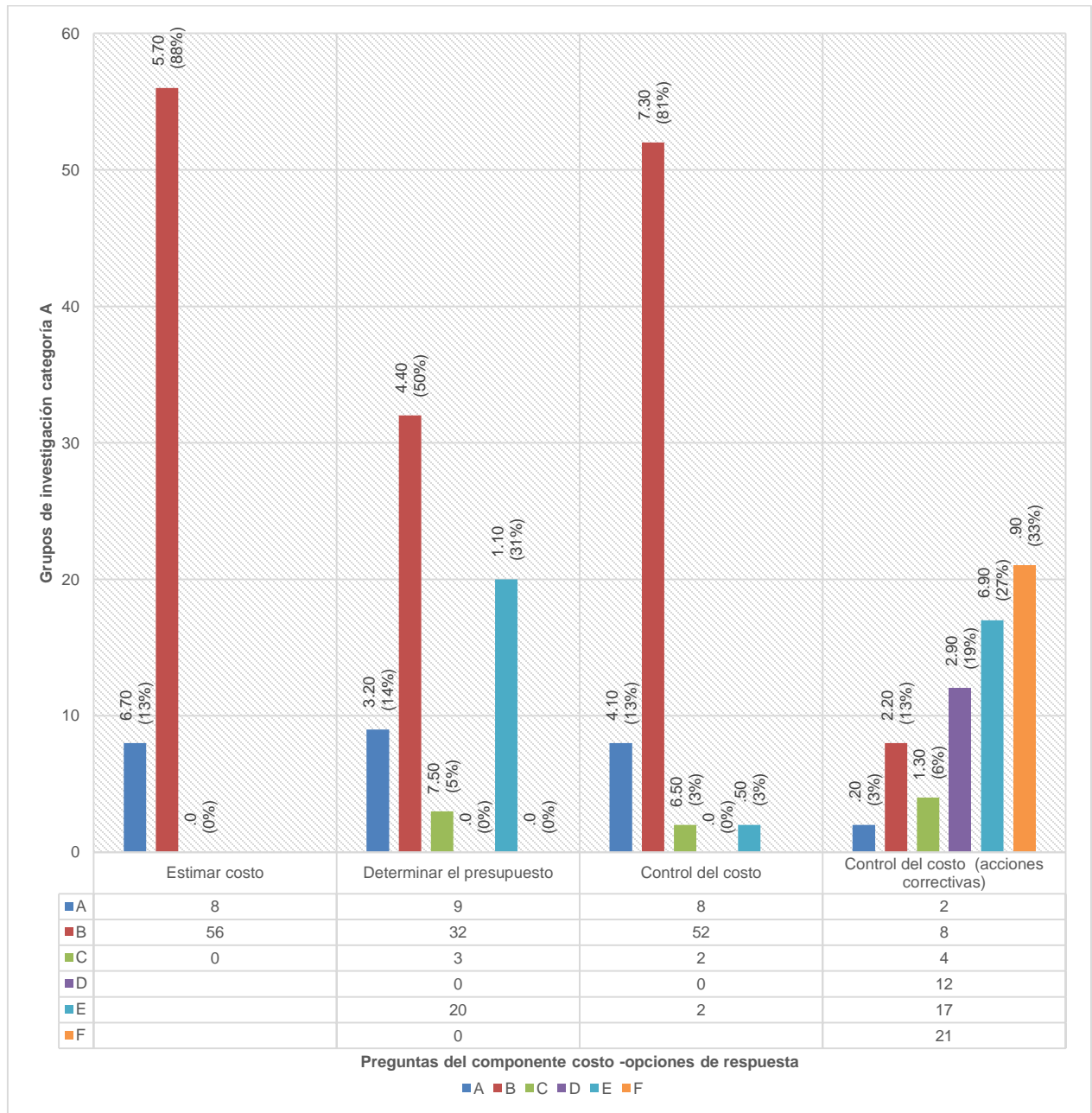


\*En la figura se puede observar que en estimar el costo el 12% de los grupos tienen el mayor ING, en determinar el presupuesto el 2%, en controlar el alcance el 58% y 28%  
 Fuente: Elaboración propia



En la figura 36 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación de la categoría A en el componente costo del cuestionario.

Figura 36 Respuestas de los grupos de investigación de categoría A en el componente costo

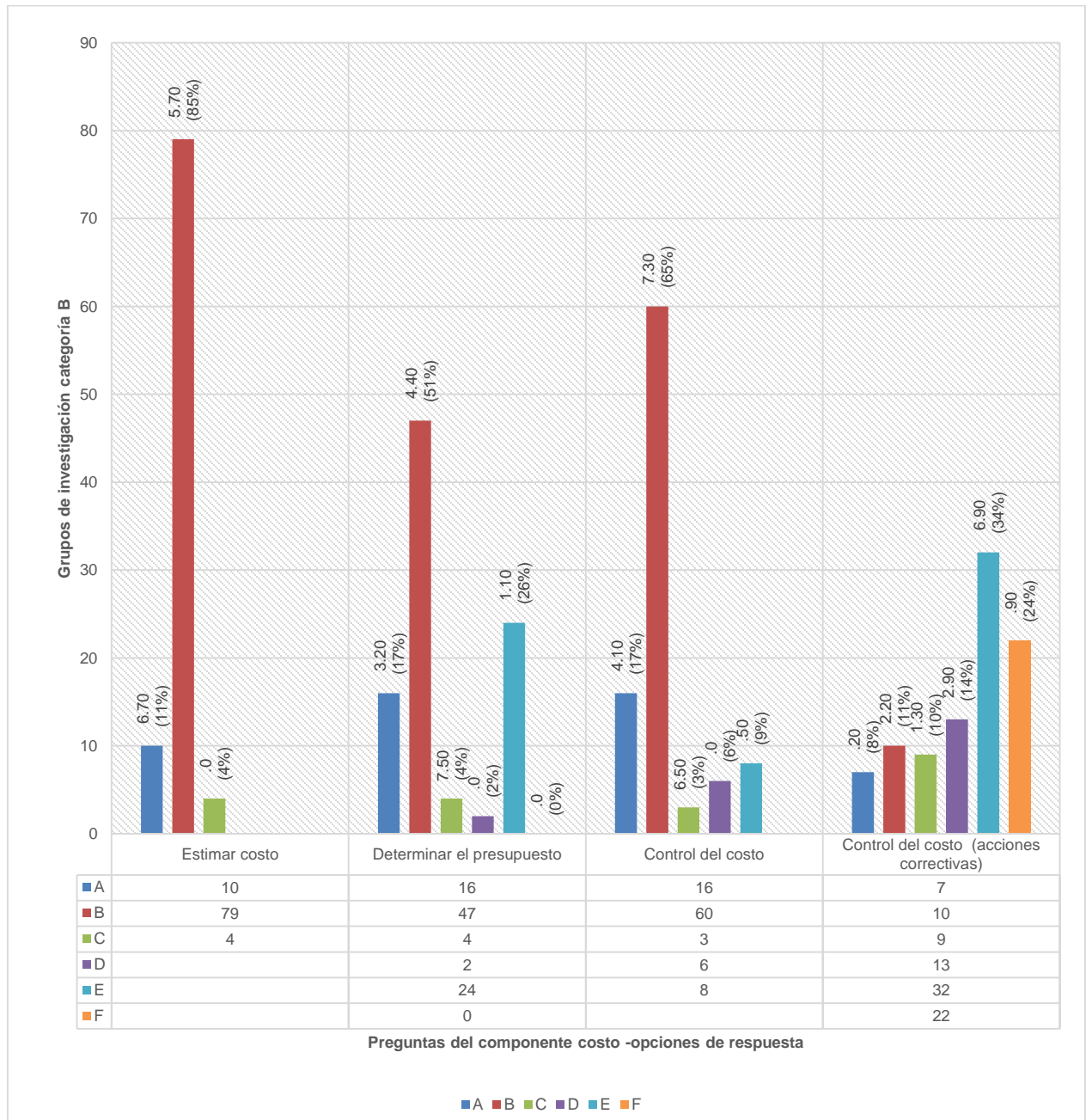


\*En la figura se puede observar que en estimar el costo el 13% de los grupos tienen el mayor ING, en determinar el presupuesto el 5%, en controlar el alcance el 81% y 27%  
 Fuente: Elaboración propia



En la figura 37 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación de la categoría B en el componente costo del cuestionario.

Figura 37 Respuestas de los grupos de investigación de categoría B en el componente costo



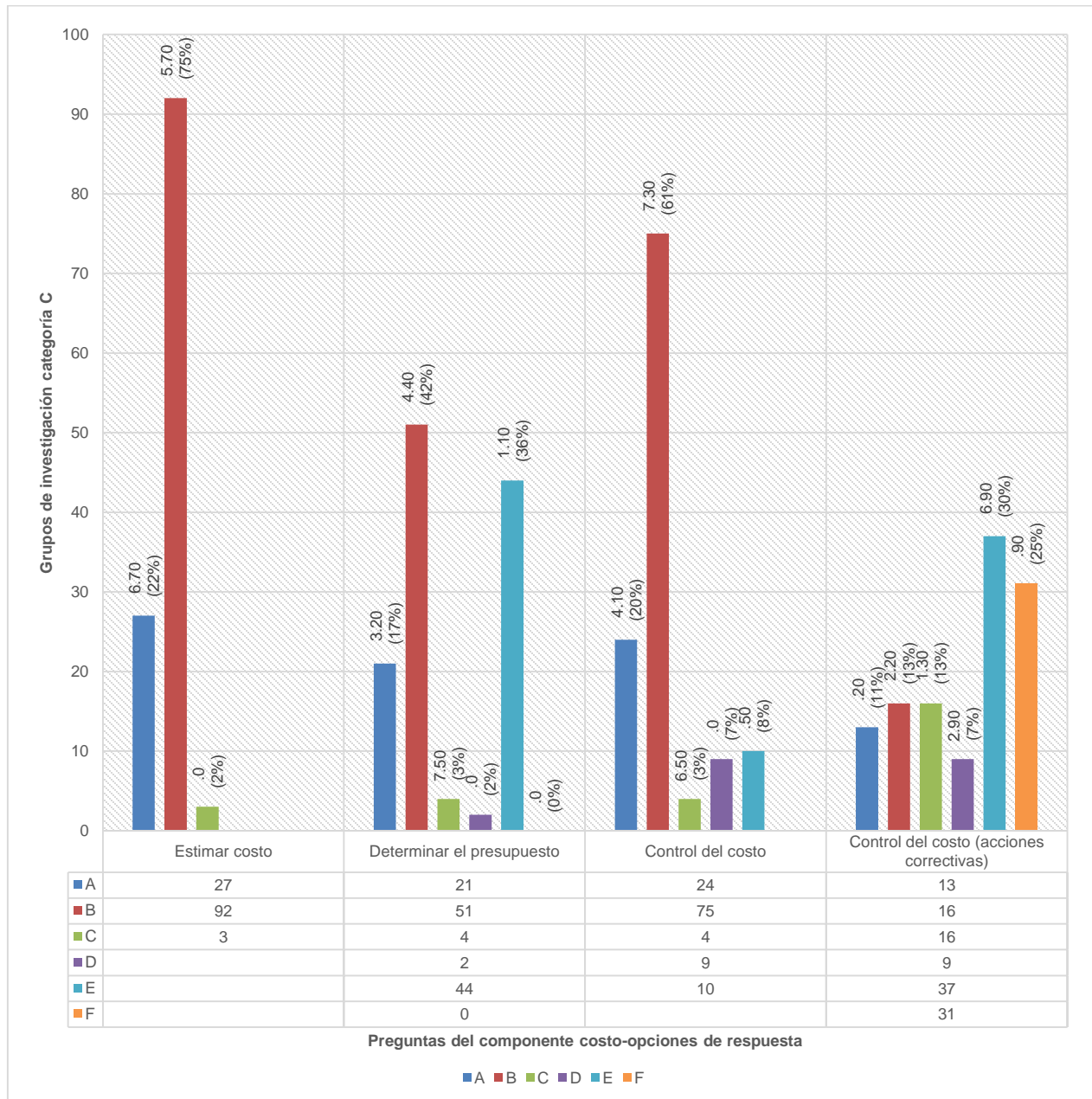
\*En la figura se puede observar que en estimar el costo el 11% de los grupos tienen el mayor ING, en determinar el presupuesto el 4%, en controlar el alcance el 65% y 34%

Fuente: Elaboración propia



En la figura 38 se puede observar por porcentaje y frecuencia las respuestas de los grupos de investigación de la categoría C en el componente costo del cuestionario.

Figura 38 Respuestas de los grupos de investigación de categoría C en el componente costo



\*En la figura se puede observar que en estimar el costo el 22% de los grupos tienen el mayor ING, en determinar el presupuesto el 3%, en controlar el alcance el 61% y 30%  
 Fuente: Elaboración propia



En la tabla 48 se puede observar el porcentaje de los grupos por categoría que realizan las mejores prácticas de gerencia en proyectos de cada proceso por componente.

Tabla 48 Porcentaje de los grupos que realizan las mejores prácticas de gerencia

<b>Promedios categorías y componentes</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Alcance</b>	<b>Cronograma</b>	<b>Costo</b>
A1	24,51	17,05	16,74
A	27,70	18,62	17,78
B	25,55	16,69	16,78
C	26,58	17,20	16,30

Fuente: Elaboración propia

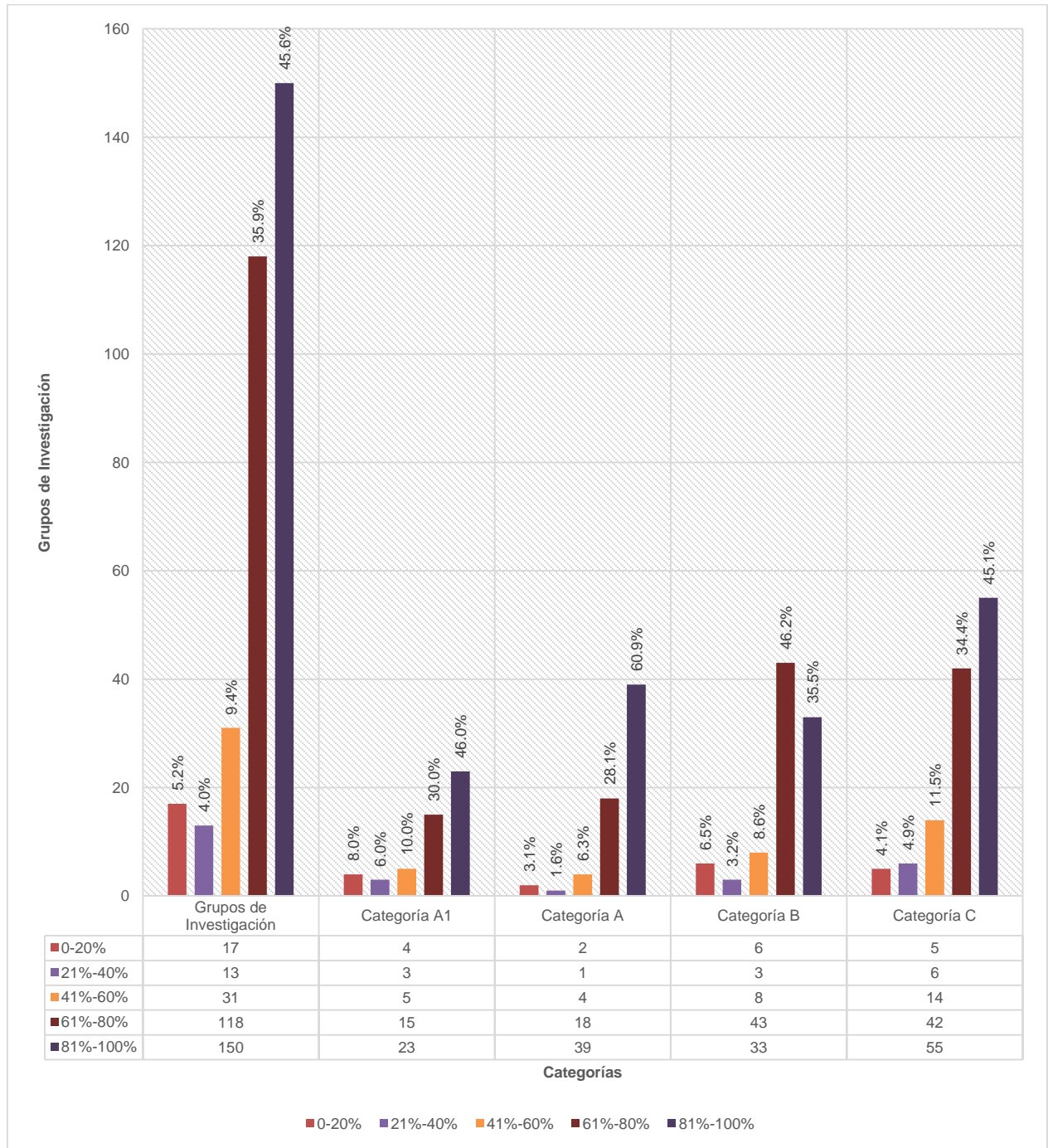
#### 7.3.2.4 Frecuencia de aplicación de prácticas de gerencia de proyectos en grupos de investigación

Dentro del cuestionario, los grupos de investigación indican en un porcentaje del 0% al 100% para medir la frecuencia en la que aplican los procesos de cada componente (alcance, cronograma y costo).

En la figura 39 se pueden observar los resultados por categorías de grupos del componente en alcance.



Figura 39 Frecuencia de aplicación de prácticas de gerencia en el componente alcance



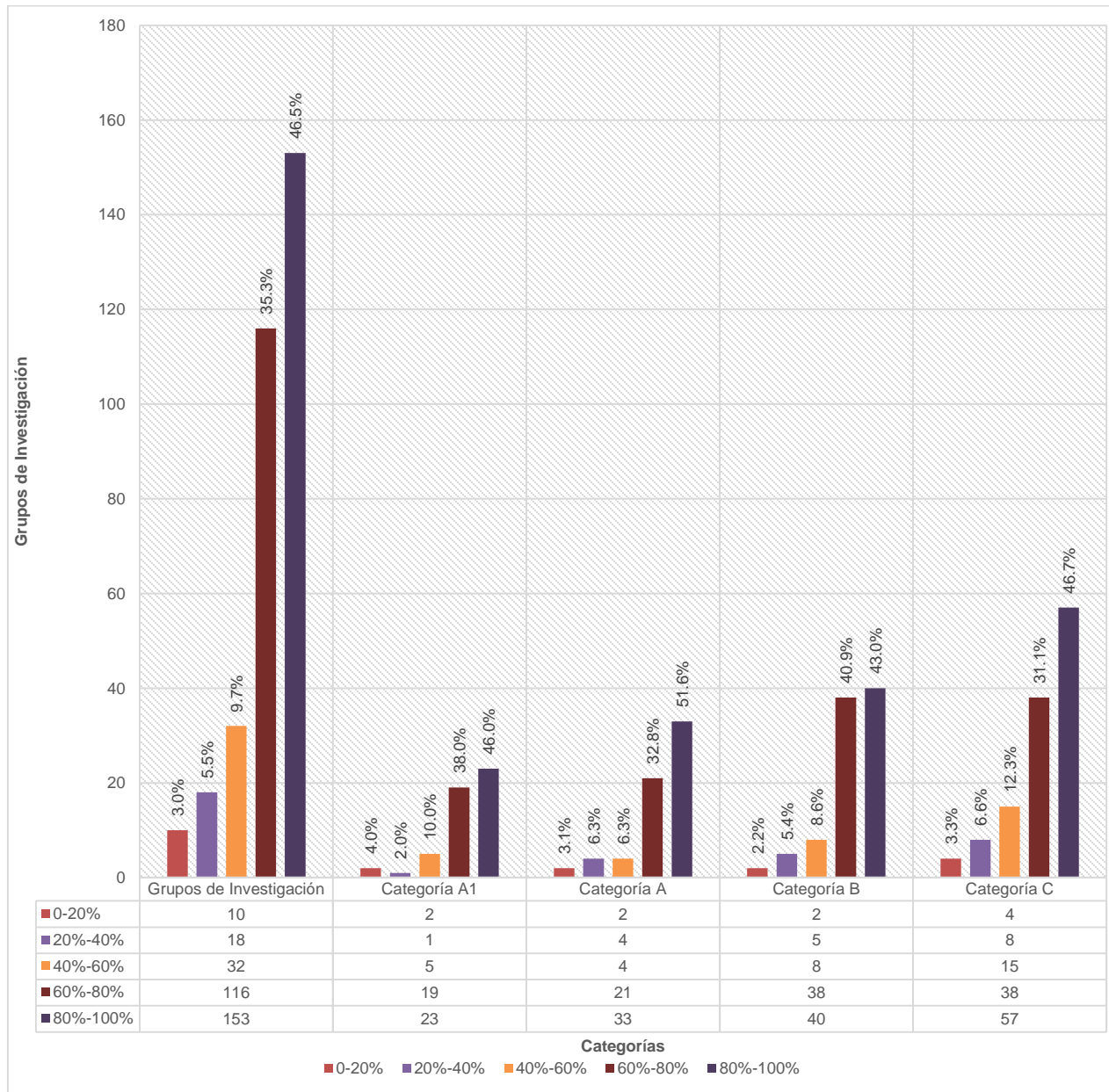
\*El 45.6% de los grupos de investigación aplican del 81% al 100% los procesos del alcance. En la categoría A se encuentra el mayor porcentaje de grupos que aplican las prácticas de gerencia entre el 81% y el 100% de las veces en el componente alcance con un 60.9%





En la figura 40 se pueden observar los resultados las categorías de grupos del componente en cronograma.

Figura 40 Frecuencia de aplicación de prácticas de gerencia en el componente cronograma



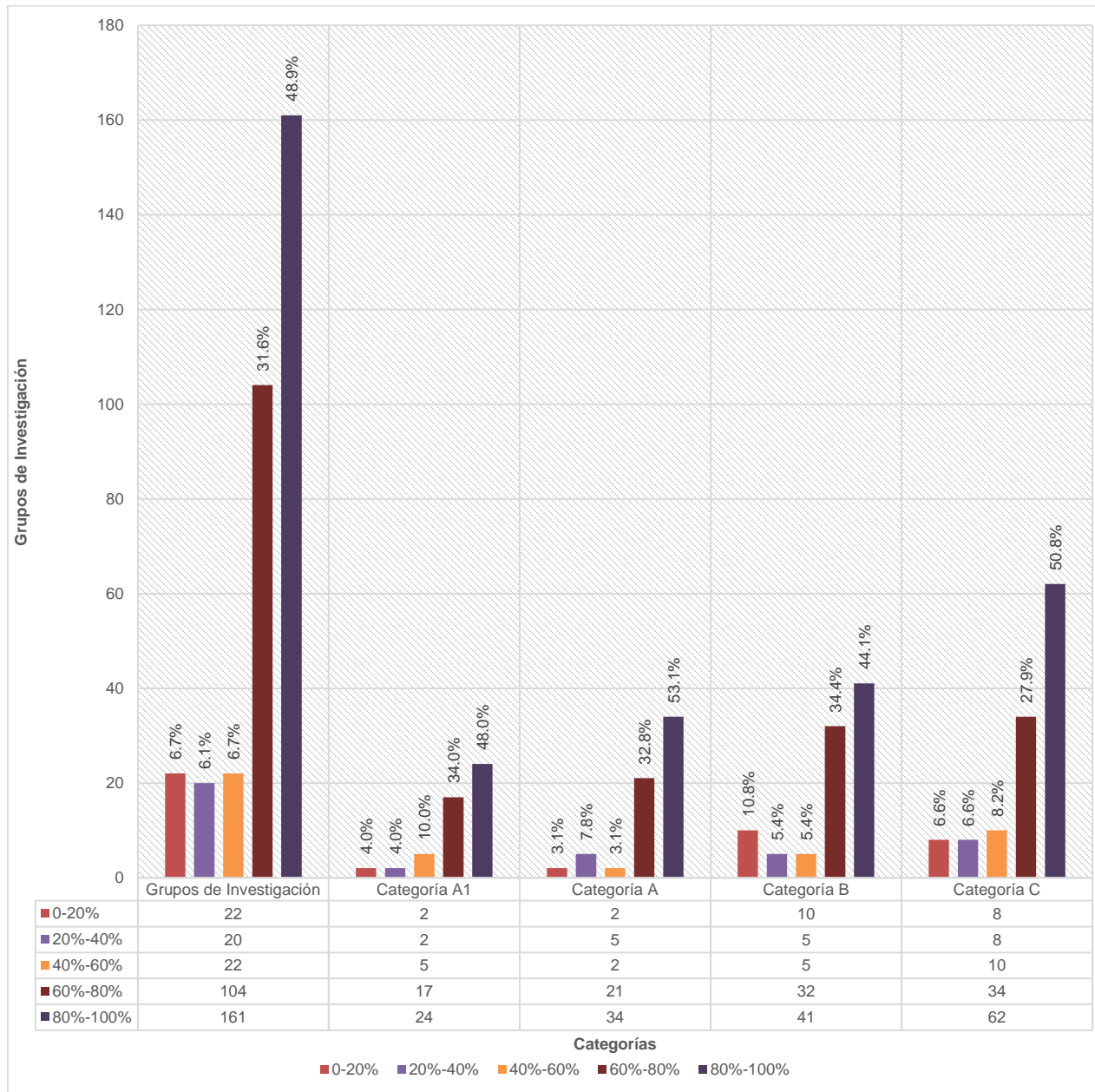
\*El 46.5% de los grupos de investigación aplican del 80% al 100% lo procesos del cronograma. El 51% de los grupos de categoría A aplican el 100% de los procesos, siendo la categoría con mayor frecuencia de aplicación de prácticas y la categoría A1 con el 4% son la categoría con menos frecuencia.

Fuente: elaboración propia



En la figura 41 se pueden observar los resultados las categorías de grupos del componente en costo.

Figura 41 Frecuencia de aplicación de prácticas de gerencia en el área del componente costo



\*El 48.9% de los grupos de investigación aplican del 80% al 100% lo procesos del costo. El 53% de los grupos de categoría A aplican el 100% de los procesos, siendo la categoría con mayor frecuencia de aplicación de prácticas y la categoría B con el 10.8% son la categoría con menos frecuencia.  
Fuente: elaboración propia

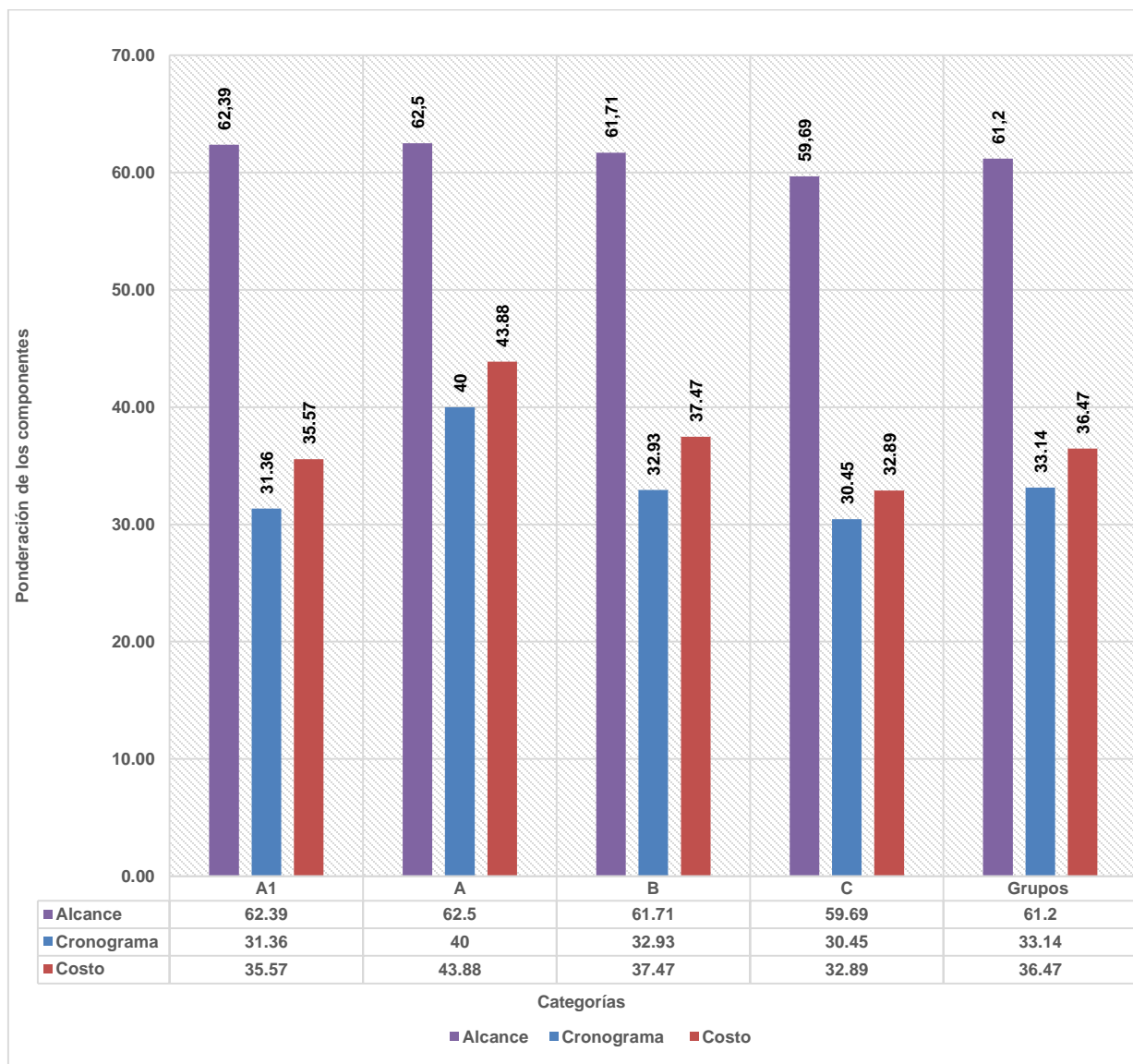


### 7.3.2.5 Identificación del componente con mayor relevancia para los grupos de investigación

Dentro del cuestionario, los grupos de investigación indican mediante una ponderación cuál es el peso de los componentes por importancia en los proyectos de investigación.

En la figura 42 se pueden observar los resultados por categorías de los grupos de investigación en relación del peso de los tres componentes

Figura 42 Peso de los componentes por los grupos de investigación



Fuente: Elaboración propia

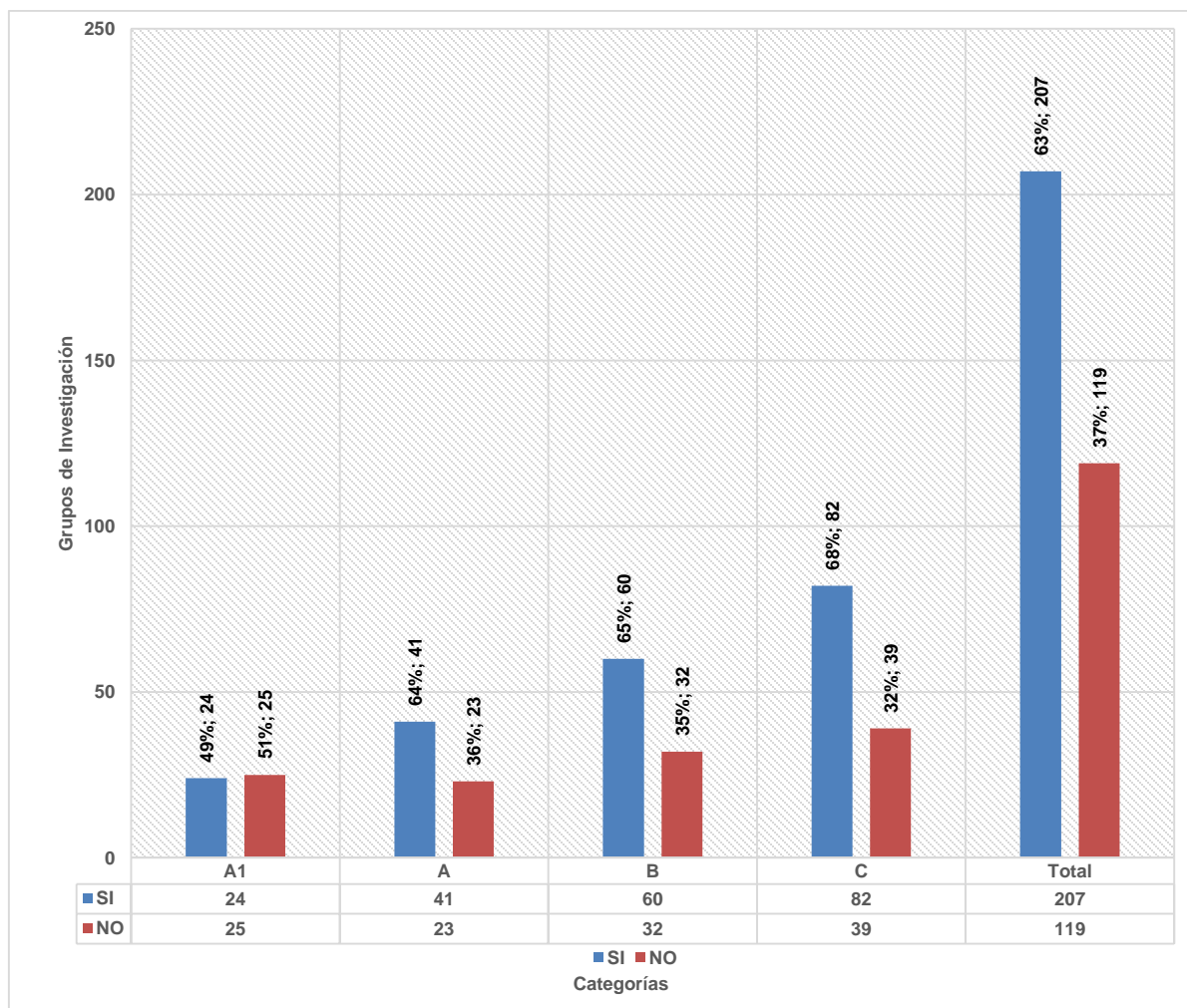


### 7.3.2.6 Percepción de los grupos de investigación frente al objeto de investigación

El último componente del cuestionario consiste en tres preguntas relacionadas con el objeto de investigación del trabajo de grado. Estas preguntas no fueron respondidas por la totalidad de los 329 grupos, solo 326 las respondieron y con estos datos se hicieron los respectivos análisis.

En la figura 43 se pueden observar los resultados de los grupos de investigación a la pregunta ¿Considera que la aplicación de gerencia de proyectos tiene una relación con la categorización de grupos de investigación?

Figura 43 Percepción de los grupos de investigación sobre la relación de la categoría y la aplicación de prácticas de gerencia



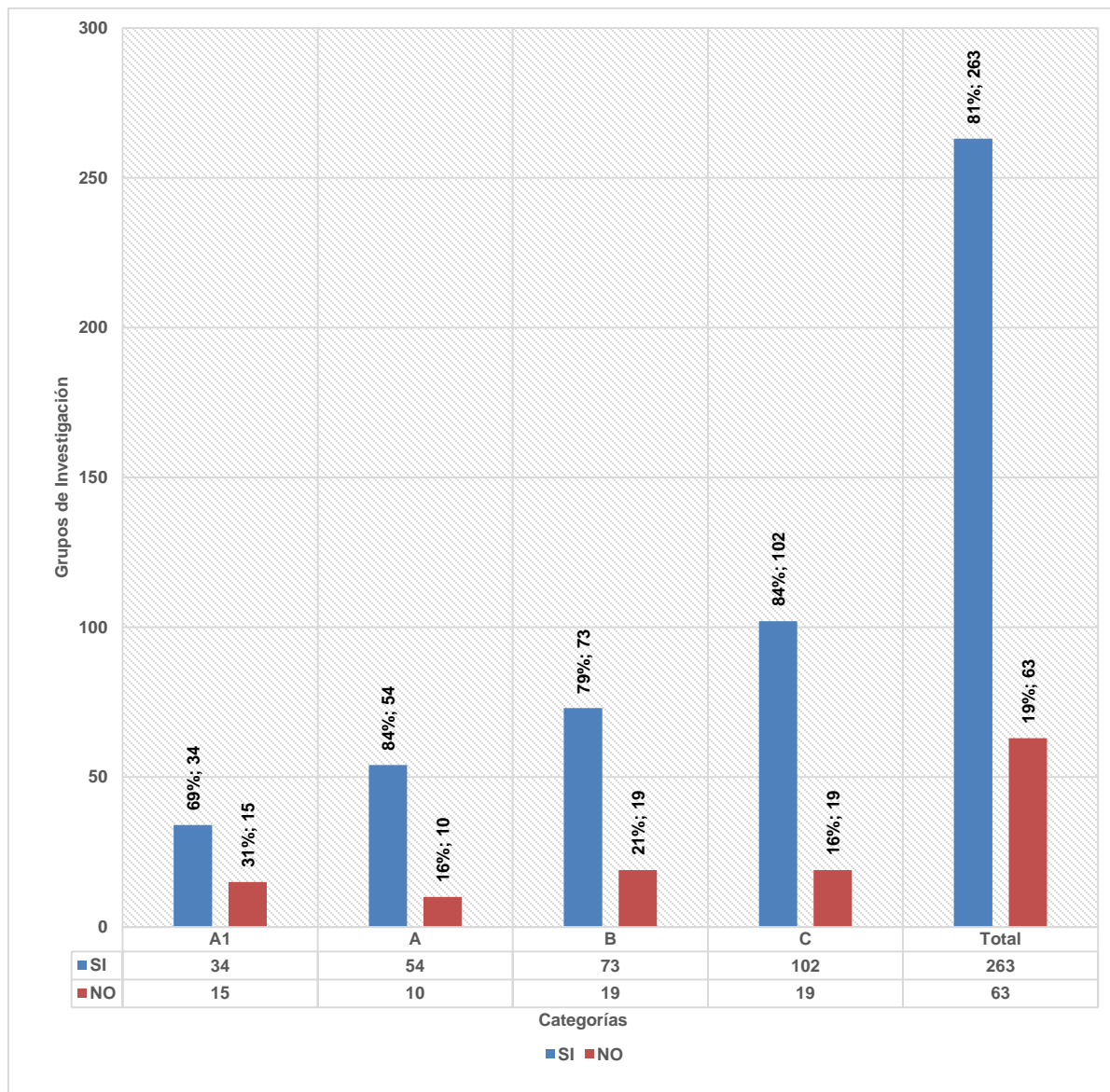
\*El 63% de los grupos consideran que la gerencia de proyectos tiene una relación con la categoría de los grupos. El 61% de los grupos de categoría A1 consideran que no tienen relación.

Fuente: Elaboración propia



En la figura 44 se pueden observar los resultados de los grupos de investigación a la pregunta ¿Considera que la aplicación de gerencia de proyectos aumenta el cumplimiento de los objetivos del proyecto, evita prórrogas y adiciones presupuestales? Estas preguntas no fueron respondidas por la totalidad de los 329 grupos, solo 326 las respondieron y con estos datos se hicieron los respectivos análisis.

Figura 44 Percepción de los grupos de investigación sobre la aplicación de prácticas de gerencia y el desempeño del proyecto



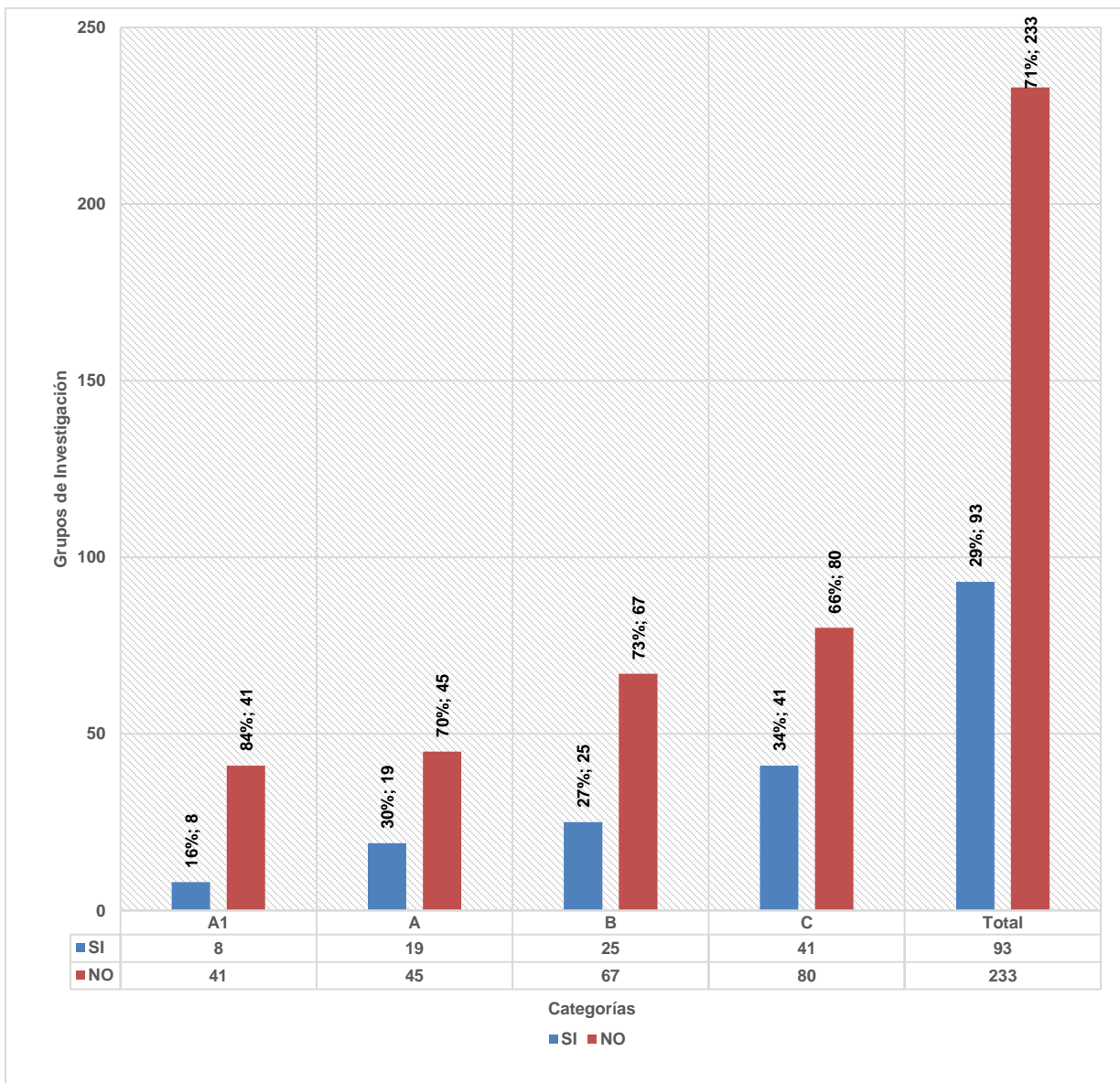
\*El 80.7% de los grupos consideran que la gerencia de proyectos ayuda a aumentar el desempeño de los proyectos en cuanto a alcance, cronograma y costo.

Fuente: Elaboración propia



En la figura 45 se pueden observar los resultados de los grupos de investigación a la pregunta ¿Dentro del grupo de investigación existe una persona o personal especializado en gerencia de proyectos? Estas preguntas no fueron respondidas por la totalidad de los 329 grupos solo 326 las respondieron y con estos datos se hicieron los respectivos análisis.

Figura 45 Personal especializado en gerencia de proyectos dentro de los grupos de investigación



\*El 28.6% de los grupos tienen persona o personal especializado en gerencia de proyectos. Los grupos de categoría C son los que mayor porcentaje tienen en personal con el 33.9%  
 Fuente: Elaboración propia



En la tabla 49 se puede identificar a que área de conocimiento pertenecientes los grupos de investigación que afirman tener personal especializado en gerencia de proyectos.

Tabla 49 Identificación de grupos con personal especializado en gerencia por área de conocimiento

Área de conocimiento	Cantidad de grupos	Grupos con gerentes	% por área
Ciencias médicas y de la salud	62	11	17,74
Ciencias naturales y agrícolas	44	4	9,09
Ciencias sociales	117	31	26,50
Humanidades	31	10	32,26
Ingeniería y tecnología	75	33	44,00
<b>Total grupos</b>	<b>329</b>	<b>89</b>	

\*Las áreas de conocimiento que más tienen grupos con personal especializado en gerencia de proyectos son ingeniería y tecnología, y ciencias sociales.

Fuente: Elaboración propia

### 7.3.3 Valoración de la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos de los grupos de investigación mediante el ING

Las respuestas de los cuestionarios diligenciados por los grupos de investigación se valoran con el ING. La sumatoria de los ING por respuesta indica un nivel de gerencia por cada grupo de investigación, el ING de los grupos de investigación se encuentra entre 17 y 84.8. Los niveles bajos en aplicación de prácticas en gerencia de proyectos corresponden a los menores valores de ING. De manera correspondiente los niveles altos en aplicación de prácticas en gerencia proyectos hacen referencia a los mayores valores de ING.

En dos grupos de investigación con categoría B de Colciencias se presentan los valores más bajos del indicador del nivel de gerencia (ING=17 e ING=17.2) con respecto al resto de grupos, por lo tanto, son considerados datos atípicos<sup>9</sup>. La categoría de grupo con menor valor ING fue B, seguido por la categoría C.

Para un análisis de correlación utilizando la prueba Ji cuadrado se requiere un mínimo de muestra de 20 grupos, debido a que la muestra debe ser representativa en la variable.

<sup>9</sup> En la figura **¡Error! solo el documento principal.** en el boxplot se pueden observar los datos atípicos



En los datos obtenidos el área de conocimiento con menos grupos son las ciencias agrícolas, con 10 grupos, al no ser representativa para el análisis Ji cuadrado se adicionan a los grupos de las ciencias naturales. Se debe tener en cuenta que ambas áreas de conocimiento (ciencias agrícolas y ciencias naturales) son afines a sus objetos de investigación.

En tabla 50 se pueden observar los promedios, desviación estándar, mínimo y máximo de los valores de ING por categorías y áreas de conocimiento

Tabla 50 Análisis descriptivos de los valores de ING en las categorías y áreas de conocimiento de los grupos de investigación

NG	n	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
<b>Todos</b>	<b>329</b>	<b>61.4</b>	<b>12.0</b>	<b>17.0</b>	<b>84.8</b>
Categoría A1	50	59,41	11,5	36.4	81.4
Categoría A	64	65,15	10.2	38.9	84.4
Categoría B	93	60,2	13,22	17,0	84.8
Categoría C	122	61,12	11.7	29.2	82.0
Ciencias Médicas y de la Salud	62	63.82	11,76	17,2	79.9
Ciencias Sociales	117	62.7	10,98	34.9	84.8
Ingeniería y Tecnología	75	61.7	12.27	37.6	84.4
Ciencias Naturales y Agrícolas	44	58.21	12,31	17,0	81.6
Humanidades	31	55.5	12.5	29.2	81.4

Fuente: Elaboración propia

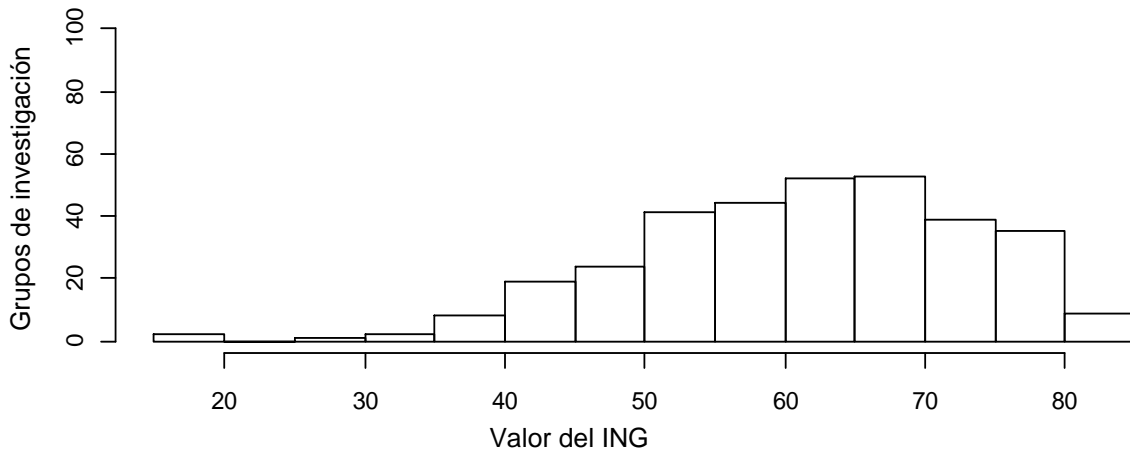
#### 7.3.4 Histogramas de los valores de ING en los grupos de investigación

Con los valores de ING en los grupos de investigación, se realizan histogramas con el objetivo de observar el compartimiento de los grupos respecto al ING. En la figura 46 se puede observar el histograma de los valores de ING de todos los grupos de investigación en los tres componentes (alcance, cronograma y costo).





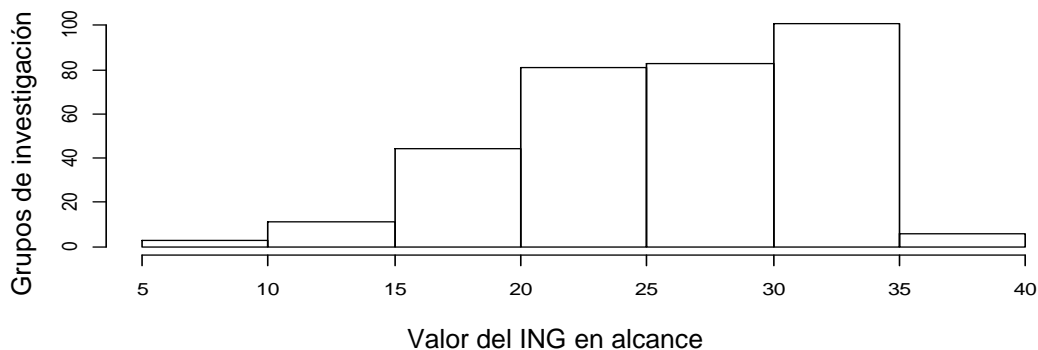
Figura 46 Histograma de los valores de ING en grupos de investigación



\* La concentración de los grupos de investigación se ubican entre los valores de 60 a 70 ING.  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 47 se puede observar el histograma de los valores de ING de todos los grupos de investigación del componente en alcance. Para el alcance los valores de ING se encuentran entre 0 y 35.9, siendo 35.9 el nivel máximo de gerencia para alcance.

Figura 47 Histograma de los valores de ING en grupos de investigación, en el componente alcance

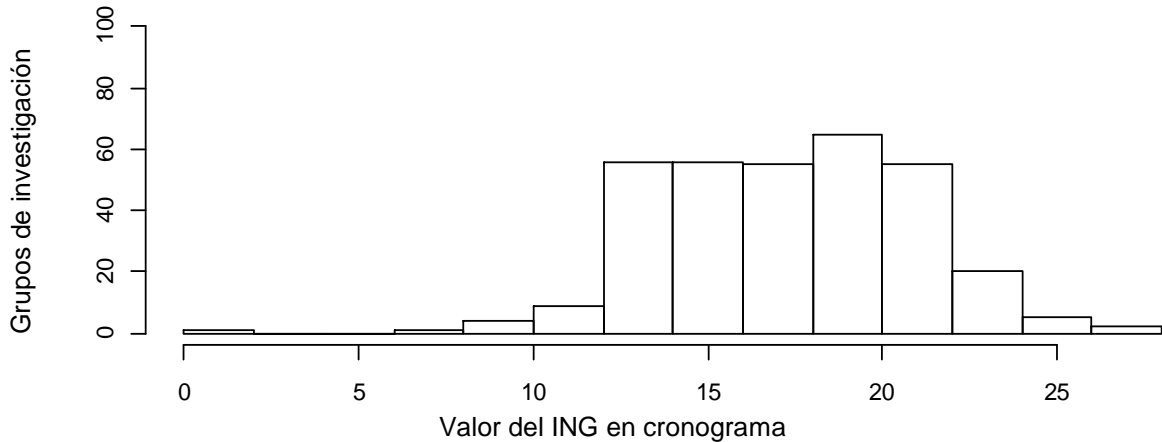


\*La concentración de los grupos de investigación se ubican entre los valores de 30 a 35 ING del área en alcance, siendo 35.9 el mayor ING.  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 48 se puede observar el histograma de los valores de ING de todos los grupos de investigación del componente en cronograma. Para el cronograma los valores de ING se encuentran entre 0 y 27.9, siendo 27.9 el nivel máximo de gerencia para cronograma.



Figura 48 Histograma de los valores de ING en grupos de investigación, en el componente en cronograma

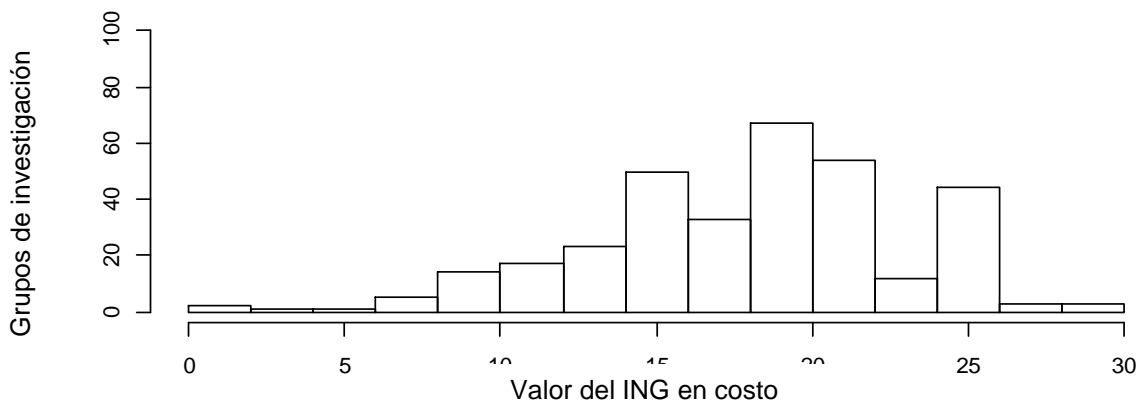


\*La concentración de los grupos de investigación se ubican entre los valores de 17 a 20 ING del área en cronograma, siendo 27.9 el mayor ING.  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 49 se puede observar el histograma de los valores de ING de todos los grupos de investigación del componente en costo. Para el costo los valores de ING se encuentran entre 0 y 28.6, siendo 28.6 el nivel máximo de gerencia para costo.

Figura 49 Histograma de los valores de ING en grupos de investigación, en el componente en costo

\*La concentración de los grupos de investigación se ubican entre los valores de 17 a 20 ING del área en



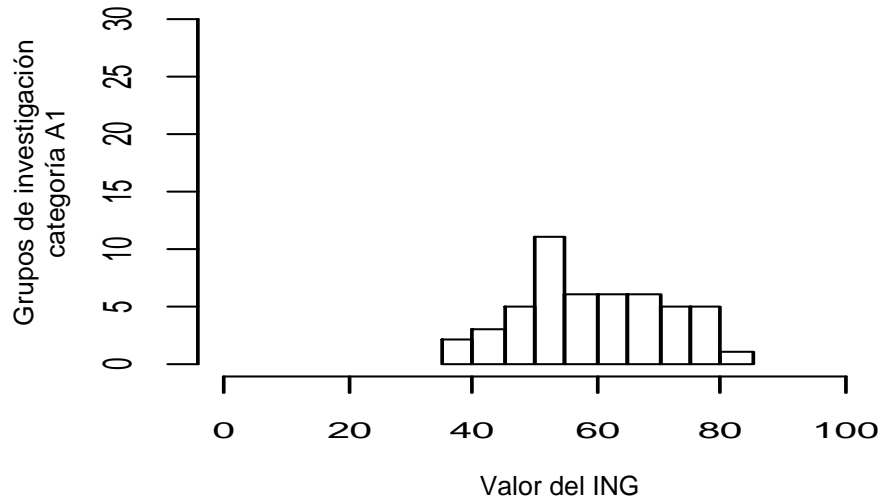
costo, siendo 28.6 el mayor ING.  
Fuente: Elaboración propia

También se realizaron histogramas de los valores de ING por cada categoría de grupo de investigación. En la figura 50 se pueden observar los valores de ING de la categoría



A1 donde se observa que la concentración de los grupos se encuentra entre los valores 50 y 55 ING.

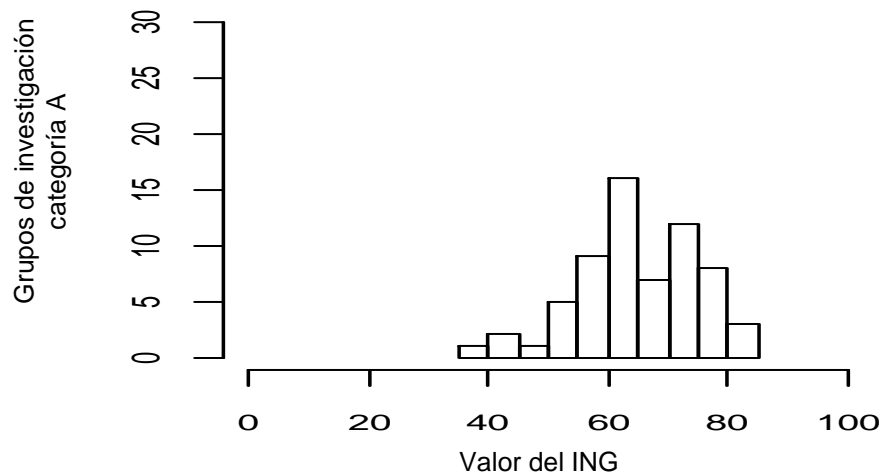
Figura 50 Histograma de los valores de ING de la categoría A1



Fuente: Elaboración propia

En la figura 51 se pueden observar los valores de ING de la categoría A donde se observa que la concentración de los grupos se encuentra entre los valores 60 y 70 ING.

Figura 51 Histograma de los valores de ING de la categoría A

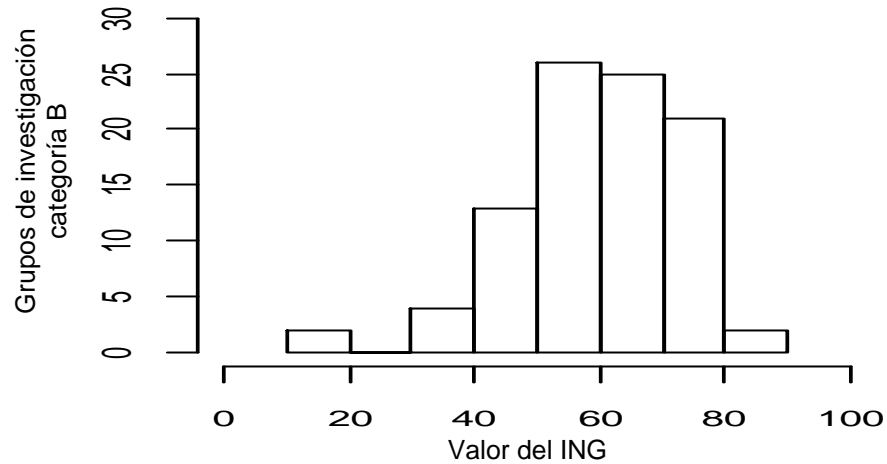


Fuente: Elaboración propia

En la figura 52 se pueden observar los valores de ING de la categoría B donde se observa que la concentración de los grupos se encuentra entre los valores 50 y 60 ING.



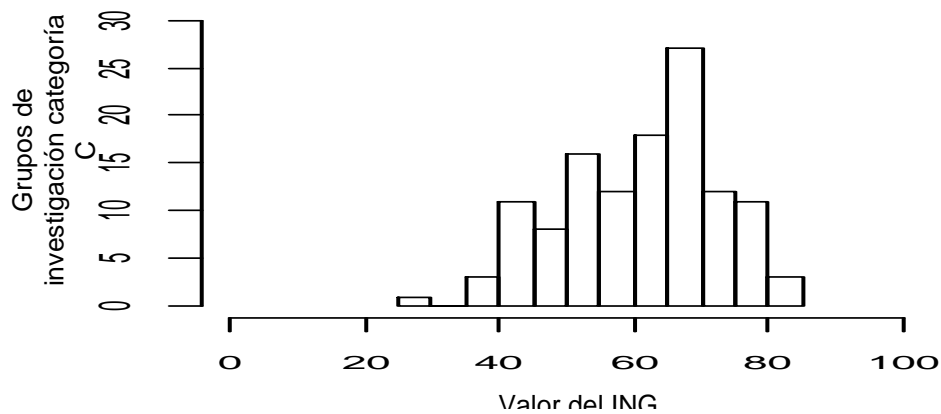
Figura 52 Histograma de los valores de ING de la categoría B



Fuente: Elaboración propia

En la figura 53 se pueden observar los valores de ING de la categoría C donde se observa que la concentración de los grupos se encuentra entre los valores 65 y 70 ING.

Figura 53 Histograma de los valores de ING de la categoría C



Fuente: Elaboración propia

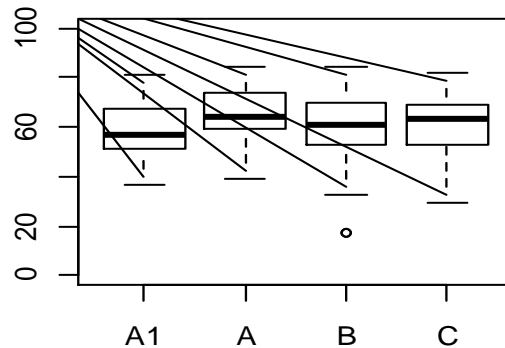
### 7.3.5 *Boxplot* de la variable ING

Con los valores de ING de los grupos de investigación se realizan los diagramas de caja conocidos como *boxplot*. Estos permiten un análisis visual identificando la media, los ING máximos y mínimos, y los valores atípicos. En estos diagramas se puede comparar las dispersiones de los datos de ING por cada categoría.



En la figura 54 se puede observar el *boxplot* de la variable ING en los grupos de investigación por cada categoría. La categoría que mayor tiene diferencia respecto a las otras, es la categoría A. Se puede observar el punto debajo del mínimo de la categoría B, que representan los datos atípicos.

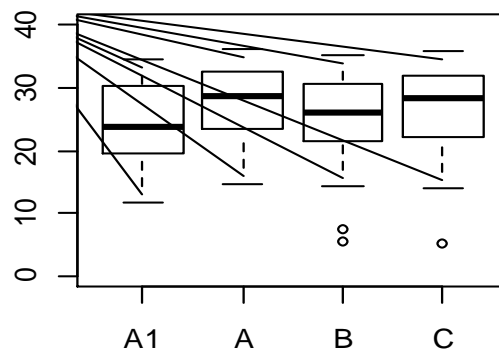
Figura 54 *Boxplot* de los valores de ING en los grupos de investigación



Fuente: elaboración propia

En la figura 55 se puede observar el *boxplot* de la variable ING del componente alcance en los grupos de investigación por cada categoría. En este componente hay una variación de los valores medios entre las categorías teniendo la media más alta en la categoría A, se encuentra tres de los valores más bajos de ING dos en la categoría B y uno en la categoría C, los valores más altos se encuentran en la categoría A.

Figura 55 *Boxplot* de los valores de ING del componente alcance en los grupos de investigación

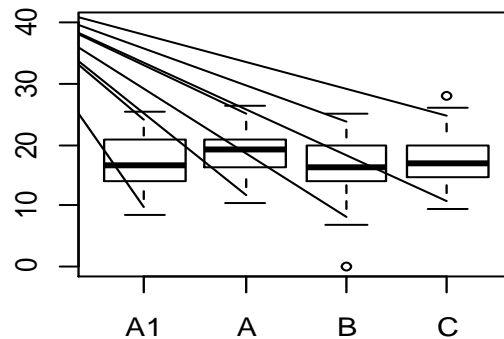


Fuente: elaboración propia

En la figura 56 se puede observar el *boxplot* de la variable ING del componente cronograma en los grupos de investigación por cada categoría. El valor más alto de ING está en la categoría C, el más bajo esta en la categoría B, la media más alta se encuentra en la categoría A.



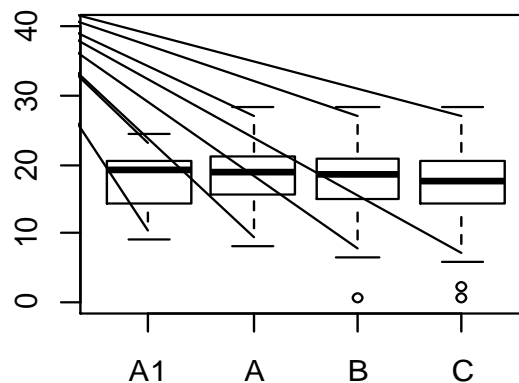
Figura 56 *Boxplot* de los valores de ING del componente cronograma en los grupos de investigación



Fuente: elaboración propia

En la figura 57 se puede observar en *boxplot* de la variable ING del componente costo en los grupos de investigación por cada categoría. Los datos más bajos de ING se encuentran dos en la categoría B y uno en la categoría C, los datos más agrupados se pueden identificar en la categoría A.

Figura 57 *Boxplot* de los valores de ING del componente costo en los grupos de investigación



Fuente: elaboración propia

#### 7.4 APLICACIÓN DE LA PRUEBA JI CUADRADO ENTRE LA CATEGORIZACIÓN ESTABLECIDA POR COLCIENCIAS Y LOS NIVELES DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN PRÁCTICAS DE GERENCIA.

Para identificar la relación/asociación de las variables se debe identificar las variables, definir los valores categóricos, aplicar la prueba ji cuadrado y leer los resultados de la prueba. Para este trabajo de grado se realizan dos pruebas ji cuadrado, la primera entre las variables categorías de grupo y niveles de gerencia y la segunda entre las variables áreas de conocimiento y niveles de gerencia. Para esto se debe determinar los valores categóricos del ING por medio de los niveles de aplicación de gerencia.



#### 7.4.1 Niveles de aplicación de prácticas en gerencia de proyectos de I+D+i

Los niveles de aplicación de prácticas en gerencia de los grupos de investigación se determinan de dos formas, la primera es la distribución establecida por el juicio de expertos y la segunda es una distribución por cuartiles. Esta se realiza distribuyendo la misma cantidad de grupos en cada nivel. La distribución equitativa permite realizar una correcta prueba estadística de ji cuadrado.

##### 7.4.1.1 Niveles de aplicación de prácticas en gerencia de proyectos por el juicio de expertos

El juicio de expertos estableció en tres niveles (bajo, medio, alto) las prácticas de gerencia de proyectos, consideró que, según la escala dada, el nivel bajo se encuentra entre 0 y 36, que el nivel medio entre 37 y 69 y el nivel alto entre 70 y 100.

En la tabla 51 se puede observar que 244 grupos se encuentran en el nivel medio de gerencia, el 78 grupo en el nivel alto en el nivel bajo solo se encuentra 7 grupos

Tabla 51 Distribución de los grupos según los valores de ING en las categorías de los grupos de investigación.

<b>Nivel</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Medición ING	0-36	37-69	70-100
Grupos	7	244	78

\*En el nivel medio se encuentra el 74.1% de los grupos de la muestra, el 23.7% en nivel alto y el nivel bajo con 0.022%

Fuente: elaboración propia

##### 7.4.1.2 Identificación de los niveles de aplicación de prácticas en gerencia y distribución de los grupos de investigación

Para poder realizar el análisis estadístico de relación se debe realizar una distribución equitativa de los grupos de investigación según sus valores de ING en cuartiles<sup>10</sup>. Los niveles se distribuyen en cuatro grupos de la siguiente forma se organizan los valores de ING de menor a mayor, se dividen en cuatro niveles aproximados de un 25% de los grupos, la primera categoría corresponde a los más bajos ING y se denomina INGQ<sub>1</sub>, los niveles medios INGQ<sub>2</sub> y INGQ<sub>3</sub>, el nivel INGQ<sub>4</sub> donde están grupo del 25% de los grupos con el ING más altos.

<sup>10</sup> Cuartil: una cuarta parte, el primer cuartil, o 25avo percentil, es el valor de un 25 % del conjunto.



Las cuatro cuartiles de aplicación de prácticas de gerencia son INGQ<sub>1</sub>, INGQ<sub>2</sub>, INGQ<sub>3</sub> y INGQ<sub>4</sub>. El nivel INGQ<sub>1</sub> corresponde a los valores de ING menores a 53.50, el nivel INGQ<sub>2</sub> corresponde a los valores entre 53.51 y 62.40, el nivel INGQ<sub>3</sub> corresponde a los valores entre 62.41 y 70.20, y el nivel INGQ<sub>4</sub> corresponde a los valores mayores a 70.21. En la tabla 52 se presenta la distribución de los grupos de investigación por niveles.

Tabla 52 Grupos de investigación en los niveles de ING

Nivel	Niveles de ING			
	INGQ <sub>1</sub>	INGQ <sub>2</sub>	INGQ <sub>3</sub>	INGQ <sub>4</sub>
ING	Menos a 53.5. ING	ING entre 53.51 y 62.40	ING entre 62.41 y 70.20	Más de 70.21 ING
Grupos	82	80	84	83

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 53 se puede observar la distribución de los grupos de investigación entre las categorías de los grupos y los niveles de ING y el porcentaje en el total de los grupos.

Tabla 53 Distribución de los grupos en las categorías y los niveles de ING

Categoría del grupo	Nivel de ING				Total
	INGQ <sub>1</sub>	INGQ <sub>2</sub>	INGQ <sub>3</sub>	INGQ <sub>4</sub>	
A1	14 28 %	14 28 %	11 22 %	11 22 %	50 100 %
A	9 14 %	15 23%	17 27 %	23 36 %	64 100 %
B	24 26 %	27 29 %	19 20 %	23 25 %	93 100 %
C	35 29 %	24 20%	37 30 %	26 21 %	122 100 %
<b>Total</b>	82 24.9 %	80 24.3%	84 25.5%	83 25.2 %	329 100 %

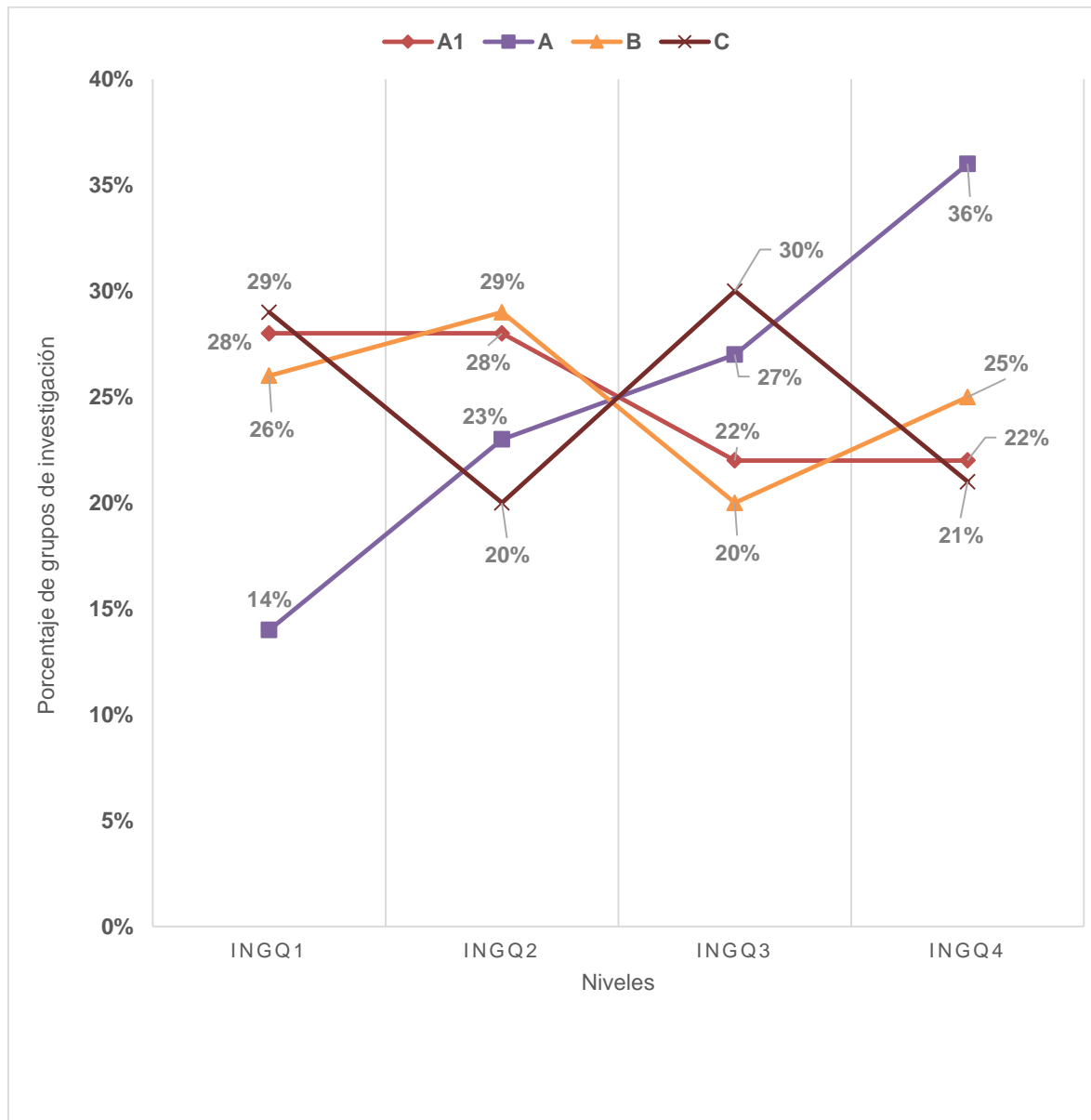
Fuente: Elaboración propia





En la figura 58 se observan los resultados de las categorías, en cada uno de los 4 niveles establecidos en la distribución de cuartiles.

Figura 58 Comportamiento de las categorías de los grupos en los niveles de gerencia



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la figura 58, que la categoría A1 tiene una línea horizontal en el medio de la escala, la categoría A presenta una línea ascendente constante teniendo el menor porcentaje de grupos en el nivel INGQ<sub>1</sub> y el INGQ<sub>4</sub> porcentaje de grupos en el nivel



alto, la categoría B muestra la mayor cantidad de grupos en los niveles INGQ<sub>2</sub> y INGQ<sub>1</sub> y la Categoría C presenta los picos máximos de grupos en los niveles INGQ<sub>1</sub> y INGQ<sub>3</sub>.

No hay comportamiento relacionado entre las categorías y los niveles, siendo la categoría A indiferente a los niveles y la categoría C con porcentajes altos en las categorías bajas y medio altas.

También se realiza la distribución de los niveles de gerencia por áreas de conocimiento; en la tabla 54 se puede observar esta distribución, unificando ciencias naturales con ciencias agrícolas.

Tabla 54 Distribución de los grupos en las categorías y los niveles de ING

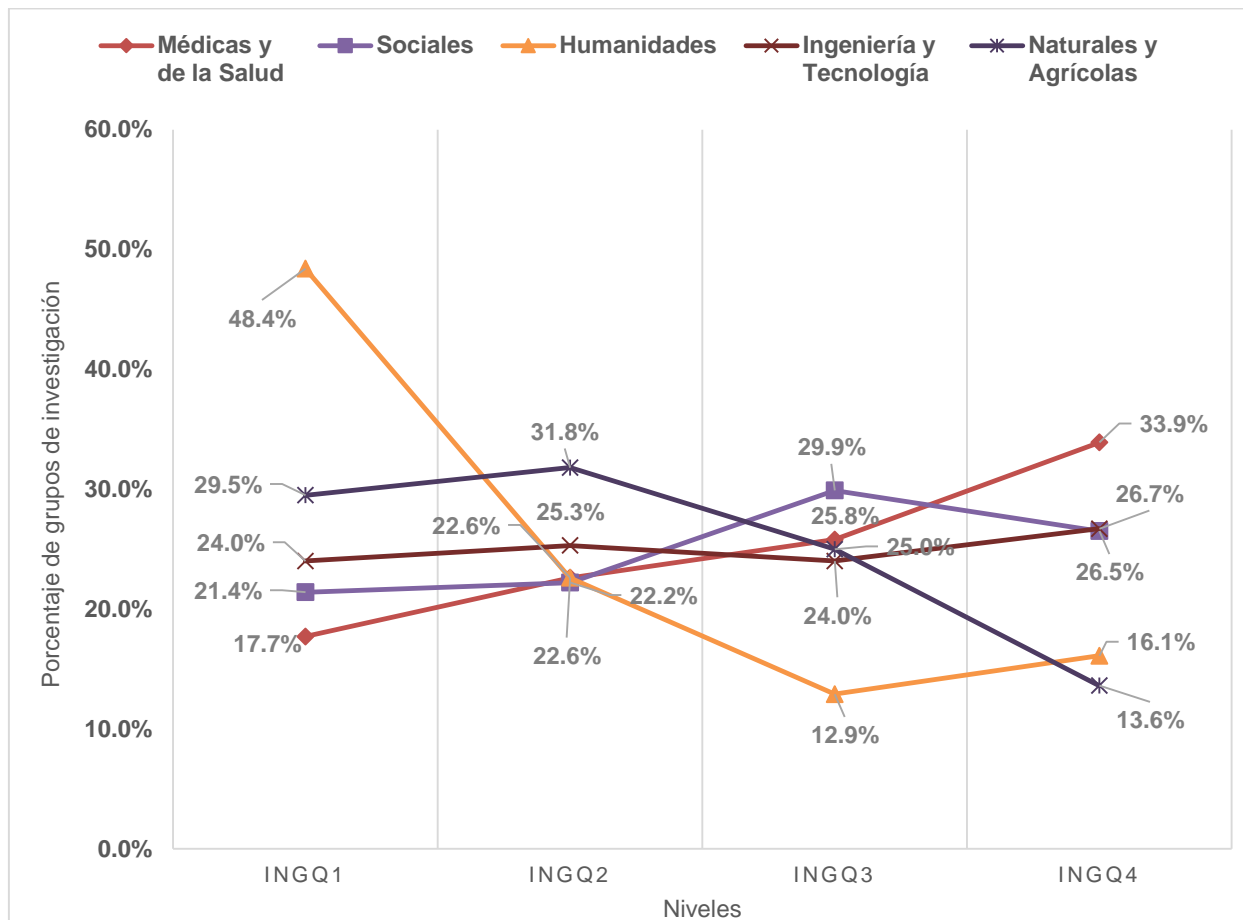
Área del conocimiento	Nivel de ING				Total
	INGQ <sub>1</sub>	INGQ <sub>2</sub>	INGQ <sub>3</sub>	INGQ <sub>4</sub>	
Ciencias Médicas y de la Salud	11 17.7 %	14 22.6 %	16 25.8 %	21 33.9 %	62 100 %
Ciencias Sociales	25 21.4 %	26 22.2 %	35 29.9 %	31 26.5 %	117 100 %
Humanidades	15 48.4 %	7 22.6 %	4 12.9 %	5 16.1 %	31 100 %
Ingeniería y Tecnología	18 24 %	19 25.3 %	18 24 %	20 26.7 %	75 100 %
Ciencias Naturales y Agrícolas	13 29.5 %	14 31.8 %	11 25 %	6 13.6 %	44 100 %
<b>Total</b>	82 24.9 %	80 24.3 %	84 25.5 %	83 25.2 %	329 100 %

Fuente: Elaboración propia

En la figura 59 se observan los resultados de las áreas de conocimiento en cada uno de los 4 niveles establecidos en la distribución de cuartiles.



Figura 59 Comportamiento de las categorías de los grupos en los niveles de gerencia



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la figura 59 que el área de las ciencias médicas y de la salud es el área que presenta la menor cantidad de grupos en el nivel INGQ<sub>1</sub>, y la mayor cantidad en el nivel INGQ<sub>4</sub>.

El área de humanidades y sociales tienen un desempeño contradictorio presentando la mayor cantidad de grupos en los niveles INGQ<sub>1</sub> y INGQ<sub>3</sub>, y la menor cantidad de grupos en los niveles INGQ<sub>3</sub> y INGQ<sub>4</sub>. El resto de las áreas se encuentran en el promedio de los grupos en los cuatro niveles.

#### 7.4.2 Relación de las variables categoría y área de conocimiento de los grupos de investigación con los niveles de gerencia de proyectos.

Para determinar la relación de las variables categoría y área de conocimiento con los niveles de gerencia de proyectos, se realiza la prueba estadística Ji cuadrado. Se adiciona la aplicación de la prueba con la variable áreas de conocimiento.



#### 7.4.2.1 Aplicación de la prueba Ji cuadrado entre las categorías y los niveles de INGQ<sub>n</sub>

Ji cuadrado o  $\chi^2$  es una prueba estadística para evaluar la hipótesis acerca de la relación entre dos variables categóricas. En este caso las dos variables establecidas son los niveles de INGQ<sub>n</sub> y las categorías de los grupos de investigación.

Se realiza la aplicación de la prueba Ji cuadrado entre las categorías y los niveles de ING. En la tabla 55 se pueden observar los resultados de la prueba, donde los valores de la primera fila son los valores observados, los valores de la segunda fila son los valores esperados, los valores de la tercera fila son la medida entre el observado y el esperado, y los valores de la cuarta fila corresponden a la proporción entre la cantidad de grupos por nivel y los grupos totales por categoría.

Esperado ( $E_i$ ): es el número de grupos que se hubiera observado si no hubiera relación entre la categoría Colciencias y el nivel ING, por ejemplo, en la categoría A1 nivel INGQ<sub>1</sub> son: 12 grupos de los cuestionarios. Total categoría multiplicado por el total nivel de ING dividido en el total de la muestra de cuestionarios.

$$E_i = \frac{C \times INGQ_n}{N}$$

Donde:

$C$  es el total de cuestionarios por categoría.

$INGQ_n$  es el total de todos los grupos en cada uno de los niveles.

$N$  total de las encuestas.

Medida ( $M_i$ ): es la relación que hay entre el valor observado y esperado con la siguiente ecuación.

$$M_i = \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Proporción ( $\mathcal{P}$ ): es la división entre lo observado y la categoría.

$$\mathcal{P} = \frac{O_i}{C}$$

Ji cuadrada ( $\chi^2$ ): es la sumatoria de todos los valores de Medida ( $M_i$ ).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$



Tabla 55 Prueba  $\chi^2$  de las categorías de los grupos de investigación y los niveles de ING

Niveles INg	INGQ <sub>1</sub>	INGQ <sub>2</sub>	INGQ <sub>3</sub>	INGQ <sub>4</sub>	Lectura de la prueba	Total
A1	14	14	11	11	Observados	50
	12	12	13	13	Esperado	
	0,19	0,19	0,24	0,21	Medida	0,830
	0,28	0,28	0,22	0,22	Proporción	
A	9	15	17	23	Observados	64
	16	16	16	16	Esperado	
	3,03	0,02	0,03	2,91	Medida	5,986
	0,14	0,23	0,27	0,36	Proporción	
B	24	27	19	23	Observados	93
	23	23	24	23	Esperado	
	0,03	0,85	0,95	0,01	Medida	1,837
	0,26	0,29	0,20	0,25	Proporción	
C	35	24	37	26	Observados	122
	30	30	31	31	Esperado	
	0,69	1,08	1,10	0,74	Medida	3,617
	0,29	0,20	0,30	0,21	Proporción	
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>80</b>	<b>84</b>	<b>83</b>		<b>329</b>

Fuente: Ji al cuadrado en R. Elaboración propia

El resultado de la prueba Ji cuadrado:

$$\chi^2=12,35 \cdot df=9 \cdot p=0.193$$

Dónde:

- $\chi^2$ : Ji cuadrado:
- $df$ : Grados de libertad
- $p$ : Se halla en las tablas de dispersión de Ji cuadrado.

La prueba indica que  $p=0.193$ ,  $p > 0,05$  el resultado no es significativo; es decir, no se rechaza la hipótesis nula de independencia y por lo tanto se concluye que la variable A de categorización y la variable B INGQ<sub>n</sub> son variables independientes, no existe una relación entre ellas.



#### 7.4.2.2 Aplicación de la prueba Ji cuadrado entre las áreas de conocimiento y los niveles de INGQ<sub>n</sub>

Para la aplicación de esta prueba se unificaron las áreas de conocimiento de ciencias agrícolas y ciencias naturales, siendo áreas afines en competencias y temáticas. La razón de unir las dos áreas también es por requerimiento de la prueba, ya que no se puede realizar si la cantidad de individuos por categorías no cumple con un valor mínimo requerido.

Se realiza la aplicación de la prueba Ji cuadrado entre las áreas de conocimiento y los niveles de INGQ<sub>n</sub>. En la tabla 56 se pueden observar los resultados de la prueba, donde los valores de la primera fila son los valores observados, los valores de la segunda fila son los valores esperados, los valores de la tercera fila son la medida entre el observado y el esperado y los valores de la cuarta fila corresponden a la proporción entre la cantidad de grupos por nivel y los grupos totales por área de conocimiento.

Tabla 56 Prueba X<sup>2</sup> de las áreas de conocimiento y los niveles de INGQ<sub>n</sub>

<b>Niveles ING</b>	<b>INGQ<sub>1</sub></b>	<b>INGQ<sub>2</sub></b>	<b>INGQ<sub>3</sub></b>	<b>INGQ<sub>4</sub></b>	<b>Lectura de la prueba</b>	<b>Total</b>
<b>Categorías</b>						
Ciencias médicas y de la salud	11 15,453 1,28 0,177	14 15,076 0,08 0,226	16 15,830 0,00 0,258	21 15,641 1,84 0,339	Observados Esperado Medida Proporción	62  3,198
Ciencias naturales y agrícolas	13 10,967 0,38 0,295	14 10,699 1,02 0,318	11 11,234 0,00 0,250	6 11,100 2,34 0,136	Observados Esperado Medida Proporción	44  3,743
Ciencias sociales	25 29,161 0,59 0,214	26 28,450 0,21 0,222	35 29,872 0,88 0,299	31 29,517 0,07 0,265	Observados Esperado Medida Proporción	117  1,760
Humanidades	15 7,726 6,85 0,484	7 7,538 0,04 0,226	4 7,915 1,94 0,129	5 7,821 1,02 0,161	Observados Esperado Medida Proporción	31  9,841
Ingeniería y tecnología	18 13,693 1,35 0,240	19 18,237 0,03 0,253	18 19,149 0,07 0,240	20 18,921 0,06 0,267	Observados Esperado Medida Proporción	75  1,52
<b>Total</b>	<b>82</b> 24,9%	<b>80</b> 24,3%	<b>84</b> 25,5%	<b>83</b> 25,2%		<b>329</b>

Fuente: Ji al cuadrado en R. Elaboración propia



El resultado de la prueba Ji cuadrado:

$$\chi^2=18,73 \cdot df=12 \cdot p=0.095$$

Dónde:

- $\chi^2$ : Ji cuadrado:
- $df$ : Grados de libertad
- $p$ : Se halla en las tablas de dispersión de Ji cuadrado.

La prueba indica que  $p=0.095$ ,  $p > 0,05$  el resultado no es significativo. Es decir, no se rechaza la hipótesis nula de independencia y. Por lo tanto, se concluye que la variable área de conocimiento y la variable B INGQ<sub>n</sub> son variables independientes, no existe una relación entre ellas.



## 8 CONCLUSIONES

Las conclusiones del trabajo de grado se encuentran estructuradas por secciones, la primera sección son conclusiones referentes a la pregunta de investigación. En las siguientes secciones se presentan las conclusiones por objetivos específicos.

En las conclusiones por objetivos específicos se encuentran: conclusiones a partir de la información obtenida de la base de datos recopilada, como parte del desarrollo de esta investigación, encontrando los resultados esenciales de la base de datos en cuanto a las categorías, instituciones avaladoras y producción científica.

Conclusiones a partir del método de valoración diseñado para el desarrollo de esta investigación, se analiza la valoración de las prácticas en gerencia de los investigadores por parte de los expertos y las ventajas del método de valoración para organizaciones empíricas en gerencia.

Conclusiones a partir de la identificación de aplicación de prácticas de gerencia en los grupos de investigación, donde se analiza las respuestas de los investigadores a través del cuestionario y se realiza un cruce de hallazgos y el marco teórico, concluyendo cuáles son las prácticas de gerencia de los grupos de investigación.

Conclusiones a partir de la aplicación de la herramienta estadística para determinar la relación/ asociación de las variables, que determina si existe o no relación entre las variables definidas y se determina que categorías y áreas de conocimiento tienen una relación con la gerencia de proyectos, justificando su desempeño en gerencia de proyectos.

### **Conclusiones de la pregunta de investigación: ¿Existe correlación entre la categorización por Colciencias de los grupos de investigación en Bogotá y la aplicación de prácticas de gerencia en proyectos de investigación?**

- 1) Contestando a la pregunta de investigación se concluye que no existe una relación entre la categoría de los grupos de investigación en Bogotá y la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos.

Sin embargo a pesar de que estadísticamente no existe una correlación, no se puede descartar que las prácticas de gerencia de proyectos tengan relación con las categorías de los grupos. Puesto que las variables analizadas no son variables simples, son variables compuestas que se ven afectadas por diferentes causas, que para el presente estudio no se encuentran dentro del alcance de investigación.

Como es la variable categoría de grupo la que se mide en diferentes factores: tiempo de existencia del grupo, personal que integra el grupo, indicador de cohesión,





productos TOP, producción científica y alcance de cuartiles, cada uno de estos factores incide en la categoría de grupo.

La variable aplicación de prácticas en gerencia de proyectos solo fue medida en tres factores compuestos por la triple restricción: alcance, cronograma y costo. No se tuvieron en cuenta otras áreas de conocimiento en gerencia de proyectos como son: integración, calidad, recursos, comunicaciones, riesgo, adquisiciones e interesados.

Dicha relación de variables se puede evidenciar en la afirmación de Soto, Arenas y Giraldo (2007) en que el enfoque de Colciencias debería proveer lineamientos gerenciales para que los grupos de investigación puedan detectar los aspectos de producción que deben mejorar para llegar a ser mejor categorizados.

- 2) Se debe considerar que la convocatoria 2017 de Colciencias midió a los grupos de forma retrospectiva en una ventana de observación de 5 años. Los datos obtenidos representan el trabajo actual de los grupos en las prácticas de gerencia, que se pueden reflejar en próximas convocatorias.
- 3) La no relación esta conexas con el hecho de que los grupos deben cumplir con la totalidad de condiciones exigidas por Colciencias, para ser clasificado en alguna de las categorías. Se debe determinar qué condiciones son consideradas como resultado de una aplicación o no aplicación de las prácticas en gerencia de proyectos, para analizarlas como variables independientes.

### **Conclusiones a partir de la información obtenida de la Base de datos recopilada como parte del desarrollo de esta investigación.**

- 4) En la base de datos se identifica y analiza que Bogotá es la ciudad de Colombia que tiene el mayor número de grupos de investigación categorizados, cuenta con el 34.4 % de los grupos de Colombia, lo siguen los departamentos de Antioquia con el 15 % de los grupos y del Valle del Cauca con el 5.2 % de los grupos (Colciencias, 2018a). Aunque Bogotá cuente con el 34.4 % de los grupos de investigación, no se puede concluir que los resultados de este trabajo de grado sean representativos a nivel nacional.

Bogotá cuenta con una mayor representación de grupos de investigación en la categoría más alta asignada por Colciencias (A1) con el 37 % le siguen categorías A y B con el 35% y el área de conocimiento donde mayor tiene representación son las ciencias médicas y de la salud con el 35% le siguen ciencias humanas con el 34%.

- 5) En la base de datos se identifica que el papel de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación se centra en las instituciones de educación superior: el 87 % de los grupos categorizados son avalados por IES, y solo el 0.05 % son de las empresas. Es importante tener en cuenta que para las IES el papel de los grupos de



investigación son factores de medición en calidad institucional, además permite la visualización de la institución en temas de CTel.

- 6) Se observa en la base de datos que solo hay dos grupos de A1 y cinco de A avalados por empresas; entre las otras instituciones (entidades del estado, no gubernamentales, privadas sin ánimo de lucro y hospitales) se encuentran 16 A1 y 16 A. Es decir que las IES avalan el 90 % de los grupos de las categorías más altas y que existe una dificultad por parte de las otras instituciones para que sus grupos suban a categorías A1 y A.

### **Conclusiones a partir del método de valoración diseñado para el desarrollo de esta investigación.**

- 7) Según la calificación del juicio de expertos se concluye que las prácticas reales de los investigadores no son consideradas como una aplicación de prácticas en gerencia de proyectos apropiada, tampoco son consideradas como malas prácticas de gerencia. Se puede concluir que son prácticas fruto de la experiencia en formulación y gerencia de proyectos de I+D+i y que como lo afirma Kuchta & Skowron (2015) son prácticas informales, por no existir directrices uniformes en gerencia de proyectos I+D+i.
- 8) El método de valoración diseñado en el trabajo de grado permite identificar y medir a las organizaciones que realizan gerencia de proyectos de manera empírica, como son los grupos de investigación que no cuentan con profesionales en gerencia y son los investigadores quienes planean y ejecutan los proyectos. Es muy importante que para la aplicación de un método de valoración los investigadores entiendan la terminología para no obtener un resultado erróneo a la realidad.

Cassaneli, Dondero, Morán & Larrosa (2009) aplicó el modelo de madurez de Kerzner en centros de investigación de Argentina, donde los categorizó en un nivel de madurez con conocimiento regular (de una escala de 4 niveles, siendo regular el segundo nivel). Al aplicar el método de valoración diseñado en este trabajo de grado, el 75 % de los grupos se ubican con puntuaciones de ING superiores a 53.51 y un valor promedio 61.4 (los valores de ING del juicio de expertos se ubican entre 1,0 y 93. Siendo 93 el máximo puntaje y 1,0 el mínimo puntaje para la aplicación de prácticas de gerencia). En conclusión, aplicando un método de medición adaptado para investigadores que realizan gerencia de proyectos, los resultados varían, obteniendo un mayor nivel de gerencia cuando el método de recolección de datos se diseña específicamente para este tipo de población.

- 9) Para el diseño del cuestionario fue primordial manejar conceptos y terminología que los investigadores entendieran, y de esta manera se identificó que los investigadores manejan conceptos básicos de gerencia y las prácticas que utilizan son de manera empírica y generadas por la experiencia. Por ejemplo, en la validación del alcance no siente la necesidad de identificar procesos o herramientas que validen la aceptación de los resultados, productos intermedios y finales de la investigación. En cambio, la



responsabilidad de validar es del investigador quien realiza el control de calidad de los resultados y productos para tener validez. Si bien es cierto que el investigador debe tener la capacidad de medir la calidad de sus resultados y productos, en las buenas prácticas de gerencia se recomienda realizar inspecciones de calidad por parte de los *stakeholders* identificados para tal fin, en productos finales e intermedios.

Para definir las actividades, estimar la duración de las actividades y estimar los costos, es común que los investigadores realicen reuniones con el equipo de investigación y/o revisen proyectos de I+D+i anteriores, siendo prácticas empíricas y resultados de la experiencia en la formulación de proyectos. Para los expertos en gerencia es una práctica válida. Sin embargo, existen técnicas más formales y mejores herramientas, como por ejemplo, para definir actividades se usa el juicio de expertos, descomposición y planeación gradual de los entregables, y para estimar costos y estimar la duración de las actividades se usa la estimación paramétrica, estimación análoga, estimación ascendente y/o estimación por tres valores.

### **Conclusiones a partir de la identificación de aplicación de prácticas de gerencia en los grupos de investigación**

- 10) Se concluye qué categorías tienen una mejor aplicación de prácticas de gerencia por los componentes alcance, cronograma y costo. En alcance y cronograma, la categoría que mejor aplicación de gerencia tiene es la categoría A y le sigue la categoría C.

En el componente costo, la categoría que mejor aplicación de gerencia tiene es la categoría A y le sigue la categoría B.

Con lo anteriormente presentado, se concluye que la categoría con mejor aplicación de procesos en gerencia de proyectos es la categoría A, teniendo en cuenta que es una categoría con experiencia, procesos sistemáticos y con interés de escalar a A1. Estos aspectos son para Valerino, Meneses, Yaber & Puyol (1996) un factor de éxito en la gerencia proyectos, reconociéndolos como habilidades blandas de los investigadores.

- 11) Dentro de las mejores prácticas del componente alcance, cerca de la mitad de los grupos encuestados identifican y analizan los entregables y el trabajo que hay que hacer para cumplir el alcance, efectuando el proceso de crear la EDT, mientras que solo el 4% de los grupos buscan la aceptación formal de los entregables, efectuando el proceso de validar el alcance. Analizando por categorías, las categorías A1 y C definen detalladamente el proyecto y el producto a entregar, y las categorías A y B identifican y analizan los entregables.

Dentro de las mejores prácticas del componente cronograma, la mitad de los grupos encuestados monitorea el estado del proyecto, además, identifican y documentan las acciones específicas que se deben realizar para la elaboración de los entregables del



proyecto, efectuando el proceso de definir actividades, analizando por categorías, todas las categorías realizan seguimiento y control.

En el componente cronograma solo el 4% de los grupos toman acciones correctivas al presentar atrasos en el proyecto, conforme a lo que afirma Youker (2002) en que los proyectos de I+D+i suelen ser a largo plazo, donde la calidad tiene prioridad sobre el tiempo siendo un proceso intelectual.

Dentro de las mejores prácticas del componente costo, más de la mitad de los grupos encuestados monitorean el estado del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar cambios, efectuando el proceso de controlar el costo, analizando las categorías, todas coinciden en controlar el costo.

Solo el 4% de los grupos suman los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea de base de costo, efectuando el proceso de determinar el presupuesto. Siendo una de las causas de que exista un bajo conocimiento en el desempeño de los proyectos de I+D+i y una falta de indicadores de gerencia y bases de datos en I+D+i tal y como lo afirman Hernández Martínez (2005), Díaz, Pérez, Ramos & Montes (2012), y Arias Pérez y Borda (2011). Y que para Kuchta et al., (2017) esto genera que los informes de investigación sean pocos confiables y no reflejen una realidad de desempeño del proyecto.

- 12) En términos generales se observa que la mayoría de los grupos de investigación planean el alcance y el cronograma, es decir que se centran en definir las actividades necesarias para obtener los entregables identificados y el producto del proyecto de investigación, procesos a los que más le dedican esfuerzo gerencial. Contrario a esto, los grupos no toman acciones correctivas cuando se presenta atrasos.

Con respecto al componente costo los grupos priorizan de manera diferente, realizando mayor control y seguimiento en los recursos que obtienen para financiar el proyecto de investigación, que en crear una línea base de costos, que determina cuanto y cuándo es que se deben incurrir en dichos costos.

- 13) Para los investigadores el cumplimiento del alcance es definitivamente lo más crítico, superando en importancia de manera significativa a aspectos financieros y de cronograma. Esto se observa en las respuestas obtenidas al ponderar por importancia los tres componentes, donde alcance duplicó costo y cronograma. Diferente para el juicio de expertos donde la diferencia es mínima entre los tres componentes.
- 14) En la frecuencia de aplicación de gerencia, el 80% de los grupos tienen una alta periodicidad en las prácticas que realizan en los tres componentes, alcance, cronograma y costo. Sin embargo, se destaca la frecuencia en costo, contrario a la ponderación que se obtuvo de estos componentes, siendo alcance el de mayor importancia para los grupos.



- 15) La percepción de los investigadores frente a la gerencia de proyectos es que el 81 % de los líderes de grupos participantes de la muestra, tienen la apreciación de que la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos aumenta el cumplimiento de los objetivos del proyecto, evita prórrogas y adiciones presupuestales, las categorías A y C son donde más líderes consideran esta relación, esto se puede concernir con lo afirmado por Munns & Bjeirmi (1996), donde los resultados de éxito en la gerencia de proyectos se miden mediante finalización del presupuesto, satisfacción del cronograma, estándares de calidad adecuados y cumplimiento del objetivo del proyecto.
- 16) A los grupos también se les preguntó si tienen personal especializado en gerencia de proyectos y aunque el 63% de los grupos consideran que la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos tienen una relación con la categoría y el 81% consideran que mejora el desempeño del proyecto de investigación, solamente el 28% afirman tener personal especializado en gerencia de proyectos para tal fin. Hay que recordar que como lo concluyó Cassanelli, Anibal; Fernandez Sanchez (2014), existe una preferencia para que los investigadores sean quienes realicen la planeación y ejecución de los proyectos, sin importar si cuentan con conocimiento en gerencia. Y tal y como lo evidencia Prieto & Cepeda (2017) en la universidad EAN con la falta de personal para la gerencia de proyectos de I+D+i.

El ING del 28% de los grupos que cuentan con personal especializado está por encima del promedio general de los grupos encuestados, el que tiene la mayor cantidad de grupos con personal especializado es la categoría C, siendo el de menor categoría y el segundo con las mejores prácticas en gerencia a nivel general.

El 28% de los grupos (93 grupos) que afirman tener personal especializado en gerencia de proyectos están representados así: Ciencias Naturales y agrícolas 8 grupos, ciencias médicas y de la salud 11, Ciencias sociales 31, Humanidades 10, Ingeniería y tecnología 33, de esos 93 grupos en la categoría A1 8, A 19, B 25 Y C 41 grupos.

Adicionalmente estos grupos son conformados en su mayoría por grupos con áreas de conocimiento en ingeniería y en ciencias sociales<sup>11</sup>, de acuerdo a estas áreas los investigadores tienen un perfil afín a la gerencia o que son conscientes a su necesidad.

---

<sup>11</sup> La ciencias sociales están conformados por sub-áreas: psicología, economía y negocio, derecho, ciencias de la educación, sociología, ciencias políticas, geografía social y económica, y periodismo y condiciones)



## **Conclusiones a partir de la aplicación de la herramienta estadística para determinar la relación/ asociación de las variables**

- 17) Como se afirmó inicialmente no existe una correlación entre la categoría otorgada de Colciencias y la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos. En la aplicación de la prueba Ji cuadrado con las áreas de conocimiento se concluye que no existe una relación entre las áreas de conocimiento de los grupos de investigación y la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos.
  
- 18) Se observa un mejor desempeño en las áreas de ciencias médicas y de la salud contrario a las áreas de las ciencias naturales, agrícolas y humanas (las áreas de ingeniería y sociales son indiferentes). Una de las posibles razones para esta situación es como lo afirman Cassanelli & Fernández-Sánchez (2014), las organizaciones dedicadas a la ciencia y tecnología prefieren que los investigadores sean los responsables de la planificación, gerencia, ejecución y reporte de los proyectos indiferentemente del área de conocimiento del grupo de investigación.

En los niveles de gerencia y el área de conocimiento de los grupos, se puede observar que el área de las ciencias médicas y de la salud es el área que presenta la menor cantidad de grupos en el nivel más bajo, y la mayor cantidad en el nivel alto, lo que permite concluir que es el área con la mejor aplicación de procesos de gerencia.

El área de ciencias naturales y agrícolas, con el área de humanidades son las áreas que presentan la mayor cantidad de los grupos en el nivel bajo y de las menores cantidades de grupos en el nivel alto, indicando una menor aplicación de prácticas. El área de ingeniería y tecnología con el área de ciencias sociales presentan una aplicación de prácticas muy promedio sin importar el nivel.

El por qué el área de ciencias médicas y de la salud tiene mayores grupos en los niveles más altos, se establece una relación con las instituciones avaladoras, ya que un porcentaje de los grupos de investigación de esta área son avalados por hospitales y clínicas, siendo instituciones donde la inversión debe tener un mayor control, y debe exigir indicadores administrativos como cumplimiento del presupuesto y del cronograma.



## **9 TEMAS DE DISCUSIÓN**

En los resultados obtenidos de la aplicación de la prueba Ji cuadrado se concluyó que no existe relación/asociación entre la aplicación de prácticas de gerencia de proyectos y la categoría de los grupos de investigación, es posible afirmar que el resultado ésta relacionado con el hecho de que existan subvariables en la categoría de grupos de investigación que tengan una mayor relación con la aplicación de prácticas de gerencia, tales como: indicador de productividad, indicador de grupo, productos top e indicadores de tipología de productos. (conclusión 1).

La medición de prácticas de gerencia en los grupos de investigación se realizó en el año 2018 y la convocatoria midió a los grupos entre el 2012 y el 2016, durante el 2017 y el 2018 los grupos de investigación pudieron haber realizado cambios en temas gerenciales con el objetivo de mejorar la categoría obtenida en el 2017, por lo tanto la correlación se puede establecer entre la aplicación de prácticas de gerencia del 2018 y la categoría obtenida del 2019. (conclusión 3).

La categoría A es la categoría con mejor aplicación de prácticas de gerencia por obtener los mejores ING de los grupos y por tener menos grupos en  $INGQ_1$  y mayores grupos en  $INGQ_4$ , es necesario determinar la razón de esta relación de prácticas de gerencia y la categoría A. Se podría deducir que la categoría A es una categoría con experiencia, con procesos sistematicas y con interés de subir a A1, por lo tanto tenga una mejor aplicación de prácticas en gerencia de proyectos. (conclusión 10).



## **11 RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones se presentan en dos secciones, una son recomendaciones resultado del trabajo de grado de investigación y dos son las recomendaciones del ejercicio académico de realizar el trabajo el grado.

### **Recomendaciones trabajo de investigación**

- Debido al bajo valor de ING, en la dimensión cronograma, se recomienda la capacitación de los investigadores en temas gerenciales, especialmente en este componente (conclusión 11).
- De acuerdo con la percepción de los investigadores se recomienda concientizar a los directivos encargados de organizaciones dedicadas a I+D+i de las ventajas que tiene la aplicación de gerencia de proyectos en la ejecución de sus investigaciones (conclusión 16).
- Teniendo en cuenta el gran interés que presentan los grupos de investigación sobre la importancia de la aplicación de la gerencia de proyectos, se recomienda generar un programa especial dirigido y enfocado a líderes de grupos de investigación (conclusión 15).

### **Recomendaciones del ejercicio académico del trabajo de grado**

- Se recomienda a la Unidad de Proyectos considerar y evaluar los trabajos de grado que requieran aprobación por Comité de ética, teniendo en cuenta la clase de investigación a realizar. Esta recomendación surge porque algunos líderes de los grupos de investigación enviaron correos electrónicos, solicitando este documento, todos se respondieron de manera muy respetuosa, informando que ese proceso no estaba reglamentado en el programa y explicando el objetivo del trabajo a realizar.
- También, se debe considerar realizar el consentimiento informado a las personas que se sometan a entrevistas, encuestas, juicio de expertos u otros, para realizar los trabajos de grado. Con esto se informa sobre la investigación a realizar y la persona autoriza que se le apliquen estos instrumentos.
- Es importante resaltar que las investigaciones cuantitativas tienen un gran valor para el estado del arte en la gerencia de proyectos, por tal motivo se recomienda fortalecer en los estudiantes los conocimientos en estadística aplicada y metodológica, dentro del programa de maestría en gerencia y desarrollo de proyectos; buscando en la Unidad de proyectos aumentar el desarrollo de trabajos de grado enfocados en investigación cuantitativa y la generación conocimiento.





- La metodología y herramientas utilizadas en el presente trabajo son replicables a otras instituciones que requieran identificar y medir la aplicación de prácticas de gerencia en los grupos de investigación que realicen proyectos de I+D+i. Los resultados del trabajo son publicables en revistas indexadas de categorías, A, B, y/o C.



## **12 TRABAJOS FUTUROS**

- Con la base de datos de los grupos de investigación categorizados en Bogotá, la cual hace parte de este trabajo de grado como objetivo específico, se pueden realizar relaciones con diferentes variables, como: los años de existencia de cada grupo de investigación, el indicador de cohesión del grupo, indicadores de producción entre otros (conclusión 1).
- Se podrían realizar investigaciones en la aplicación en gerencia de proyectos y otras dimensiones como calidad, recursos humanos, comunicaciones, interesados, riesgos, adquisiciones, u otras áreas no estudiadas en el presente trabajo.
- Realizar el análisis de correlación de los valores de ING obtenidos en este trabajo y las categorías de los grupos de la muestra obtenidas para la próxima convocatoria lanzada por Colciencias, (conclusión 2).
- Se propone realizar estudios de gerencia de proyectos para las diferentes regiones, ya que existen variables gerenciales que cambian de una región a otra, tal como es: el tamaño, el presupuesto, las capacidades tecnológicas, la tipología de instituciones, los niveles de educación, entre otras (conclusión 4).
- Se puede realizar estudios los cuales tomen subgrupos para lograr identificar variables relevantes, estos subgrupos pueden ser universidades acreditadas vs universidades no acreditadas, instituciones públicas vs privadas, por regiones, etc (conclusión 5).
- Es posible aplicar la metodología con grupos de investigación categorizados por Colciencias de todo el país, analizando las mismas u otras variables e identificar diferencias con los grupos de Bogotá. También, se podría realizar un contraste de resultados obtenidos en este proyecto con las prácticas recomendadas por otro tipo de estándar en aplicación de gerencia de proyectos (conclusión 8).
- Determinar las características de la categoría A con el fin de justificar su relación proporcional con la aplicación de prácticas de gerencia en proyectos. (conclusión 10)
- Realizar análisis del porque comportamiento de las categorías en cada uno de los componentes de gerencia: alcance, cronograma y costo (conclusión 11).
- Analizar y realizar pruebas de relación entre las subáreas de los grupos de investigación y los niveles de gerencia, de esta manera identificar relaciones con los resultados que se presentaron sobre las áreas de conocimiento y los niveles (conclusión 18).



## 13 ASPECTOS GERENCIALES DEL TRABAJO DE GRADO

El presente trabajo de grado es gerenciado de acuerdo al plan inicialmente trazado, cubriendo las etapas descritas más detalladamente en el plan de gerencia anexo al presente TG. En este capítulo se hará un resumen de las partes más importante del resultado del ejercicio de gerencia del TG.

### 13.1 INICIACIÓN

En el acta de constitución del trabajo de grado, es donde se autoriza formalmente el inicio del trabajo de grado, se designa el gerente del trabajo de grado y se dejan claros los criterios de aceptación y éxito, la identificación y registro de los *stakeholder*, son procesos referentes a determinar cuáles son los interesados, qué participación tienen dentro del TG y otros aspectos que se detallan más adelante.

#### 13.1.1 Acta de Constitución (*Project Charter*)

Se dio inicio al trabajo de grado, por medio del acta de constitución, que consiste en elaborar un documento que autoriza formalmente el trabajo de grado, documenta la alineación estratégica del TG, identifica, asigna el gerente del TG y define los criterios de éxito del TG.

### ACTA DE CONSTITUCIÓN (*PROJECT CHARTER*) DELTG

**Trabajo de Grado:** “ESTUDIO CORRELACIONAL ENTRE LA CATEGORIZACIÓN POR COLCIENCIAS DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN BOGOTÁ Y LA APLICACIÓN DE GERENCIA DE PROYECTOS, EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN”.

La Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), se han constituido en un factor sustancial para el crecimiento y desarrollo de un país, por esta razón los proyectos de Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación (I+D+i), han sido el medio para generación de conocimiento en temas de CTI. Colciencias en su función como departamento administrativo de ciencia y tecnología, viene midiendo y categorizando los grupos de investigación que se encargan de la dirección y ejecución de estos proyectos. Dentro del modelo de medición de grupos de investigación de Colciencias, no se tiene en cuenta la aplicación de herramientas gerenciales en los proyectos, por tal motivo se desconoce cómo estas competencias influyen en la medición de grupos.

**El objetivo** del presente trabajo de grado, es un estudio correlacional que busca determinar si la categoría de los grupos de investigación otorgada por Colciencias tiene una relación con la aplicación de gerencia de proyectos, mediante una investigación



cuantitativa con alcance descriptivo y correlacional. Constituye un requerimiento para la obtención del título de magíster en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos.

**El propósito** del trabajo de grado, contribuye a mejorar la probabilidad de éxito de los proyectos de I+D+i a través de fomentar la aplicación de prácticas en gerencia de proyectos. La gerencia de proyectos constituye una herramienta clave para el exitoso desarrollo de los proyectos y el cumplimiento de sus objetivos. El cumplimiento de este propósito permite aportar a los objetivos estratégicos del Plan Nacional de Desarrollo y de Colciencias en impulsar la ciencia, tecnología e innovación para solucionar los desafíos sociales y promover el desarrollo tecnológico y productivo del país, aportando herramientas que ayuden a gerenciar los proyectos de I+D+i y así cumplir con éxito los objetivos de investigación que impacten a estos desafíos. Contribuye a los objetivos estratégicos de la Escuela en formar profesionales con competencias científicas para llevar a cabo el desarrollo de proyectos de I+D+i en la realización de una tesis de grado, con expectativas de generar artículos científicos como productos de generación de nuevo conocimiento que aporten a la comunidad académica.

La Escuela Colombiana de Ingeniería, como institución educativa, en la cual se otorga el título de Magíster en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos, la cual tiene como requisito la elaboración del trabajo de grado y dando cumplimiento a los objetivos institucionales de la Universidad, establece que se dé inicio al trabajo de grado **“Estudio correlacional entre la categorización por Colciencias de los grupos de investigación en Bogotá y la aplicación de gerencia de proyectos, en proyectos de investigación”**; como patrocinador del TG se nombra al Ingeniero César Augusto Leal, el cual autoriza el inicio del mismo, a partir de la fecha en que se firma este documento.

Se designa a la Ingeniera Gloria Viviana Pérez Londoño como gerente del trabajo de grado, quien asumirá la responsabilidad de administrar los recursos disponibles, programar, organizar, gestionar los riesgos, hacer seguimiento y control para lograr el alcance total de los objetivos, contando con total autonomía en la toma de decisiones. Para todas las actividades se asigna un presupuesto máximo de \$ 83'000.000, se establece como fecha límite para la entrega del informe final, libro de Gerencia, Artículo y Poster hasta máximo el 10 de septiembre de 2018.

Para considerar el trabajo de grado exitoso, se debe cumplir con los lineamientos establecidos por la Unidad de Proyectos en cuanto a las restricciones de tiempo, presupuesto y alcance, estimados para el desarrollo de la investigación y compilación de entregables académicos según lo definido por el Comité de Trabajos de Grado para la cohorte 5 de la Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Firma:

\_\_\_\_\_  
**Ing. César Augusto Leal Coronado**  
**Patrocinador (Sponsor)**  
**Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**



### 13.1.2 Registro de partes interesadas y estrategias para su manejo

Durante todo el desarrollo del TG, se tiene contacto con los diferentes interesados, en la Tabla 57, se observa la estrategia utilizada para cada interesado de investigación, en el libro de gerencia se muestra en mayor detalle las estrategias con cada interesado tanto de la investigación como del ejercicio académico.

Tabla 57 Ejemplo, Plan de Gestión *Stakeholders*

Id	Stakeholder	Clase	Participación		Estrategia genérica	Estrategia específica
			Actual	Deseada		
Investigación						
S-01	Grupos de investigación categorizados en bogotá.	Interno	Neutral	Partidario	Manejar de cerca	Hacen parte de los más importantes involucrados, ya que de ellos se obtiene la información pertinente para el desarrollo del trabajo de grado.
S-02	Directores de grupos de investigación, a entrevistar.	Externo	Neutral	Partidario	Manejar de cerca	Tener muy bien informados, atender sugerencias, comunicar el objetivo del trabajo de grado y la importancia que tienen dentro del desarrollo del tg, comunicar resultados, conclusiones y recomendaciones finales.
S-03	Entidades que financian y autorizan proyectos de invest.	Externo	Inconsciente	Partidario	Mantener informado	Son externos al tg, comunicar en su momento los objetivos del tg, beneficios y logros, es posible lograr un importante interés al producto del trabajo de grado.
S-04	Colciencias.	Externo	Inconsciente	Partidario	Manejar de cerca	Tener en cuenta para obtener información de la categorización de los grupos, comunicar objetivos, propósito, resultados, conclusiones y recomendaciones del trabajo de grado.
S-05	Instituciones con estándares en gerencia moderna de proyectos.	Externo	Inconsciente	Partidario	Hacer seguimiento	Tener en cuenta para los lineamientos, herramientas y guía en los procesos de gerencia de proyectos, comparar y comunicar resultados del trabajo de grado, con el fin de capturar su interés.
S-06	Expertos en gerencia de proyectos.	Externo	Partidario	Partidario	Manejar de cerca	Atender sugerencias, aportes, tener en cuenta para la valoración y cualificación de procesos.
S-07	Director de investigación escuela colombia de ingeniería.	Externo	Partidario	Partidario	Mantener informado	Atender sugerencias, aportes, informar desarrollo del tg, resultados, conclusiones y recomendaciones del tg.

Fuente: Elaboración propia.

## 13.2 PLANEACIÓN

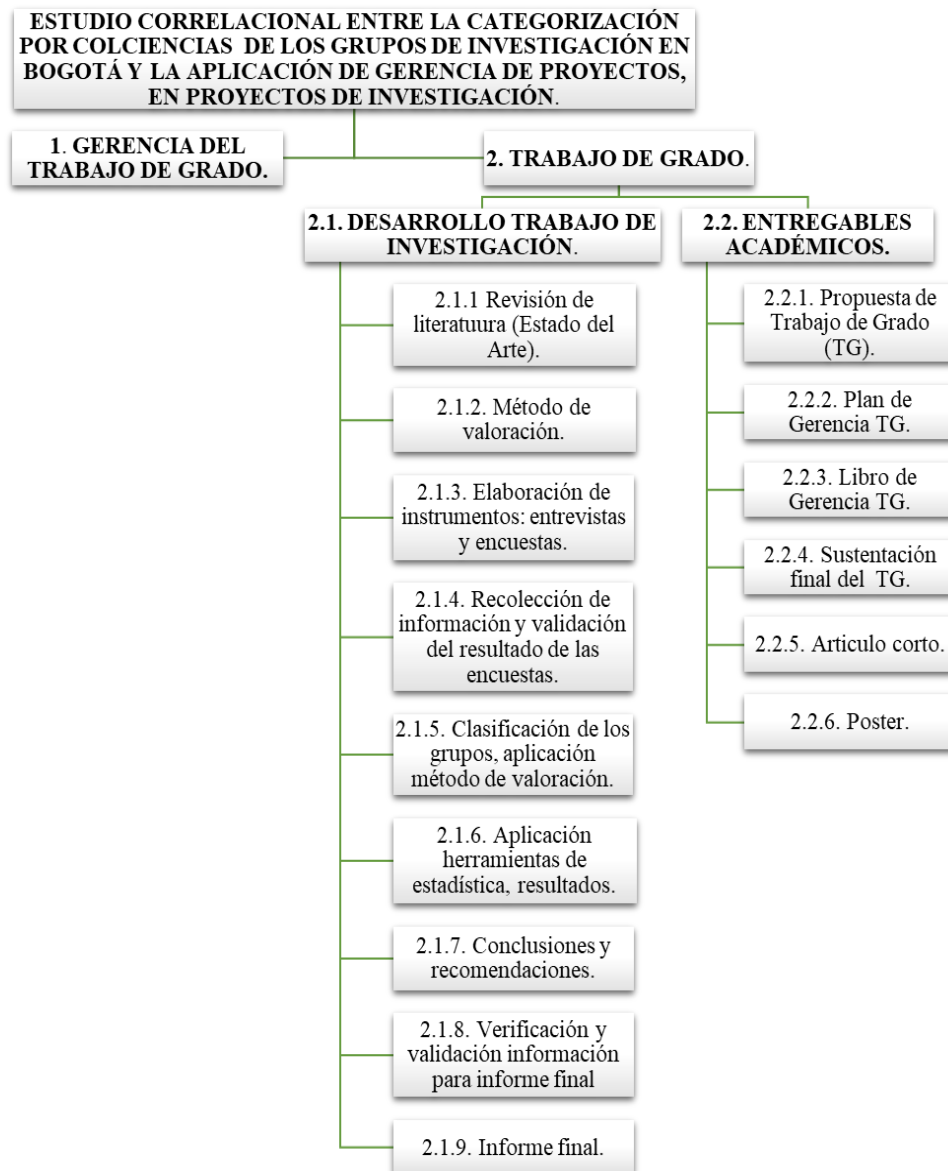
Este grupo de procesos tiene como objetivo la documentación de acciones necesarias para definir, preparar, integrar y coordinar los planes de gestión subordinados e incorporarlos en un plan de gerencia del trabajo de grado coherente y consistente que describe: cómo se planea, cómo se ejecuta, cómo se controla y cómo se cierra el trabajo de grado.



### 13.2.1 WBS (Work Breakdown Structure) Estructura desglose del trabajo

La figura 60, muestra las cuentas de control y los paquetes de trabajo necesarios para el desarrollo de los entregables académicos y de investigación del trabajo de grado, con esta información se realizó el cronograma de actividades.

Figura 60 WBS para trabajo de grado



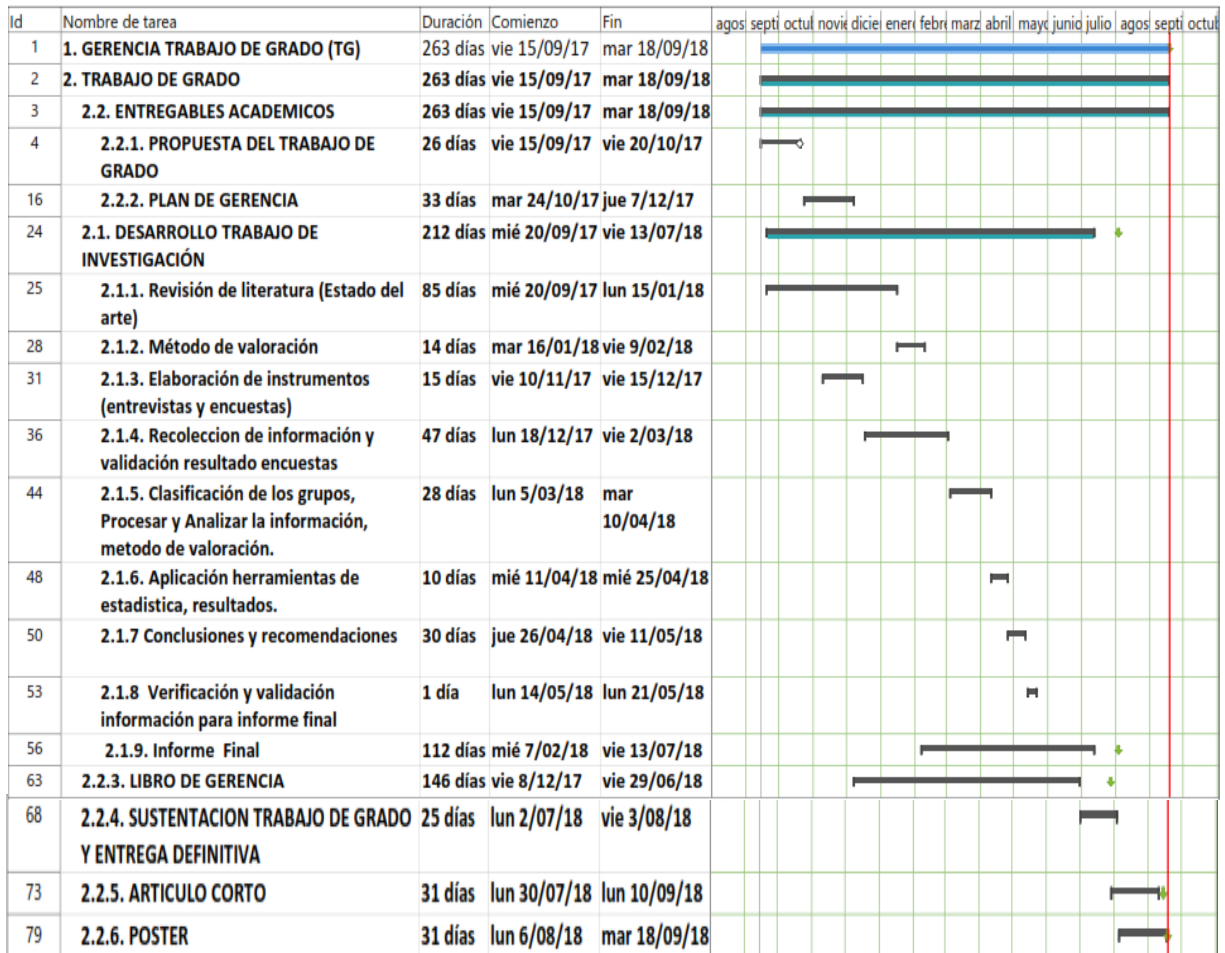
Fuente: Elaboración propia.



### 13.2.2 Línea base de cronograma (Resumido)

Se presenta el cronograma resumido, el detalle del cronograma se encuentra en el libro de gerencia. Para la elaboración del cronograma se tuvo en cuenta las fechas establecidas de entrega del trabajo de grado, por la Unidad de proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería. En la figura 61, se muestra el cronograma completo para el desarrollo y entrega del trabajo de grado

Figura 61 Cronograma resumido del trabajo de grado.



Fuente: Elaboración propia

### 13.2.3 Línea base de costo.

En la figura 62, se observa el costo planeado durante los meses que se desarrollo el trabajo de grado, generando la línea base de costos- Curva S.



Figura 62 Línea base de costos, curva S



Fuente: Elaboración propia

### 13.2.4 Plan de Calidad (TG).

El plan de calidad incluyó realizar la planeación, aseguramiento de la calidad y control de la calidad. Con el fin de garantizar la calidad del trabajo de grado, se definen indicadores que permiten hacer seguimiento periódico y tomar las acciones pertinentes para entregar un trabajo de grado de alta calidad. Los indicadores del trabajo de grado se calcularon por medio de los conocidos EV, SPI, CPI. En la tabla 58, se presentan los objetivos de calidad, las métricas utilizadas y la frecuencia de seguimiento.

Tabla 58 Objetivos y métricas

OBJETIVO	MÉTRICA	FRECUENCIA DE AUDITORÍA
Cumplir con el presupuesto planeado para el trabajo de grado, midiendo el desempeño en términos de costos.	<b>CPI:</b> Índice de Desempeño de Costos. <b>CPI = EV / AC</b> EV: Costo presupuestado del alcance realizado. AC: Costo real actual de las actividades ejecutadas.	Quincenal
Cumplir con el cronograma planeado para el TG, midiendo el desempeño en términos de cumplimiento de los	<b>SPI:</b> Índice de Desempeño del Cronograma. <b>SPI = ES / AT</b> ES: Lo que se ha ejecutado.	Quincenal





OBJETIVO	MÉTRICA	FRECUENCIA DE AUDITORÍA
tiempos de trabajo, asignados a las tareas del cronograma.	AT: Lo que debería haberse ejecutado a hoy.	
Cumplir con el alcance del trabajo de grado, midiendo el desempeño en términos de alcance.	<b>SPI:</b> Índice de Desempeño en Alcance <b>SPI\$=EV/PV</b> EV: Costo presupuestado del alcance realizado. PV: Costo presupuestado del trabajo programado	Quincenal
Cumplir con la calidad de los entregables del TG.	<b>IEA:</b> Índice de entregables aceptados $IEA = (Ea / Ee) * 100$ Ea: Entregables aceptados Ee: Entregables entregados	Quincenal
<p>Límites de tolerancia</p>		

Fuente: Elaboración propia

### 13.3 CONTROL Y SEGUIMIENTO

#### 13.3.1 Ejemplo de Informes de seguimiento.

Se realizó según el plan de gerencia, cada quince días según el cronograma planeado, se elaboró un informe de desempeño en cada fecha de corte, los informes se realizan inicialmente en borrador y se firma por los interesados, posteriormente se pasaron a limpio.

Tabla 59 Ejemplo informe de seguimiento (a)

#### INFORME DE DESEMPEÑO No. \_\_\_\_ 11 \_\_\_\_

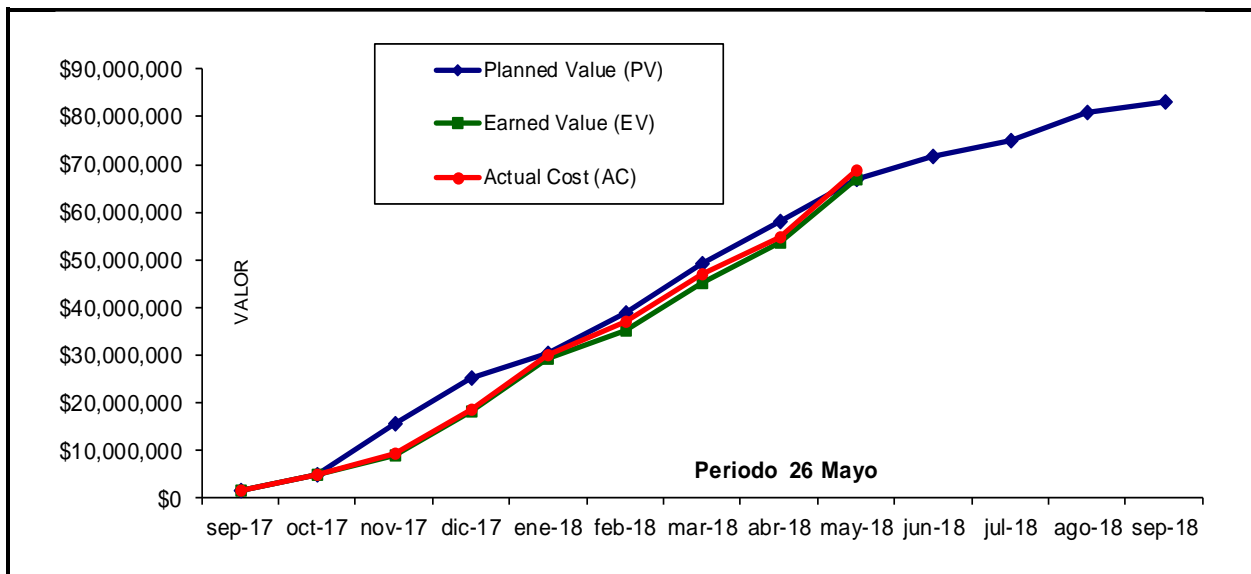
<b>TRABAJO DE GRADO:</b>	ESTUDIO CORRELACIONAL ENTRE LA CATEGORIZACIÓN POR COLCIENCIAS DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN BOGOTÁ Y LA APLICACIÓN DE GERENCIA DE PROYECTOS, EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN.		
<b>FECHA:</b>	26/05/2018	<b>FECHA DE CORTE:</b>	MAYO 26 DE 2017
<b>GENERALIDADES DEL TRABAJO DE GRADO</b>			
Estado de los <i>Stakeholders</i>	Se hace reunión con jurado externo para exponer las conclusiones y recomendaciones y trabajos futuros, se atienden las recomendaciones indicadas, el asesor estadístico valida los resultados.		
Estado de Riesgos	Se logra entregar el TG		
Dificultades que generan atraso	Se tienen dificultades en esta etapa de entrega, pero se logra mitigar a tiempo, se trabaja tiempo completo en el TG para lograr la entrega.		
<b>ESTADO DEL TRABAJO DE GRADO</b>			
<b>INDICADORES</b>	<b>VALOR</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	
PV	66'770.592		
EV	66'803.895		



AC	68'541.355	
CPI\$	0.97	Mejoro en 1% con respecto al mes pasado, se tiene un 2% de desfase.
SPI\$	1	Se logra 1ra entrega a tiempo.
SPIt	1	Se cumple el cronograma.
Ea	3	Se valida el resultado por el asesor estadístico
Ee	3	Se entrega TG.
IEA	1	

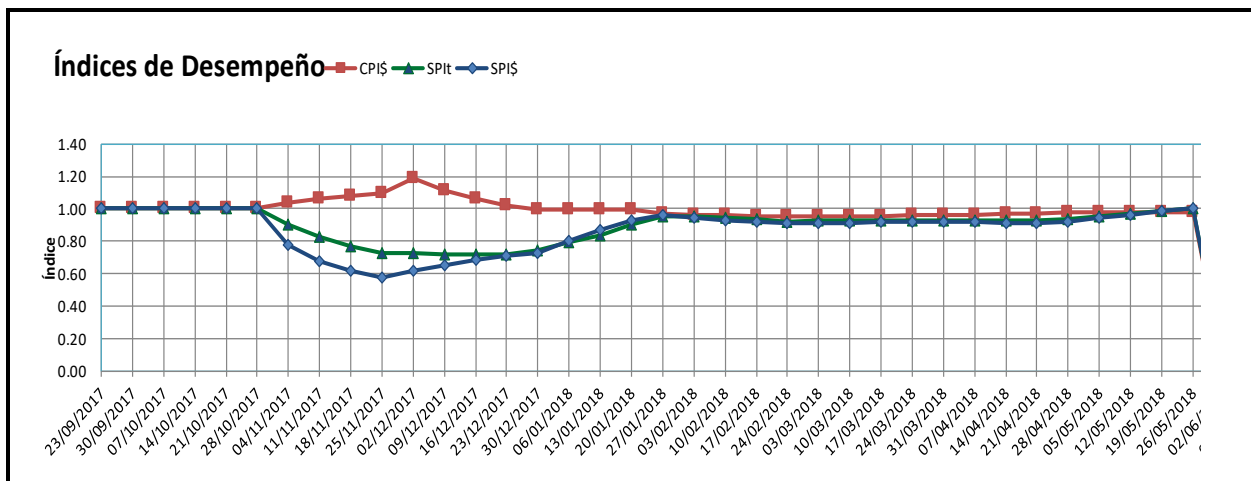
\*Los valores se obtienen por medio de la calculadora para control de proyectos  
Fuente: Elaboración propia

Figura 63 Estado del Trabajo de Grado



Fuente: Elaboración propia

Figura 64 Índices de Desempeño



Fuente: Elaboración propia



Tabla 60 Ejemplo informe de seguimiento (b)

OTROS ASPECTOS	
Solicitudes de Cambio	NA
Acciones a tomar	En este tiempo que esta el TG en revisión por el Director, se debe continuar con los datos adicionales para incluir en el artículo, organizar base de datos con el tiempo de los grupos de investigación.
Conclusiones del periodo	Se cumplió el objetivo, se hizo la entrega a tiempo del TG, se validó los resultados con el asesor.
<b>FECHA PRÓXIMO INFORME:</b>	JUNIO 16 DE 2018.
<b>ELABORO:</b>	FIRMA: <b>NOMBRE: G. VIVIANA PEREZ LONDOÑO</b>

Fuente: Elaboración propia

### 13.3.2 Mediciones realizadas en el TG.

En el desarrollo del trabajo de grado se realizaron las siguientes métricas, las cuales nos permitieron hacer seguimiento periódico y tomar las acciones pertinentes para entregar un trabajo de grado de alta calidad. Los indicadores del TG fueron calculados por medio de los indicadores CPI, SPI\$, SPI<sub>t</sub>, los cuales se presentan en detalle en la tabla 61.

Tabla 61 Resumen indicadores TG

Informe de Desempeño No.	Fecha de Corte	CPTP (PV) miles \$	CPTR (EV) miles \$	CRTR (AC) miles \$	Indicador de Costo		Indicadores de Alcance		Indicadores de Cronograma	
					CPI <sub>s</sub>		SPI <sub>s</sub>		SPI <sub>t</sub>	
1	30/12/2017	25,073,249	18,253,100	18,353,154	0.99	✓	0.73	✗	0.74	✗
2	13/01/2018	27,633,979	23,983,958	24,133,984	0.99	✓	0.87	!	0.84	✗
3	27/01/2018	30,194,708	29,068,245	29,968,246	0.97	✓	0.96	✓	0.95	✓
4	10/02/2018	34,467,918	32,102,575	33,500,641	0.96	✓	0.93	!	0.94	!
5	24/02/2018	38,741,127	35,136,906	37,033,041	0.95	!	0.91	!	0.92	!
6	17/03/2018	44,929,288	41,209,092	43,085,244	0.96	✓	0.92	!	0.93	!
7	31/03/2018	49,053,066	45,257,216	47,120,047	0.96	✓	0.92	!	0.93	!
8	14/04/2018	53,581,242	48,971,312	50,521,459	0.97	✓	0.91	!	0.93	!
9	28/04/2018	58,109,419	53,451,010	54,688,470	0.98	✓	0.92	!	0.93	!
10	12/05/2018	62,440,005	60,127,452	61,614,912	0.98	✓	0.96	✓	0.97	✓
11	26/05/2018	66,770,592	66,803,895	68,541,355	0.97	✓	1.00	✓	1.00	✓

Fuente: Elaboración propia



### 13.3.3 Ejemplo de actas de reunión.

Se realizaron reuniones físicas, según programación y cita previa con varios interesados, el director del trabajo de grado, el asesor de estadística, la asesora metodológica y el jurado externo. Se recibió sugerencias y feedback, teniendo en cuenta las limitaciones de tiempo, con el fin de recibir orientación respecto al trabajo realizado y a los avances en el documento escrito, en la tabla 62, se muestra un ejemplo de acta de reunión.

Tabla 62 Ejemplo acta de reunión.

ACTA DE REUNIÓN No. 07

<b>Trabajo de grado:</b>	Estudio correlacional entre la categorización por colciencias de los grupos de investigación en bogotá y la aplicación de gerencia de proyectos, en proyectos de investigación.				
<b>FECHA:</b>	02/FEB/2018	<b>HORA:</b>	02:00	<b>LUGAR:</b>	ECI
<b>ASISTENTES</b>		<b>ROL</b>		<b>FIRMAS</b>	
ING. CÉSAR LEAL		DIRECTOR DE TG			
ING. NELSON MORENO		EQUIPO TG			
ING. G. VIVIANA PEREZ L.		EQUIPO TG			
ADM. DIANA CONTRERAS		EQUIPO TG			
<b>TEMAS DE LA REUNIÓN</b>					
Contenido del trabajo de grado Encuestas					
<b>DESARROLLO DE LA REUNIÓN</b>					
<b>ACTIVIDADES</b>					
Como enviar los e-mails a los grupos de investigación Herramienta para montar las encuestas Eliminar los grupos que realmente no son de Bogotá					
<b>COMPROMISOS SIGUIENTE REUNIÓN</b>					
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>RESPONSABLE</b>	<b>FECHA</b>		
Ir organizando el trabajo de grado teniendo en cuenta las guías de ECI		Equipo TG	05/FEB/2018		
Hablar con Daniel para pedirle ayuda con el problema y propósito del trabajo		Equipo TG	05/FEB/2018		
Validar el árbol de problemas Problemas, causa y efectos en un solo árbol Validar antecedentes y marco teórico con Teresita		Equipos TG	05/FEB/2018		
Iniciar el libro de gerencia de proyectos		Equipo TG	05/FEB/2018		
Ir de lo general a lo específico		Viviana Pérez	05/FEB/2018		
Buscar las guías del TG y hacerlo de acuerdo a esa guía					
Metodología (Debe ir por qué se realiza un juicio de expertos y la entrevista)		Equipo TG	05/FEB/2018		
Metodología general		Equipo TG	05/FEB/2018		
Reunión con Teresita Averiguar cuál es el mejor trabajo de grado de la cohorte pasada		Equipo TG	05/FEB/2018		
<b>FECHA PROXIMA REUNIÓN:</b>	23 de Febrero de 2018				
<b>TEMAS A TRATAR:</b>	Revisión del marco teórico				

Fuente: Elaboración propia



#### 13.3.4 Solicitudes de Cambio.

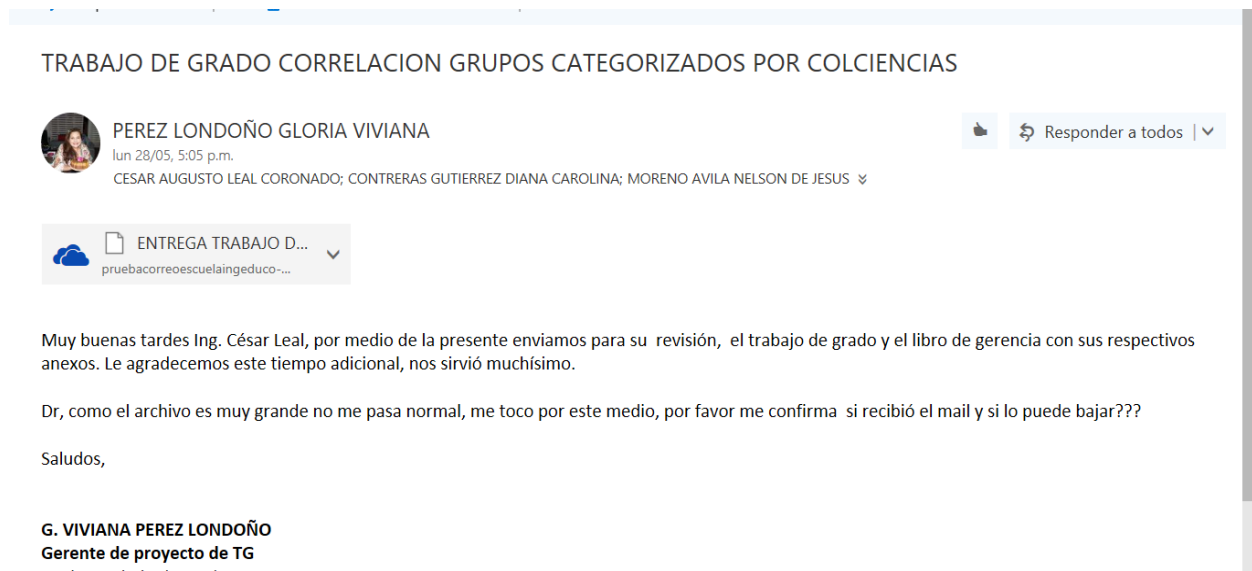
Durante la ejecución del trabajo de grado, no fue necesario realizar solicitudes de cambio.

#### 13.3.5 Comunicaciones.

El seguimiento a las comunicaciones se realiza a lo largo trabajo de grado, estas se hacen por medio de mail, vía teléfono, mensajes por wasap y reuniones presenciales, entre los diferentes interesados del TG, los soportes de las comunicaciones más importantes se encuentran el anexo No. 4 Comunicaciones enviadas y anexo No. 5 Comunicaciones recibidas, del libro de gerencia.

La comunicación con el director del TG se mantuvo de manera permanente al igual que con los demás interesados. En la figura 65 se puede observar un ejemplo de las comunicaciones

Figura 65 Ejemplo de comunicaciones



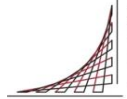
Fuente: Elaboración propia

#### 13.3.6 Lecciones aprendidas.

Las lecciones aprendidas fueron registradas en el formato expuesto en la tabla No. 20, establecido en el plan de gerencia, en la tabla 63, se relacionan las lecciones aprendidas durante el desarrollo del presente trabajo de grado.



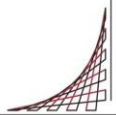
Tabla 63 Lecciones aprendidas

 ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO ANEXO N ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO FORMATO DE LECCIONES APRENDIDAS UNIDAD DE PROYECTOS									
NOMBRE DEL TRABAJO DE GRADO:		ESTUDIO CORRELACIONAL ENTRE LA CATEGORIZACIÓN POR COLCIENCIAS DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN BOGOTÁ Y LA APLICACIÓN DE PRÁCTICAS EN GERENCIA DE PROYECTOS, EN PROYECTOS E INVESTIGACIÓN							
No	TÍTULO	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN	REPETIR / EVITAR	ÁREA / CATEGORÍA	IDENTIFICADA POR:	FASE DE IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO	ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS IMPLEMENTADAS	RECOMENDACIONES
1	Juicio de expertos	El juicio de expertos se aprovecho para validar y cuantificar las posibles respuestas de la encuesta a los investigadores	Repetir	Ejecución	Equipo del trabajo de grado	Inicio de la ejecución	Las observaciones de los expertos, permitió hacer correcciones importantes en las preguntas del cuestionario para los investigadores y lograr una herramienta con mayor calidad.	La reunión con expertos es clave para la creación de herramientas mas confiables.	Para oportunidades futuras se debe establecer con mayor cuidado el tiempo para lograr el juicio de expertos, teniendo en cuenta la coordinación de todos, estimar mejor estos tiempos.
2	Entrevistas a líderes de grupos de investigación	Las entrevistas a los líderes tomaron mas tiempo de lo planeado	Evitar	Ejecución	Equipo del trabajo de grado	Inicio de la ejecución	Se afectó el tiempo que se tenía previsto para el cumplimiento del objetivo: resultados entrevistas, la cual es predecesora para realizar las preguntas del juicio de expertos. afectando el cumplimiento del tiempo en estas actividades.	Establecer estrategias para adelantar otras actividades que no sean dependientes de la ejecución de las entrevistas, con el fin de reducir el impacto del retraso sobre el cumplimiento del tiempo programado y la consecución de las metas propuestas	Planear mejor el tiempo de las entrevistas tener en cuenta que se depende del tiempo de terceros, programar actividades alternas para no afectar el tiempo total.
3	Crear cuestionario para la encuesta a los grupos de investigación	Crear la herramienta del cuestionario tomo mucho mas tiempo del planeado	Evitar	Planificación	Gerente del TG	Inicio de la ejecución	Para garantizar este instrumento se deben hacer varias validaciones preliminares, juicio de expertos, asesores, son muchos los implicados y el tiempo debe contemplar los tiempos de terceros.	Realizar <i>Fast tracking</i> , en actividades posteriores a esta actividad.	En el momento de planificar la creación de esta herramienta, adjudicarle mas tiempo a esta actividad.
4	Trabajo en equipo	Asignar responsabilidades de actividades de acuerdo a las fortalezas de cada uno de los integrantes del equipo, esto permitió optimizar los tiempos de ejecución facilitando la comunicación.	Repetir	Planeación y ejecución	Equipo del trabajo de grado	Durante todo el desarrollo del trabajo de grado	Permitió optimizar la realización de actividades con el fin de mitigar el tiempo de retraso de otras. Incentivar el trabajo en equipo para la consecución de los objetivos planteados.	Optimizar las estrategias de comunicación y conocer las fortalezas del equipo del TG para hacer mas eficiente la división de actividades.	Mantener una comunicación efectiva, permanente y eficiente en el equipo y promover el buen ambiente, es indispensable para el éxito del TG.



ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO ANEXO N ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO FORMATO DE LECCIONES APRENDIDAS UNIDAD DE PROYECTOS									
NOMBRE DEL TRABAJO DE GRADO:		ESTUDIO CORRELACIONAL ENTRE LA CATEGORIZACIÓN POR COLCIENCIAS DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN BOGOTÁ Y LA APLICACIÓN DE PRÁCTICAS EN GERENCIA DE PROYECTOS, EN PROYECTOS E INVESTIGACIÓN							
No	TITULO	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN	REPETIR / EVITAR	ÁREA / CATEGORIA	IDENTIFICAD A POR:	FASE DE IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO	ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS IMPLEMENTADAS	RECOMENDACIONES
5	Control de calidad	La revisión constante de la calidad de los documentos generados, optimiza los tiempos de ejecución, evita reprocesos y mejora el porcentaje de aceptación de entregables	Repetir	Planeación y ejecución	Equipo del trabajo de grado	Ejecución	Permitió el cumplimiento de los objetivos y los entregables asegurando la calidad de los mismos.	Control de calidad de los avances previo al envío al Director del trabajo de grado	Realizar un control calidad constante para evitar reprocesos y retrasos
6	Mails recibidos de algunos investigadores de los grupos	Llegaron mails de algunos investigadores solicitando el consentimiento informado de la investigación y otros preguntado si el proyecto había pasado por un comité de ética.	Evitar	Planeación	Equipo del trabajo de grado	Ejecución	varios investigadores no respondieron la encuesta, a pesar que se logro una cantidad suficiente, se perdieron algunas.	Se respondió el mail de todas las personas, informando el objetivo del proyecto, el propósito e indicando que la información era confidencial.	Tener en cuenta en la planeación y crear el documento para enviarlo junto a las encuestas y a la unidad de proyectos, revisar si estos trabajos de grado requieren presentarse a comité de ética
7	Realizar encuesta a los grupos de investigación	El tiempo de publicación de la encuesta, fue poco, se amplió el plazo de respuesta 20 días adicionales.	Evitar	Planeación	Equipo del trabajo de grado	Ejecución	Se afectó el tiempo que se tenía previsto para el cumplimiento del objetivo: recopilación de datos encuestas, la cual es predecesora para realizar los resultados.	Establecer estrategias para adelantar otras actividades que no sean dependientes de las respuestas a la encuesta, con el fin de reducir el impacto del retraso sobre el cumplimiento del tiempo programado.	En la etapa de planeación se debe designar mas tiempo a esta actividad mínimo 1.5 meses.



 ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO ANEXO N ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO FORMATO DE LECCIONES APRENDIDAS UNIDAD DE PROYECTOS									
NOMBRE DEL TRABAJO DE GRADO:		ESTUDIO CORRELACIONAL ENTRE LA CATEGORIZACIÓN POR COLCIENCIAS DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN BOGOTÁ Y LA APLICACIÓN DE PRÁCTICAS EN GERENCIA DE PROYECTOS, EN PROYECTOS E INVESTIGACIÓN							
No	TITULO	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN	REPETIR / EVITAR	ÁREA / CATEGORIA	IDENTIFICADA POR:	FASE DE IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO	ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS IMPLEMENTADAS	RECOMENDACIONES
8	Envío de los mail personalizados a los grupos	Se enviaron mail personalizados a cada grupo de investigación con el nombre del líder, se contrato un externo para esta actividad.	Repetir	Ejecución	Equipo del trabajo de grado	Mediados de ejecución	Enviar los mail personalizados, varias veces, insistentemente, logro obtener un numero importante de encuestas, se logró el objetivos de tener la muestra, se enviaron las veces que fue necesario.	Se contrato una persona externa para enviar los mail y como eran muchos y uno a uno, adicionalmente se hizo rápidamente, esto permitió que el equipo se concentrara en otras actividades. Adicionalmente los últimos envíos se realizo de forma masiva por grupos.	En la etapa de planeación tener en cuenta en los costos y en esta actividad, una persona externa cuando sea una cantidad significativa de envíos.
9	Análisis con herramientas de estadística	Para los resultados del TG, se debía tener conocimiento en herramientas de estadística	Evitar	Ejecución	Equipo del trabajo de grado	Finalizando Ejecución	Solo un integrante del TG, tiene conocimientos amplios en estadística, esto impacto los tiempos de los resultados, ya que se dependía de sus entregas y fue demorada su validación.	Muchas reuniones tratando de validar, reprocesos por falta de claridad en la utilización de las herramientas de estadística, esto retraso la actividad de conclusiones y recomendaciones del TG.	para no depender solo de un integrante(s), y si son dispendioso los datos se recomienda contratar a un externo para correr programas de estadística y obtener resultados, tener en cuenta este valor en la planeación.
10	Ausencia de un integrante del ET, por tiempo prolongado	Por condiciones ajenas a su voluntad y por trabajo, un integrante del equipo, se ausenta de la ciudad	Evitar	Ejecución	Equipo del trabajo de grado	Finalizando Ejecución	La ausencia prolongada no permite coordinación de actividades de una manera eficiente, validación con el asesor de sus entregables, lo cual impacta en el tiempo de entrega y en las actividades posteriores.	Se generaron muchas reuniones de validación vía Skype y presenciales con los demás integrantes, pero al no ser posible, se solicito la presencia para validación y explicación.	No permitir en lo posible estas ausencias, afectar directamente el desarrollo del TG.

Fuente: Elaboración propia





## BIBLIOGRAFÍA

- Arias Pérez, J. E., & Borda, C. Z. (2011). Financiación y ejecución de las actividades de investigación y desarrollo en Latinoamérica. *Hallazgos*, 11(22), 1794–3841.
- Bark, R. H., Kragt, M. E., & Robson, B. J. (2016). Evaluating an interdisciplinary research project: Lessons learned for organisations, researchers and funders. *International Journal of Project Management*, 34(8), 1449–1459. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.08.004>
- Barragan Calderon, A. C., Zambrano Díaz, L. Y., & Hernández Hoyos, E. R. (2017). *Diseño de una guía metodológica de gerencia ágil para proyectos de investigación y desarrollo en áreas biológicas*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Benavides Bolaños, R. A. (2015). *Diseño de un modelo de evaluación y medición del grado de madurez organizacional en gerencia de proyectos ensambladoras de vehículos Colombianas*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2012). *Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2062-0>
- Cardoza, A., Guerrero, D., & de los Ríos, I. (2011). Comparación de cuatro sistemas de certificación del ámbito de la dirección de proyectos. *XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*, 411–428.
- Cassanelli, A. N., Dondero, M., Morán, J. I., & Larrosa, N. (2009). Gestión de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica, medición de la madurez. In *XIII Congreso Internacional de Ingeniería de proyectos*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1248.1768>
- Cassanelli, Anibal; Fernandez Sanchez, G. (2014). R & D Project, research type characterisation and project manager role. *Iberoamerican Journal of Project Management*, (September 2015).
- Cicmil, S., Williams, T., Thomas, J., & Hodgson, D. (2006). Rethinking Project Management: Researching the actuality of projects. *International Journal of Project Management*, 24(8), 675–686. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.08.006>
- Colciencias. (2013). *Evaluación del financiamiento de COLCIENCIAS a la Investigación y el Desarrollo y a la Innovación (I+D+i)*.
- Colciencias. (2016a). *Boletín Estadístico No. 4*.
- Colciencias. (2016b). Colombia ascendió en producción científica y tecnológica frente al 2015. Retrieved from [http://colciencias.gov.co/sala\\_de\\_prensa/colombia-ascendio-en-produccion-cientifica-y-tecnologica-frente-al-2015](http://colciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-ascendio-en-produccion-cientifica-y-tecnologica-frente-al-2015)
- Colciencias. (2016c). *Tipología de proyectos calificados como de carácter científico, tecnológico e innovación* (Vol. 4). <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Colciencias. (2017). *Modelo de Medición de Grupos De Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y de Reconocimiento de Investigadores Del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología E Innovación*.
- Colciencias. (2018a). La ciencia en cifras. Retrieved from <http://colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras>
- Colciencias. (2018b). Sobre Colciencias. Retrieved from [http://www.colciencias.gov.co/quienes\\_somos/sobre\\_colciencias/mision\\_vision](http://www.colciencias.gov.co/quienes_somos/sobre_colciencias/mision_vision)
- Colciencias. (2018c). Sobre Colciencias.



- Corral, Y., & Franco Corral, A. (2015). Procedimientos de muestreo. *Revista Ciencias de La Educación*, 26(316–5917), 151–167.
- Diez Silva, H. M., Pérez Ezcurdia, M. A., Ramos Gimena, F., & Montes Guerrez, M. (2012). Medición del desempeño y éxito en la dirección de proyectos. Perspectiva del Manager público. *Revista EAN*, 73, 60–79. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-81602012000200005&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602012000200005&lng=en&tlng=es)
- Escuela Colombiana de Ingeniería. (2017). *IPA ( INDEPENDENT PROJECT ANALYSIS ) IPA ( INDEPENDENT PROJECT ANALYSIS ) IPA ( INDEPENDENT PROJECT ANALYSIS )*.
- Escuela Colombiana de Ingeniería. (2018). Maestría en desarrollo y gerencia integral de proyectos. Retrieved from <https://www.escuelaing.edu.co/es/programas/maestria/Desarrollo+y+gerencia+integral+de+proyectos/presentacion>
- Fernández-Parra, K., Garrido-Saroz, A., Ramírez-Martínez, Y., & Perdomo-Bello, I. (2016). PMBOK y PRINCE 2 similitudes y diferencias -PMBOK and PRINCE 2, similarities and differences. *Revista Científica*, 3(23), 111. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.23.a9>
- García Correa, A. J., Serna Arango, D. M., & Uribe Alvarez, C. K. (2012). Metodología de valoración para proyectos de transferencia tecnológica universitaria. Caso aplicado Universidad de Antioquia. *Revista de La Facultad de Ciencias Económicas de La Universidad Militar Nueva Granda*, (0121–6805), 91–106.
- Guerra Betancourt, K., Moreno Montañez, M., Fornet Hernández, E., & Torres Santander, María Eugenia. (2013). La gestión de programas y proyectos territoriales de ciencia e innovación en el sector de la salud pública de Holguín, Cuba Management of territorial science and innovation programs and projects from the public health sector in Holguín, Cuba, 24(4), 443–455.
- Hernandez Martinez, A. G. (2005). Acerca de la gestion estrategica de la investigacion elementos para un marco conceptual.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- IPMA. (2015). *IPMA Competence Baseline, Version 4.0. International Project Management Association*.
- Iso. (2003). Sistemas de gestión de la calidad - Directrices para la gestión de la calidad en los proyectos, ISO 10006:2003, 40.
- Keller, R. T. (2017). A longitudinal study of the individual characteristics of effective R&D project team leaders. *R&D Management*, 47(5), 741–754. <https://doi.org/10.1111/radm.12272>
- Kerzner, H. (2001). *Strategic Planning for Project. Project Management Using a Project Management Maturity Model*.
- Khedhaouria, A., Montani, F., & Thurik, R. (2017). Time pressure and team member creativity within R&D projects: The role of learning orientation and knowledge sourcing. *International Journal of Project Management*, 35(6), 942–954. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.04.002>



- Kuchta, D., Gładysz, B., Skowron, D., & Betta, J. (2017). R&D projects in the science sector. *R and D Management*, 47(1), 88–110. <https://doi.org/10.1111/radm.12158>
- Kuchta, D., & Skowron, D. (2015). Classification of R & D projects and selection of R & D project, 1–11.
- Labrada, A. sigifredo;, & López Sierra, H. A. (2010). Valoración de la Gestión de Proyectos en Empresas de Bogotá. *Revista EAN*, (Nº 69), 60–87.
- Levin, R., & Rubin, D. (1998). *Estadística para administración y economía* (Pearson).
- Lincoln, C. (1993). *Estadística para las ciencias administrativas* (McGraw Hil).
- Lledo, P. (2016). *Director de Proyectos*. USA.
- Lledo, P., & Rivarola, G. (2007). *Gestión de proyectos*.
- Martínez Avella, M. E., & Páez Gabriunas, I. (2017). Orientaciones estratégicas de los investigadores en el campo de la administración: Un estudio comparativo entre regiones y disciplinas. *Cuadernos de Administración*, 29(52), 83–114. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cao29-52.oaic>.
- Maz-Machado, A., Jiménez-Fanjul, N. N., & Villarraga Rico, E. (2016). La producción científica colombiana en SciELO: un análisis bibliométrico. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 39(2), 111–119. <https://doi.org/10.17533/udea.rib.v39n2a03>
- Millan, A. R. (2017). Evaluación de herramientas para la gerencia de proyectos de construcción basados en los principios del PMI y la experiencia Evaluation of tools for construction projects management based on PMI fundamentals and experience. *Revista Científica “Prospectiva Una Nueva Vision Para La Ingeniería,”* 15(2), 51–59. <https://doi.org/10.15665/rp.v15i2.746>
- Miranda Miranda, J. J. (2005). *Gestión de proyectos: evaluación financiera, económica, social y ambiental*.
- Montes-Guerra, M., Gimena, F., & Díez-Silva, M. (2013). Estándares y metodologías: Instrumentos esenciales para la aplicación de la dirección de proyectos. *Revista de Tecnología*, 12(2), 11–23.
- Morandi, V. (2013). The management of industry-university joint research projects: How do partners coordinate and control R&D activities? *Journal of Technology Transfer*. <https://doi.org/10.1007/s10961-011-9228-5>
- Morillas, A. (2016). Muestreo En Poblaciones Finitas. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 298(1), 2171–2181. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.08.1660>
- Mulcahy, R. (2013). *Preparación para el examen PMP* (RMC Public).
- Munns, A. K., & Bjeirmi, B. F. (1996). The role of project management in achieving project success. *International Journal of Project Management*, 14(2), 81–87. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0263-7863\(95\)00057-7](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0263-7863(95)00057-7)
- Observatorio de Ciencia y Tecnología. (2016). Informe Anual de Indicadores de Ciencia y Tecnología 2016. Retrieved from <http://ocyt.org.co/proyectos-y-productos/informe-anual-de-indicadores-de-ciencia-y-tecnologia-2016/>
- OCDE. (2008). *Manual de Frascati 2002*. <https://doi.org/10.1787/9789264065611-pt>
- Peeters, T., & Martin, X. (2017). Strategies for knowledge use in R&D and their implications for innovative performance. *R&D Management*, 47(1), 47–60. <https://doi.org/10.1111/radm.12144>
- Perfetti, J. J. (2009). Ciencia, Tecnología e Innovación (CT+I). *Debates Presidenciales CAF - Fedesarrollo*.



- Pimienta Lastra, R. (2000). Encuestas probabilísticas vs . no probabilísticas. *Política Y Cultura*, (13), 263–276.
- Pinto, J. K. (2015). *Gerencia de proyectos*. (Person, Ed.).
- Planeación, D. N. de. (2015). *Borrador Conpes Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2025. Documento Borrador CONPES*.
- Plewa, C., Korff, N., Baaken, T. and MacPherson, G. (2013). University–industry linkage evolution-an empirical investigation of relational success factors. *R and D Management*, 43(4), 365–380.
- Prieto Quiroga, D. F., & Cepeda Herrera, C. A. (2017). *PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA GERENCIA*.
- Primera L., C., Torres S., M., Alvarado, H., R., & Guerrero, J. (2014). Factores críticos de éxito en la gestión de los equipos de investigación científica universitarios. *Compendium*, 32, 79–101.
- Project Management Institute. (2008). *Organizational Project Management Maturity Model (OPM3®)*. Book.
- Project Management Institute. (2017). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. *Global Standard*. Retrieved from <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok/sixth-edition>
- Quintero, J., Maza, E., & Batista, J. (2010). Gerencia de investigación y desarrollo en centros de investigación de universidades públicas colombianas. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 12(3), 275–286. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3390393&info=resumen&idioma=ENG>
- Rao, P. (2000). *Sampling methodologies*.
- Sánchez arias, L. F., & Solarte pazos, L. (2010). El cuerpo de conocimientos del Project Management Institute-PMBOK® Guide, y las especificidades de la gestión de proyectos. Una revisión crítica. *Revista Innovar Journal Revista*, 20(37), 89–100.
- Sánchez Serna, A., Martínez, A., & Del Rio Cortina, A. (2017). Methodological selection criteria in project management. [Criterios de selección metodológica en la gerencia de proyectos]. *Espacios*, 38(58), 2. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
- Sistema Nacional de Competitividad ciencia tecnología e innovación. (2018). Índice Global de Innovación (Global Innovation Index). Retrieved from <http://www.colombiacompetitiva.gov.co/sneci/Paginas/indicadores-internacionales-igi.aspx>
- Software Engineering Institute. (2010). CMMI® for Development, Version 1.3, (November). <https://doi.org/CMU/SEI-2010-TR-034>
- Solarte Pazos, L., & Sánchez Arias, L. F. (2014). Gerencia de proyectos y estrategia organizacional: el modelo de madurez en Gestión de Proyectos. *Revista Innovar*, 2008(March), 5–18. <https://doi.org/10.15446/innovar.v24n52.42502>
- Soto Mejía, J. A., Arenas Valencia, W., & Giraldo Tascon, N. A. (2007). Productividad de los grupos de investigación enfoque de Colciencias versus el análisis envolvente de datos. *Scientia et Technica*, 3(35), 275–280.
- Tromp, J. W., & Homan, T. (2015). How Unplanned Changes Emerge while Implementing a Project Management Information System (PMIS) in a Complex Multi Project R&D Environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 194(October



- 2014), 211–220. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.137>
- Turley, F. (2009). El Modelo de Procesos PRINCE2®, 60.
- UNESCO. (1978). Recommendation concerning the international standardization of statistics on science and technology.
- UNESCO. (2016). *Políticas de Ciencia, Tecnología, e Innovación Sustentable e Inclusiva en América Latina*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19966.38725>
- Valerino, E., Meneses, R., Yaber, G., & Puyol, L. (1996). Revista Latinoamericana de Psicología. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 28(1), 63–82.
- Youker, R. (2002). The difference between different types of projects (revised). *PMI 30th Annual Seminar and Symposium, VI*(February), 1–8. Retrieved from <http://www.maxwideman.com/guests/typology/abstract.htm>
- Zapata Aristizabal, S. A. (n.d.). Modelo de gestión de proyectos de Ciencia y Tecnología e Innovación. Trabajo de grado de maestría en ingeniería.