

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, BOGOTÁ D.C.
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
ÉNFASIS EN GESTIÓN DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Colombia

TRABAJO DE GRADO

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR EL NIVEL DE COMPLEJIDAD DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INSTITUCIONALES: CASOS DE ESTUDIO DE PROYECTOS DESARROLLADOS EN EL CAMPUS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

PRESENTADO POR

John Alexander García Lozano, IC
Yohana Liz Guerra Maestre, IC

DIRECTOR ACADÉMICO

Holmes Julián Páez Martínez, PhD

CODIRECTOR

Harrison Adrián Mesa Hernández, PhD

BOGOTÁ

2019

*“Complejo es: Lo que no puede ser resu-
do en una frase, ni comprimido en una idea
simple, ni reducido a una ley”*

Edgar Morin

AGRADECIMIENTOS

JOHN,

Quiero agradecer primero a Dios todopoderoso que con su infinita y eterna sabiduría sabe poner a las personas correctas y las palabras correctas en el momento correcto. Sabiendo que cada triunfo es un pequeño detalle de su maravillosa obra y, por tanto, está cubierto por el esfuerzo conjunto y la ayuda de muchas personas, quiero agradecer a mis padres Nancy y Miguel por darme la vida, sus consejos, amor y gran ejemplo; a mis hermanos Miguel C y Carlos por su acompañamiento y amor incondicional; a mi amada Mayra que me ha apoyado con sonrisas, palabras, amor, lealtad y quien siempre tiene la razón.

A Yohana, mi compañera de tesis; a Holmes Páez y Harrison Mesa, nuestro director y codirector por sus guías, consejos y ánimos. A Rodrigo Misle por sus palabras de aliento constante; a los profesores Yezid Alvarado, Smith Rangel, M^a Virginia Martínez y Adriana Gómez (PUJ) por su apoyo; a la Dirección de Recursos Físicos de la PUJ; a todas las personas que ayudaron con el diligenciamiento de las encuestas y especialmente a Rafael Cruz (Universidad Nacional); a José Guevara (Uniandes); y en general a la Pontificia Universidad Javeriana por brindarme el espacio de seguir creciendo espiritual, personal e intelectualmente.

YOHANA,

Dios gracias por tu bondad e inmensa sabiduría, por ser mi guía en el camino de la felicidad, la cual comparto con mis seres más queridos, quienes me han apoyado en cada decisión tomada a lo largo de mi vida; familiares, amigos y principalmente a mi madre Elida Maestre, el pilar de mi vida. Quiero darle las gracias a mi compañero de tesis, John, por su labor y gran aporte en el progreso de nuestro crecimiento profesional.

Agradecemos especialmente a los ingenieros Holmes Paéz, nuestro director y Harrison Mesa, codirector; por confiar en nuestras habilidades, por la orientación, motivación y apoyo incondicional en el desarrollo de la investigación.

Agradecemos el aporte significativo que le dieron cada una de aquellas personas: amigos, profesores, ingenieros y empresas (consultoras y constructoras), que de una u otra manera, se tomaron un tiempo de sus vidas para brindarnos sus conocimientos que contribuyeron en el proceso de nuestra tesis.

Agradezco a la Pontificia Universidad Javeriana, por permitirme reunir grandes conocimientos, las cuales aplicare en mi vida diaria, para mi crecimiento personal y profesional.

RESUMEN

En la literatura sobre el concepto de complejidad en proyectos de construcción es común encontrar múltiples explicaciones y formas de entenderlo dentro de las organizaciones. En otras palabras, la definición de la complejidad de los proyectos depende de las percepciones y de las experiencias de cada uno de los miembros de cualquier organización (Ludovic-Alexandre Vidal y Marle 2008). A pesar de la falta de consenso, el tema de la complejidad en proyectos de construcción es un tema que está en auge desde que, en 1996 Baccarini propone que la complejidad se puede entender de dos formas. La primera es que un proyecto complejo es aquel que está compuesto de muchas partes y la segunda se refiere al concepto de lo complicado y a lo intrincado de la realización de los trabajos.

En las investigaciones relacionadas con el tema es recurrente identificar que existen dos enfoques para tratar de entender la complejidad (Ludovic-Alexandre Vidal y Marle 2008). El primer enfoque se describe como propiedad intrínseca del *sistema*, y la segunda se refiere a la percepción de la complejidad, es decir es un tema subjetivo que depende de la opinión de cada persona. Adicionalmente no existe una forma metodológica universalmente aceptada que permita involucrar todas las propiedades del sistema, con lo cual, el término complejidad y sus componentes para calificarlo son difíciles de definir (Luo, He, Xie, et al. 2017).

Considerando en conjunto la evidencia anteriormente presentada, se entiende que existe una brecha a cerca de la definición de complejidad en todos los proyectos de construcción. Esta investigación pretendió avanzar en la propuesta de una definición de complejidad y en la identificación de los factores que determinan el nivel de complejidad para proyectos de construcción de edificaciones institucionales. El método utilizado para determinar estos factores fue a través de entrevistas basadas en el método Delphi, hechas a 130 expertos. Con los datos de las encuestas se realizó un análisis factorial (AF) exploratorio, que permitió encontrar una reducción de factores que fue validado por medio de un grupo focal conformado por cinco personas con conocimientos en el desarrollo de proyectos de edificaciones institucionales. Con este mismo grupo se obtuvo la definición de complejidad para este tipo de proyectos.

Con base en la validación del modelo conceptual por parte del grupo de expertos se realizó un AF confirmatorio y un Modelo de Ecuaciones Estructurales (*Structural Equation Modeling*, SEM por sus siglas en inglés). El cual fue la base para el desarrollo de una herramienta en MS Excel ® que fue validada mediante dos casos de estudio de proyectos de construcción de edificaciones institucionales desarrollados en los últimos cinco años en la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá, Colombia, más específicamente en los proyectos del edificio de Artes Gerardo Arango Puerta S.J. y de Laboratorios e Investigación de la facultad de Ingeniería. El caso de estudio tuvo la intención de validar la herramienta desarrollada, la cual se efectuó elaborando entrevistas a los participantes en los proyectos mencionados anteriormente.

Como principales resultados de la investigación se obtuvo que la complejidad de proyectos de edificaciones institucionales está descrita por diez variables que muestran la relación de 39 factores. Adicionalmente, estas variables son el pilar fundamental de la definición de complejidad para este tipo de proyectos, la cual no es una frase simple. Finalmente se comprobó que el uso de esta herramienta habría sido de gran ayuda, para de forma anticipada, haber enfocado los esfuerzos de los proyectos de los casos de estudio en puntos cruciales durante el desarrollo.

CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 HIPÓTESIS.....	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
2 MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.1 MARCO DE ANTECEDENTES.....	5
2.2 MARCO HISTÓRICO.....	6
3 MARCO TEÓRICO.....	10
4 METODOLOGÍA	12
4.1 RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA Y REVISIÓN LITERARIA	13
4.2 ENCUESTAS A EXPERTOS.....	13
4.3 ANÁLISIS FACTORIAL	15
4.4 GRUPO FOCAL	16
4.5 MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (SEM)	18
4.6 CASOS DE ESTUDIO.....	19
5 ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	21
5.1 RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA Y REVISIÓN DE LITERATURA	21
5.2 ENCUESTAS.....	24
5.2.1 Datos de los encuestados.....	25
5.2.2 Factores que afectan la complejidad	27
5.2.3 Conceptualización de la Definición de Complejidad	31
5.3 ANÁLISIS FACTORIAL EXPLORATORIO.....	33
5.4 GRUPO FOCAL	38
5.4.1 Variables de Complejidad y Ecuaciones Estructurales	38
5.4.1 Definición de Complejidad	51
5.5 MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (ANÁLISIS FACTORIAL CONFIRMATORIO).....	53
5.6 CASOS DE ESTUDIO.....	62
5.6.1 Caso de estudio 1: Edificio de Artes	64

	<u>Pág.</u>
5.6.2 Caso de Estudio 2: Edificio Laboratorios de Ingeniería.....	69
5.6.3 Comparación y Discusión de Resultados	74
6 CONCLUSIONES	76
7 GLOSARIO DE TÉRMINOS	79
8 REFERENCIAS	81
9 ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1. Representación gráfica de la hipótesis del proyecto	3
Figura 2. Estado del arte de la investigación.....	7
Figura 3. Metodología de investigación.....	12
Figura 4. Metodología de Método Delphi.....	13
Figura 5. Segunda parte de la encuesta	14
Figura 6. Escala de Likert usada en el cuestionario	14
Figura 7. Comparación entre R Studio y SPSS	15
Figura 8. Metodología para agrupación de factores en las variables del AF.....	16
Figura 9. Metodología para la determinación de la definición de complejidad.	17
Figura 10. Metodología para validación de AF exploratorio	17
Figura 11. Aspecto de la herramienta para la medición de los factores	19
Figura 12. Diagrama tipo telaraña para la representación gráfica del nivel de complejidad de cada variable.....	20
Figura 13. Resultado de los factores que afectan la complejidad.....	22
Figura 14. Distribución de población por tipo de participantes	25
Figura 15. Distribución poblacional por años de experiencia	26
Figura 16. Distribución de encuestados por profesión	26
Figura 17. Distribución de los encuestados por máximo nivel educativo.....	27
Figura 18. Resultados de la calificación de los factores.....	29
Figura 19. Continuación Resultados de la calificación de los factores	30
Figura 20. Gráficas con los resultados de la encuesta.....	32
Figura 21. Representación de la matriz de correlación	34
Figura 22. Gráfica de Sedimentación.....	36
Figura 23. Modelo conceptual del AF Exploratorio.....	38
Figura 24. Ejemplo de la solución del tablero 1 resultado por uno de los participantes.....	39
Figura 25. Modelo conceptual del Grupo Focal.....	41
Figura 26. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable C	47
Figura 27. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable O	47
Figura 28. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable M	48
Figura 29. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable P	48
Figura 30. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable L	48

	<u>Pág.</u>
Figura 31. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable E	49
Figura 32. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable X.....	49
Figura 33. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable I	49
Figura 34. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable T	50
Figura 35. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable Y.....	50
Figura 36. Ejemplos de tablero 2 que resulto con la definición propuesta por uno de los participantes	51
Figura 37. Modelo conceptual de entrada para el AF confirmatorio y SEM	53
Figura 38. Matriz de correlación de AF Confirmatorio	56
Figura 39. Gráfico de sedimentación para el AF Confirmatorio.....	58
Figura 40. Solución conceptual del SEM del AF Confirmatorio	61
Figura 41. Comparación de las soluciones del grupo focal y del SEM.....	62
Figura 42. Ubicación de los edificios de los casos de estudio.....	63
Figura 43. Resultados de las entrevistas en el uso de la herramienta para el caso de estudio del edificio de artes	67
Figura 44. Resultados de las entrevistas en el uso de la herramienta para el caso de estudio del edificio de ingeniería.....	71
Figura 45. Comparación de resultados de los casos de estudio.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

	<u>Pág.</u>
Tabla 1. Tipo de Complejidad, adaptación de la figura mostrada en el artículo de Luo, He, Jaselskis, et al. (2017)	8
Tabla 2. Escala de desempeño de la prueba KMO.....	15
Tabla 3. Aceptación de pruebas del SEM	18
Tabla 4. Resultados de la filtración de artículos científicos.....	21
Tabla 5. Listado de artículos consultados	21
Tabla 6. Factores de la revisión de literatura.....	23
Tabla 7. Estadísticos descriptivos de los resultados.....	28
Tabla 8. Factores adicionales de la pregunta abierta de la encuesta	31
Tabla 9. Pruebas de KMO y Esfericidad de Bartlett	35

Tabla 10. Varianza Total Explicada. Método de extracción: análisis de componentes principales..	35
Tabla 11. Matriz de componentes rotados.....	37
Tabla 12. Tablero resumen con las modificaciones de los participantes del grupo focal	40
Tabla 13. Descripción de variables	41
Tabla 14. Jerarquización de factores en las variables: propuesta del experto 1	42
Tabla 15. Jerarquización de factores en las variables: propuesta del experto 2	43
Tabla 16. Jerarquización de factores en las variables: propuesta del experto 3	44
Tabla 17. Jerarquización de factores en las variables: propuesta del experto 4	45
Tabla 18. Jerarquización de factores en las variables: propuesta del experto 5	46
Tabla 19. Resumen de factores y variables de los expertos del grupo focal	51
Tabla 20. Resultados prueba KMO y de esfericidad de Bartlett para el AF Confirmatorio	56
Tabla 21. Varianza Total Explicada. Método de extracción: análisis de componentes principales..	57
Tabla 22. Medidas conjuntas de calidad del ajuste para SEM	59
Tabla 23. Estimación de Factores de SEM	60
Tabla 24. Resumen factores en las variables del SEM.....	62
Tabla 25. Roles de los encuestados participantes del caso de estudio: edificio de artes	65
Tabla 26. Respuestas de las preguntas exploratorias para el caso de estudio: Edificio de artes	65
Tabla 27. Respuestas confirmatorias para el caso de estudio: Edificio de artes	68
Tabla 28. Roles de los encuestados participantes del caso de estudio: edificio laboratorios de ingeniería.....	69
Tabla 29. Respuestas de las preguntas exploratorias para el caso de estudio: Edificio laboratorio de ingeniería	69
Tabla 30, Respuestas de las preguntas confirmatorias para el caso de estudio: Edificio laboratorio de ingeniería.....	73
Tabla 31. Listado de Anexos.....	86

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al hablar de complejidad en proyectos de construcción es común encontrar múltiples definiciones, formas de abordarlo y de entenderlo dentro de las organizaciones (Jarkas 2017) (Song et al. 2012) (Qureshi y Kang 2015) (Ludovic Vidal, Marle, y Bocquet 2011), en otras palabras, la definición de la complejidad de los proyectos depende del contexto, las percepciones personales y de las experiencias propias de cada uno de los miembros de las organizaciones. Alrededor del mundo las compañías que emprenden proyectos y programas ambiciosos o que conllevan gran cantidad de recursos se han enfrentado con lo imprevisible, lo inesperado y lo complicado. Si a lo anterior se le suman las dinámicas globalizadas de constante expansión, grandes cambios, competencia intensa, innovación y actualización en tecnologías, en las cuales, la premisa es hacer más cosas con menos cantidad de recursos y en el menor tiempo posible, dan como resultado proyectos complejos (Navigating Complexity 2013) (Navigating Complexity PMI 2013).

A mediados de los noventa, el estudio de la complejidad en proyectos de construcción comenzó a clarificarse con las investigaciones de David Baccarini. En su artículo "*The concept of project complexity a review*" propone "...que la complejidad de los proyectos se puede definir en términos de diferenciación e interdependencia y que se gestiona mediante la integración" (Baccarini 1996). En este sentido el autor plantea dos formas de entender la complejidad: el primero define que un proyecto complejo es aquel que está compuesto de muchas partes o variables interrelacionadas, y el segundo se refiere a lo complicado, a los involucrados y lo intrincado del proyecto de construcción. De acuerdo con lo anterior se tienen dos definiciones que discrepan, en cuanto a que, el primero puede ser medido, es decir, hay componentes cuantificables dentro de la organización del proyecto o programa, mientras que el segundo es una percepción subjetiva del problema.

Por su parte los investigadores Vidal y Marle definen la complejidad de los proyectos en dos enfoques similares. El primero generalmente lo catalogan como «Campo de la Complejidad Descriptiva» (*the field of descriptive complexity*), el cual considera que la complejidad es una propiedad intrínseca del sistema, involucrando los conceptos de la complejidad tecnológica y organizacional, los cuales podrían en un momento dado ser medidos mediante un enfoque cuantitativo. Por otro lado, está el «Campo de la Percepción de la Complejidad» (*the field of perceived complexity*), el cual la considera como una característica subjetiva, ya que la complejidad de un sistema es visto de acuerdo con la percepción del observador (Ludovic-Alexandre Vidal y Marle 2008).

Los dos enfoques anteriores son válidos para la gestión de proyectos y son utilizados indistintamente en la literatura, sin embargo, es más común el enfoque del «Campo de la percepción de la complejidad», debido a que no existe una forma metodológica que permita involucrar todas las propiedades del sistema, esto se debe a que no existe un consenso de la definición de complejidad de proyectos de construcción y a que la complejidad es un término difícil de definir y de cuantificar. Por lo tanto, este concepto no es evaluado para considerar desviaciones o prever medidas de mitigación al plantear los proyectos (Luo, He, Jaselskis, et al. 2017). Sin embargo, los autores Vidal y

Marle plantean una definición de lo que es complejidad en los proyectos de construcción, la cual se cita y traduce a continuación.

«... project complexity is the property of a project which makes it difficult to understand, foresee and keep under control its overall behaviour, even when given reasonably complete information about the project system. Its drivers are factors related to project size, project variety, project interdependence and project context.»

(Ludovic-Alexandre Vidal y Marle 2008)

Cuya traducción al español es «... la complejidad es la propiedad que hace que un proyecto en su comportamiento general sea difícil de comprender, prever y mantener bajo control, incluso cuando se le da información razonablemente completa sobre el sistema del proyecto. Sus características son factores relacionados con el tamaño del proyecto, la variedad del proyecto, la interdependencia del proyecto y el contexto del proyecto.»

El desarrollo de esta definición la dividieron en cuatro grupos, que los autores los catalogaron como ‘familias’. La primera familia corresponde al tamaño del proyecto, en otras palabras, la cantidad de entregables o de actividades por desarrollar, la segunda está relacionada con los factores de variedad de los proyectos, la tercera con la interrelación o interdependencia de las actividades de los proyectos, es decir, de qué forma el cambio de una componente afecta a las demás. La última familia corresponde a la complejidad del contexto del proyecto.

Por otro lado, la evaluación de los proyectos se puede considerar, desde un punto de vista práctico, como ‘simples’, ‘complicados’, ‘complejos’ o ‘caóticos’. Se definen como proyectos simples aquellas actividades limitadas que tienen una causa y efecto claros ante la creación de un producto o servicio. Los proyectos complicados contienen subconjuntos de proyectos simples que conllevan a un área de conocimiento más especializada por su determinado tamaño, con lo cual, no se puede evidenciar si el proyecto es complicado o complejo, debido a su gestión en términos de costo, tiempo y rendimiento (Bakhshi, Ireland, y Gorod 2016).

Comprender la complejidad de los proyectos en un ámbito de éxito o fracaso no está claro en el campo de la ingeniería, porque en los proyectos de construcción los factores que intervienen pueden ser técnicos, administrativos y medioambientales. Los factores técnicos contribuyen a definir la complejidad de los proyectos en cuanto a los riesgos, la causada por las incertidumbres que existen durante del planteamiento del proyecto (Bosch-Rekvelde et al. 2011); y a los requisitos de calidad. El factor administrativo o aspecto organizacional; hace referencia a la duración, tamaño y sitio donde se desarrolla el proyecto. Por último, está el aspecto medioambiental; el cual se refiere a las condiciones climáticas y la estabilidad del entorno del trabajo (Nguyen et al. 2015).

Considerando en conjunto la evidencia anteriormente presentada, se entiende que existe una brecha a cerca de la definición de complejidad en todos los proyectos, por lo tanto, esta investigación se centró en avanzar en la propuesta de una definición de complejidad para proyectos de construcción de edificaciones institucionales¹ que considere los diferentes enfoques observados en la literatura, proponiendo una definición de complejidad para este tipo de proyectos, para lo cual sería necesario responder, en ese contexto, las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se puede determinar el nivel de complejidad?
- ¿Qué factores se deben tener en cuenta en la definición de complejidad?

¹ Entendiendo Edificaciones Institucionales como edificios públicos o privados que han sido construidos por un único propietario para cumplir una función específica (educativo, oficinas o administrativo, cultural, etc.)

De acuerdo con lo anterior sería necesario entender por qué es importante tener una definición de complejidad y una herramienta metodológica de medición durante la planeación (entendiéndose como etapa de prefactibilidad de la obra, es decir, después de tener la aprobación de los diseños detallados y antes de la construcción de la obra) de un proyecto de esta naturaleza, ya que esto permitiría tomar acciones correctivas al planear un proyecto (Ludovic-Alexandre Vidal y Marle 2008), toma decisiones más fáciles y efectivas (Nguyen et al. 2015), conocer de forma anticipadas las interrelaciones de las especialidades involucradas en el desarrollo del proyecto (Davies y Mackenzie 2014), mejorar la determinación de riesgos para la estimación de tiempos, costos y calidad (Navigating Complexity PMI 2013), definir los requisitos de planificación, coordinación y control (Baccarini 1996) y seleccionar de forma acertada las entradas del proyecto y los requisitos de experiencia del personal (Baccarini 1996).

1.2 HIPÓTESIS

En esta investigación se planteó corroborar si el nivel de complejidad de los proyectos de construcción de edificaciones institucionales se puede determinar a partir de datos de múltiples interesados, si el proyecto tiene una solución que no es simple, una gran inversión, una gran duración, un gran número de tomadores de decisiones, si es potencialmente transformador y si hay muchos recursos. La Figura 1 muestra la interrelación de los factores descritos anteriormente para determinar el nivel de complejidad en los proyectos de construcción.

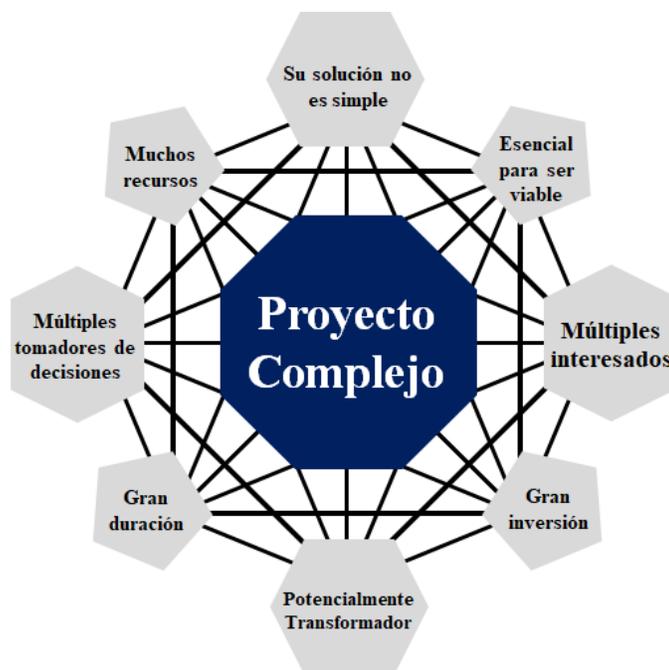


Figura 1. Representación gráfica de la hipótesis del proyecto

En resumen, el proyecto tiene como alcance y finalidad proponer una definición de complejidad para proyectos de construcción de edificaciones institucionales y una herramienta metodológica que permita mediante dos casos de estudio aplicar y corroborar la definición y los parámetros de medición. La razón por la que se plantea el proyecto es la brecha que existe en la definición de complejidad para este tipo de proyectos, sustentado en las potencialidades que tiene esta definición en la etapa de planeación de un proyecto de estas características. Cabe aclarar que esta propuesta de pro-

yecto de grado no tiene alcance en la evaluación de complejidad durante la ejecución, control y/o cierre de los proyectos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar una herramienta metodológica para la determinación del nivel de complejidad en proyectos de construcción de edificaciones institucionales.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Proponer una definición de complejidad de proyectos de construcción de edificaciones institucionales.
- Validar la definición de complejidad propuesta con un grupo de expertos.
- Corroborar la herramienta metodológica con base en los datos de dos proyectos de edificación institucional desarrollados en la Pontificia Universidad Javeriana.

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 MARCO DE ANTECEDENTES

Hasta donde se conoce, de acuerdo a las investigaciones, la palabra *complejo* aparece por primera vez en la literatura alrededor del año 1625 (Siglo XVII) y proviene del latín *complexus* que significa ‘que abarca’, ‘que abraza’, ‘entrelazar’ (de los Ríos-Carmenado, Guillén-Torres, y Herrera-Reyes 2013). El término complejidad expresa nuestra dificultad, nuestra incapacidad para conseguir claridad y orden en nuestras ideas y conocimientos. ‘Complejo’ es lo que no puede ser dicho con una ‘palabra maestra’, ni resumido en una idea simple, ni reconducido de un modo total a una ley. Morin (1992) argumenta que «la complejidad es una palabra que abarca problemas y no una palabra de solución».

En el contexto de la complejidad de proyectos el tema comenzó a ser recopilado y contextualizado por Baccarini (1996) quien en su investigación argumenta que la complejidad aplica en múltiples disciplinas donde se evidencian las interrelaciones de una organización (equipos de trabajo, patrocinadores e interesados) y por otro lado la complejidad es una precepción de qué tan difícil e intrincado es el proyecto o programa, así mismo el investigador propone «...*que la complejidad de los proyectos se puede definir en términos de diferenciación e interdependencia y que se gestiona mediante la integración*». Otros enfoques estudiados sobre el tema argumentan que la complejidad de los proyectos tiene que ver con el tamaño y la finalidad (alcance) y que estos se pueden clasificar como proyectos ‘demasiado complejos’ o ‘poco complejos’ (Gidado 1996).

Conceptualizar la complejidad en los proyectos se ha venido abordando desde la última década del siglo XX y en las distintas investigaciones que se han realizado demuestran que los proyectos son cada vez más complejos y los métodos tradicionales para dirigirlos resultan de una forma u otra insuficientes (Williams 1999). El riesgo es otro factor que se puede presentar en los proyectos, el cual contribuye a complejizarlos (Ludovic-Alexandre Vidal y Marle 2008). Los riesgos se deben identificar, analizar y prever independientemente del tamaño, con lo cual se puede minimizar el grado de incertidumbre que genera la complejidad (Cañas Mejía 2015).

Se puede resumir que el propósito de los investigadores anteriormente mencionados es llegar a la comprensión de la complejidad de los proyectos, qué factores influyen y cómo se pueden evaluar las consecuencias en el desempeño organizacional. Teniendo en cuenta que se han realizado metodologías y modelos para definir la complejidad de los proyectos, no se evidencia una definición que abarque todos los criterios que se han venido desarrollando desde los inicios del estudio de la complejidad en la gestión de proyectos, en este contexto Sinha, Thomson, y Kumar (2001) argumentan lo siguiente: «...*Researchers have tried to define it based on the characteristics of complexity in the context of their own fields. But not a single definition seems comprehensive enough to suit all the situations where complexity exists. Complexity is a very slippery term and means different things to different people*» (Los investigadores han tratado de definirlo en función de las características de la complejidad en el contexto de sus propios campos. Pero ni una sola definición parece ser lo suficientemente exhaustiva para adaptarse a todas las situaciones donde existe complejidad. La complejidad es un término muy resbaladizo y significa cosas diferentes para diferentes personas), esto se

debe a que la complejidad se puede entender, no sólo en campos distintos, sino que también puede tener diferentes enfoques desde el mismo campo de estudio (Morel, B. and Ramanujam 1999).

2.2 MARCO HISTÓRICO

Los orígenes de la complejidad en proyectos surgen a mediados de los años noventa. La complejidad de los proyectos se enmarca dentro de la teoría de la complejidad, dado que esta influye e influye en todas las disciplinas de un proyecto. Para contextualizar al lector se muestra en la Figura 2 una línea evolutiva de las investigaciones de la complejidad en proyectos.

La palabra complejidad tuvo sus inicios desde el año 1625 como lo exponen los filósofos Morin, Cuirana, y Motta (2002). Sin embargo, para claridad se explica que este trabajo investigativo se centra en el concepto de la complejidad aplicado a proyectos, tomando como base las investigaciones de este enfoque desarrolladas desde la última década del siglo XX, con los trabajos investigativos de Baccarini (1996) y Gidado (1996). La complejidad de los proyectos aplica en múltiples disciplinas, el enfoque de Baccarini (1996) se centra en por qué nace la complejidad, cuyas investigaciones lo llevaron a definirla en dos enfoques, el primero argumenta que hay variables interrelacionadas, que pueden ser medidas de forma cuantitativa; y el segundo se refiere a lo complicado, a los involucrados y lo intrincado del proyecto, cuyos aspectos son medidos de forma cuantitativa. En ese mismo año el investigador Gidado, concibe la complejidad como una característica más del proyecto, la cual está relacionada con su tamaño y su finalidad. La investigación que realiza Williams (1999), se basa en los objetivos de los proyectos, quien argumenta que los proyectos se vuelven complejos cuando no se alcanzan los objetivos, ya que estos no son claros desde el inicio, es decir, no se realiza su profundización o definición en la etapa de planeación, por lo tanto, los métodos utilizados a la hora de la ejecución resultan insuficientes.

La hipótesis de V. Tatikonda y Rosenthal (2000) sobre la complejidad se basa en la información organizacional, planteando la novedad tecnológica y las características de complejidad del proyecto, las cuales contribuyen en la incertidumbre de la tarea del proyecto y a su vez, están asociadas a los resultados de ejecución del proyecto. Por otra parte, el enfoque que le dan a la complejidad de los proyectos los autores Schlindwein and Ison (2005), es el enfoque interpretativo, el cual se puede presentar en un momento de toma de decisiones, de donde surgen las relaciones entre el ejecutor y una situación particular.

Con el avance de las investigaciones sobre la complejidad se ha podido identificar que en cuanto más se divide el proyecto, usando una forma piramidal (descendente), o en otras palabras, que los proyectos se pueden abarcar desde lo más grande a lo más pequeño, se identifica que la complejidad depende de la interrelación de los sistemas y subsistemas que la conforman (Gladden 2008). En este mismo año Vidal define que cuanto más complejo sea un proyecto, el ser humano pierde la capacidad de poder identificar los riesgos de un proyecto, para corregir esta situación el autor (Vidal 2008) recomienda enfocarse y clasificar los factores que impactan al proyecto y suprimir los detalles innecesarios para percibir mejor los riesgos.

Para evaluar la complejidad Whitty y Maylor (2009) sugieren determinarla desde tres aspectos, la estructura, la dinámica y la interacción, refiriéndose al carácter temporal de los proyectos. Adicionalmente, los autores ahondan en las limitaciones de tiempo que poseen los proyectos, por ejemplo, la alta velocidad con la que se toman las decisiones y las reducciones del ciclo de vida de los productos y del mercado planteado, complejizan la toma de decisiones y la correcta ejecución de los proyectos.

El nivel de complejidad de un proyecto puede ser evaluado mediante cinco aspectos mencionados por Girmscheid y Brockmann (2010), los cuales son: 1) la complejidad de las tareas refiriéndose a la intensidad de las actividades en el espacio y el tiempo; 2) la complejidad social según la cantidad de actores que trabajan y se comunican entre sí; 3) la complejidad cultural en función de la historia, cultura y experiencia de los integrantes para poder realizar las tareas asignadas; 4) la complejidad operativa según la independencia de las organizaciones cuando definen las operaciones para alcanzar sus metas; y 5) la complejidad cognitiva en el nivel de conocimiento de cada persona o del equipo.

Xia y Chan (2012) identificaron que el éxito para determinar la complejidad de un proyecto está en: la estructura, la función del proyecto, el método de construcción, las condiciones geológicas y climáticas, el tamaño o escala del proyecto y el entorno en el que se desarrolla. En la literatura investigada se evidencia que la complejidad de los proyectos se mide y tiene muchos puntos de vista, en la Tabla 1 se muestran los tipos de definiciones de complejidad que han surgido desde la última década del siglo XX hasta la actualidad.

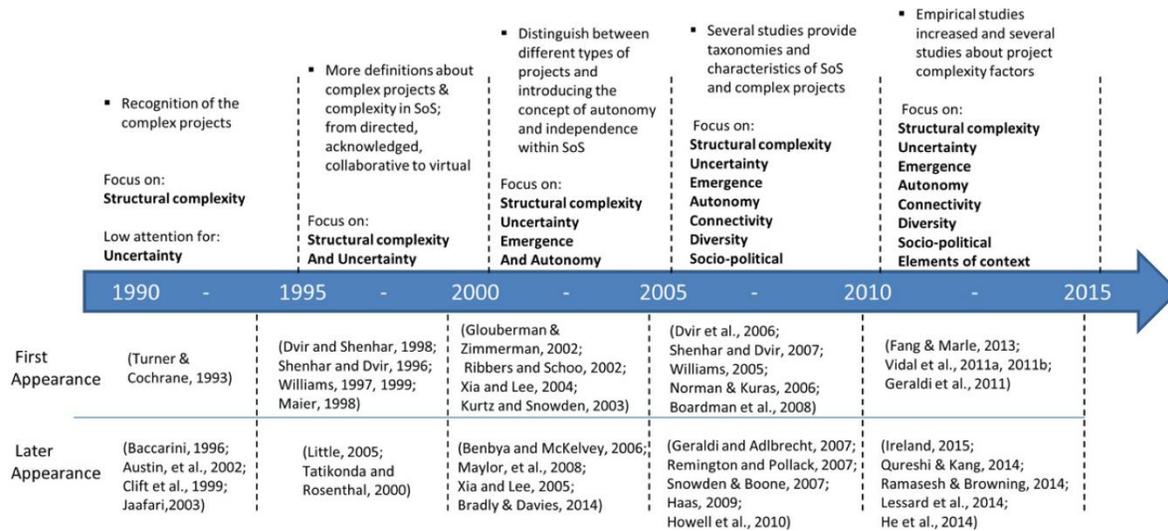


Figura 2. Estado del arte de la investigación

Fuente: (Bakhshi, Ireland, y Gorod 2016)

De acuerdo con la información de la Tabla 1 el enfoque de la complejidad de los proyectos ha variado. En un principio la complejidad se abordaba desde dos puntos generales, complejidad de la organización y complejidad de la tecnología. Con el pasar del tiempo el alcance de las investigaciones se centró en descomponer los puntos tratados por Baccarini (1996), involucrando la complejidad de las interrelaciones de los componentes del talento humano que intervienen en el desarrollo de los proyectos. Posteriormente se comenzaron a investigar temas relacionados con el alcance, los factores externos que modifican los proyectos, por ejemplo, el clima político, la cultura, las condiciones ambientales, climatológicas, del suelo y demás componentes propios y singulares de la locación donde se desarrollan los proyectos.

Tabla 1. Tipo de Complejidad, adaptación de la figura mostrada en el artículo de Luo, He, Jaselskis, et al. (2017)

Investigador (año)	Tipos de la complejidad del proyecto
(Baccarini 1996)	Complejidad organizacional es la diferenciación vertical y horizontal, el grado de interdependencias operativas e interacción entre los elementos organizativos del proyecto; y la Complejidad tecnológica es la variedad o diversidad de algún aspecto de una tarea e interdependencias entre tareas y equipos.
(Maylor 2003)	Complejidad organizacional incluye el número de miembros, departamentos, organizaciones, regiones, naciones, idiomas, zonas horarias y el nivel de la organización, Complejidad tecnológica incluye la tecnología, el sistema de innovación, la incertidumbre del proceso o demanda, y la Complejidad de los recursos incluye la escala del proyecto y el tamaño del presupuesto.
(Geraldí 2008)	Complejidad de hecho se refiere a la complejidad de tratar con una gran cantidad de información interdependiente, Complejidad de la fe se refiere a la complejidad involucrada en la creación de algo único o la solución de nuevos problemas y la Complejidad de la interacción son las interfaces entre sistemas o lugares de complejidad.
(Girmscheid y Brockmann 2008)	Complejidad de tareas es la densidad de actividades en un marco espacial y temporal, Complejidad social (cantidad y diversidad de actores), Complejidad cultural es la diversidad de la mentalidad humana cultural, Complejidad operativa es el grado de independencia al definir las operaciones para alcanzar los objetivos dados y la Complejidad cognitiva es el nivel de una persona o un grupo.
(Remington y Pollack, s. f.)	Complejidad técnica es la interconexión entre múltiples opciones de soluciones interdependientes, Complejidad estructural se refiere a la dificultad en gestionar y mantener un registro de la gran cantidad de tareas y actividades diferentes interconectadas, Complejidad direccional es la ambigüedad relacionada con múltiples interpretaciones potenciales de metas y objetivos, y Complejidad temporal es la incertidumbre con respecto a las restricciones del futuro, la expectativa de cambio, e incluso la preocupación con respecto a la existencia futura del sistema
(Bosch-Rekvelde et al. 2011)	Complejidad organizacional incluye el tamaño, recursos, equipos del proyecto, confianza y riesgo, Complejidad tecnológica incluye los objetivos, alcance, tareas, experiencia y riesgo del proyecto, y la Complejidad ambiental tiene incluidos los interesados, la ubicación, las condiciones del mercado y el riesgo

Investigador (año)	Tipos de la complejidad del proyecto
(Senescu, Aranda-Mena, y Haymaker 2012)	Complejidad organizacional multiplicidad organizacional y apertura organizacional, Complejidad del producto es la cantidad de los componentes de una construcción y el nivel de detalle de los componentes del edificio en que son considerados por el equipo del proyecto y Complejidad del proceso es el proceso de interdependencia y conexiones causales de proceso.
(He et al. 2015)	Complejidad organizacional involucra al personal del proyecto, la estructura organizacional y varios equipos, Complejidad tecnológica tipo de construcción, trabajos de diseño y construcción, y dependencia en el funcionamiento del proyecto, Complejidad del objetivo varios proyectos, los requisitos de los participantes, la complejidad de la tarea del proyecto y los recursos limitados, Complejidad ambiental la complejidad del contexto en que un proyecto opera, como el entorno natural, de mercado, político y normativo, Complejidad cultural es la diversidad de la mentalidad humana en ámbito cultural, y Complejidad de la información comunicación complicada entre un gran número de interesados del proyecto bajo arreglos contractuales
(Lu et al. 2015)	Complejidad organizacional cantidad y complejidad tanto de los miembros de la organización como la estructura organizacional y Complejidad de la tarea cantidad y complejidad de la tarea y dependencia entre las tareas
(Nguyen et al. 2015)	Complejidad organizacional condiciones contractuales, número de paquetes de contrato o trabajo, coordinación de los interesados y planificación del proyecto y programación, Complejidad tecnológica caracterizada por la variedad de tecnologías empleadas y novedades del proyecto, Complejidad sociopolítica incluye políticas o procedimientos administrativos, leyes y regulaciones aplicables, experiencia local esperada de los partidos e influencia de la política, Complejidad ambiental condiciones climáticas locales, condiciones geográficas y riesgos ambientales, Complejidad infraestructural evaluación de la localización del proyecto, sistemas de transporte, y Complejidad del alcance imprecisión del alcance del proyecto y tamaño del proyecto en términos de capital

3 MARCO TEÓRICO

Para conocer el estado del arte en el que se encuentra el área de complejidad en proyectos de construcción, se expone a continuación las propuestas conceptuales y empíricas más recientes (no mayor a diez años²) relacionadas con el contexto en el que se enmarca el problema de investigación planteado, exponiendo las teorías, definiciones de complejidad y las metodologías para determinar su nivel de complejidad, organizando la información por tema y cronológicamente.

La definición y caracterización del término complejidad desarrollada en la última década, comienza con la realizada por Bosch-Rekvelde et al. (2011), en la cual describen la complejidad de la siguiente manera: «*La complejidad se refiere a estudio de sistemas complejos, de los cuales no hay uniformidad, la cual debe incluir elementos estructurales, dinámicos que interactúen entre sí*». Del mismo modo se expone que los proyectos que son catalogados como complejos y tienden a tener un grado de incertidumbre alto; para los investigadores Davies and Mackenzie (2014) la complejidad de los proyectos abarca una gran incertidumbre en cuanto a su objetividad, en otras palabras, a su uso, ya que durante su ejecución hay implícito interés de cumplimiento de plazos (tiempo), económicos y calidad.

En la práctica se puede dividir la complejidad en dos términos, ‘diferenciación’ e ‘interdependencia’ (Nguyen et al. 2015), dado que la complejidad consta de elementos que se relacionan entre sí, es decir ‘se interrelacionan’. Adicionalmente los autores definen la complejidad como organizacional y tecnológica, es decir, el grado de complejidad es dependiente de la forma como se estructura la organización y de la tecnología que se usa durante el desarrollo el proyecto (Nguyen et al. 2015). Por otro lado, en estos últimos años los investigadores de la complejidad en los proyectos han desarrollado diferentes métodos de medición de la complejidad, a continuación, se describen los modelos y métodos más importantes.

L. Vidal and Marle (2008) probaron la implementación de un modelo innovador conocido como ‘**ALOE**’ (*Attributes, Links, Objects and Events*: Atributos, Enlaces, Objetos y Eventos), el cual es una mejora del modelo 3*7 desarrollado e implementado por uno de los propios autores Frank Marle (2002). El modelo es usado para predecir la interrelación de los objetos y personas, y permite involucrar atributos propios de los proyectos (duración, costo, calidad, previsiones, etc.) desde varios escenarios.

Bosch-Rekvelde et al. (2011) propusieron la metodología ‘**TOE**’ (*Technical, Organizational and Environmental*: Técnico, Organizacional y Ambiental), la cual se desarrolló con una recolección de diferentes fuentes bibliográficas y mediante la prueba del modelo en seis proyectos de la ingeniería de procesos. El sustento de estos investigadores para desarrollar la metodología TOE se debió a que no existe actualmente un marco generalmente aceptado para la medición de la complejidad en proyectos (Bosch-Rekvelde et al. 2011). La metodología TOE se divide en tres marcos de trabajo: téc-

² La limitación de los diez años se realizó debido a que corresponde a las últimas investigaciones, es decir, se pueden evidenciar las últimas tendencias y resultados del estado del arte, con la intención de no “re inventar la rueda”. Además, al revisar y exponer las últimas investigaciones estas recopilan en sí las investigaciones realizadas con anterioridad.

nico, organizacional y ambiental, en la cual se realizan escenarios con la combinación de las subcategorías en las que se divide (cinco para lo técnico, cinco para lo organizacional y cuatro para el ambiental), evaluando los objetivos y la duración del proyecto en cada caso.

En cuanto al punto de vista del *Project Management Institute* (PMI), recopilados en el documento '*Navigating Complexity*' (Navigating Complexity PMI 2013), relaciona y define las dimensiones en las cuales se puede determinar la complejidad en los proyectos, aportando mediante un estudio estadístico y de recopilación de información los porcentajes de proyectos que se califican como complejos y como estos se relacionaron con cada una de las dimensiones que miden la complejidad.

En resumen, las investigaciones acerca del concepto de complejidad en proyectos de construcción se encuentran en auge con investigaciones encaminadas a determinar de forma teórica como se comprende este para las múltiples aplicaciones en el ámbito de la gestión de proyectos de construcción. Del mismo modo hay investigaciones con recopilaciones bibliográficas que exponen cuales son los factores que pueden afectar la determinación de la complejidad. Otro ámbito de investigación expone las diferentes definiciones de complejidad para cada tipo de proyectos, sin tenerse, hasta ahora, una única definición.

4 METODOLOGÍA

Debido a que el objetivo principal de la investigación fue realizar una herramienta metodológica para la definición de la complejidad para proyectos de edificaciones institucionales, fue preciso seguir una serie de pasos con métodos que ya han sido ampliamente usados en otras investigaciones. La metodología de investigación estuvo conformada por seis pasos, los cuales a su vez tienen una descripción y una metodología propia. Los pasos para el desarrollo fueron:

- Recopilación bibliográfica y revisión literaria (ver 4.1)
- Encuestas a Expertos (ver 4.2)
- Análisis Factorial (ver 4.3)
- Grupo Focal (ver 4.4)
- Modelo de Ecuaciones Estructurales (ver 4.5)
- Casos de Estudio (ver 4.6)

En la Figura 3 es posible ver de forma gráfica la metodología de investigación empleada.

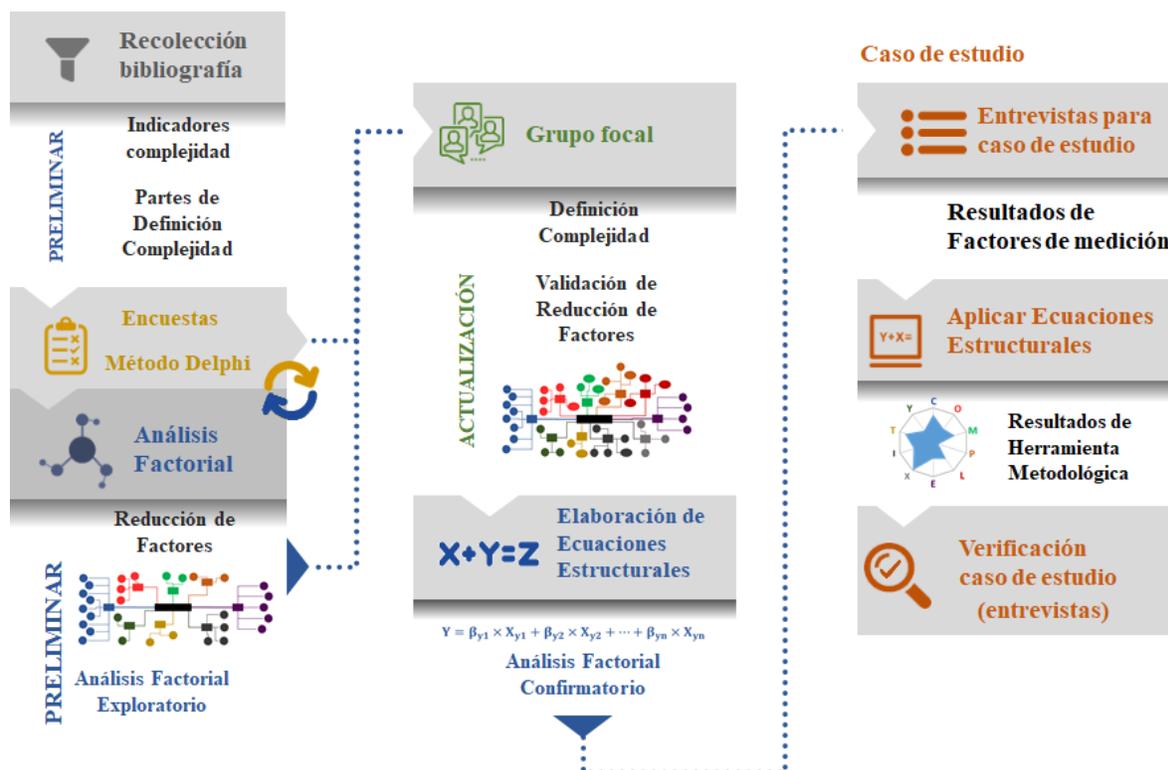


Figura 3. Metodología de investigación

A continuación, se muestra de manera detallada la metodología de cada uno de los pasos realizados para el desarrollo de la investigación presentados en el resumen de la Figura 3.

4.1 RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA Y REVISIÓN LITERARIA

Este paso consistió en la recopilación de la información bibliográfica del estado del arte, para lo cual se utilizaron las bases de datos de ScienceDirect y ProQuest. En cada base de datos se comenzó por realizar un filtro para las palabras claves, título y *abstracts* (Filtro 1) usando el siguiente criterio de búsqueda: ("*Complexity*"OR"*Complex*") AND "*Project*" AND "*Construction*". Posteriormente, de los artículos filtrados se prosiguió leyendo los *abstracts* determinando que efectivamente trataban el tema en los que se centra la investigación (Filtro 2). Luego se seleccionaron los artículos que sólo trabajan el tema de la complejidad en el título del artículo (Filtro 3) y cuyo cuerpo se encontraran temas relacionados con la construcción de edificaciones (Filtro 4).

Finalmente, se realizó una búsqueda tipo “bola de nieve” (Filtro 5), es decir, con las referencias en cada uno de los artículos filtrados se buscó cuales aportaban información valiosa a la investigación. De la filtración se obtuvo un total de 47 artículos que tratan temas relacionados a la investigación. En la Tabla 4 (capítulo 5.1) se muestra un resumen de los resultados obtenidos en este paso.

Con base en los artículos filtrados se prosiguió a contar el número de veces que se repiten los conceptos en los que se puede determinar la complejidad, los cuales se obtuvieron a partir del listado propuesto por Bakhshi, Ireland, and Gorod (2016). Adicionalmente de la literatura se obtuvo frases a cerca de la definición de complejidad para los proyectos de construcción, los cuales fueron sometidos a una discusión por parte de expertos por medio de encuestas cuya metodología se describe en el siguiente capítulo.

4.2 ENCUESTAS A EXPERTOS

La aplicación de este método consistió en elaborar un cuestionario tipo encuesta, estructurando preguntas de acuerdo con los resultados de la revisión de literatura. La encuesta se estructuró mediante el Método Delphi (Hallowell y Gambatese 2010), de acuerdo con lo mostrado en la Figura 4, cuyo objetivo era encontrar un consenso de los factores que afectan la complejidad para los proyectos de construcción de edificaciones institucionales y una definición de complejidad para este tipo de proyectos.

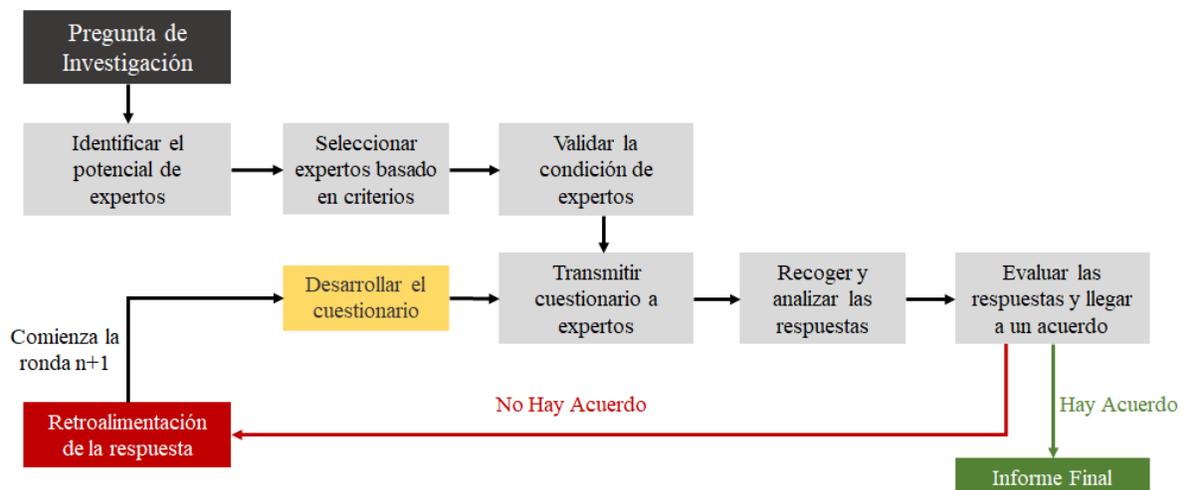


Figura 4. Metodología de Método Delphi
Fuente: Adaptación de Hallowell y Gambatese (2010)

La encuesta se realizó *online* mediante la aplicación *Google Forms*. El formulario se dividió en tres partes. La primera se catalogó como “Datos del encuestado” y tenía como fin identificar que se

trataran de personas reales con experiencia enfocada en este tipo de proyectos, así como de sus años de experiencia, para tener fiabilidad en los datos recolectados. De estos resultados se estudiaron quienes son candidatos para desarrollar el grupo focal (ver metodología en el capítulo 4.4). Para esta parte de la encuesta se solicitó la siguiente información.

- Nombre y apellido del encuestado, con el propósito de saber que se trataba de una persona real y que ni existan respuestas múltiples
- Correo electrónico, cuya intención es la de poder contactar a los mismos encuestados en caso de requerir una nueva encuesta relacionada con el tema
- Institución en la que trabaja
- Cargo que ocupa en la institución
- Profesión
- Máximo nivel educativo alcanzado

La segunda parte tuvo como objetivo identificar los factores que afectan la determinación de complejidad mediante un listado de factores, en donde se solicitaba a cada encuestado calificar la importancia de los mismos con base en una escala que iba del 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto. La Figura 5 muestra un ejemplo de la segunda parte de la encuesta.

Factores para determinar la complejidad

Seleccione de 1 a 5, siendo 5 lo más alto y 1 lo más bajo, el grado de importancia que tiene los siguientes aspectos en el desarrollo de los proyectos de construcción de edificaciones institucionales. O marcar N/A. (No aplica)

	N/A	1	2	3	4	5
Gran duración	<input type="radio"/>					
Corta duración (cronograma comprimido)	<input type="radio"/>					

...

Figura 5. Segunda parte de la encuesta

La tercera parte consistió en mostrar un listado de quince partes de definiciones de complejidad para este tipo de proyectos y que los encuestados seleccionaron que tan de acuerdo estaban con las definiciones, midiéndolo en una escala de Likert, tal y como se muestra en la Figura 6. Para las secciones dos y tres se dejaron espacios de preguntas abiertas para que los encuestados realizaran sus aportes, los cuales sirvieron de entrada para una segunda sesión de encuestas y para la discusión del grupo focal. En el Anexo 1 se muestra el formulado de la encuesta enviado a los expertos y en el Anexo 2 se muestran los resultados del mismo, aclarando que la información de los datos de los encuestados no se presentará, debido a la protección de los datos personales de los encuestados (Ley Habeas Data, Ley Estatutaria 1581 del 18 de octubre de 2012).

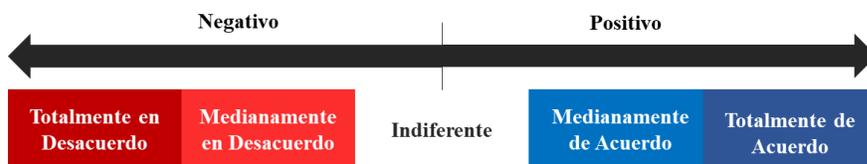


Figura 6. Escala de Likert usada en el cuestionario

4.3 ANÁLISIS FACTORIAL

Con base en los resultados de las encuestas, se procedió a realizar un AF exploratorio, ya que se pretendía realizar una reducción de factores (agrupación) y comprender basado en datos estadísticos determinar la correlación estos. El AF se realizó por medio del Software R Studio®. Se analizaron dos alternativas de software para realizar el análisis, cuyos parámetros de decisión se muestran en la Figura 7.

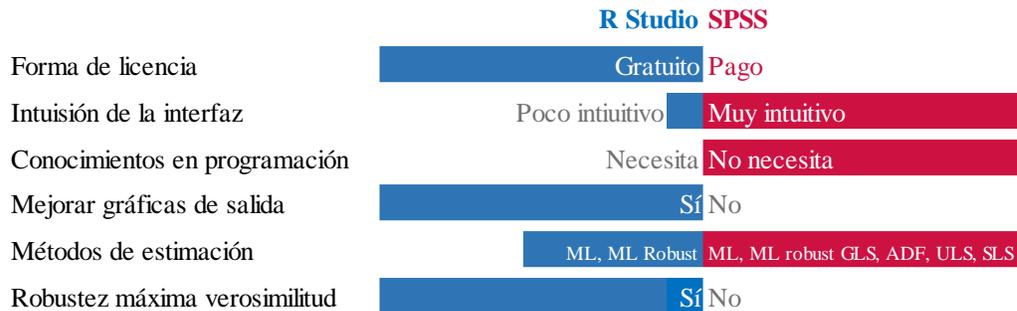


Figura 7. Comparación entre R Studio y SPSS

En la gráfica anterior se puede ver que R Studio a pesar de sus limitaciones es una mejor alternativa para ser usada en el AF. Adicionalmente, al ser gratuito podría ser ampliamente usado por diferentes personas en la verificación de otro tipo de investigaciones relacionados con el tema. En el capítulo 5.3 se muestra el código de programación usado en R Studio.

Del AF mediante el software R Studio se obtuvo la matriz de correlación, en este caso la matriz de correlación anti-imagen. Por otro lado, para confirmar que el AF es válido se realizó el contraste de esfericidad de Bertlett, la cual muestra la probabilidad estadística que la matriz de correlación es una matriz identidad, en cuyo caso si el nivel crítico es mayor a 0.05 no podemos rechazar la hipótesis nula y, por consiguiente, se podría concluir que el modelo factorial no sería adecuado para explicar los datos (Hair et al. 1999). Adicionalmente, se realizó la medida de adecuación muestral KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), con una medida entre 0 y 1, la cual permite comparar la magnitud de los coeficientes de correlación observados frente a la magnitud de los coeficientes de correlación parcial, el desempeño del AF se revisó de acuerdo con los rangos mostrados en la Tabla 2 (Kaiser 1974).

Tabla 2. Escala de desempeño de la prueba KMO

Valor KMO	Desempeño
Menor a 0.5	Inaceptable
Entre 0.5 y 0.60	Miserable
Entre 0.60 y 0.70	Mediocre
Entre 0.70 y 0.80	Regular
Entre 0.80 y 0.90	Meritorio
Mayor a 0.90	Maravilloso

Fuente: Adaptación de Tabla 1 (Kaiser 1974)

Posteriormente, se realizó una extracción de factores por medio del método de la máxima verosimilitud. Se seleccionó este método ya que tiene como ventaja frente a los demás métodos que las estimaciones obtenidas no dependen de la escala de medida de las variables, además que es asintóticamente insesgada, eficiente y normal. Una vez realizado esto se determinó el número de factores

que conviene conservar, el cual se realizó mediante la “Regla de Kaiser”, debido a que esta es una regla en la cual se establece un límite superior, por lo que su uso está establecido, además lo que se pretende es realizar un AF exploratorio, es decir, tratar de descifrar cómo se deben distribuir los factores en las variables. Adicionalmente la “Regla de Kaiser” está relacionada con la rotación VARIMAX del método de la rotación ortogonal, la cual es mucho más robusta en su patrón factorial frente a la rotación QUARTIMAX (Hair et al. 1999). De forma gráfica en la Figura 8 se muestra esta metodología.

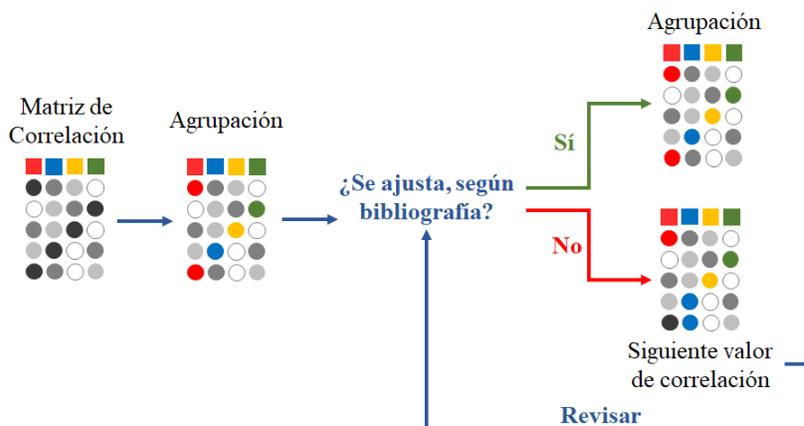


Figura 8. Metodología para agrupación de factores en las variables del AF

En otras palabras, la agrupación de cada factor se realizó con su máximo valor de correlación, además, se verificó si el factor se ajustaba a la agrupación según la información bibliográfica. Si no se ajustaba el valor se descartaba y se agrupaba en la variable con el siguiente valor de correlación. Los resultados de este paso fueron confirmados mediante un grupo focal con expertos.

4.4 GRUPO FOCAL

Una vez terminada la sesión de encuestas (ver resultados en el capítulo 5.2.2) y con base en los resultados del AF (Capítulo 5.3) se procedió a discutir las diferencias mediante un grupo focal, el cual estuvo conformado por cinco expertos, debido a que de acuerdo con las recomendaciones para llegar a una conclusión a un tema que no tiene un consenso general la amplitud del grupo focal debería estar entre 6 y 12 personas (Freeman 2006) o entre 5 y 8 personas (Krueger 2006). Los participantes del grupo focal se seleccionaron con base en su experiencia en el desarrollo de proyectos de construcción de edificaciones institucionales, la cual debería ser mayor a 10 años. Adicionalmente se revisó que cada uno de los expertos tuviera estudios de postgrado (especialización, maestría o doctorado).

El grupo focal estuvo dividido en dos partes. La primera parte consistió en determinar la definición de la complejidad para este tipo de proyectos (ver Figura 9), el cual se logró con el uso de un tablero y una serie de fichas con las partes de definiciones de complejidad determinadas del estudio bibliográfico y de los resultados de las preguntas abiertas de las encuestas. Se les solicitó a los participantes formar su definición con estas tarjetas, seleccionando las requeridas o dando una definición propia, según su criterio, para esta actividad se dio un tiempo de 20 minutos. Posteriormente a cada uno de los participantes se les solicitó en cinco minutos exponer su definición y dar las razones por las que se determinó.

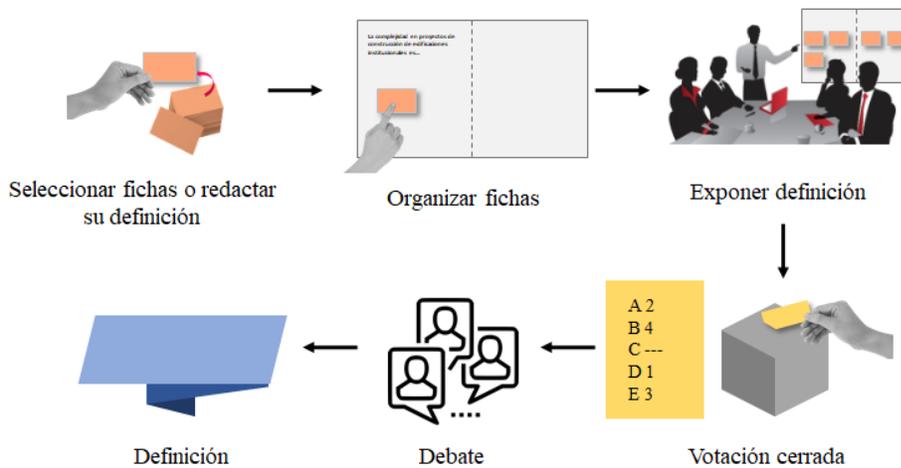


Figura 9. Metodología para la determinación de la definición de complejidad.

Luego se realizó una votación cerrada, en la cual cada participante votó por las demás definiciones dando cuatro puntos por la que más se familiarizaban y uno con la que menos se familiarizaban. Después, se realizó un debate en el cual cada participante daba su definición y sus razones por las que la había seleccionado. Se solicitó a los participantes seleccionar cuál era la definición más completa y a partir de esta se realizó un debate y se llegó a la definición definitiva con los aportes de todos los participantes.

El segundo paso se centró en validar los resultados de la reducción de datos del AF exploratorio (ver Figura 10) y a organizar los nuevos factores que afectan la determinación de la complejidad resultado de la respuesta abierta de las encuestas. Esto se realizó mediante el uso de un tablero tipo matriz, en donde se suministraron unas tarjetas adhesivas con los factores que afectan la determinación del grado de complejidad y se solicitó a los participantes que de forma individual organizaran, según su criterio, la forma como se deberían agrupar estos factores. Posteriormente se solicitó que ordenaran de forma descendente la importancia de cada factor en cada agrupación (del más importante, al menos importante).

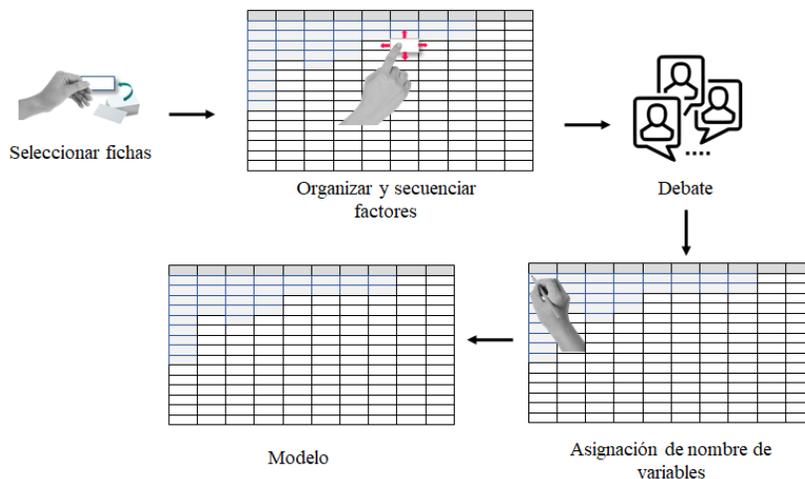


Figura 10. Metodología para validación de AF exploratorio

Finalmente, se realizó un debate con los resultados y se estableció la forma como se agrupan los factores, solicitando que se asignara una identificación a cada variable (agrupación de factores).

Con base en estos resultados se realizó un AF confirmatorio, mediante un Modelo de Ecuaciones Estructurales.

4.5 MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (SEM)

El desarrollo del SEM tuvo la finalidad fue la de obtener ecuaciones que, de forma cualitativa, se puedan obtener una ponderación de los factores involucrados y obtener una calificación de la complejidad de cada una de las variables de la reducción de los factores. La obtención del SEM comenzó con la realización de un AF confirmatorio, similar al descrito en el capítulo 4.3, la diferencia radica en que en este caso se conoce en cuantas variables se reducen los factores, resultado del caso de estudio. El SEM fue determinado mediante el Software RStudio®, debido a que esta herramienta es gratuita y por tanto cualquier investigador puede replicar los resultados. El objetivo del SEM es obtener ecuaciones para cada variable con una estructura similar a la siguiente.

$$\begin{aligned} V_A &= \beta_{A1}f_{A1} + \beta_{A2}f_{A2} + \dots + \beta_{An}f_{An} \\ &\quad \vdots \\ V_Z &= \beta_{z1}f_{z1} + \beta_{z2}f_{z2} + \dots + \beta_{zn}f_{zn} \end{aligned} \quad \begin{array}{l} \text{Ecuación 1} \\ \text{(Hair et al. 1999)} \end{array}$$

Dónde:

V : Variable

β : Coeficiente de correlación

f : valor del factor

Para determinar si el SEM es adecuado se debe revisar que el *p-value* de los factores sea menor a 0.05. El *p-value* es un valor que permite el contraste de hipótesis para conocer la probabilidad de encontrar los resultados cuando la hipótesis nula es cierta (Hair et al. 1999). También deben revisarse los resultados de las medidas conjuntas de calidad de ajuste, las cuales se mencionan a continuación:

Tabla 3. Aceptación de pruebas del SEM

Prueba	Aceptación
• Modelo de prueba de ajuste estadístico	Se rechaza si es cercano a 0, mejor ajuste cuanto más grande sea
• Chi cuadrado	Aceptable si se un valor pequeño cercano a 0.
• Modelo de prueba modelo de referencia: <ul style="list-style-type: none"> ○ Estadística de prueba de función mínima ○ <i>P-value</i> 	Se rechaza si es cercano a 0, mejor ajuste cuanto más grande sea Aceptable si es menor a 0.05
• Modelo de usuario versus modelo de línea de base: <ul style="list-style-type: none"> ○ Índice de ajuste comparativo (CFI) ○ Índice de Tucker-Lewis (TLI) ○ Criterio de información de Akaike (AIC) 	Cuando más cerca de 1, muestra un mejor ajuste Nivel recomendado: 90 Valores positivos pequeños indican parsimonia
• Error de aproximación cuadrático medio: <ul style="list-style-type: none"> ○ RMSEA ○ <i>P-value</i> RMSEA \leq 0.05 	Aceptable si es menor a 0.08 Aceptable si es menor a 0.05
• Raíz media cuadrada estandarizada residual SRMR	No existe un nivel de umbral, está a criterio del investigador.

Fuente: Ajuste de Hair et al. (1999).

4.6 CASOS DE ESTUDIO

Los casos de estudio tuvieron como objetivo corroborar si la reducción de datos fue adecuada y por tanto la herramienta metodológica desarrollada se asemeja a la realidad. Para el desarrollo de los casos de estudio, se procedió a evaluar los proyectos que se han elaborado en los últimos cinco años en el Campus de la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ), los cuales corresponden al Edificio de Artes Gerardo Arango Puerta S.J. y el Edificio de Laboratorios e Investigación de la facultad de Ingeniería. Se escogieron estos proyectos por su finalidad, la cual se relaciona con nuestro trabajo de investigación “Proyectos de Construcción de Edificaciones Institucionales”.

La comprobación se logró mediante unas entrevistas estructuradas en tres partes realizadas a los participantes de los proyectos mencionadas en el párrafo anterior. La primera parte consistió en preguntar qué tan complejo consideraba el proyecto en el que habían colaborado, pidiéndoles que lo calificaran como **normal**, **complejo** o **singular** (Santana 1990). La segunda parte se realizó mediante una hoja de cálculo en MS Excel®, el cual posee un formulario de cada factor de donde se le daba un valor entre 1 y 5, siendo 1 el valor más bajo y 5 el más alto, también se suministró una casilla en donde los encuestados podían seleccionar si el factor no aplicaba (N/A), en cuyo caso el valor correspondiente para el factor sería 0.

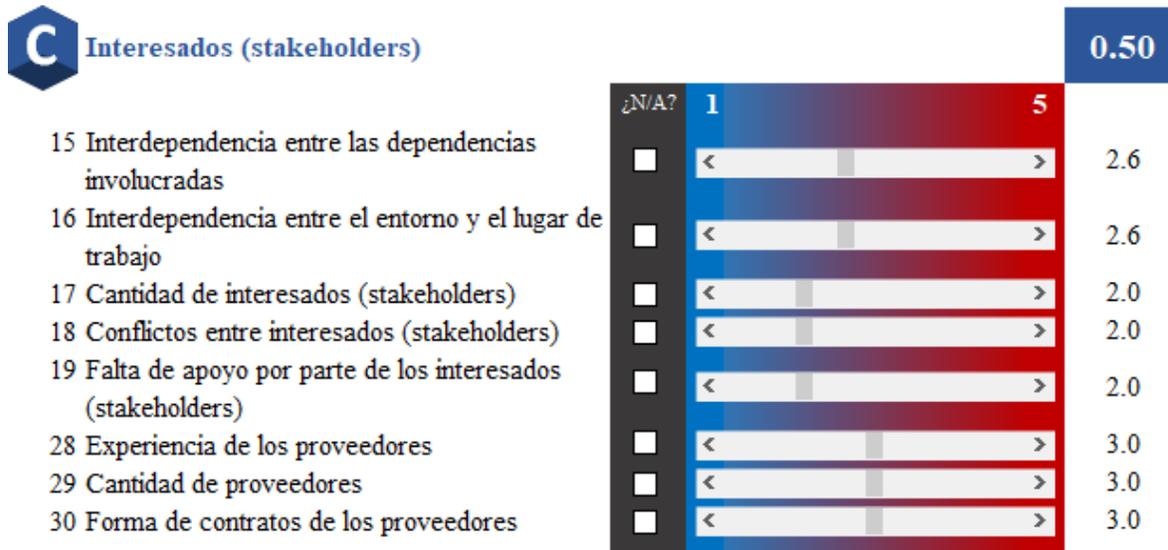


Figura 11. Aspecto de la herramienta para la medición de los factores

Como última parte al final del aplicativo se encuentra una gráfica en forma de telaraña donde cada punta corresponde a cada uno de las variables, similar a lo mostrado por Hass (2008), la distribución de los límites **normal**, **complejo** o **singular** (Santana 1990) se realizó por partes iguales, ya que no existe en la literatura una descripción para este particular, de hecho esta es una de las brechas de la investigación. Como cada variable (agrupación de factores) no es comparable entre sí, lo que se graficó fue el valor correspondiente al análisis sobre su máximo valor, es decir, al caso donde cada factor es calificado como 5, esta escala permite ver un panorama de qué tanto afecta cada variable en la determinación de la complejidad (Hass 2008). La gráfica producto de la valoración de los factores fue mostrada a cada encuestado en donde se les preguntó qué pensaba del resultado y si esto se asemejaba a lo vivido en el proyecto.

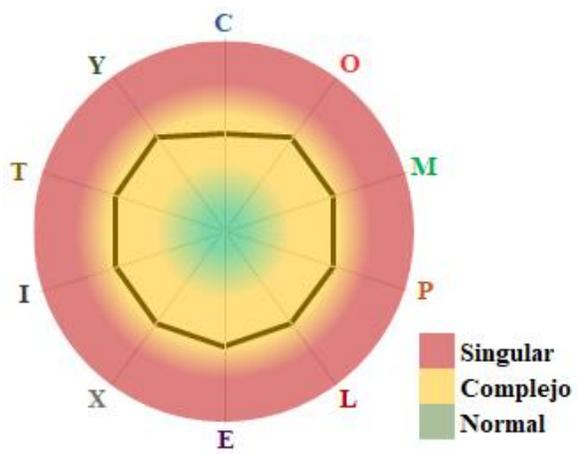


Figura 12. Diagrama tipo telaraña para la representación gráfica del nivel de complejidad de cada variable

Finalmente, con los resultados se procedió a realizar un análisis estadístico para describir si la herramienta metodológica revela la realidad de este tipo de proyectos.

5 ANÁLISIS Y RESULTADOS

5.1 RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA Y REVISIÓN DE LITERATURA

Con base en la metodología descrita en el capítulo 4.1, se procedió a consultar las bases de datos de ScienceDirect y ProQuest. La Tabla 4 muestra los resultados de los artículos consultados y el procedimiento de filtración.

Tabla 4. Resultados de la filtración de artículos científicos

Filtro	Cantidad de artículos		
	ScienceDirect	ProQuest	Total
<i>("Complexity"OR"Complex") AND "Project" AND "Construction"</i>			
Filtro 1: Búsqueda en claves, título y <i>abstracts</i>	1078	534	1612
Filtro 2: <i>Abstracts</i> trataran temas de complejidad en la construcción	99	35	134
Filtro 3: Complejidad en el título del artículo	30	26	56
Filtro 4: Que en cuerpo se encontraran temas relacionados con la construcción de edificaciones	21	13	34
Filtro 5: Búsqueda “bola de nieve”			13
		Total	47

Al final de los filtros se encontró que el tema de complejidad en proyectos de construcción de edificaciones se trata en un total de 47 artículos. Con base en la revisión bibliográfica, se identificó un listado con treinta factores que afectan la definición y grado de complejidad en los proyectos de construcción de edificaciones. Estos factores se obtuvieron a partir del listado propuesto por Bakhshi, Ireland, y Gorod (2016), para confirmar cuales son los factores más importantes a considerar se realizó a partir de un conteo de las veces que se repiten los conceptos en los artículos que se mencionan en la Tabla 5. En la Figura 13 se muestran los resultados del conteo de los factores.

Tabla 5. Listado de artículos consultados

ScienceDirect	ProQuest	Bola de nieve
(Sohi et al. 2016), (Zhou et al. 2018), (Yang y Zou 2014), (Kermanshachi et al. 2016b), (Qazi et al. 2016), (Kermanshachi et al. 2016a), (Hsu et al. 2016), (Zimmermann y Eber 2017), (Antoniadis, Edum-Fotwe, y Thorpe 2011), (Balkiz y Therese 2014), (L. A. Vidal, Marle y Bocquet 2011b),	(Wu, Li y Zhang 2013), (Zhen 2012), (Cooke 2013), (Zhao y An 2016), (Jallow et al. 2014), (Xia y Chan 2012), (Konior 2015), (Kumaraswamy et al. 2004), (Ochieng et al. 2013), (Zhong y Pheng Low 2009), (Lavikka, Smeds y Jaatinen 2015), (Hu, Li y Hu 2012), (Farley 2005)	(Baccarini 1996), (W. G. Morris 2008), (Thompson 1967), (Antoniadis, Edum-Fotwe, y Thorpe 2011), (Jarkas 2017), (L. A. Vidal, Marle y Bocquet 2011b), (Ludovic-Alexandre Vidal y Marle 2008), (Williams 1999), (Cicmil 1997), (Maylor, Gerald, y Williams 2011), (Jaafari 2001), (Cooke 2013), (Ludovic Vidal, Marle, y Bocquet 2011)

ScienceDirect	ProQuest	Bola de nieve
(Caldwell, Roehrich, y Davies 2009), (Austin et al. 2002), (Ma et al. 2013), (Hastak y Koo 2016), (McKenna y Baume 2015), (Aritua, Smith, y Bower 2009), (Eriksson, Larsson, y Pesämaa 2017), (Van Der Velde y Van Donk 2002), (Pauget y Wald 2013), (Lu et al. 2015)		

Se obtuvo que de acuerdo con los investigadores los temas relacionados con las comunicaciones, incertidumbre, interdependencia, Multiplicidad, cantidad de interesados (*stakeholders*) e interacción son comunes a la hora de abordar la complejidad en los proyectos.



Figura 13. Resultado de los factores que afectan la complejidad

Por otro lado, se cotejó con los factores mencionados por Hass (2008), los cuales son los mínimos a considerar para determinar el grado de complejidad, teniéndose que los resultados de esta investigación están en la misma dirección con lo mencionado por Hass. Seleccionando los treinta factores más importantes que se tienen en cuenta en la construcción de edificaciones, entre ellos se descartó factores relacionados con el número de lenguas habladas por los interesados, ya que no es

común en el contexto nacional tener este tipo de conflictos, debido que en el entorno laboral se maneja el mismo concepto lingüístico, debido a que “Las implicaciones del término lengua dentro de algunas concepciones lingüísticas, se puede decir que es ‘un sistema homogéneo’, común a todos los hablantes” (Londoño 2011). Finalmente, el listado que se tuvo en cuenta para realizar la entrevista es el mostrado en la Tabla 6. Como se describe en la sección de la metodología, estos factores fueron sometidos a cuestionamientos por parte de los encuestados, en donde se preguntó su grado de importancia a la hora de determinar el nivel de complejidad, cuyos resultados y análisis se mencionan en el siguiente capítulo.

Tabla 6. Factores de la revisión de literatura

ID	Descripción
F1	Gran duración
F2	Corta duración (cronograma comprimido)
F3	Importancia en la agenda pública de la institución
F4	Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos
F5	Alcance mal definido
F6	Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)
F7	Incertidumbre
F8	Urgencia en su culminación (entrega)
F9	Costos del proyecto
F10	Gran Cantidad de Riesgos
F11	Configuración institucional
F12	Desempeño del equipo de trabajo
F13	Madurez del equipo de trabajo
F14	Conocimiento deficiente del equipo de trabajo
F15	Interdependencia entre las dependencias involucradas
F16	Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo
F17	Cantidad de interesados (stakeholders)
F18	Conflictos entre interesados (stakeholders)
F19	Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)
F20	Entornos Dinámicos
F21	Problemas en seguridad industrial
F22	Proceso constructivo inusual
F23	Diseño arquitectónico inusual
F24	Disponibilidad de recursos materiales
F25	Disponibilidad de personal calificado y no calificado
F26	Variedad de conceptos técnicos
F27	Diferencias en los grados de aceptación por calidad
F28	Experiencia de los proveedores
F29	Cantidad de proveedores
F30	Forma de contratos de los proveedores

Por otra parte, de los artículos consultados se extrajeron las definiciones de complejidad, de donde se descompusieron dando frases cortas de donde se obtuvo quince secciones parciales de la definición de la complejidad, los cuales se enlistan a continuación.

A). En los proyectos de construcción de edificaciones institucionales hay diversos elementos interrelacionados.

B). En la preparación de proyectos de construcción de edificaciones institucionales existe ambigüedad en la determinación de intereses entre las partes involucradas.

C). Los interesados del proyecto (departamentos involucrados y/o influenciadores) modifican constantemente los requerimientos del mismo durante su etapa de preparación y desarrollo de diseños.

D). Existe interdependencia entre las disciplinas (estructuras, hidráulica, arquitectura, mecánica, etc.) involucradas en el desarrollo los proyectos.

E). En el desarrollo de proyectos de construcciones institucionales se formulan múltiples objetivos.

F). En los proyectos de construcción de edificaciones institucionales se formulan múltiples objetivos que resultan ser contradictorios entre sí.

G). El desarrollo de las nuevas tecnologías ha desencadenado que los proyectos sean cada vez más cortos, es decir, con cronogramas cada vez más comprimidos, lo que dificulta el debido desarrollo de los mismos.

H). El desarrollo de las nuevas tecnologías ha desencadenado que se involucren cada vez más aspectos técnicos que dificultan el desarrollo de los proyectos, incluyendo cada vez más interrelaciones entre las disciplinas.

I). Un gran presupuesto (muchos recursos) genera complicaciones en el desarrollo de los proyectos.

J). Un presupuesto ajustado genera complicaciones en el desarrollo de los proyectos.

K). Para los interesados existen altas expectativas en el inicio del proyecto y esto dificulta su conceptualización.

L). Los objetivos del proyecto tienen un carácter dinámico, cambian constantemente durante su etapa de planificación y de diseño.

M). Existen factores imprevisibles en el desarrollo de proyectos de construcciones institucionales que dificultan su desarrollo y afectan otros aspectos.

N). Todos los requerimientos del proyecto están bien definidos desde el principio.

Ñ). Hay requerimientos que se van adicionando durante el desarrollo de los proyectos.

Las partes de la definición de complejidad mostradas anteriormente se sometieron a encuestas por parte de expertos (ver 5.2.3), con el fin de concluir y obtener qué partes de la definición es crucial incluir y usarlo como entrada para el grupo focal (ver 5.4).

5.2 ENCUESTAS

En los siguientes apartados se muestran los resultados y los análisis de las respuestas a las preguntas realizadas a los encuestados. El número de encuestados se determinó con la Ecuación 2

(Israel 1992), usada para poblaciones no determinadas, ya que no existe un censo de las personas que participan en el desarrollo de este tipo de proyectos.

$$N = \frac{Z^2 \times (p \times q)}{e^2} \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

N : Cantidad de encuestados

Z : Nivel de confianza, si se considera un 95%, esto corresponde a un valor de 1.96σ

p : Probabilidad de acierto, se toma del 50% debido a que es un estudio donde no se tiene un consenso generalmente aceptado.

q : Probabilidad de desacierto, $100\% - p = 100\% - 50\% = 50\%$

e : error muestral de la población, para este caso se toma del 8.6%

Reemplazando los valores se tiene lo siguiente.

$$N = \frac{1.96^2 \times (50\% \times 50\%)}{8.60\%^2} \cong 130 \quad \text{Ecuación 3}$$

Con base en el resultado anterior se obtuvo que para tener datos confiables es necesario realizar 130 encuestas. En los siguientes incisos se muestran los resultados y análisis de las secciones en las que se dividió el formulario de las encuestas.

5.2.1 Datos de los encuestados

Como se explicó en la metodología de investigación (capítulo 4.2) la primera parte de las encuestas correspondió a la identificación de los encuestados. La encuesta se envió a expertos con experiencia en diferentes roles del desarrollo de este tipo de proyectos, es decir, a clientes (entidades o instituciones), empresas constructoras y consultoras.

Con base en las respuestas de los encuestados mostrada en la Figura 14, se encontró que el 31% laboran en empresas constructoras y el 27% en empresas consultoras, es decir, la mayoría de la población encuestada (58%) hacen parte de los desarrolladores de la mayor parte del ciclo de vida de un proyecto de esta índole, es decir, desde la planeación (después de las etapas de prefactibilidad) y hasta la culminación del proyecto, con lo cual se tiene la confiabilidad de los datos recolectados.

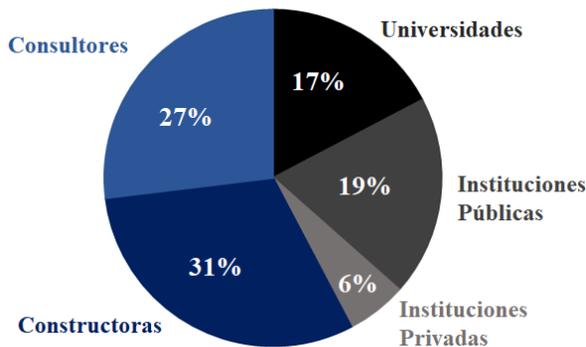


Figura 14. Distribución de población por tipo de participantes

El resto de la población (42%) labora en Universidades, Instituciones públicas y privadas con lo que se tiene una visión desde el punto de vista del cliente y/o formuladores del proyecto.

En relación a la distribución poblacional por rango de experiencia, se obtuvo que el 44% de los encuestados, se encuentra en un rango de 1 a 3 años, lo cual muestra que las respuestas obtenidas en su mayoría fueron suministradas por personas con poca experiencia y cuya percepción de la complejidad puede verse afectada, sin embargo, es importante acotar que estas personas son, en su mayoría, los encargados de desarrollar la mayor parte de las actividades operativas del desarrollo de los proyectos. Por su parte el resto de la población encuestada muestran una distribución más o menos piramidal, 26% (4 a 7 años); 12% (8 a 10 años); y 18% (más de 10 años). En la Figura 15 se muestra de forma gráfica los resultados de la distribución poblacional por los años de experiencia.

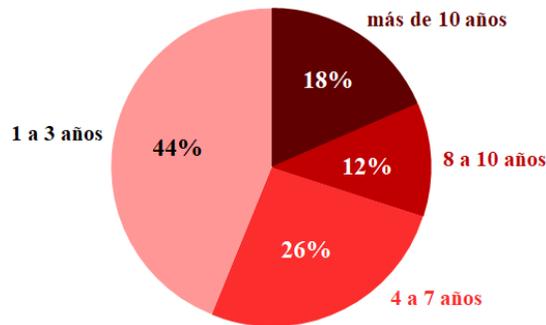


Figura 15. Distribución poblacional por años de experiencia

Al evaluar las desviaciones entre las respuestas de todos los rangos de edades no se encontraron diferencias significativas que den luces de que los años de experiencia tengan un sesgo de la apreciación de la complejidad para este tipo de proyectos. En este documento no se muestran análisis amplios de este particular, ya que no es alcance de este trabajo de grado comprender como se distribuye la percepción de complejidad de acuerdo con los rangos de edades y se propone que esto sea investigado en futuras investigaciones.

Por otro lado, al analizar los resultados de acuerdo con las profesiones de los encuestados se encontró que la mayoría de los encuestados son ingenieros civiles, correspondiente a 89 encuestados (68%), en segundo están los arquitectos con un total de 29 encuestados (22%). Los resultados encontrados no sorprenden, ya que son las profesiones que más participan en este tipo de proyectos, desde la etapa de diseños hasta la de construcción, por lo tanto, las respuestas de esta población (90%) son confiables en cuanto al conocimiento en el campo. En la Figura 16 se muestra de forma gráfica los resultados de esta distribución poblacional.

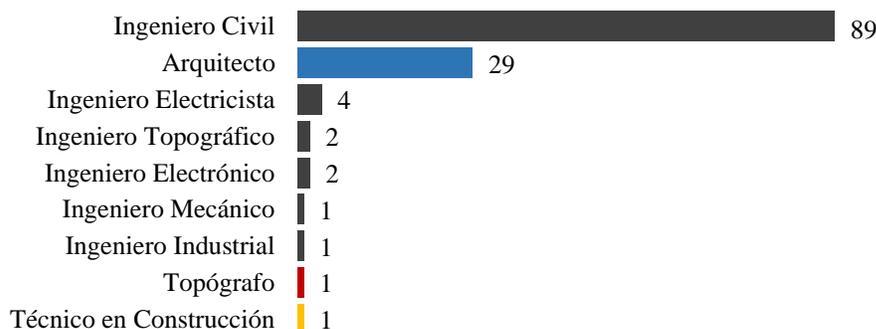


Figura 16. Distribución de encuestados por profesión

El resto de encuestados, correspondiente al 10%, tienen formación en ingenierías eléctrica, mecánica, electrónica e industrial; técnicos en construcción y topografía (profesional y técnicos). Los aportes de estos profesionales son considerables en el desarrollo de este tipo de proyectos, ya que participan en el diseño e instalación de circuitos, redes de refrigeración; programación y control de proyectos; supervisión de obras y la debida localización y replanteo de las obras.

Como se mencionó en el capítulo 4.2 (Metodología de la encuesta de grupo de expertos) de los resultados de las encuestas se seleccionaron los participantes para el grupo focal, por tanto, la determinación del nivel máximo educativo, junto con la experiencia de los participantes, dio luces de quienes deberían ser lo participantes. De los diferentes niveles de educación, se obtuvo que el 60% de los encuestados respondió que tienen estudios de posgrado, ya sean de especialización (45 personas, 35%) o en maestría (32 personas, 25%), lo que permite intuir que se cuenta con un dominio apropiado sobre el tema que se aborda en la investigación.

De los resultados de la población consultada no se encontraron respuestas de personas con estudios de doctorado culminados o en curso. Continuando, se tiene que el 11% de la población se encuentra realizando estudios de posgrado, ya sea de maestría (8 personas, 6%) o especialización (7 personas, 5%). El restante de los encuestados son profesionales universitarios (36 encuestados, 28%) o con estudios técnicos (2 personas, 2%). La distribución educativa se muestra representada en la Figura 17.

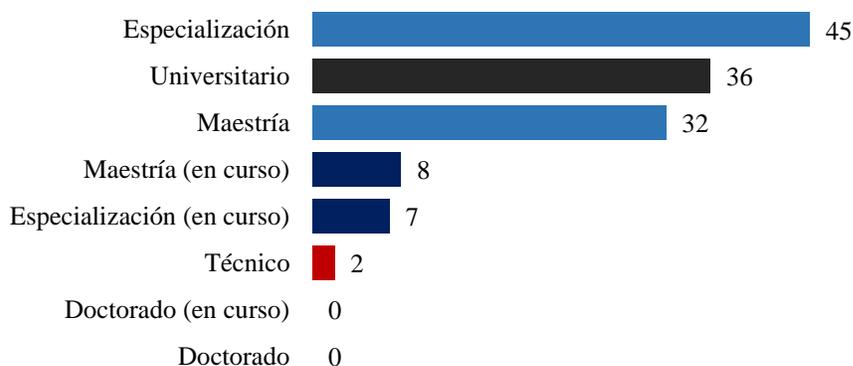


Figura 17. Distribución de los encuestados por máximo nivel educativo

Tener un nivel de educación superior y la experiencia ayudan a identificar más rápido un problema y a entender de qué forma se formula o desenvuelve un proyecto de esta índole. Con base en estos criterios se escogieron cinco participantes para el grupo focal, considerando que deberían tener mínimo 10 años de experiencia en el desarrollo de proyectos de construcción, ya sea trabajando en empresas de construcción, consultoría o instituciones. Además, las personas deberían contar con estudios mínimo de especialización. La evaluación de las personas seleccionadas se muestra en el capítulo 5.4.

5.2.2 Factores que afectan la complejidad

Los resultados de la evaluación de los factores que afectan la complejidad para cada uno de los encuestados se muestran en el Anexo 2 de este documento. Lo primero que se realizó fue una descripción estadística de los resultados de las encuestas para cada factor, con lo cual en la Tabla 7 se muestra la media y la desviación estándar.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos de los resultados

	Factor	Media	Desv Estd
F9	Costos del proyecto	4.51	0.934
F12	Desempeño del Equipo de trabajo	4.26	1.046
F8	Urgencia en su culminación (entrega)	4.23	1.016
F25	Disponibilidad de personal calificado y no calificado	4.22	0.934
F24	Disponibilidad de recursos materiales	4.22	1.093
F5	Alcance mal definido	4.18	1.328
F13	Madurez del equipo de trabajo	4.08	1.042
F6	Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)	3.98	1.398
F3	Importancia en la agenda pública de la institución	3.95	1.302
F10	Gran Cantidad de Riesgos	3.94	1.244
F28	Experiencia de los proveedores	3.89	1.066
F26	Variedad de conceptos técnicos	3.78	1.056
F15	Interdependencia entre las dependencias involucradas	3.73	1.186
F4	Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos	3.72	1.360
F23	Diseño arquitectónico inusual	3.66	1.321
F27	Diferencias en los grados de aceptación por calidad	3.65	1.193
F16	Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo	3.63	1.265
F17	Cantidad de interesados (stakeholders)	3.62	1.260
F7	Incertidumbre	3.61	1.361
F14	Conocimiento deficiente del equipo de trabajo	3.61	1.492
F29	Cantidad de proveedores	3.60	1.083
F30	Forma de contratos de los proveedores	3.60	1.298
F22	Proceso constructivo inusual	3.60	1.423
F19	Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)	3.58	1.413
F18	Conflictos entre interesados (stakeholders)	3.54	1.371
F21	Problemas en Seguridad Industrial	3.50	1.377
F1	Gran duración	3.45	1.525
F20	Entornos Dinámicos	3.44	1.300
F2	Corta duración (cronograma comprimido)	3.44	1.398
F11	Configuración institucional	3.42	1.380

De la tabla anterior se nota que los valores de la media están en un rango más o menos similar, entre 3 y 4, en una escala de 1 a 5, lo que mostraría que la apreciación de los encuestados es que la importancia de los factores para los encuestados es significativa, siendo 5 muy significativa. Un valor de media parecido para todos los factores podría mostrar que todos estos son muy similares, sin embargo, para constatar esto se debe revisar el valor de la desviación estándar para ver qué tanta variabilidad existe, teniéndose valores de desviación de 0.93 a 1.5, lo cual son valores muy pequeños, es decir hay muy poca variabilidad, de forma gráfica a continuación se muestran diagramas de barras con las respuestas para cada factor.

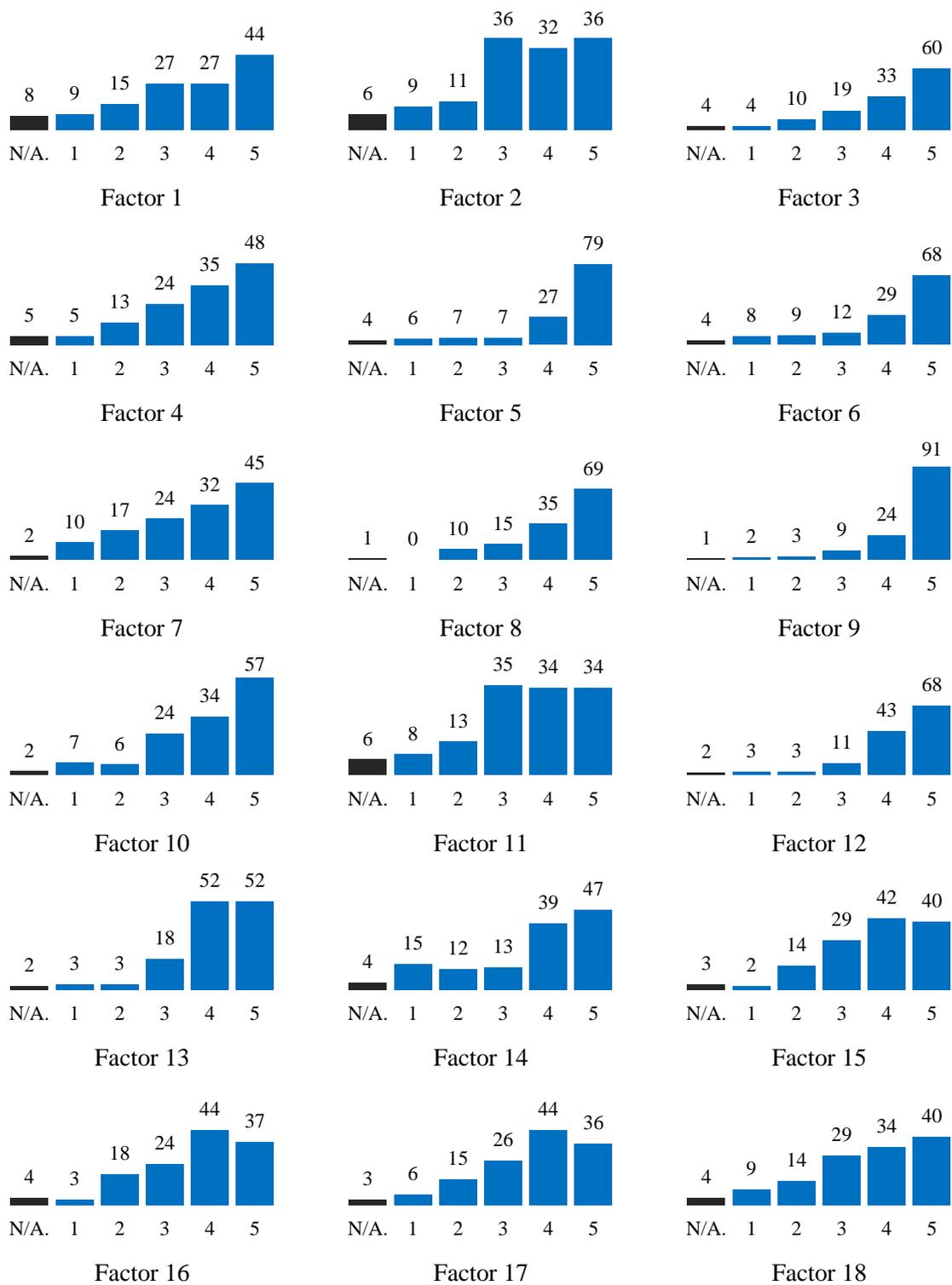


Figura 18. Resultados de la calificación de los factores

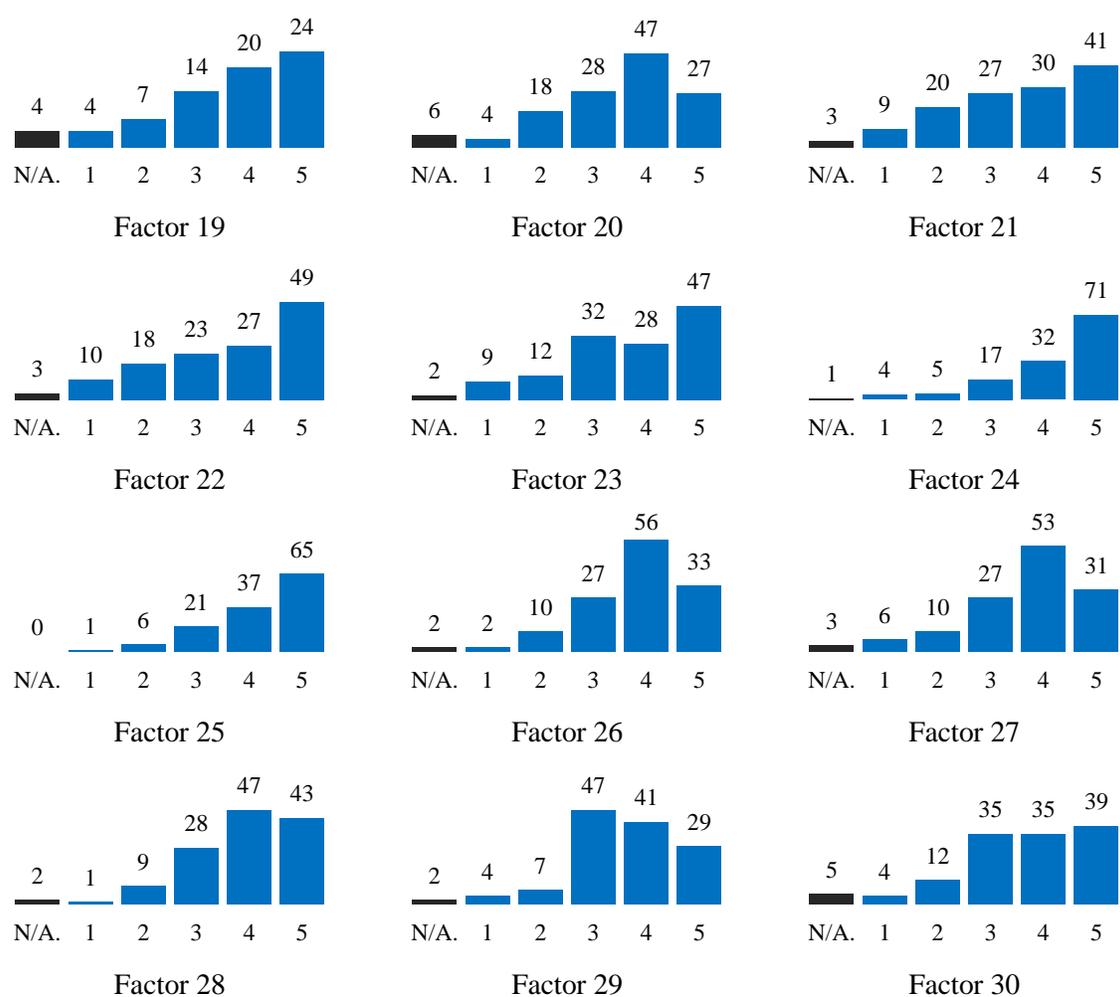


Figura 19. Continuación Resultados de la calificación de los factores

En la representación gráfica anterior se observa que el 70% de los encuestados con una puntuación máxima de 5, coinciden que los costos (factor 9) están directamente relacionados con la complejidad de los proyectos de edificaciones institucionales, es decir, si no se tiene un presupuesto bien definido desde el inicio, éste afecta en gran medida el proyecto. El alcance mal definido (factor 5) tuvo un porcentaje del 60.77%, con la puntuación máxima de 5. De acuerdo con este resultado, la complejidad se ve afecta por este elemento, cuando no se tienen claros los procesos a ejecutar en un determinado proyecto.

Tener una disponibilidad de recursos apropiada (factor 24) es clave para el desarrollo de un proyecto. Los encuestados dieron una puntuación máxima de 5, lo cual representa un 54.62% de la población, lo que induce a que la complejidad esté afectada por la poca disponibilidad de recursos determinada para este tipo de proyectos. En algunos casos los interesados de los proyectos, se encuentran en la obligación de culminar el proyecto lo más rápido posible por varias razones, como, por ejemplo; intereses particulares, costos ajustados y un sinnúmero de restricciones. Por consiguiente, para los encuestados, la urgencia en la culminación (factor 8) con un porcentaje de 53.08%, es un factor que afecta en gran medida la complejidad de los proyectos. De acuerdo con lo anterior, la

urgencia en la entrega conlleva a la compresión de las actividades y posiblemente esto represente sobrecostos en las actividades.

Con respecto a la ambigüedad en la definición del alcance (factor 6) y el desempeño del equipo de trabajo (factor 12), se obtuvo un 52,31% coincidente entre los encuestados, dando a entender que la complejidad se ve afectada por el funcionamiento de cada persona en una determinada actividad. Esto de cierta forma está relacionado con la ambigüedad, porque los objetivos deben ser claros desde el inicio del proyecto. Además, de los factores mencionados anteriormente, los encuestados dan a entender que un personal bien calificado y no calificado (factor 25) afecta la complejidad de los proyectos, porque de ellos depende la calidad del producto.

De acuerdo con lo anterior, los 30 factores influyen en la complejidad de los proyectos de una manera u otra, pero para los encuestados la máxima puntuación estuvo reflejada en los factores descritos anteriormente. Sin embargo, se resalta que los factores tuvieron puntuaciones por encima de 3. Es decir, que estos son los factores que debe tener en cuenta un director de proyectos, para la toma de decisiones y poder comprender mejor el funcionamiento del proyecto.

En cuanto a la pregunta abierta, se obtuvo que para muchos de los encuestados se deben considerar diez factores adicionales en el análisis, los cuales se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Factores adicionales de la pregunta abierta de la encuesta

ID	Descripción
N1	Ciudad o lugar donde se realiza la obra
N2	Adaptabilidad a las exigencias técnicas del proyecto
N3	Falta de tecnología apropiada
N4	Trámites legales
N5	Trámites de servicios públicos
N6	Normatividad
N7	Forma de financiamiento de la institución
N8	Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc.)
N9	Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos
N10	Falta o ausencia de planificación

Con base en la información de la Tabla 8 hay diez factores nuevos, de los cuales no se tienen datos estadísticos para poder incluirlos en el AF, por lo que se tuvo que realizar una nueva ronda de encuestas a los mismos 130 expertos (ver formulario en Anexo 3 y resultados en el Anexo 4). Del mismo modo se verificó con el grupo de expertos si era válido incluir cada uno de estos nuevos factores en la herramienta.

5.2.3 Conceptualización de la Definición de Complejidad

Las respuestas de los encuestados en cuanto a lo que se pensaba en las partes de la definición se muestran en el Anexo 2 de este documento. En la figura 18 se muestra gráficamente las respuestas de los encuestados con relación a definiciones extraídas de la bibliografía. Con base en las diferentes partes de definiciones de complejidad presentadas en el cuestionario descrito en la metodología (4.1), podemos observar que de la pregunta A, el 60% de los encuestados está totalmente de acuerdo (TA), con que la definición de complejidad está representada por diversos elementos interrelacionados, es decir, que una organización funciona independientemente, pero a su vez deben trabajar conjuntamente para interactuar entre sí. Por lo tanto, lograr los objetivos bajo este criterio es complejo según la experiencia de los encuestados. Por otro lado, de la pregunta D, el 50.77% de los

encuestados está totalmente de acuerdo (TA), con definir la complejidad con relación a la interdependencia que existe entre las disciplinas (estructuras, hidráulica, arquitectura, mecánica, etc.) involucradas en el desarrollo los proyectos. Otra, de las definiciones que representó un 44.54% de los encuestados, fueron los requerimientos que se van adicionando durante el desarrollo de los proyectos.

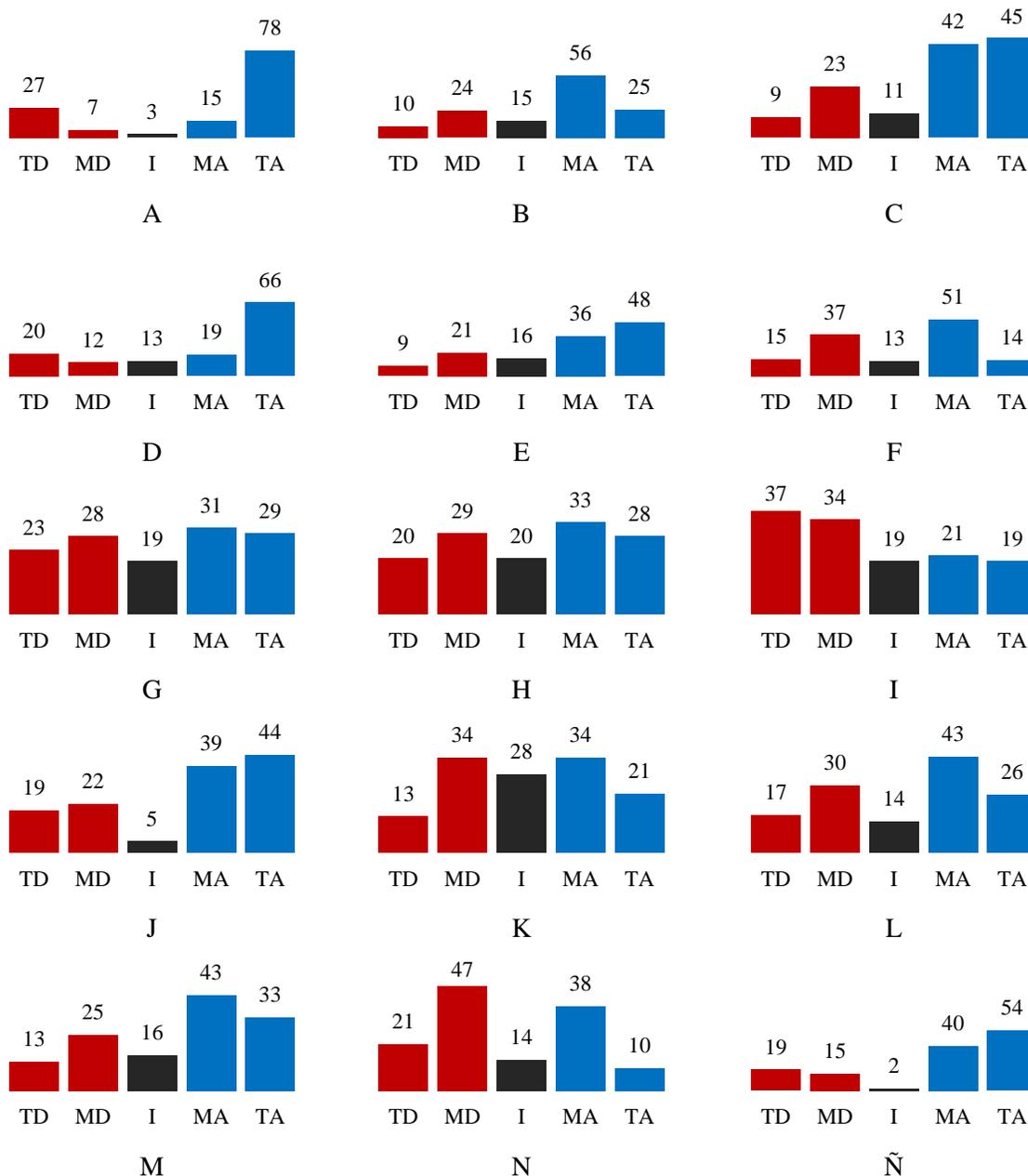


Figura 20. Gráficas con los resultados de la encuesta

Para las definiciones G, H, I, K, L y N no existe una tendencia marcada de la representación gráfica. Los resultados anteriores no permite tener luces de cuál debería ser la definición de complejidad.

dad para este tipo de proyectos, lo cual muestra que la definición de complejidad es distinta para cada persona y no es simple llegar a un consenso (Ludovic-Alexandre Vidal y Marle 2008).

5.3 ANÁLISIS FACTORIAL EXPLORATORIO

En este capítulo se muestran los resultados del análisis factorial exploratorio, basado en los resultados de la segunda sección de las encuestas, descritas en el capítulo 5.2.2. El software usado como ayuda para realizar el AF es R Studio, debido a que este se basa en un lenguaje de programación, para facilidad del lector a continuación se muestra el código usado, a la derecha se presentan comentarios que permiten comprender qué se realizó en cada sección.

```
#Cargar base de datos
```

```
attach (Datos)
```

Se carga la base de datos llamada “Datos” desde un archivo en MS Excel

```
#Matriz de correlaciones y determinante de la matriz
```

```
Rcor <-cor(Datos, use = "pair-wise.complete.obs")
```

```
Rcor
```

El comando “cor” es el usado para definir la matriz de correlaciones “Rcor”, usando por pares y completando, aunque haya valores NA.

```
det(Rcor)
```

El comando det da como resultado el determinante de la matriz “Rcor”.

```
#Gráfico de matriz de correlaciones
```

```
library(corrplot)
```

```
corrplot(cor(Datos), order = "hclust",  
tl.col='black', tl.cex=1)
```

```
#Test de esfericidad de Bartlett
```

```
library(psych)
```

```
print(cortest.bartlett(Rcor,n =  
nrow(Datos)))
```

Como se explicó en el capítulo de metodología la prueba de esfericidad de Bartlett contrarresta las matrices de correlación con la matriz identidad.

```
#Prueba KMO
```

```
kmo.num <-sum(Rcor^2) - sum(diag(Rcor^2))  
KMO(Datos)
```

El comando “kmo.num” da como resultado el valor de la prueba de kmo definido para la matriz de correlación “Rcor”.

```
#ACP Sin rotacion n*1(explorando cantidad de componentes)
```

```
CPnorotado1 <-principal(Datos, nfactors =30,  
rotate ="none" , use = pairwise)
```

```
CPnorotado1
```

El valor de 30 corresponde al total de los factores del análisis.

```
#Autovalor(ss loading): medida de la varian-  
za que explica cada componente/factor.
```

```
#ACP Sin rotacion n*2 (matriz no rotada)
```

```
CPnorotado2 <-principal(Datos, nfactors =30,  
rotate ="none" , use =pairwise)
```

El valor de 30 corresponde al total de los factores del análisis.

```
CPnorotado2
```

```

#Grafico de sedimentacion
Sedimentacion <-princomp(Datos, scores=TRUE,
cor=TRUE)
plot(Sedimentacion, type ="lines")
#ACP rotada Varimax
CProtado <-principal(Datos, nfactors=8, ro-
tate="varimax")
CProtado
print(CProtado, digits = 3, cutoff = 0,
sort=FALSE)

```

El valor de 8 del número de factores (nfactors) se determina con base de los resultados del número de factores que tiene un autovalor (ssloading) superior a 1.

El primer resultado del código es la matriz de correlación de los componentes principales, cuya representación gráfica se muestra en la Figura 21.

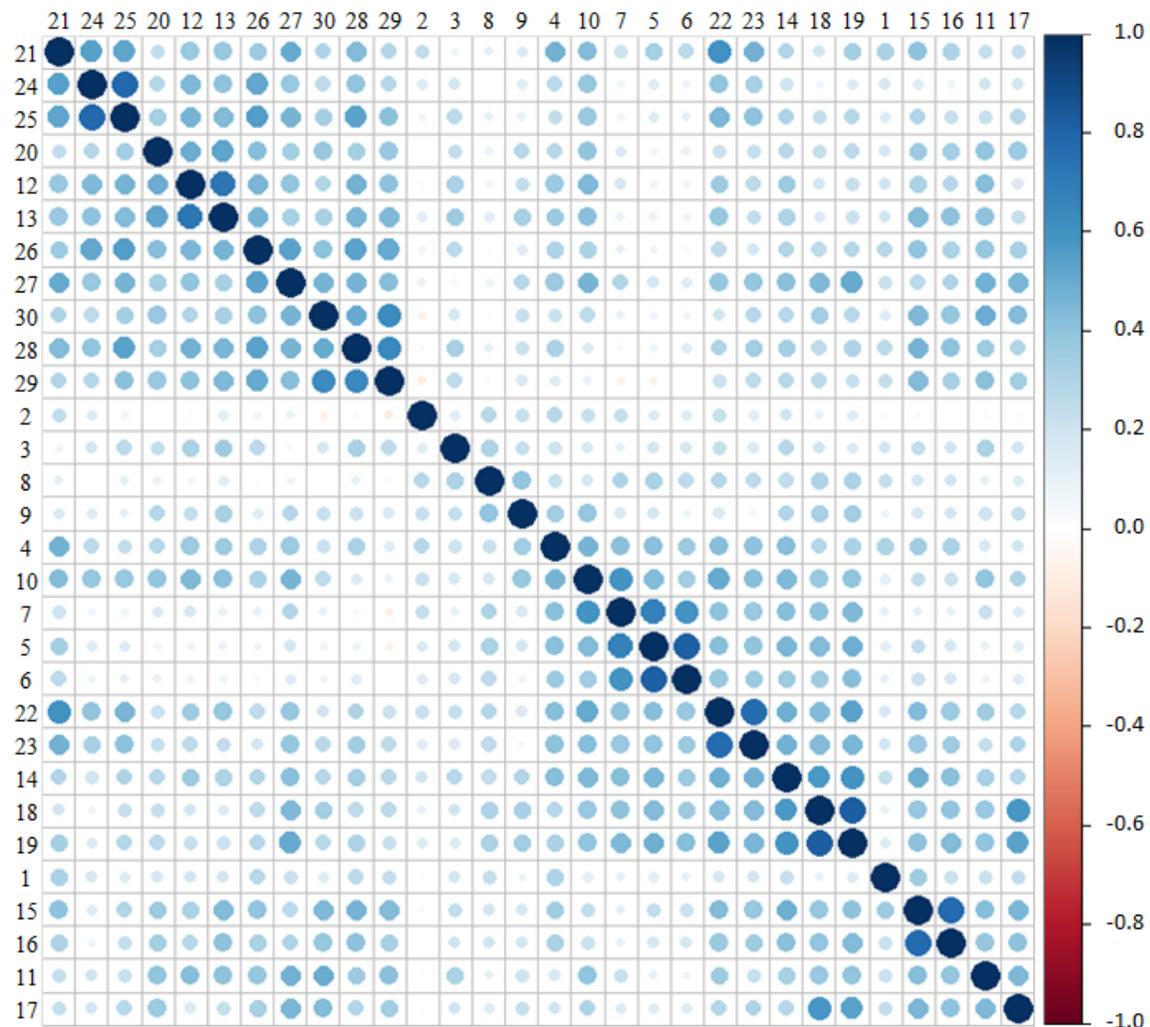


Figura 21. Representación de la matriz de correlación

De la imagen anterior se obtuvo que todas las correlaciones son positivas, con valores bastante grandes entre ellas, como en el caso de los factores 24 y 25; 13 y 12; 6 y 5; 18 y 19; y 16 y 15. Es

decir, se puede identificar a primera vista cinco clústers de agrupación de factores, sin embargo, es muy pronto para tomar decisiones y la agrupación definitiva se tomó con base en los resultados de los autovalores y la curva de sedimentación. Por otro lado, como se mencionó en la metodología (capítulo 4.2) se verificó si las pruebas de esfericidad de Bartlett y KMO son idóneos, cuyos valores se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Pruebas de KMO y Esfericidad de Bartlett

Prueba		Valor
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0.850
Aprox. Chi-cuadrado		2333.334
Prueba de esfericidad de Bartlett	Grados de libertad	435
	Significancia	$1.726299 \times 10^{-256}$

El valor KMO para el AF es de 0.85, el cual se califica con un desempeño meritorio, de acuerdo con lo mostrado en la Tabla 2, lo que demuestra que es apropiado realizar el AF y que los factores obtenidos están muy relacionados con la reducción.

La cantidad de valores a reducir se puede evidenciar con los valores de la varianza total mostrada en la Tabla 10. Adicionalmente, el valor de la prueba de esfericidad de Bartlett demostró que no se cumple la hipótesis nula en que la matriz identidad es igual a la matriz de correlación, es decir los valores de la diagonal de la matriz de correlación son diferentes a 1.

Tabla 10. Varianza Total Explicada. Método de extracción: análisis de componentes principales

Factor	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	9.699	32.328	32.328	9.699	32.328	32.328	3.821	12.737	12.737
2	3.386	11.287	43.615	3.386	11.287	43.615	3.752	12.508	25.245
3	2.102	7.006	50.621	2.102	7.006	50.621	3.513	11.710	36.955
4	1.583	5.277	55.897	1.583	5.277	55.897	3.196	10.653	47.608
5	1.410	4.700	60.597	1.410	4.700	60.597	2.389	7.963	55.571
6	1.184	3.946	64.543	1.184	3.946	64.543	1.872	6.239	61.811
7	1.063	3.544	68.087	1.063	3.544	68.087	1.493	4.977	66.788
8	1.013	3.377	71.463	1.013	3.377	71.463	1.403	4.675	71.463
9	0.867	2.890	74.353						
10	0.788	2.627	76.981						
11	0.744	2.479	79.460						
12	0.719	2.396	81.855						
13	0.591	1.970	83.825						
14	0.574	1.913	85.738						
15	0.535	1.782	87.520						
16	0.483	1.610	89.130						
17	0.404	1.348	90.479						
18	0.355	1.183	91.661						
19	0.328	1.093	92.754						

Factor	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
20	0.310	1.034	93.788						
21	0.275	0.917	94.705						
22	0.267	0.890	95.594						
23	0.233	0.778	96.373						
24	0.216	0.720	97.092						
25	0.199	0.662	97.754						
26	0.176	0.586	98.340						
27	0.165	0.551	98.891						
28	0.119	0.397	99.288						
29	0.109	0.362	99.650						
30	0.105	0.350	100.000						

De la Tabla 10 se puede ver que con ocho variables se explica el 71.463% de la variabilidad, como criterio se considera que los factores que poseen un autovalor inicial igual o mayor a 1 explican la cantidad de variables en las que se deben reducir los factores. Este criterio se considera, ya que por ser un AF exploratorio no se conoce cuál es el número mínimo en el que se explican los factores (Hair et al. 1999). El criterio anterior se puede observar en la gráfica de sedimentación de la Figura 22.

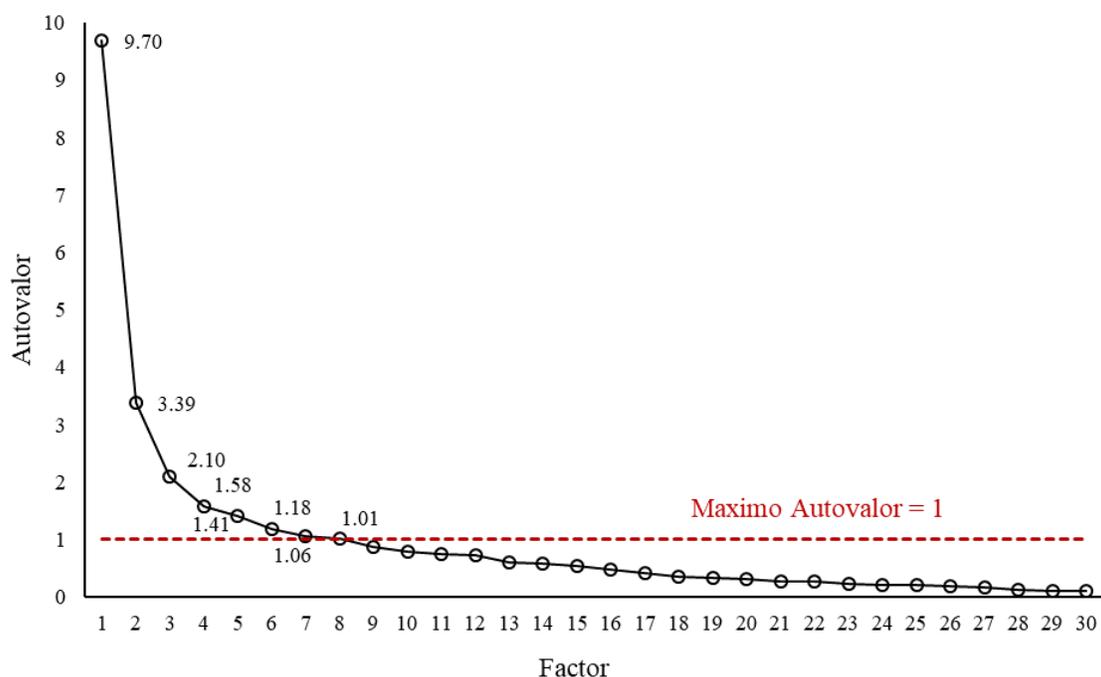


Figura 22. Gráfica de Sedimentación

Posteriormente, del análisis se obtuvo la matriz de componentes rotados por medio del método Verimax, la cual convergió tras diez iteraciones. Como se muestra en la Tabla 11 se han resaltado

por colores cada agrupación de factores (variables) con base en los máximos valores de correlación y comprobando si esta agrupación es lógica desde un punto de vista literario, tal y como se mencionó en la metodología.

Tabla 11. Matriz de componentes rotados

Factor	Variables							
	C	O	M	P	L	E	J	O
F18	0.74	0.39	0.02	-0.02	0.24	0.18	-0.13	0.11
F17	0.74	0.06	0.08	0.10	0.19	0.05	0.09	0.01
F19	0.67	0.43	0.11	0.00	0.29	0.22	-0.09	0.05
F27	0.62	0.16	0.43	0.24	-0.02	0.12	0.17	-0.26
F30	0.60	-0.03	0.22	0.30	0.10	-0.19	0.19	0.06
F11	0.53	0.07	0.06	0.48	0.15	-0.03	0.04	0.06
F29	0.48	-0.19	0.36	0.28	0.13	-0.22	0.25	0.28
F5	0.07	0.89	0.07	-0.04	0.11	0.07	0.09	0.12
F6	0.04	0.86	0.05	-0.04	0.11	-0.05	0.10	0.16
F7	0.14	0.84	-0.03	0.16	-0.03	0.17	-0.01	-0.10
F10	0.20	0.52	0.25	0.51	0.03	0.28	-0.08	-0.22
F14	0.36	0.43	0.13	0.21	0.34	0.18	0.05	0.13
F4	0.04	0.42	0.19	0.32	0.20	0.34	0.41	-0.11
F24	0.03	0.05	0.85	0.24	-0.05	0.08	0.03	0.02
F25	0.18	0.05	0.83	0.20	0.10	0.01	-0.02	0.15
F21	0.08	0.22	0.63	0.13	0.34	0.18	0.30	-0.23
F26	0.36	-0.01	0.51	0.38	-0.04	-0.05	0.29	0.09
F28	0.35	-0.06	0.50	0.23	0.21	-0.11	0.32	0.31
F13	0.05	-0.01	0.28	0.76	0.26	0.12	0.06	0.18
F12	0.06	0.08	0.35	0.76	0.12	0.03	0.04	0.11
F20	0.28	0.05	0.11	0.68	0.09	0.00	0.06	0.05
F16	0.34	0.02	-0.04	0.27	0.73	0.00	0.20	0.07
F15	0.33	0.08	0.04	0.29	0.70	-0.09	0.33	0.13
F22	0.14	0.40	0.47	0.11	0.58	0.22	-0.13	-0.01
F23	0.19	0.40	0.43	0.00	0.56	0.08	-0.08	-0.02
F2	-0.11	0.10	0.15	-0.01	0.04	0.73	0.01	-0.04
F9	0.34	0.04	-0.07	0.33	-0.09	0.63	0.06	0.16
F8	0.12	0.23	-0.04	-0.11	0.16	0.58	0.14	0.47
F1	0.10	0.09	0.10	0.04	0.12	0.08	0.81	0.08
F3	0.06	0.13	0.12	0.29	0.05	0.12	0.04	0.78

Notas:

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

De la tabla anterior se tienen variables con diferente número de agrupación de factores, variando desde agrupaciones con nueve variables hasta de dos variables, en ningún caso se encontró una

variable que sea explicado por un solo factor. Las variables se identificaron por colores y la designación de una letra para poderlas identificar, sin embargo, no se le dio un nombre de identificación que permita explicar la agrupación de factores debido a que se consideró que es mucho más efectivo y válido si esto es realizado por un grupo de expertos. En la Figura 23 se muestra de forma gráfica la agrupación de factores en las ocho variables en las que se redujeron los 30 factores.

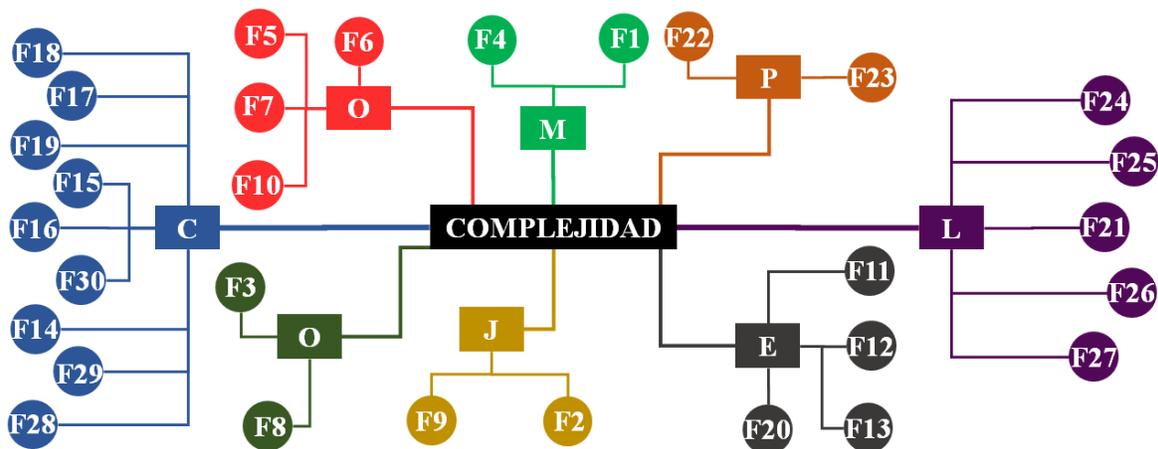


Figura 23. Modelo conceptual del AF Exploratorio

Los resultados de este análisis se validaron mediante un grupo focal con expertos, descrito en el capítulo 5.4.1, en donde se pretende mediante debates con expertos saber si la agrupación fue adecuada e idónea, también conocer si los factores de las preguntas abiertas de las encuestas en dónde deberían estar agrupados, para de este modo tener un modelo de variables con la agrupación de factores como entrada al AF confirmatorio. Adicionalmente, se les solicitó a los expertos que den una identificación a las variables de la reducción de los factores.

5.4 GRUPO FOCAL

En las siguientes dos secciones de este capítulo se muestran los resultados de las dos partes en las que se dividió el grupo focal. El primero se refiere a validar los resultados del AF exploratorio ubicando los diez factores de las preguntas abiertas de las encuestas y dar una asignación de cada variable. La segunda se refiere a encontrar un consenso de la definición de complejidad para los proyectos de edificaciones institucionales.

Los participantes del grupo focal se seleccionaron a partir de las personas que argumentaron tener una experiencia superior a 10 años y que contaban con estudios de posgrado, sean de maestría o especialización. De la base de datos se obtuvo que diecinueve personas concordaban con estos requisitos. El mayor desafío en este punto fue coordinar las agendas de todos los participantes, con lo cual se recurrió a la herramienta online “Doodle” y se propusieron varios horarios para la participación del grupo focal y los posibles participantes seleccionaban los horarios en los que tenían disponibilidad. Finalmente se obtuvo que para el día miércoles 6 de febrero de 2019 se cumplía con el quorum necesario de cinco personas para realizar el grupo focal.

5.4.1 Variables de Complejidad y Ecuaciones Estructurales

Como se mencionó en el capítulo 4.4, uno de los propósitos del grupo focal es validar las variables (agrupación de factores) del AF exploratorio, siguiendo los pasos de la Figura 10 con los resultados mostrados en el capítulo 5.3. La primera pregunta realizada a los participantes es si ellos con-

sideraban que los diez factores nuevos deberían ser considerados en la agrupación de factores, la respuesta fue unánime. Todos argumentaron que, si los encuestados habían considerado esos factores, no había ninguna razón para no incluirlos. El primer paso de la actividad consistió en que cada uno de los cinco participantes del grupo focal completaron de forma individual la ubicación de los diez factores adicionales de las preguntas abiertas de las encuestas, como ejemplo, en la Figura 24 se presenta uno de los tableros resuelto por uno de los participantes.

IMPEDIMENTOS	GESTION DE RIESGOS	GESTION DE RECURSOS	RECURSOS HUMANOS	CONDICIONES GEOGRAFICAS	TECNOLOGIA INUSUAL	COSTO Y TIEMPO	RELACION COOPERATIVAS	TRAMITES ADMINISTRATIVOS	ECOSISTEMA
<input type="checkbox"/> Conflictos entre interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/> Alcance mal definido	<input type="checkbox"/> Disponibilidad de recursos materiales	<input type="checkbox"/> Madurez del equipo de trabajo	<input type="checkbox"/> Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos	<input type="checkbox"/> Proceso constructivo inusual	<input type="checkbox"/> Corta duración (cronograma comprimido)	<input type="checkbox"/> Importancia en la agenda pública de la institución	<input checked="" type="checkbox"/> Normatividad	
<input type="checkbox"/> Cantidad de interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/> Incertidumbre	<input type="checkbox"/> Disponibilidad de personal calificado y no calificado	<input type="checkbox"/> Desempeño del Equipo de trabajo	<input type="checkbox"/> Gran duración	<input type="checkbox"/> Diseño arquitectónico inusual	<input type="checkbox"/> Costos del proyecto	<input type="checkbox"/> Urgencia en su culminación (entrega)	<input checked="" type="checkbox"/> Trámites legales	
<input type="checkbox"/> Falta de apoyo de los interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/> Ambigüedad en la definición del alcance	<input type="checkbox"/> Problemas en Seguridad Industrial	<input type="checkbox"/> Entornos Dinámicos	<input type="checkbox"/> Condiciones propias del lote (topografía, forma)		<input type="checkbox"/> Forma de inciamiento de institución		<input checked="" type="checkbox"/> Trámites de servicios públicos	
<input type="checkbox"/> Interdependencia entre depe. involucrados	<input type="checkbox"/> Gran Cantidad de Riesgos	<input type="checkbox"/> Variedad de conceptos técnico	<input type="checkbox"/> Configuración institucional	<input type="checkbox"/> Ciudad o lugar donde se realiza la obra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Falta de tecnología apropiada			
<input type="checkbox"/> Forma de contratos de los proveedores	<input type="checkbox"/> Diferencias grados de aceptación por calidad	<input type="checkbox"/> Desconocimiento en buenas prácticas en Gestión Proy.							
<input type="checkbox"/> Interdepend. entre el entorno y el lugar de trabajo		<input checked="" type="checkbox"/> Falta o ausencia de planificación			<input checked="" type="checkbox"/> Adaptabilidad a las exigencias técnicas del proyecto				
<input type="checkbox"/> Conocimiento deficiente del equipo de trabajo									
<input type="checkbox"/> Cantidad de proveedores									
<input type="checkbox"/> Experiencia de los proveedores									

Figura 24. Ejemplo de la solución del tablero 1 resultado por uno de los participantes

Posteriormente, se comenzó un debate para saber qué pensaba cada uno y de qué forma deberían estar organizados los factores en cada variable. El primer resultado fue que los participantes estuvieron de acuerdo con que es necesario tener dos variables nuevas, es decir, en total diez variables. Los cuarenta factores, treinta iniciales y diez de las preguntas abiertas deberían reagruparse en estas diez variables. En la Tabla 12 se muestra de qué forma se reorganizaron los factores, en donde se puede ver qué factores se movieron de una variable a otra (con letras roja y tachada de dónde se quitaron y en azul de donde se reubicaron y en letra morada donde se ubicaron los factores nuevos).

Tabla 12. Tablero resumen con las modificaciones de los participantes del grupo focal

C	O	M	P	L	E	X	I	T	Y
Conflictos entre interesados (stakeholders)	Alcance mal definido	Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos	Proceso constructivo inusual	Trámites legales	Diferencias en los grados de aceptación por calidad	Urgencia en su culminación (entrega)	Configuración institucional	Costos del proyecto	Corta duración (cronograma comprimido)
Cantidad de interesados (stakeholders)	Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)	Gran duración	Diseño arquitectónico inusual	Trámites de servicios públicos	Disponibilidad de recursos materiales	Importancia en la agenda pública de la institución	Madurez del equipo de trabajo	Forma de financiamiento de la institución	Costos del proyecto
Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)	Incertidumbre	Ciudad o lugar donde se realiza la obra	Adaptabilidad a las exigencias técnicas del proyecto	Normatividad	Disponibilidad de personal calificado y no calificado	Configuración institucional	Desempeño del Equipo de trabajo		Gran duración
Forma de contratos de los proveedores	Gran Cantidad de Riesgos	Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)	Falta de tecnología apropiada		Problemas en Seguridad Industrial	Entornos Dinámicos	Entornos Dinámicos		Urgencia en su culminación (entrega)
Cantidad de proveedores	Falta o ausencia de planificación				Variedad de conceptos técnicos		Conocimiento deficiente del equipo de trabajo		
Conocimiento deficiente del equipo de trabajo							Variedad de conceptos técnicos		
Experiencia de los proveedores							Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos		
Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo									
Interdependencia entre las dependencias involucradas									

El siguiente requerimiento fue que entre todos los participantes del grupo focal le dieran una identificación de cada variable. El consenso en este particular fue unánime y todos los participantes coincidieron en el nombre de las variables. La Tabla 13 muestra la identificación de las variables y su descripción.

Tabla 13. Descripción de variables

ID	Descripción
C	Interesados (stakeholders)
O	Amenazas
M	Condiciones Geográficas
P	Tecnologías e innovación
L	Trámites Administrativos
E	Recursos Físicos
X	Relaciones Corporativas
I	Gestión de Recursos Humanos
T	Factores Económicos
Y	Tiempo

Con base en la identificación de las variables y la reorganización de los factores se elaboró un diagrama conceptual de los resultados que se muestra en la Figura 25, del cual es posible ver de qué forma se organizan los factores y las variables para describir la complejidad en los proyectos de edificaciones institucionales.

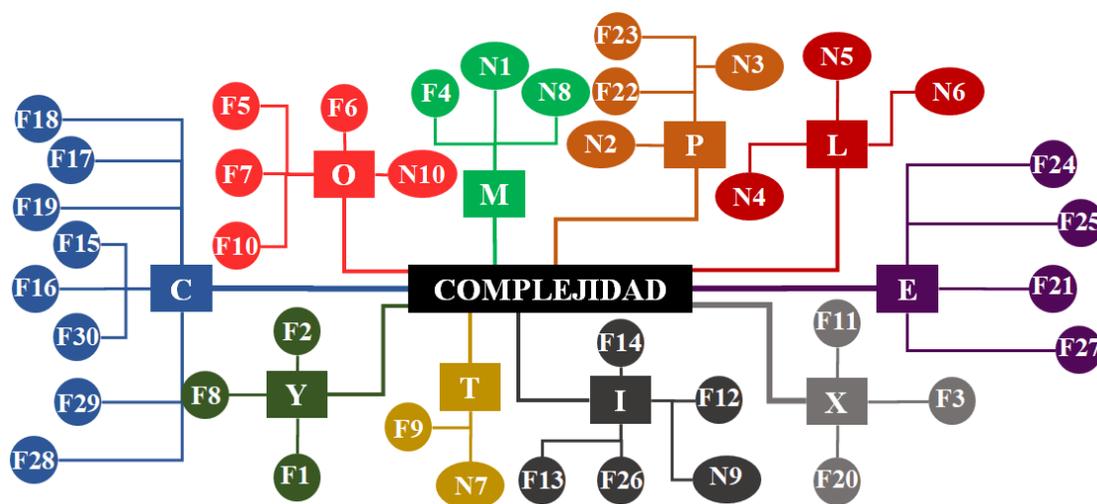


Figura 25. Modelo conceptual del Grupo Focal

El resultado conceptual del grupo focal fue la base del AF confirmatorio, cuyos resultados se muestran en el capítulo 5.5. Teniendo que ya se conoce cuantas variables explican la reducción de factores, así como los factores que conforman cada variable. Adicional a lo anterior se les solicitó a los expertos que organizaran en orden descendente, del más importante al menos importante, los factores que componen cada variable, esto se realizó con el fin de comparar estos resultados con los obtenidos con el AF Confirmatorio. A continuación, se muestran las tablas con las apreciaciones de los expertos. Al final del capítulo 5.5 se muestra la comparación descriptiva ente la apreciación de los expertos y los resultados del AF Confirmatorio.

Tabla 14. Jerarquización de factores en las variables: propuesta del experto 1

C	O	M	P	L	E	X	I	T	Y
Cantidad de interesados (stakeholders)	Alcance mal definido	Ciudad o lugar donde se realiza la obra	Diseño arquitectónico inusual	Normatividad	Disponibilidad de personal calificado y no calificado	Configuración institucional	Desempeño del Equipo de trabajo	Forma de financiamiento de la institución	Corta duración (cronograma comprimido)
Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo	Ambigüedad en la definición del alcance	Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)	Proceso constructivo inusual	Trámites legales	Disponibilidad de recursos materiales	Importancia en la agenda pública de la institución	Madurez del equipo de trabajo	Costos del proyecto	Urgencia en su culminación (entrega)
Interdependencia entre las dependencias involucradas	Gran Cantidad de Riesgos	Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos	Falta de tecnología apropiada	Trámites de servicios públicos	Problemas en Seguridad Industrial	Entornos Dinámicos	Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos		Gran duración
Forma de contratos de los proveedores	Falta o ausencia de planificación		Adaptabilidad a las exigencias técnicas del proyecto		Diferencias en los grados de aceptación por calidad		Variedad de conceptos técnicos		
Cantidad de proveedores	Incertidumbre						Conocimiento deficiente del equipo de trabajo		
Experiencia de los proveedores									
Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)									
Conflictos entre interesados (stakeholders)									

Tabla 15. Jerarquización de factores en las variables: propuesta del experto 2

C	O	M	P	L	E	X	I	T	Y
Interdependencia entre las dependencias involucradas	Alcance mal definido	Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)	Diseño arquitectónico inusual	Normatividad	Disponibilidad de personal calificado y no calificado	Importancia en la agenda pública de la institución	Madurez del equipo de trabajo	Costos del proyecto	Urgencia en su culminación (entrega)
Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)	Ambigüedad en la definición del alcance	Ciudad o lugar donde se realiza la obra	Proceso constructivo inusual	Trámites de servicios públicos	Disponibilidad de recursos materiales	Configuración institucional	Conocimiento deficiente del equipo de trabajo	Forma de financiamiento de la institución	Corta duración (cronograma comprimido)
Conflictos entre interesados (stakeholders)	Falta o ausencia de planificación	Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos	Falta de tecnología apropiada	Trámites legales	Problemas en Seguridad Industrial	Entornos Dinámicos	Desempeño del Equipo de trabajo		Gran duración
Cantidad de interesados (stakeholders)	Gran Cantidad de Riesgos		Adaptabilidad a las exigencias técnicas del proyecto		Diferencias en los grados de aceptación por calidad		Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos		
Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo	Incertidumbre						Variedad de conceptos técnicos		
Experiencia de los proveedores									
Cantidad de proveedores									
Forma de contratos de los proveedores									

Tabla 16. Jerarquización de factores en las variables: propuesta del experto 3

C	O	M	P	L	E	X	I	T	Y
Cantidad de interesados (stakeholders)	Falta o ausencia de planificación	Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)	Proceso constructivo inusual	Normatividad	Disponibilidad de personal calificado y no calificado	Entornos Dinámicos	Desempeño del Equipo de trabajo	Forma de financiamiento de la institución	Urgencia en su culminación (entrega)
Cantidad de proveedores	Alcance mal definido	Ciudad o lugar donde se realiza la obra	Falta de tecnología apropiada	Trámites legales	Disponibilidad de recursos materiales	Importancia en la agenda pública de la institución	Conocimiento deficiente del equipo de trabajo	Costos del proyecto	Corta duración (cronograma comprimido)
Conflictos entre interesados (stakeholders)	Gran Cantidad de Riesgos	Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos	Adaptabilidad a las exigencias técnicas del proyecto	Trámites de servicios públicos	Problemas en Seguridad Industrial	Configuración institucional	Madurez del equipo de trabajo		Gran duración
Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)	Ambigüedad en la definición del alcance		Diseño arquitectónico inusual		Diferencias en los grados de aceptación por calidad		Variedad de conceptos técnicos		
Experiencia de los proveedores	Incertidumbre						Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos		
Interdependencia entre las dependencias involucradas									
Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo									
Forma de contratos de los proveedores									

Tabla 17. Jerarquización de factores en las variables: propuesta del experto 4

	C	O	M	P	L	E	X	I	T	Y
	Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo	Falta o ausencia de planificación	Ciudad o lugar donde se realiza la obra	Proceso constructivo inusual	Normatividad	Disponibilidad de personal calificado y no calificado	Configuración institucional	Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos	Costos del proyecto	Corta duración (cronograma comprimido)
	Interdependencia entre las dependencias involucradas	Gran Cantidad de Riesgos	Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)	Diseño arquitectónico inusual	Trámites legales	Problemas en Seguridad Industrial	Importancia en la agenda pública de la institución	Conocimiento deficiente del equipo de trabajo	Forma de financiamiento de la institución	Urgencia en su culminación (entrega)
	Cantidad de interesados (stakeholders)	Incertidumbre	Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos	Adaptabilidad a las exigencias técnicas del proyecto	Trámites de servicios públicos	Disponibilidad de recursos materiales	Entornos Dinámicos	Madurez del equipo de trabajo		Gran duración
	Conflictos entre interesados (stakeholders)	Ambigüedad en la definición del alcance		Falta de tecnología apropiada		Diferencias en los grados de aceptación por calidad		Variedad de conceptos técnicos		
	Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)	Alcance mal definido						Desempeño del Equipo de trabajo		
	Forma de contratos de los proveedores									
	Experiencia de los proveedores									
	Cantidad de proveedores									

Tabla 18. Jerarquización de factores en las variables: propuesta del experto 5

	C	O	M	P	L	E	X	I	T	Y
	Interdependencia entre las dependencias involucradas	Alcance mal definido	Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)	Proceso constructivo inusual	Trámites legales	Disponibilidad de personal calificado y no calificado	Entornos Dinámicos	Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos	Forma de financiamiento de la institución	Urgencia en su culminación (entrega)
	Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)	Falta o ausencia de planificación	Ciudad o lugar donde se realiza la obra	Diseño arquitectónico inusual	Normatividad	Diferencias en los grados de aceptación por calidad	Importancia en la agenda pública de la institución	Conocimiento deficiente del equipo de trabajo	Costos del proyecto	Corta duración (cronograma comprimido)
	Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo	Ambigüedad en la definición del alcance	Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos	Adaptabilidad a las exigencias técnicas del proyecto	Trámites de servicios públicos	Problemas en Seguridad Industrial	Configuración institucional	Variedad de conceptos técnicos		Gran duración
	Conflictos entre interesados (stakeholders)	Gran Cantidad de Riesgos		Falta de tecnología apropiada		Disponibilidad de recursos materiales		Madurez del equipo de trabajo		
	Experiencia de los proveedores	Incertidumbre						Desempeño del Equipo de trabajo		
	Forma de contratos de los proveedores									
	Cantidad de interesados (stakeholders)									
	Cantidad de proveedores									

Con base en las respuestas de los expertos se elaboraron gráficas tipo burbuja en donde el tamaño representa las veces que se repiten la respuesta de la posición en la que deben estar cada factor dentro de cada variable. En las gráficas se muestra de forma descendentes los factores, es decir arriba se muestra el más importante. El grado de importancia se determinó de forma ponderada, basándose en la cantidad de veces en que la posición se repite, dándole mayor valor a la primera posición (1).

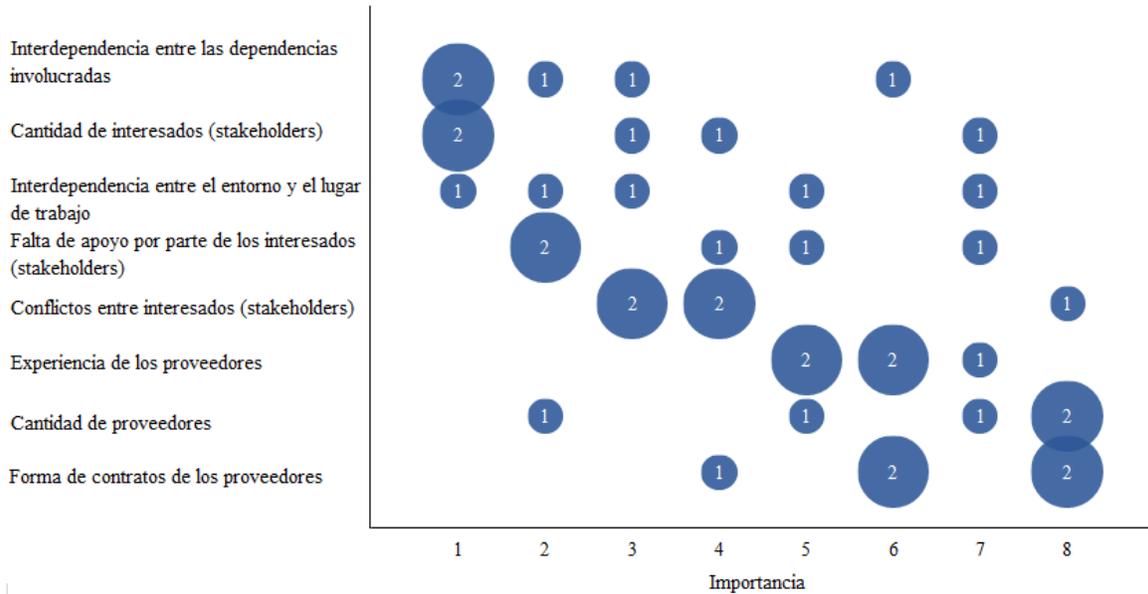


Figura 26. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable C

En la Figura 26 se puede apreciar una tendencia a decaer en la cual los expertos coinciden en la posición de los factores en la variable “C: Interesados (stakeholders)”.

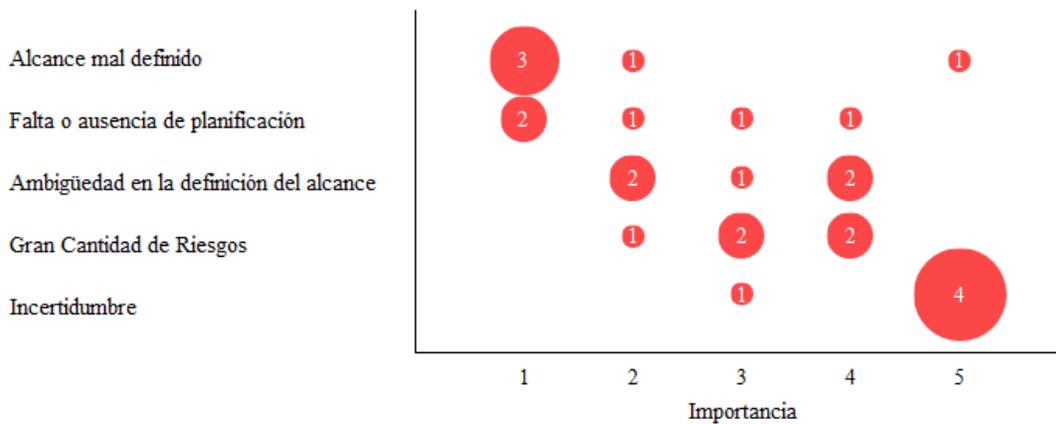


Figura 27. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable O

En la Figura 27 es claro ver como el factor “Alcance mal definido” es el principal factor e “incertidumbre el peor para la variable “O: Amenazas”.

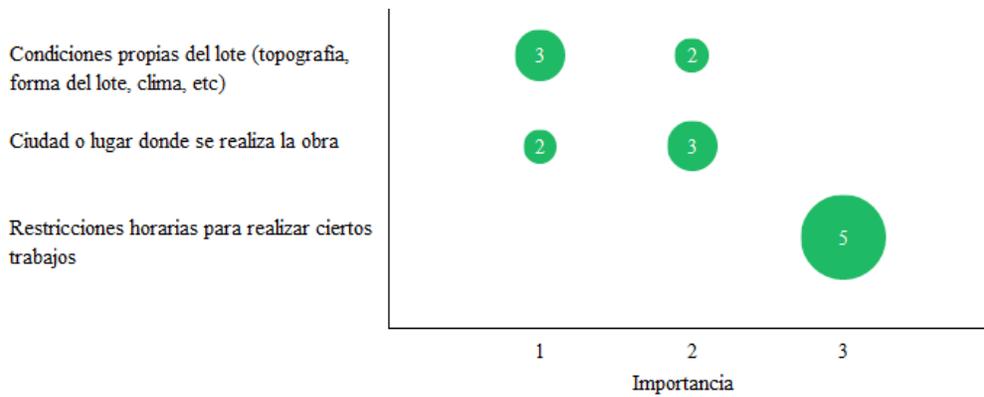


Figura 28. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable M

En la Figura 28 se puede observar que todos los participantes coincidieron con ubicar el factor “Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos” en la última posición para la variable “M: Condiciones Geográficas”.

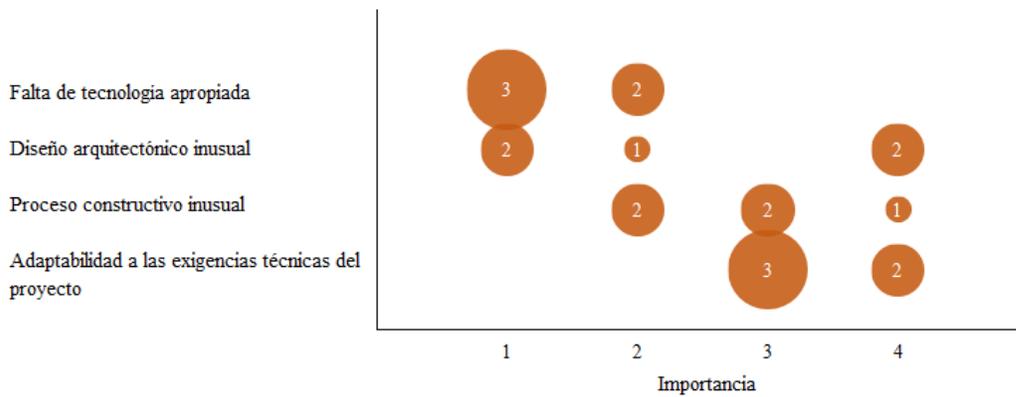


Figura 29. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable P

Para el caso de la variable “P: Tecnologías e innovación” (Figura 29) el factor más importante para los expertos es “Falta de tecnología apropiada” y el menos importante es “Adaptabilidad a las exigencias técnicas del proyecto”.

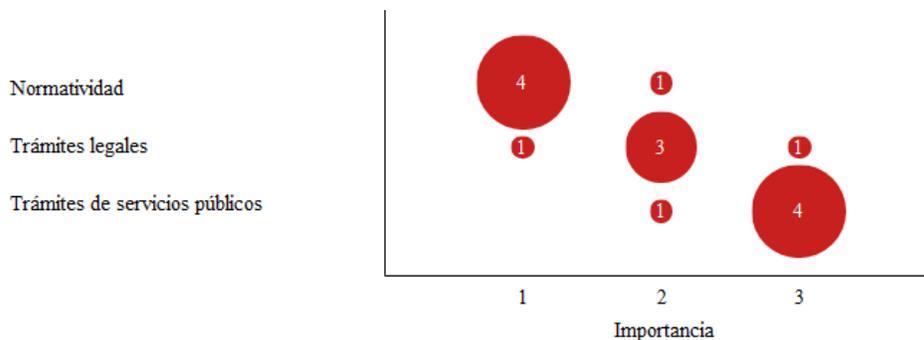


Figura 30. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable L

En la Figura 30 se muestra la organización de los factores dentro de la variable “L: Trámites Administrativos” es muy clara qué factor es el más importante y el menos importante.

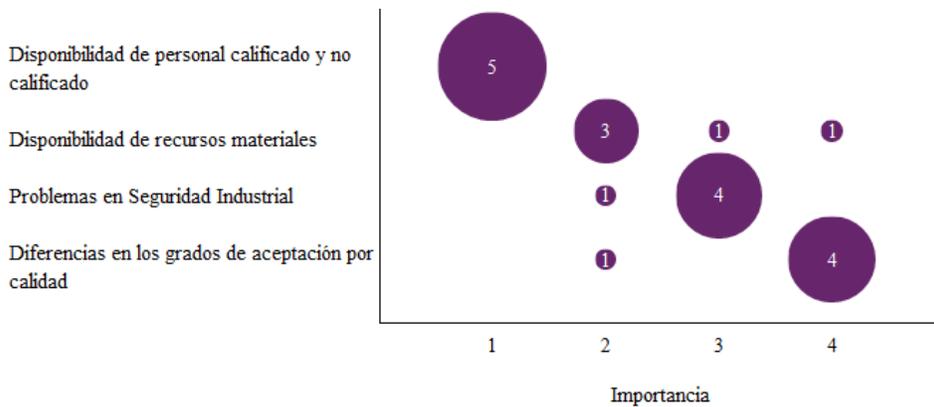


Figura 31. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable E

De acuerdo con lo mostrado en la Figura 31, se puede apreciar que la totalidad de los expertos del grupo focal ubicaron el factor “Disponibilidad de personal calificado y no calificado” como el más importante. Esta gráfica también muestra de forma contundente la distribución de los factores dentro de la variable “E: Recursos Físicos”.

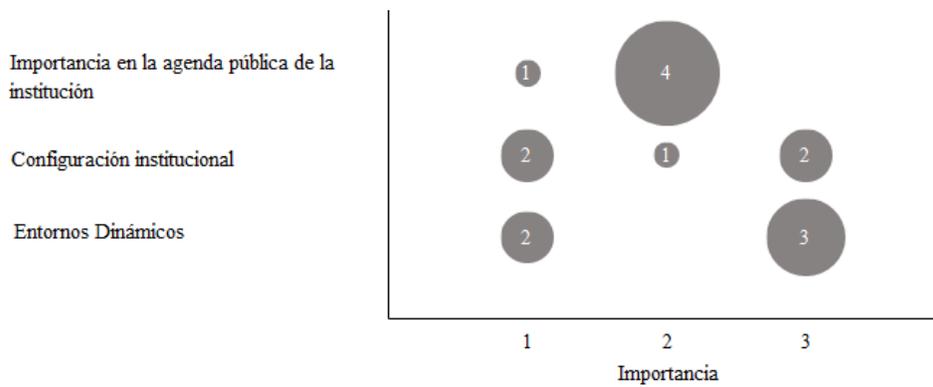


Figura 32. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable X

Para el caso de la variable “X: Relaciones Corporativas” (Figura 32) se tiene una opinión dividida de la forma como se organizan los factores dentro de la variable.

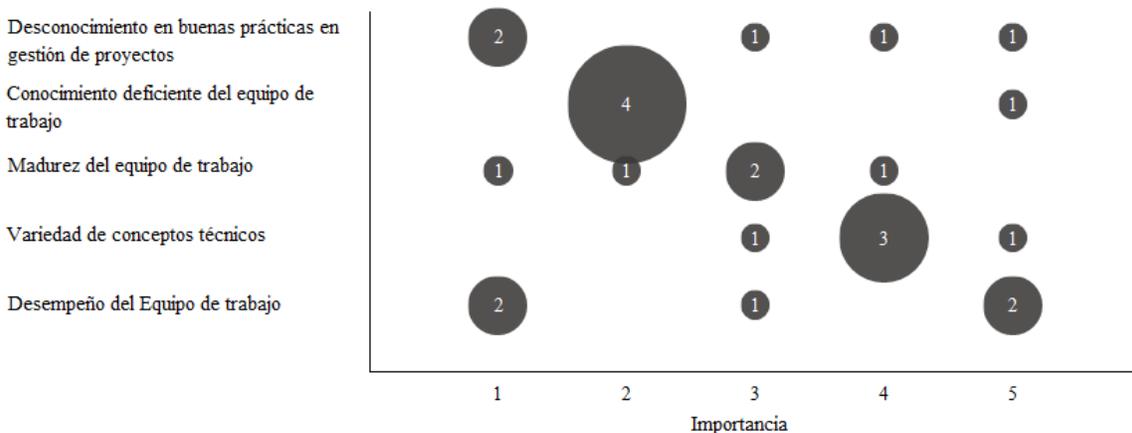


Figura 33. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable I

Para el caso de la variable “I: Gestión de Recursos Humanos” (Figura 33) las opiniones también fueron variadas, sólo en el caso del factor “Conocimiento deficiente del equipo de trabajo” se puede de manera concluyente decir que debería estar en la segunda posición de importancia dentro de la variable.

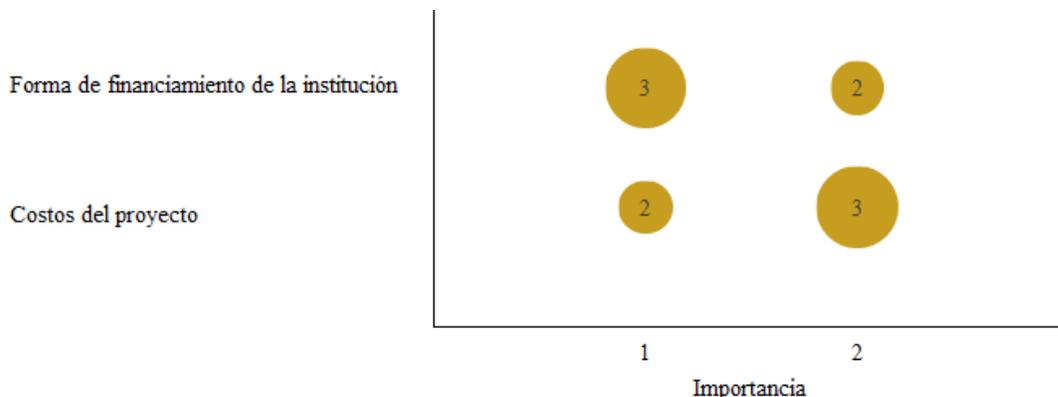


Figura 34. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable T

En la figura anterior es claro ver cómo es la distribución de los factores en la variable “T: Factores Económicos” (Figura 34). El factor más importante es “Forma de financiamiento de la institución” y el menos importante son los “Costos del proyecto”.

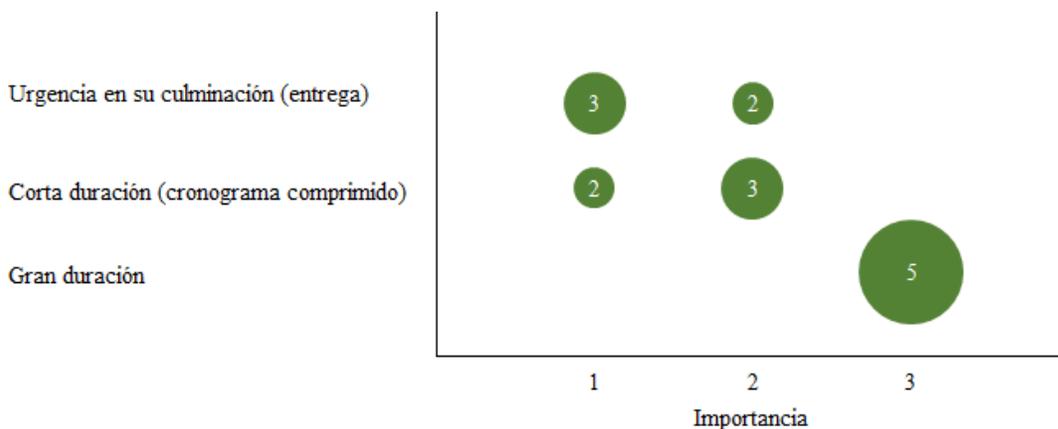


Figura 35. Representación gráfica de los resultados de los expertos para la variable Y

En la Figura 35 es fácil identificar de qué forma se distribuyen los factores en la variable “Y: Tiempo”, teniendo de forma categórica que la totalidad de los expresó que el factor “Gran duración es el menos importante. En contraste el factor más importante es “Urgencia en su culminación (entrega)”.

Con base en los resultados mostrados en las figuras anteriores se elaboró un tabla resumen ubicando de forma ascendente los factores en cada uno de las 10 variables (ver Tabla 19), la cual se cotejó con los resultados del AF confirmatorio mostrados en el capítulo 5.3.

Tabla 19. Resumen de factores y variables de los expertos del grupo focal

C	O	M	P	L	E	X	I	T	Y
F15	F5	N8	N3	N6	F25	F3	N9	N7	F8
F17	N10	N1	F23	N4	F24	F11	F14	F9	F2
F16	F6	F4	F22	N5	F21	F20	F13		F1
F19	F10		N2		F27		F26		
F18	F7						F12		
F28									
F29									
F30									

5.4.1 Definición de Complejidad

En la segunda parte del grupo focal se encontró la definición de complejidad para los proyectos de edificaciones institucionales. Como se mencionó en la metodología lo primero que se realizó fue cada participante llenó un tablero con unas tarjetas con partes de la definición de complejidad. La Figura 36 muestra un ejemplo de este tipo de tableros que resultó de uno de los participantes.

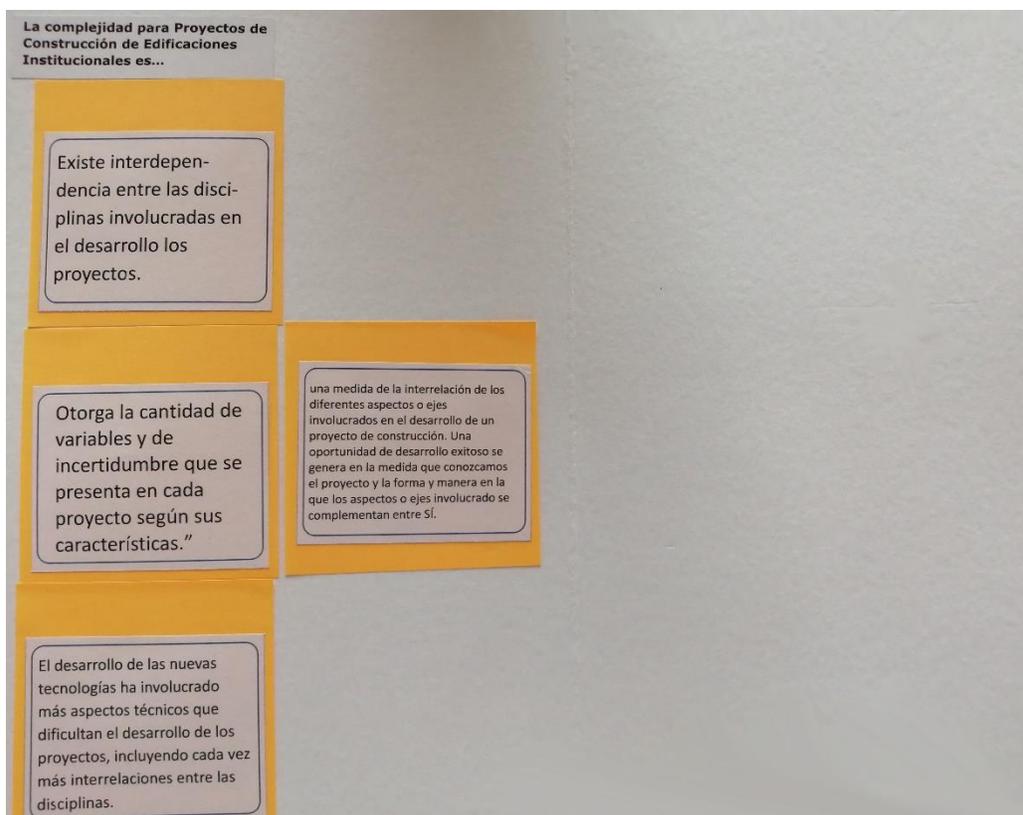


Figura 36. Ejemplos de tablero 2 que resulto con la definición propuesta por uno de los participantes

Una vez que cada uno de los participantes elaboró su definición de complejidad para los proyectos de edificaciones institucionales se les solicitó que expusieran las razones de por qué lo había escogido. Las definiciones de todos los participantes se muestran a continuación.

- 1) La complejidad de proyectos de edificaciones institucionales radica en la interrelación de diferentes aspectos, ejes, tecnologías y normativas asociadas a las condiciones desde su concepción: Definición del proyecto, alcance, emplazamiento, recursos disponibles, tecnologías y métodos constructivos.
- 2) La complejidad de proyectos de edificaciones institucionales es la gran cantidad de variables e incertidumbres que generan interdependencia en los diferentes sistemas y que se complementan entre sí para cumplir los requerimientos del grupo de interesados con grandes retos en el desarrollo de nuevas tecnologías.
- 3) La complejidad de proyectos de edificaciones institucionales está representada por la cantidad de variables e incertidumbre que representa el desarrollo del proyecto desde su conceptualización hasta su puesta en uso, considerando los diferentes y altas expectativas de un grupo de usuarios en un tiempo considerable donde intervienen factores como la tecnología y recursos humanos.
- 4) La complejidad de proyectos de edificaciones institucionales es la cualidad que adquiere un proyecto dependiendo de diferentes factores: la deficiencia en aspectos normativos, administrativos, fundacionales y tecnológicos del proyecto, como su magnitud, uso institucional, ubicación geográfica, grado de especialidad de los recursos necesarios para la ejecución, la localización de fuentes (materiales/insumos) y el origen del dinero para la financiación (regalías, recursos propios) y su correcto desarrollo.
- 5) La complejidad de proyectos de edificaciones institucionales es el desconocimiento desde etapas temprana, inicial, conceptualización del alcance y objetivos por parte de los interesados que generan desacuerdo y múltiples requisitos que dificultan luego las interdependencias entre disciplinas y por consecuencia muchas modificaciones que generan retrasos y sobrecosto.

Todas las definiciones redactadas por los expertos se tienen que son frases elaboradas y que no se resumen a una ley simple o general y que están compuestas por diferentes componentes, de hecho, en muchas de las definiciones se menciona que la complejidad está definida por la interrelación de diferentes aspectos y por la gran cantidad de variables, es decir que la definición debe contener estos aspectos. Otro aspecto importante durante la discusión es que es importante incluir los aspectos tecnológicos y las características del lugar donde se desarrollan los proyectos, ya que para los participantes estos aspectos son cruciales para determinar si un proyecto es complejo debido a que son particulares en cada caso y pueden hacer que el proyecto cambie en su complejidad.

Luego de realizar las votaciones cerradas se obtuvo que la definición con la que más se identificaban los participantes era la tercera, la cual se completó con el aporte de los demás expertos. Ellos argumentaron tener más similitudes que diferencias con esta definición, con lo que prefirieron incluir en esta las diferencias. También sugirieron que en la definición deben incluirse las variables en la que se reducen los factores mostrados al final del capítulo 5.4.1. Finalmente, para los expertos la definición de complejidad de los proyectos de edificaciones institucionales es la siguiente:

“La complejidad de proyectos de edificaciones institucionales está representada por la cantidad de variables e incertidumbre que se interrelacionan en el desarrollo del proyecto desde su conceptualización hasta su puesta en uso, considerando los diferentes intereses y altas expectativas de un grupo de interesados (stakeholders) en un tiempo considerable donde intervienen factores como la tecnología, recursos humanos, amenazas, condiciones geográficas, trámites administrativos, recursos físicos, relaciones corporativas y factores económicos.”

Al comparar la definición anterior con la definición que obtuvo la mayor calificación de “totalmente de acuerdo” o “de acuerdo” por parte de los encuestados (capítulo 5.2.3). La cual corresponde a la siguiente: A). En los proyectos de construcción de edificaciones institucionales hay diversos

elementos interrelacionados. Se tiene que concuerda en cuanto a que en la definición se incluyó que existen elementos interrelacionados en el desarrollo de este tipo de proyectos.

5.5 MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (ANÁLISIS FACTORIAL CONFIRMATORIO)

Con base en la respuesta de los expertos del grupo focal y el modelo conceptual de la reducción de datos mostrado en la Figura 37 se procedió a realizar una segunda ronda de las encuestas a los mismos 130 participantes para obtener la calificación de los diez factores resultado de las preguntas abiertas de la primera ronda de encuestas, el formulario enviado se muestra en el Anexo 3 y las respuestas en el Anexo 4.

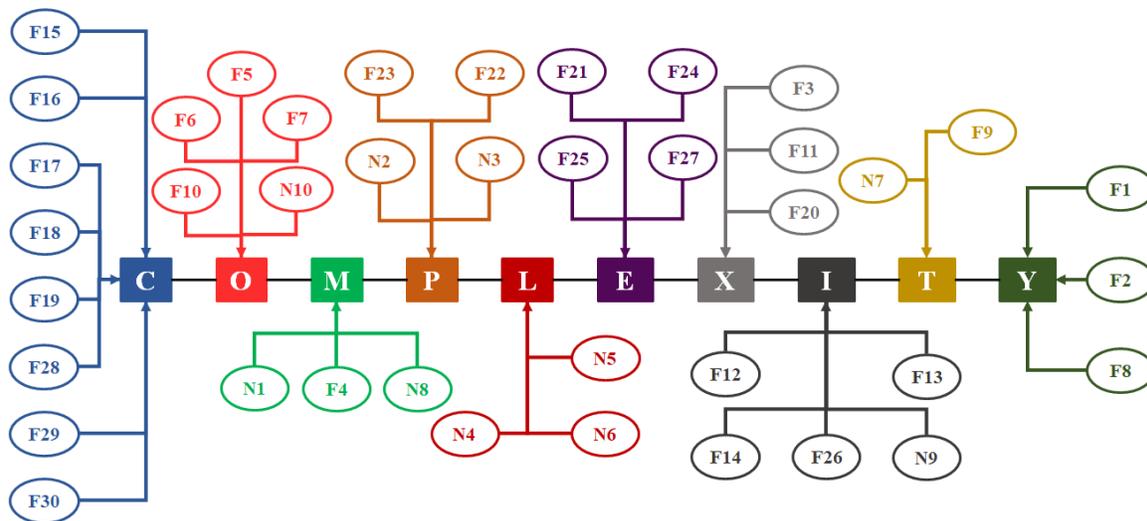


Figura 37. Modelo conceptual de entrada para el AF confirmatorio y SEM

Con las respuestas de los cuarenta factores se realizó un AF confirmatorio con una programación en R Studio similar al usado en el AF exploratorio descrito en el capítulo 5.3. A continuación, se muestra el código empleado, con el que posteriormente se determinó el SEM.

```
#Cargar base de datos
attach (Datos)

#Matriz de correlaciones y determinante de la matriz
Rcor <- cor(Datos, use = "pairwise.complete.obs")
Rcor
det(Rcor)

#Gráfico de matriz de correlaciones
library(corrplot)
```

```

corrplot(cor(Datos), order = "hclust",
tl.col='black', tl.cex=1)

#Test de esfericidad de Bartlett

library(psych)
print(cortest.bartlett(Rcor,n = nrow(Datos)))

#Prueba KMO

kmo.num <-sum(Rcor^2) - sum(diag(Rcor^2))
KMO(Datos)

#ACP Sin rotacion n*1(explorando cantidad de compo-
nentes)

CPnorotado1 <-principal(Datos, nfactors =40, rotate
="none" , use = pairwise)
CPnorotado1

#Autovalor(ss loading): medida de la varianza que
explica cada componente/factor.

#ACP Sin rotacion n*2 (matriz no rotada)

CPnorotado2 <-principal(Datos, nfactors =40, rotate
="none" , use =pairwise)
CPnorotado2

#Grafico de sedimentacion

Sedimentacion <-princomp(Datos, scores=TRUE,
cor=TRUE)
plot(Sedimentacion, type ="lines")

#ACP rotada Varimax

CProtado <-principal(Datos, nfactors=10, rota-
te="varimax")
CProtado
print(CProtado, digits = 3, cutoff = 0, sort=FALSE)

#Ecuaciones estructurales "Lavaan y Sem"

library(lavaan)

modelo <- '
C =~ F15 + F16 + F17 + F18 + F19 + F28 + F29 + F30
O =~ F5 + F6 + F7 + F10 + N10
M =~ F4 + N1 + N8
P =~ F22 + F23 + N2 + N3

```

El valor de 10 de “nfactors” corresponde al número de variables determinado por el grupo focal

Se llama a la librería “lavaan” que permite realizar las ecuaciones estructurales

Se definen las variables y los factores que lo componen.

```

L =~ N4 + N5 + N6
E =~ F21 + F24 + F25 + F27
X =~ F3 + F11 + F20
I =~ F12 + F13 + F14 + F26 + N9
T =~ F9 + N7
Y =~ F1 + F2 + F8'

#Creamos el objeto del modelo de ecuaciones estruc-
#turales "complejo"

complejidad<- sem(modelo, sample.co = Rcor, sam-
#ple.nobs = 130, std.lv = TRUE, estimator = "ML")
lavinspect(complejidad,"cov.lv")

```

El estimador **ML** se refiere a **máxima verosimilitud**.

Si **std.lv** es **VERDADERO**, la métrica de cada variable latente se determina fijando sus varianzas a 1. Si es **FALSO**, la métrica de cada variable latente se determina fijando el factor de carga del primer indicador a 1.0.

```

#Summary es para el test de chi-cuadrado

summary(complejidad, fit.measures = TRUE, standard-
#ized = TRUE, rsquare = TRUE)

```

“Fit.measures” arroja el resumen de las medidas conjuntas de calidad de ajuste del SEM

“Standardized” da el resultado de la estimación de los coeficientes con una solución estandarizada.

```

#Estimación de parámetros

parameterestimates(complejidad)

```

El resultado incluye los intervalos de confianza

```

#Grafica de Solucion de ecuaciones

library(semplot)
semPaths(complejidad,whatLabels="std",layout="tree"
# ,edge.label.cex = 1)

```

La librería permite graficar la solución de las ecuaciones estructurales

De modo análogo como se realizó con el AF exploratorio se comenzó con la obtención de la matriz de correlación de los factores que se muestra de forma gráfica en la Figura 38. En donde es posible observar clústers de datos con una correlación alta, como es el caso de los factores N4, N5 y N6; 21, 24 y 25; 28, 29 y 30; 15 y 16; N9 y 10. Si se comparan los resultados de este gráfico con los del AF exploratorio es posible notar que en esa matriz no había correlaciones negativas en ningún caso.

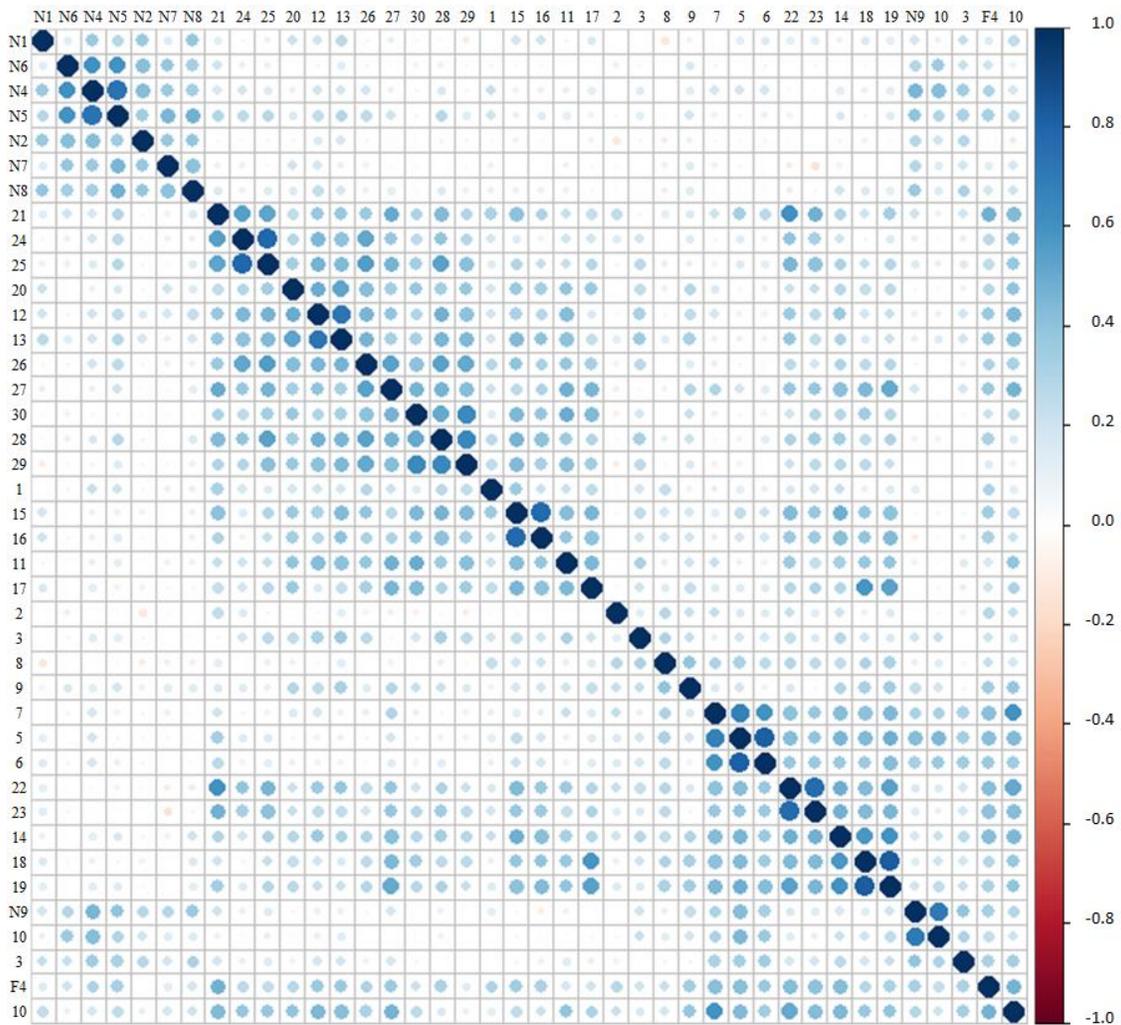


Figura 38. Matriz de correlación de AF Confirmatorio

Para validar si el AF Confirmatorio es satisfactorio se realizó la prueba de esfericidad de Bartlett y de KMO. Los resultados de las pruebas se resumen en la Tabla 20. En donde es posible ver el valor de KMO es de 0.816, el cual es un desempeño meritorio de acuerdo con lo mostrado en la Tabla 2.

Tabla 20. Resultados prueba KMO y de esfericidad de Bartlett para el AF Confirmatorio

Prueba		Valor
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0.816
Aprox. Chi-cuadrado		3082,835
Prueba de esfericidad de Bartlett	Grados de libertad	780
	Significancia	$3.581064 \times 10^{-270}$

Al revisar la significancia se obtuvo un valor bastante cercano a 0, lo cual es ideal, por tanto se puede concluir que el AF Confirmatorio es satisfactorio y cumple con los requerimientos descritos en la literatura (Hair et al. 1999). En la Tabla 21 se muestra el resumen de los autovalores para las 10 variables en la reducción de datos. De acuerdo con los resultados la reducción explica un poco más del 70% de la varianza de los factores con un mínimo autovalor de 0.93, variando ligeramente con el criterio de 1.00, mencionado en el AF exploratorio.

Tabla 21. Varianza Total Explicada. Método de extracción: análisis de componentes principales

Factor	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% varianza	% acumulado	Total	% varianza	% acumulado	Total	% varianza	% acumulado
1	10.263	25.656	25.656	10.263	25.656	25.656	4.264	10.661	10.661
2	4.080	10.201	35.857	4.080	10.201	35.857	4.138	10.345	21.006
3	3.593	8.982	44.839	3.593	8.982	44.839	3.720	9.299	30.304
4	2.085	5.212	50.050	2.085	5.212	50.050	3.224	8.061	38.365
5	1.653	4.132	54.182	1.653	4.132	54.182	3.167	7.917	46.282
6	1.502	3.756	57.938	1.502	3.756	57.938	2.530	6.325	52.608
7	1.435	3.587	61.525	1.435	3.587	61.525	2.302	5.755	58.363
8	1.330	3.325	64.850	1.330	3.325	64.850	1.819	4.547	62.910
9	1.162	2.904	67.754	1.162	2.904	67.754	1.559	3.897	66.806
10	0.931	2.328	70.082	0.931	2.328	70.082	1.310	3.276	70.082
11	0.897	2.244	72.326						
12	0.850	2.125	74.451						
13	0.816	2.040	76.491						
14	0.780	1.951	78.442						
15	0.708	1.770	80.212						
16	0.670	1.675	81.888						
17	0.627	1.567	83.455						
18	0.582	1.456	84.911						
19	0.560	1.399	86.310						
20	0.546	1.365	87.676						
21	0.484	1.210	88.886						
22	0.461	1.152	90.038						
23	0.426	1.065	91.103						
24	0.366	0.914	92.017						
25	0.332	0.831	92.848						
26	0.324	0.810	93.658						
27	0.293	0.732	94.390						
28	0.285	0.712	95.102						

Factor	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% varianza	% acumulado	Total	% varianza	% acumulado	Total	% varianza	% acumulado
29	0.254	0.635	95.737						
30	0.242	0.605	96.342						
31	0.221	0.551	96.894						
32	0.194	0.485	97.379						
33	0.190	0.475	97.854						
34	0.171	0.427	98.281						
35	0.154	0.385	98.666						
36	0.130	0.324	98.990						
37	0.123	0.307	99.297						
38	0.106	0.266	99.563						
39	0.091	0.228	99.791						
40	0.083	0.209	100.000						

Los autovalores fueron graficados y se muestran en la Figura 39. En el gráfico de sedimentación es posible observar el límite de la reducción de datos, en cuya margen izquierda se pueden ver los autovalores que explican el 70% de las varianzas de la reducción de datos.

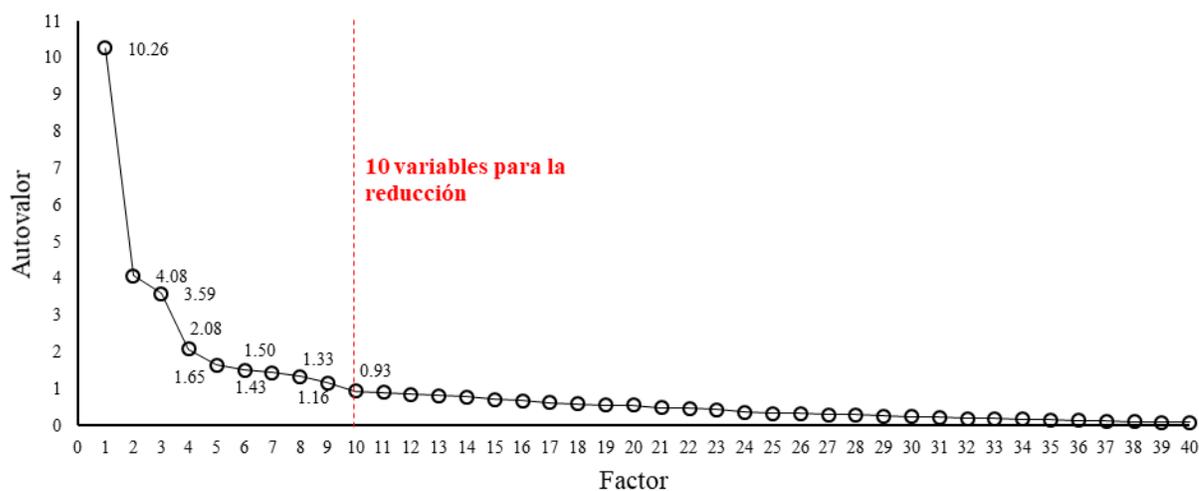


Figura 39. Gráfico de sedimentación para el AF Confirmatorio

Al entrar en materia en el SEM es mandatorio revisar las medidas conjuntas de calidad de ajuste, las cuales se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Medidas conjuntas de calidad del ajuste para SEM

Estimador	Máxima verosimilitud
Modelo de prueba de ajuste estadístico	1656.327
Grado de libertad	695
Chi cuadrado	0.000
Modelo de prueba modelo de referencia:	
Estadística de prueba de función mínima	3490.002
Grado de libertad	780
P-value	0.000
Modelo de usuario versus modelo de línea de base:	
Índice de ajuste comparativo (CFI)	0.645
Índice de Tucker-Lewis (TLI)	0.602
Número de parámetros libres	125
Criterio de información de Akaike (AIC)	13133.131
Error de aproximación cuadrático medio:	
RMSEA	0.103
P-value RMSEA \leq 0.05	0.000
Raíz media cuadrada estandarizada residual:	
SRMR	0.129

Una vez validado el SEM se procedió con la obtención de las estimaciones de las variables de los factores que conforman las ecuaciones estructurales de cada variable que explica la complejidad en proyectos de edificaciones institucionales. El resumen de las estimaciones, el valor del error estándar, el valor z, el cual es el producto de la estimación sobre el error estándar; y el *p-value*, se muestran en la Tabla 23. El *p-value* es un valor que permite el contraste de hipótesis para conocer la probabilidad de encontrar los resultados cuando la hipótesis nula es cierta, por tanto, el valor, de acuerdo con la bibliografía, debería ser menor a 0.05 (Hair et al. 1999).

Tabla 23. Estimación de Factores de SEM

Var	Factor	Estimación	Error Est	Valor z	p-Value
C	F15	0.742	0.078	9.519	0
	F16	0.692	0.08	8.644	0
	F17	0.652	0.082	7.992	0
	F18	0.661	0.081	8.146	0
	F19	0.673	0.081	8.342	0
	F28	0.616	0.083	7.444	0
	F29	0.597	0.083	7.165	0
	F30	0.624	0.082	7.566	0
O	F5	0.935	0.068	13.645	0
	F6	0.849	0.072	11.723	0
	F7	0.728	0.077	9.416	0
	F10	0.503	0.085	5.943	0
	N10	0.453	0.086	5.276	0
M	F4	0.586	0.096	6.126	0
	N1	0.329	0.088	3.733	0
	N8	0.421	0.091	4.632	0
P	F22	0.884	0.073	12.172	0
	F23	0.854	0.074	11.595	0
	N2	-0.034	0.092	-0.365	0.715
	N3	0.234	0.091	2.572	0.01
L	N4	0.825	0.076	10.892	0
	N5	0.891	0.073	12.145	0
	N6	0.684	0.081	8.474	0
E	F21	0.666	0.081	8.239	0
	F24	0.83	0.074	11.167	0
	F25	0.876	0.072	12.102	0
	F27	0.556	0.085	6.569	0
X	F3	0.43	0.088	4.872	0
	F11	0.636	0.086	7.392	0
	F20	0.621	0.086	7.205	0
I	F12	0.78	0.077	10.181	0
	F13	0.775	0.077	10.091	0
	F14	0.491	0.086	5.688	0
	F26	0.656	0.081	8.072	0
	N9	0.204	0.091	2.225	0.026
T	F9	0.407	0.134	3.028	0.002
	N7	0.337	0.122	2.771	0.006
Y	F1	0.254	0.101	2.517	0.012
	F2	0.303	0.104	2.93	0.003
	F8	0.913	0.178	5.137	0

Como se puede ver en la Tabla 23 se señaló un factor en color amarillo, debido a que su *p-value* es superior a 0.05, con lo cual no tendría una correlación adecuada para ser considerada en la conformación del SEM (Hair et al. 1999). Por tanto, el factor N2 (Adaptabilidad a las exigencias técnicas del proyecto) no se tuvo en cuenta en la elaboración del SEM. A continuación, se muestra la solución de las ecuaciones.

$$C = 0.742 \times F15 + 0.692 \times F16 + 0.652 \times F17 + 0.661 \times F18 + 0.673 \times F19 + 0.616 \times F28 + 0.597 \times F29 + 0.624 \times F30 \quad \text{Ecuación 4}$$

$$O = 0.935 \times F5 + 0.849 \times F6 + 0.728 \times F7 + 0.503 \times F10 + 0.453 \times N10 \quad \text{Ecuación 5}$$

$$M = 0.586 \times F4 + 0.329 \times N1 + 0.421 \times N8 \quad \text{Ecuación 6}$$

$$P = 0.884 \times F22 + 0.854 \times F23 + 0.234 \times N3 \quad \text{Ecuación 7}$$

$$L = 0.825 \times N4 + 0.891 \times N5 + 0.684 \times N6 \quad \text{Ecuación 8}$$

$$E = 0.666 \times F21 + 0.830 \times F24 + 0.876 \times F25 + 0.556 \times F27 \quad \text{Ecuación 9}$$

$$X = 0.430 \times F3 + 0.636 \times F11 + 0.621 \times F20 \quad \text{Ecuación 10}$$

$$I = 0.780 \times F12 + 0.775 \times F13 + 0.491 \times F14 + 0.656 \times F26 + 0.204 \times N9 \quad \text{Ecuación 11}$$

$$T = 0.407 \times F9 + 0.337 \times N7 \quad \text{Ecuación 12}$$

$$Y = 0.254 \times F1 + 0.303 \times F2 + 0.913 \times F8 \quad \text{Ecuación 13}$$

Comúnmente en la literatura se muestra una representación gráfica del SEM, por tanto, se realizó esta representación. La Figura 40 muestra el modelo conceptual de la solución del SEM.

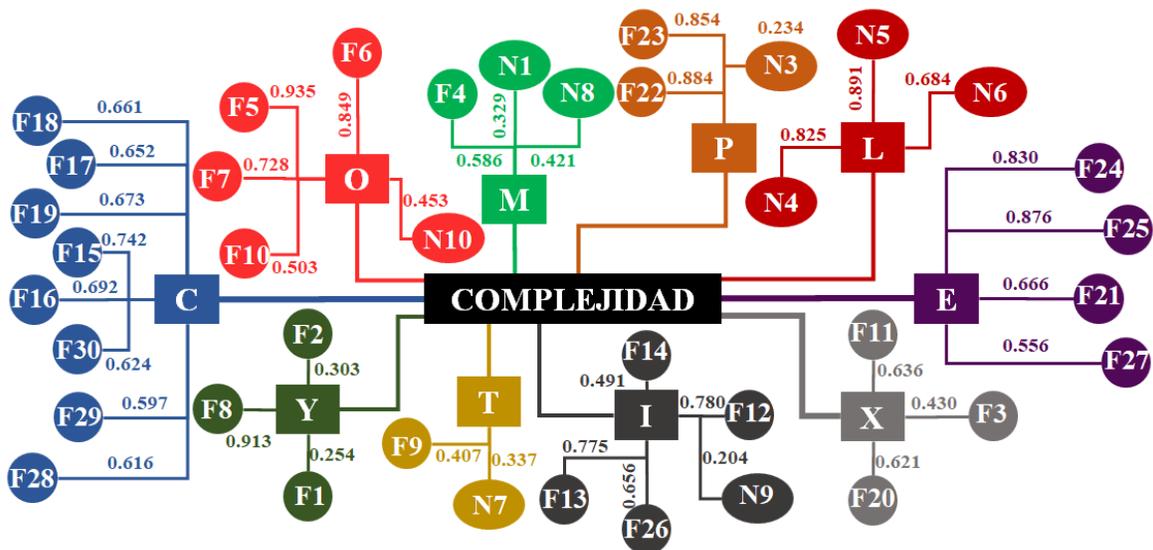


Figura 40. Solución conceptual del SEM del AF Confirmatorio

Se Organizaron los factores en orden descendente dentro de las variables y se obtuvo la Tabla 24, la cual se contrastó con la Tabla 19 que muestra los resultado del grupo focal (capítulo 5.4.1).

Tabla 24. Resumen factores en las variables del SEM

C	O	M	P	L	E	X	I	T	Y
F15	F5	F4	F22	N5	F25	F11	F12	F9	F8
F16	F6	N8	F23	N4	F24	F20	F13	N7	F2
F19	F7	N1	N3	N6	F21	F3	F26		F1
F18	F10				F27		F14		
F17	N10						N9		
F30									
F28									
F29									

La comparación de las tablas solución del grupo focal y del SEM se muestra a continuación en la Figura 41. En la cual se ha sombreado en color amarillo las similitudes y en gris con letra de color rojo los elementos eliminados del SEM.

Grupo Focal									SEM							
F30	F29	F28	F18	F19	F16	F17	F15	C	F15	F16	F19	F18	F17	F30	F28	F29
			F7	F10	F6	N10	F5	O	F5	F6	F7	F10	N10			
					F4	N1	N8	M	F4	N8	N1					
			N2	F22	F23	N3		P	F22	F23	N3					
				N5	N4	N6		L	N5	N4	N6					
				F27	F21	F24	F25	E	F25	F24	F21	F27				
					F20	F11	F3	X	F11	F20	F3					
				F12	F26	F13	F14	N9	I	F12	F13	F26	F14	N9		
						F9	N7	T	F9	N7						
					F1	F2	F8	Y	F8	F2	F1					
8	7	6	5	4	3	2	1		1	2	3	4	5	6	7	8

Figura 41. Comparación de las soluciones del grupo focal y del SEM

Lo más notorio en la figura anterior es que las variables “E: Recursos Físicos” y “Y: Tiempo” coinciden en su totalidad entre lo mencionado por los expertos del grupo focal y los resultados del SEM. En cuatro variables no existen coincidencias entre las soluciones. En otras cuatro existe por lo menos una coincidencia. Para la variable “C: Interesados (stakeholders)” se pueden apreciar dos grupos de variables uno en la parte superior compuestas por los factores F15, F16, F17, F18 y F19; y en la parte inferior con los factores F28, F29 y F30. En resumen, se tiene una coincidencia de aproximadamente el 31%. Con la solución del SEM se procedió con la validación por medio de los casos de estudio que se muestran en el capítulo 5.6.

5.6 CASOS DE ESTUDIO

Como se mencionó en la sección de metodología (capítulo 4.6) los resultados de la herramienta se evaluaron mediante dos casos de estudios, más exactamente con 2 proyectos de edificaciones

institucionales desarrollados en el campus de la PUJ en los últimos 5 años. Los proyectos seleccionados son el Edificio de la facultad de artes y el Edificio de laboratorio de la Facultad de Ingeniería. A continuación, se muestra una imagen digital con la ubicación de los edificios dentro del campus.



Figura 42. Ubicación de los edificios de los casos de estudio.

Fuente: Adaptación de <https://www.javeriana.edu.co/dir-recursos-fisicos/campus>

El edificio de Artes, cuyo nombre oficial es Gerardo Arango Puerta S.J. es una edificación multipropósito para la formación de las tres carreras de la facultad de artes: Artes Visuales, Estudios Musicales y Artes Escénicas, así como para las maestrías de música y creación audiovisual. Desde el punto de vista técnico la estructura está definida como mixta conformado por un núcleo de concreto reforzado y columnas en acero estructural. La edificación está conformada por seis niveles y plataformas apiladas que se incrustan en el terreno inclinado colindante en un área construida de 17800 m². La estructura cuenta con voladizo grandes, siendo el mayor el que se encuentra sobre la entrada principal con dimensiones de 25 m x 10 m.

El mayor desafío del proyecto fue resolver la convivencia de las salas múltiples y especializadas de las tres disciplinas que interactúan (artes visuales, música y artes escénicas), ya que cada una tiene unas condiciones especiales que no deberían interrumpir el debido desarrollo de las otras. Por lo que La Rotta Arquitectos, firma ganadora del concurso, resolvió idear cuatro bloques apilados, cada uno conteniendo las necesidades de cada especialidad. De arriba hacia abajo los espacios son:

- Luz: dedicado para las artes visuales, permitiendo la entrada de luz natural mediante claraboyas localizadas en el techo y con amplias ventanas laterales.
- Silencio: dedicado a la práctica de los estudios musicales. El concepto silencio se refiere a aislar cada salón para permitir la práctica sin afectar a los alrededores. Por lo que los aislamientos fueron especiales y particulares para cada salón.

- **Transparencia:** Es un espacio de doble altura con grandes luces para servir de galería de arte para la exposición de distintas representaciones. La climatización de este espacio era un requerimiento especial para permitir la conservación de las obras presentadas.
- **Movimiento:** es el primer módulo conformado por espacios libres, plazoletas y jardines para la práctica de las artes escénicas.

En cuando a la construcción se tiene que se realizó una excavación equivalente a 45000 m³ para la construcción de los sótanos cuyo espacio son soportados por un muro pantalla de 18 m de altura. Se usaron 814 toneladas de acero de refuerzo, 542 toneladas de acero estructural, 9300 m³ de concreto reforzado, 7200 m² de vidrios para fachadas y la instalación de la escalera eléctrica con mayor luz libre instalada en el país, hasta ese momento. En el desarrollo del proyecto se requirió de la colaboración de 49 empresas contratantes. Los costos del proyecto fueron cercanos a los 28 millones de dólares (Medina Porras 2015).

El otro caso de estudio se realizó para el edificio de los nuevos laboratorios e investigación de la facultad de ingeniería, cuya estructura está justo al lado del edificio existente de la facultad de ingeniería, José Gabriel Maldonado S.J., estos dos están conectados mediante un atrio de triple altura, conformando de esta forma un solo recinto para la práctica de la ingeniería. La edificación es una estructura mixta, con un núcleo en concreto reforzado y pórticos en acero estructural. La lectura interna del edificio fue transparente, es decir la intensión es ver las instalaciones hidráulicas, de datos, eléctricas y la estructura de la edificación, ya que en su concepción la estructura en sí es una herramienta educativa. También se instalaron sistemas automatizados de iluminación que enciende las luces de acuerdo a la cantidad de luz exterior; control de temperatura y humedad; y detección y extensión de incendios (Ruiz Valencia y Alvarado Vargas 2018).

La edificación está compuesta por 3 sótanos y 15 niveles, algunos de doble o triple altura, con una altura total de 73 m. La edificación cuenta con 90 espacios exclusivos para labores de investigación, 40 espacios para investigación docente y un área libre de 700 m² para estudio. Además de 500 equipos nuevos especializados, algunos en el laboratorio de estructuras y resistencia de materiales, el cual posee un área de 900 m² (el más grande de Colombia, hasta el momento). En cuanto al presupuesto total del proyecto se tiene un número superior a los 60 millones de dólares (Medina Porras 2016).

En los siguientes apartados de este capítulo se incluyeron los resultados y la discusión de los casos de estudio desde un punto de vista cuantitativo y descriptivo de los descubrimientos. Los resultados de las encuestas y la valoración de cada uno de los factores y los resultados de las ecuaciones del SEM de la herramienta se encuentran en el Anexo 5, donde el lector podrá ahondar y comparar de forma más profunda los resultados y las discusiones presentadas.

Los resultados para cada uno de los casos de estudios están organizados de la siguiente forma. En primer lugar, se describen a los encuestados con el rol desempeñado en cada proyecto. Posteriormente, se muestran las respuestas de las preguntas exploratorias, seguido de los resultados de la herramienta diligenciada por cada entrevistado. Finalmente, se muestran los resultados de las preguntas confirmatorias.

5.6.1 Caso de estudio 1: Edificio de Artes

Para la validación de la herramienta se realizaron cinco encuestas a alguno de los participantes del proyecto desde su etapa de conceptualización. El rol de los encuestados se lista a continuación.

Tabla 25. Roles de los encuestados participantes del caso de estudio: edificio de artes

Cargo	Función	Institución/Empresa
a) Coordinadora	Coordinar los diseños del proyecto.	PUJ
b) Director de intervención	Dirigir y supervisar las obras ejecutadas por los contratistas.	Restrepo y Uribe
c) Director de recursos físicos	Dirigir la planeación, ejecución y control de las actividades relacionadas con la administración del campus universitario.	PUJ
d) Jefe de Planta Física	Coordinar el desarrollo de la planta física del campus.	PUJ
e) Directora de obras	Dirigir los trabajos de la super estructura y algunos acabados.	Arquitectos e Ingenieros Asociados, AIA

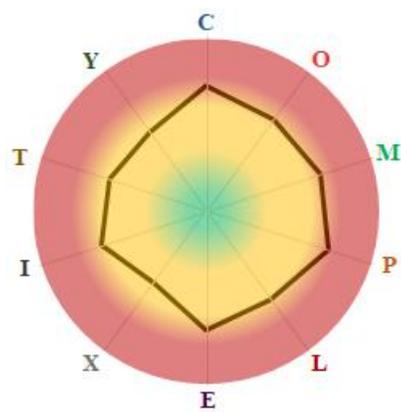
Como se mencionó en la metodología (ver capítulo 4.6) la encuesta estuvo dividida en tres partes, a continuación, se irán mostrando las respuestas de cada sección, junto a su respectiva discusión. La primera parte consistió en dos preguntas exploratorias para comprender la percepción de los entrevistados frente a la complejidad del proyecto y qué fue complejo en su desarrollo. La Tabla 26 muestra las respuestas de estas preguntas.

Tabla 26. Respuestas de las preguntas exploratorias para el caso de estudio: Edificio de artes

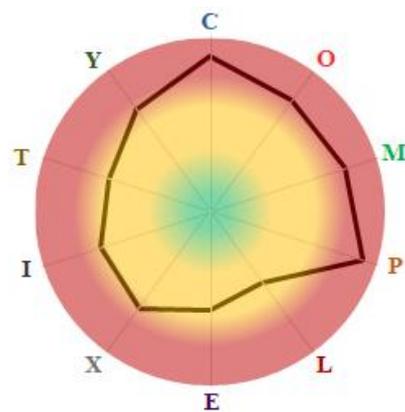
	1. ¿Para usted qué fue lo más complejo en el desarrollo del proyecto?	2. ¿El proyecto Ud. lo catalogaría normal, complejo o singular?
a)	El acondicionamiento de los espacios acústicos, la coordinación de los contratistas, la construcción del muro de contención y el área del auditorio.	Complejo
b)	La coordinación técnica de todas las áreas de ingeniería y arquitectura que intervenían en el edificio. Las instalaciones técnicas de música y artes escénicas. Los acabados acústicos, ventilaciones e instalaciones hidráulicas, la instalación de los cielorrasos, ya que cada uno tenía un orden.	Complejo
c)	Fue el tema en el área de música, sus componentes acústicos y el tema de la integración de audio y video. También fue compleja la excavación ya que se retiraron 45.000 m ³ .	Complejo
d)	La coordinación de los diseños, ya que es un edificio con espacios académicos y especificaciones técnicas muy especiales. La sala múltiple es de triple altura con sillas especiales.	Complejo
e)	Coordinación con los otros contratistas, había muchos contratistas para cada particularidad del edificio. Había muchas áreas especializadas como la insonorización, el laboratorio de fotografía. Había áreas de doble y triple altura, la vía de acceso era diferente ya que esa con vigas en polines de madera, grava y cantos rodados.	Singular

De acuerdo con las respuestas mostradas en la Tabla 26 se puede evidenciar que hay una similitud en las respuestas, en cuanto a que, para los entrevistados lo más complejo del proyecto fue la coordinación de los contratistas y las especificaciones técnicas particulares del proyecto, en especial los temas acústicos, de iluminación y la singularidad de la sala múltiple. Otro punto que comentaron los entrevistados es que el proyecto tenía una premisa y es que la práctica de una de las disciplinas no podía afectar a la otra, por tanto, encaminaban sus esfuerzos en ser muy estrictos con la revisión de calidad en cada detalle del proyecto, durante la construcción. Además, cada solución tenía un orden específico y al no haber un solo contratista la coordinación era crucial.

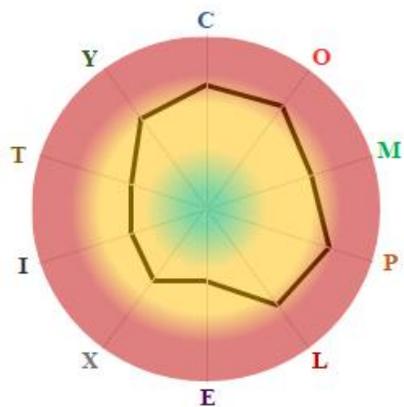
Al revisar la clasificación de complejidad todos a excepción de la directora de obras el proyecto es complejo. El argumento de la directora es que para ella el proyecto es singular si se suma cada una de las particularidades del proyecto, debido a que si se mira de forma individual cada especificación estas podrían variar entre complejo y normal. La segunda parte consistió en el uso de la herramienta, la Figura 43 muestra los resultados de cada entrevistado.



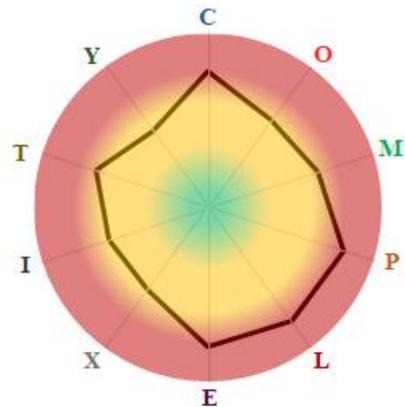
a) Coordinadora



b) Director de interventoría



c) Director de recursos físicos



d) Jefe de planta física

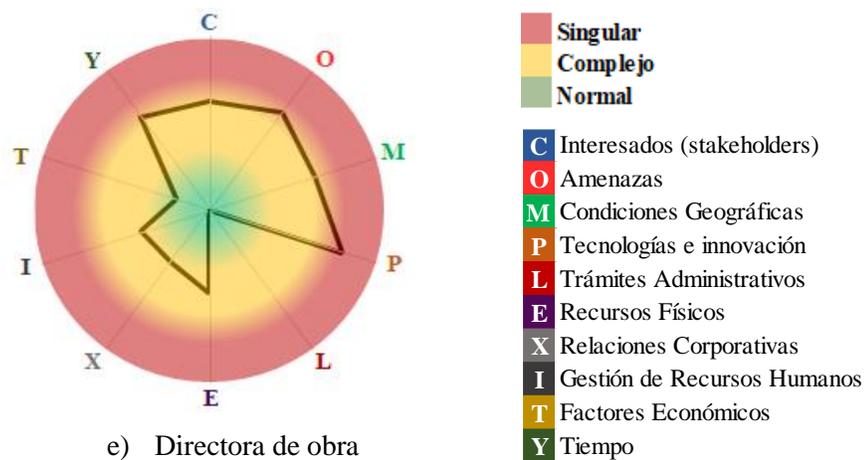


Figura 43. Resultados de las entrevistas en el uso de la herramienta para el caso de estudio del edificio de artes

Con base en los resultados de la Figura 43 lo primero que se puede evidenciar es que las respuestas de los entrevistados son diferentes, por tanto, a continuación, se mostrará la discusión de los resultados por cada variable para comprender los resultados. La primera variable es “interesados”, todas las respuestas oscilan entre complejo y singular, siendo la de más alta calificación la del director de interventoría, esto se debe a que él era el encargado de coordinar a todos los contratistas y de supervisar y aprobar los resultados, en otras palabras, él conocía exactamente las características de esta variable.

La segunda variable “Amenazas” la respuesta del director de interventoría fue catalogado como singular, en contraste con los demás que está más cercano a la franja de lo complejo. Durante la entrevista el director de interventoría argumentaba que lo más difícil había sido el alcance mal definido, ya que hubo cambios en el desarrollo de la obra, lo que complejizó el proyecto en este punto. La tercera variable “Condiciones geográficas” fue calificado por todos entre singular o complejo, para todos la localización y la topografía del terreno fueron complejos, en primer lugar, por la localización, ya que el proyecto está cerca al centro del campus y segundo la excavación y contención del terreno fueron complejos por la topografía inclinada.

La cuarta variable “tecnologías e innovación” tuvo unos resultados similares para los obtenidos en la variable anterior. Las respuestas de las preguntas exploratorias respaldan la apreciación de la herramienta en cuanto a que el diseño arquitectónico es poco usual y las exigencias técnicas de los espacios que componen la edificación son únicos, por ejemplo, los revestimientos y aislamientos acústicos y de acondicionamiento térmico. La quinta variable “trámites administrativos” es la que tiene las respuestas con más cambios, ya que, durante las entrevistas en el momento de diligenciar la herramienta, la directora de obras se abstuvo de dar una opinión al respecto, debido a que argumentó no haber participado en este proceso. De hecho, el resto de entrevistados dijeron que daban una opinión de lo que ellos consideraban, a excepción de la jefe de planta física que argumentó sí haber participado y su respuesta muestra que es la que tiene la mayor calificación (singular).

La sexta variable “recursos físicos” fue calificado por la mayoría de los entrevistados como complejo, sin embargo, para la jefe de recursos físicos la calificación fue de singular. Entrando en detalle, al revisar la calificación de los factores no existe una peculiaridad de las respuestas, las calificaciones fueron muy diversas. La séptima variable “relaciones corporativas” todos los encuestados lo calificaron como complejo, ya que para los encuestados la urgencia de la agencia pública es

un factor importante en la evaluación de esta variable. La octava variable “gestión de recursos humanos” también es una variable con una ponderación de complejo, en todos los encuestados calificaron las variables como medio o bajo, ya que argumentaban que las personas que participaron en el proyecto tienen una capacidad técnica muy buena.

La novena variable “factor económico” también fue calificado como complejo, para ninguno de los entrevistados la ponderación fue singular, ellos argumentaban que, si bien el tema económico siempre será complejo, la decisión de comenzar con la construcción ya había sido evaluado y por tanto no implicaba dificultades durante la obra. La última variable “tiempo” fue evaluada por todos los entrevistados como complejo muy cercano al límite de singular, ya que para él el factor urgencia en la culminación es un tema muy complejo. A continuación, en la Tabla 27 se muestran las respuestas de las preguntas confirmatorias.

Tabla 27. Respuestas confirmatorias para el caso de estudio: Edificio de artes

4. ¿Los resultados se asemejan a lo vivido en el desarrollo del proyecto?	5. ¿Considera que es importante este tipo de herramientas?
a) Se asemeja a la realidad, el tema de los interesados es complejo por la gran cantidad de personas e intereses. El tema tecnológico fue importante, por ejemplo, la escalera era única en el país.	Sí es importante, porque ayuda a dimensionar los grandes retos del proyecto y ayuda a ver dónde enfocarse y dar más importancia. Además, todos los edificios son completamente diferentes.
b) Sí está de acuerdo. Los resultados de la gráfica reflejan los aspectos que fueron complejos en la construcción del edificio. De hecho, pensé en cambiar la respuesta de la segunda pregunta y decir que estaba entre complejo y singular.	Sí muy importante para la planeación del proyecto y para la identificación de riesgos de los contratos y su seguimiento.
c) Sí es similar a lo experimentado, además la percepción se vuelve un dato.	Sí es importante tener la herramienta, ya que pueden dar elementos concretos para planear muy bien el proyecto. Están involucrados temas como recursos humanos, tiempo, costos y la relación del entorno. Considero que es tan importante como la matriz de trazabilidad. Además, cada proyecto tiene una particularidad y sería importante usarlo en la planeación del proyecto.
d) Sí, es un proyecto que se sale de cualquier contexto y es muy específico.	Sí, se puede puntualizar la opinión de cada persona. La herramienta se debería usar al inicio de la planeación.
e) Sí, porque la herramienta muestra los elementos positivos y negativos que hubo en el proyecto	Sí es muy importante, porque se ejecuta en ciertos periodos del desarrollo de la obra se puede identificar los factores en los que tiene que poner más atención y dedicar más recursos. La herramienta se podría usar al inicio de cada cuenta de control, es decir cada que haya un cambio grande, como al iniciar la cimentación, la estructura o acabados.

La Tabla 27 muestra como todos los entrevistados coinciden en que los resultados de la herramienta concuerdan con la apreciación del proyecto desde el punto de vista de la complejidad. Según lo expresó el director de interventoría diligenciaba la herramienta el proyecto está en el límite de lo complejo a lo singular, ya que algunos temas del proyecto fueron muy complejos. Al revisar la última pregunta, en la que se les solicitaba su opinión acerca de qué tan importante era la herramienta para ellos, todos respondieron que sí era importante, es más todos coincidieron en decir que la herramienta sería muy útil en el planteamiento del proyecto, dando múltiples explicaciones para ello. Una postura importante fue la de la directora de obra, ya que para ella la herramienta puede ser usada en cada cambio de cuenta de control, es decir usarse al inicio (antes de realizar la cimentación), volverla a usar antes de realizar la super estructura y antes de realizar los acabados, ya que para ella cada caso tiene una complejidad propia y debe ser revisada al detalle.

5.6.2 Caso de Estudio 2: Edificio Laboratorios de Ingeniería

Para el caso de estudio de los laboratorios de ingeniería se realizó la entrevista a 5 participantes del proyecto, 2 personas que estuvieron en el desarrollo de las labores de la obra y 3 personas cuyo desarrollo estuvo más en el diseño y planeación de los requerimientos del proyecto. La Tabla 28 muestra la descripción de los roles de los entrevistados.

Tabla 28. Roles de los encuestados participantes del caso de estudio: edificio laboratorios de ingeniería

Cargo	Función	Institución/Empresa
a) Gerente del Proyecto	Gestionar, Dirigir y Coordinar los trabajos de la construcción bajo buenas prácticas en gestión de proyectos.	PUJ
b) Contratación	Encargada de contratar los trabajos de diseño y construcción.	PUJ
c) Coordinadora de diseños	Coordinar los diseños del proyecto.	PUJ
d) Interlocutor	Coordinar las necesidades de la facultad para el proyecto.	PUJ
e) Director Residente de Obra	Director técnico de la construcción del edificio.	Hormigón Reforzado

De forma similar a lo realizado en el caso de estudio del edificio de artes, a continuación, la Tabla 29 muestran las respuestas de las preguntas exploratorias.

Tabla 29. Respuestas de las preguntas exploratorias para el caso de estudio: Edificio laboratorio de ingeniería

1. ¿Para usted qué fue lo más complejo en el desarrollo del proyecto?	2. ¿El proyecto Ud. lo catalogaría normal, complejo o singular?
a) Lo más complejo en el proyecto ha sido la gestión de cambios, porque desde los diseños los proyectos dinámicos enmarcan muchos aspectos como la tecnología y los requerimientos de los interesados. La complejidad aumenta con los cambios en la parte de ejecución. Manejo de las comunicaciones, delimitar y jerarquizar las líneas de comunicaciones.	Singular

1. ¿Para usted qué fue lo más complejo en el desarrollo del proyecto?	2. ¿El proyecto Ud. lo catalogaría normal, complejo o singular?
b) El proceso de invitación a las empresas que participaban en la cimentación estructural, ya que hay un tiempo limitado para dar respuestas a las preguntas por parte de los implicados (diseñador estructural). Se presentó más dificultades en la contratación de la cimentación porque consolidar todas las preguntas de los oferentes por ejemplo 100 preguntas a las cuales se tenía un tiempo limitado para dar respuesta gestionar esto es complejo. También fue complejo las instalaciones técnicas del proyecto y la ubicación ya que este está en una zona con edificios en operación y se generan impactos por el acceso de los materiales.	Complejo
c) La validación de los requerimientos que estaban planteados por el usuario estuvo atendida por los diseños técnicos, validar estos diseños es complicado porque intervienen diferentes disciplinas y es complicado llegar a un acuerdo en cada comité.	Complejo
d) Este es un proyecto que tiene un tiempo de planeación (factibilidad) muy grande y al serlo hay cambios de tecnología. Es muy probable que algunos equipos de laboratorios que se pensaron hace años ya sean obsoletos. Cuando se comenzó el proyecto se recolectaron todas las necesidades de los equipos, se dimensionó con requerimientos que ahora no están, y eso implica cambios. Este proyecto depende de profesores o investigadores y puede haber espacios huérfanos. Puede no verse las necesidades. Quienes vamos a ser los usuarios vamos a revisar con objetividad los requerimientos con el nuevo edificio. Se pueden encontrar que no tienen claro qué pedir y otros que piden mucho, sin tener el norte.	Complejo
e) Ejecución de los anclajes, caracterización del suelo. También la estructura no es convencional	Complejo

Las respuestas de la pregunta exploratoria mostrada en la Tabla 29 presentan diferencias de acuerdo a la percepción del rol de cada entrevistado. Para el gerente del proyecto lo más complejo fue la gestión de cambios; para la encargada de contratación fueron las respuestas de las preguntas aclaratorias y las instalaciones técnicas; para la coordinadora de diseños fueron los requerimientos técnicos, algo en lo que coincide con el interlocutor; y para el director residente de obra lo más complejo fue la ejecución de los anclajes de la cimentación. Sin embargo, para la segunda pregunta exploratoria todos coinciden en decir que el proyecto es catalogado como complejo a excepción del gerente del proyecto quién lo calificó como singular. La Figura 44 muestra los resultados de la herramienta computacional.

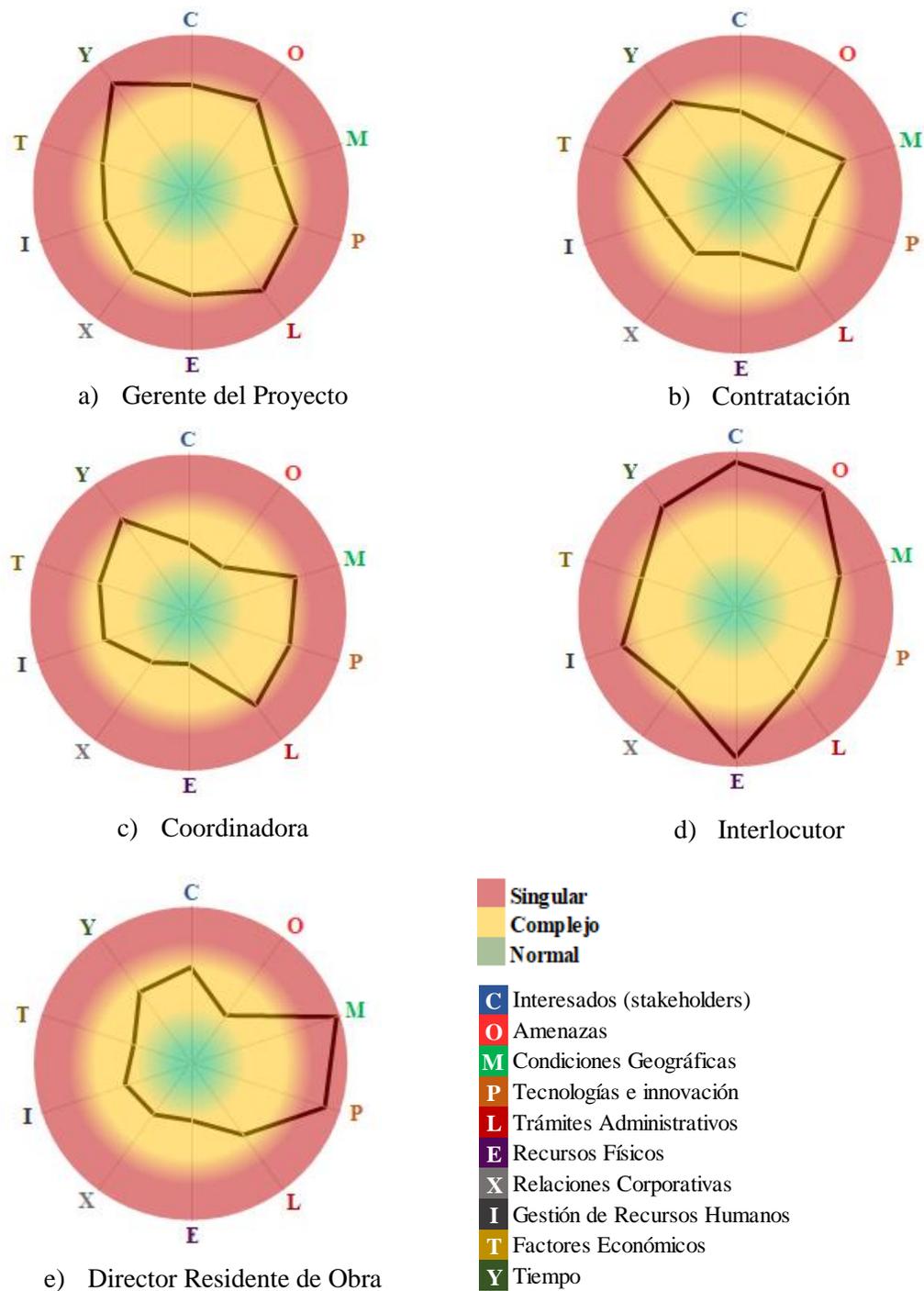


Figura 44. Resultados de las entrevistas en el uso de la herramienta para el caso de estudio del edificio de ingeniería

De acuerdo con los resultados de la Figura 44 es posible notar que las gráficas de todos los entrevistados son muy diferentes, por tal razón se realizó un análisis de los resultados de cada variable para contrastar las diferencias o similitudes. La primera variable “interesados” fue catalogado por todos como complejo a excepción del interlocutor quien lo catalogó como singular, esto está rela-

cionado en a que para él su rol era el de recolectar todos los requerimientos de los interesados del proyecto y realizar un seguimiento del cumplimiento de estos. Además, como lo expresó en la primera pregunta exploratoria la tecnología es evolutiva y los intereses podrían cambiar en etapas avanzadas del desarrollo del proyecto.

La segunda variable “Amenazas” tiene un comportamiento muy similar al anterior y su explicación es muy similar y está relacionado con la definición del alcance y los requerimientos de los interesados del proyecto. La tercera variable “Condiciones geográficas” fue catalogado por la mayoría como complejo, sin embargo, para el director residente de obra, esta variable es catalogada como singular, ya que para él las condiciones del terreno, la realización de los anclajes y la localización del proyecto son muy complejas. Para el director residente de obra este punto fue el más difícil, ya que el proyecto se encuentra localizado en el centro del campus.

La cuarta variable “tecnologías e innovación” las respuestas de la mayoría fue complejo, muy cercano al límite de lo singular. Sin embargo, para el director residente de obra este punto fue singular, ya que para él la realización de los anclajes y de la estructura metálica no fue un tema sencillo de realizar. La quinta variable “trámites administrativos” fue catalogado por todos los entrevistados como complejo, casi en el límite con lo singular.

La sexta variable “recursos físicos” fue catalogado por 3 de los entrevistados como complejo con una ponderación muy baja. Sin embargo, para el interlocutor y el gerente del proyecto esta variable es singular y compleja (casi singular), respectivamente. Para los 2 los factores con mayor ponderación son los grados de aceptación de calidad y los problemas de seguridad industrial, este último es importante porque durante la construcción hubo una gran cantidad de soldadura realizada en campo para la estructura metálica exterior, lo cual sumado con la altura de la edificación lo hace un punto complejo.

La séptima variable “relaciones corporativas” fue contestada por todos los entrevistados como complejo, para ellos lo que más influía en la determinación de esta variable fue el factor entornos dinámicos, esto está relacionado con los cambios que mencionaba en las preguntas exploratorias el gerente del proyecto y los cambios de especificaciones por actualización que mencionó el interlocutor. La octava variable “gestión de recursos humanos” tuvo un resultado similar al anterior con una ponderación de complejo. Sin embargo, para el interlocutor la valoración tiende más a ser singular y el factor con más valoración es la falta de conocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos, una apreciación diferente a la del resto de entrevistados.

La novena variable “factor económico” para todos los entrevistados es un tema complejo cuyo valor varía en su apreciación para cada entrevistado, de hecho, para la encargada de la contratación este tema es muy cercano a singular, esto se podría explicar con el hecho que ella está más familiarizada con las labores de las actividades económicas del proyecto. La última variable “tiempo” para 3 de los entrevistados es un tema complejo, pero para el interlocutor y el gerente del proyecto es singular, durante la entrevista argumentaron que estos temas siempre serán muy complejos porque están implicados los intereses de la institución para la culminar los trabajos. A continuación, en la Tabla 30 se muestran las respuestas de las preguntas confirmatorias.

Tabla 30, Respuestas de las preguntas confirmatorias para el caso de estudio: Edificio laboratorio de ingeniería

4. ¿Los resultados se asemejan a lo vivido en el desarrollo del proyecto?	5. ¿Considera que es importante este tipo de herramientas?
a) Sí, ya que cuanto mayor sean los objetivos y el alcance mayores serán los riesgos. En un proyecto en el que aumentan los interesados, también lo hace la complejidad. Cuando se incluyen procesos constructivos innovadores aumenta la complejidad. La complejidad también aumenta con la realización de cimentaciones profundas. La complejidad de este proyecto también fue mayor por la altura y por las grandes luces, ya que no son normales. El otro punto es el entorno y la ubicación del edificio, ya que no es igual construirlo a las afueras que en el interior del campus.	Sí es importante. Sin embargo, una herramienta no puede ir sola, tiene que ir acompañada con una buena oficina de gestión y con unos buenos procedimientos para la buena ejecución de los proyectos.
b) Sí. El tiempo y el presupuesto se manejan conjuntamente y si es complejo porque tiene que ver con el desarrollo del proyecto, porque va relacionado con la programación del proyecto y por eso se corre con la contratación y se tiene como base el presupuesto de obra.	Sí. Da unos parámetros para saber en qué enfocarse y controlar el proceso a ejecutar. Pero todos los proyectos son diferentes en cuanto a las instalaciones.
c) Tiene relación el resultado con la ejecución del proyecto, pero falta en la herramienta algo que identifique la complejidad técnica del proyecto. Es decir, con la validación de los requerimientos de cada especialidad. Por la agenda de la universidad se torna complicado cumplir con los tiempos y esto alarga el proyecto.	Sí es importante tener esta herramienta para evaluar los riesgos que se puedan presentar en la ejecución del proyecto.
d) Sí se parece está en la frontera entre singular y complejo.	Sí, es muy importante saber con quién usarlo y para qué usarlo. Es difícil reducir algunos puntos, pero sí se puede identificar como controlar cada parte.
e) Sí se refleja lo vivido en el proyecto.	Se ve que es muy útil para usarlo a un nivel macro en la etapa de prefactibilidad y a un nivel gerencial y no como una solución de la solución técnica de la obra. También sería útil usarlo para la cotización de los trabajos.

Las respuestas a las preguntas confirmatorias de las entrevistas de la Tabla 30 muestran que hay similitudes, es decir para todos la respuesta de la herramienta refleja lo experimentado en el desarrollo del proyecto. Sin embargo, hay diferencias debido al rol que desempeñó cada uno. Por su lado al revisar las respuestas de la pregunta 5 se encuentra que para todos lo más importante es usar la herramienta en la etapa de planificación, particularmente la respuesta del director residente

de obra en que sería útil usarlo para la cotización de los trabajos es muy diferente a lo que contestaron los demás. Los demás plantean que es importante saber con quién usar la herramienta y que esta debe ir acompañada de una buena oficina de gestión de proyectos.

5.6.3 Comparación y Discusión de Resultados

A continuación, se realizará una discusión de los resultados de los casos de estudio. Lo primero que hay que aclarar es que los dos edificios no son similares entre sí, es decir, las exigencias técnicas, el número de pisos, las áreas y los clientes finales eran muy distintos, en lo que son comparables es que ambos son edificios institucionales, son catalogados como complejos por los entrevistados y pertenecen a la misma institución educativa. La Figura 45 muestra la comparación de los resultados para cada variable de los 2 casos de estudio. En esta figura se puede ver que las apreciaciones generales de los entrevistados son diferentes para los casos de estudio, es decir, sólo en dos variables (relaciones corporativas y factores económicos) parecen tener la misma apreciación general clasificándolo en una sola categoría (complejo). También hay otras 3 variables que muestran apreciaciones similares entre los casos de estudio (amenazas, condiciones geográficas y recursos físicos) clasificadas por los encuestados entre complejo y singular.

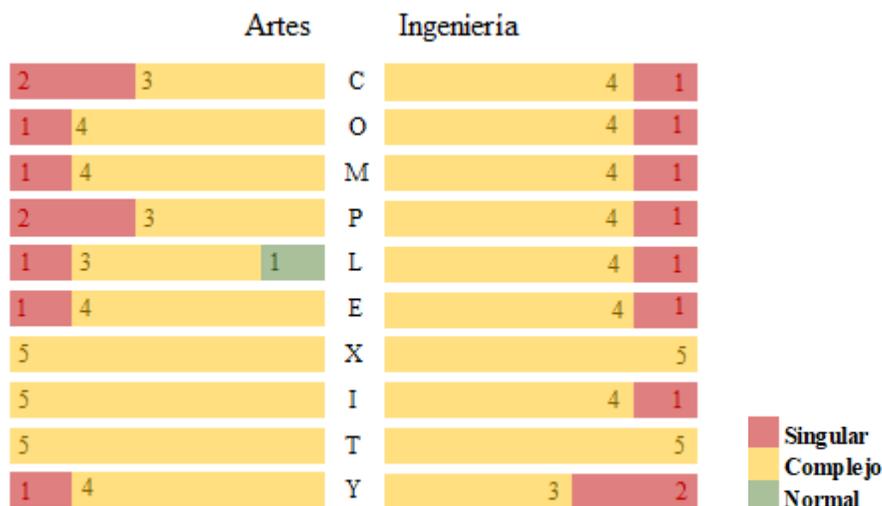


Figura 45. Comparación de resultados de los casos de estudio

Las 5 variables en donde existen similitudes son las que comparten los dos casos de estudio, y que por ejemplo las relaciones corporativas son las mismas por tratarse de una misma institución. Las condiciones geográficas son similares, considerando que las dos obras quedan muy cerca en su ubicación dentro del campus. Los factores económicos, amenazas y recursos físicos son similares ya que la institución comparte el equipo de trabajo para las estimaciones y preparación del proyecto.

La evidencia más importante es que los resultados de la herramienta en todos los casos son muy diferentes y la apreciación del proyecto depende del rol que desempeña cada uno. Hay similitudes en algunas calificaciones, pero estas están relacionadas con roles similares o personas que trabajaron muy estrechamente. Por otro lado, al revisar las preguntas exploratorias frente a los resultados de la herramienta hay muchas discrepancias, es decir, en muchos casos al empezar los entrevistados catalogaban los proyectos como complejos, pero al comenzar a diligenciar la herramienta y antes de terminarla argumentaban que en realidad consideraban que el proyecto estaba entre complejo y singular.

También argumentaban los entrevistados que la herramienta es muy útil, ya que permite que la complejidad se ve de forma más tangible lo que facilita su interpretación y uso. La mayoría de los entrevistados argumentaron que usarían la herramienta en la planificación. Con base en las evidencias anteriores lo que se concluye es que la herramienta debe ser usada por el grupo de expertos que van a participar en el proyecto, incluyendo los coordinadores de diseños, interlocutores de las necesidades de los interesados y la oficina de gestión de proyectos, de esta forma se cuenta con todos los puntos de vista y se pueden aclarar los factores que van a intervenir en el desarrollo del proyecto. Adicionalmente al revisar la bibliografía se encontró que la determinación del grado de complejidad ayudan a saber los costos de los constructores para la elaboración de los trabajos (Shash 1993) (Akintoye 2000) (Myers 2016).

6 CONCLUSIONES

Esta investigación, entre otros objetivos, estuvo orientada a determinar la definición de complejidad para proyectos de edificaciones institucionales. Para la definición la investigación se basó en investigaciones previas reseñadas en artículos científicos y que fueron validadas en una primera instancia con encuestas a expertos, sin encontrar un consenso general, por lo que la definición se estableció con un grupo de expertos, lo cual valida que en un tema tan debatido la mejor forma de llegar a una conclusión se debe realizar con un grupo reducido de expertos. La definición obtenida de la investigación es la siguiente:

“La complejidad de proyectos de edificaciones institucionales está representada por la cantidad de variables e incertidumbre que se interrelacionan en el desarrollo del proyecto desde su conceptualización hasta su puesta en uso, considerando los diferentes intereses y altas expectativas de un grupo de interesados (stakeholders) en un tiempo considerable donde intervienen factores como la tecnología, recursos humanos, amenazas, condiciones geográficas, trámites administrativos, recursos físicos, relaciones corporativas y factores económicos.”

Se aclara que la definición de complejidad producto de esta investigación es particular para los proyectos de edificaciones institucionales, con lo cual no es una definición general, sino que es posible que para otro tipo de proyectos se tenga una definición propia. Adicionalmente, se tiene que la definición no es una frase simple, por el contrario, es un párrafo completo con un gran número de elementos que lo componen, los cuales concuerdan con las variables de la reducción de datos del Análisis Factorial confirmatorio.

Otro de los objetivos específicos es la elaboración de una herramienta para la determinación de complejidad, como se mencionó en el anterior párrafo la definición está conformada por diez variables que agrupan 39 factores, de la cual se comprobó la hipótesis de investigación, ya que la determinación del nivel de complejidad de un proyecto de edificaciones institucionales está descrita, entre otros, por los datos de múltiples interesados, por una gran inversión, gran duración, interrelación de múltiples recursos, materiales o humanos; la interrelación de los múltiples interesados y de los tomadores de decisiones y por criterio que relacionan la no simplicidad en la ejecución de los trabajos, como los diseños arquitectónicos o procesos constructivos inusuales.

Medir la complejidad a partir de una herramienta da bases para orientar al director de proyectos y al equipo de formulación de proyectos en cuanto a la toma de decisiones tempranas. Lo cual en un proyecto predictivo permitiría en las etapas de inicio y planificación considerar elementos importantes para establecer la forma de gestionarlos, debido a que en la definición se tiene que la complejidad se debe a que hay diversos elementos interrelacionados e incertidumbres para cumplir las altas expectativas de los interesados (*stakeholders*).

De acuerdo con los resultados de los casos de estudio se evidenció que la herramienta es válida y muestra lo experimentado en los proyectos. En palabras de los entrevistados el uso de la herramienta habría ayudado de manera anticipada descubrir los puntos clave de los proyectos y con antelación se podría haber prevenido dificultades. Cada persona propuso un uso específico distinto, había quienes argumentaban que lo usarían en la etapa de factibilidad para determinar cuánto podría costar el proyecto, otros que lo usarían al comenzar cada cuenta de control del proyecto y que serviría de seguimiento. Desde el punto de vista de uno de los contratistas argumentó que la herramienta

ayudaría a identificar los costos del proyecto durante la etapa de cotización, ya que esta herramienta permite de forma gráfica que se podría presentar en el desarrollo del proyecto.

Al revisar de forma más detallada los resultados de la investigación se tienen resultados relevantes. Por ejemplo, al estudiar los resultados de la ponderación de los factores de las encuestas se encontró que para la mayoría de los encuestados todos los factores deben considerarse a la hora de determinar la complejidad, teniéndose resultados de ponderación altos en todos los casos, es decir, la distribución probabilística es inclinada a la derecha, el cual es el ala en donde se localiza en las gráficas la ponderación máxima (5).

Por otro lado, como resultado de las preguntas abiertas de las encuestas y con las entrevistas hay unos factores que no son tratados en la literatura, es decir, aparentemente son únicos en el contexto colombiano, los cuales son los trámites legales, cumplimiento de normatividad y trámites de servicios públicos por lo que sería de sumo interés que en investigaciones futuras se trate de identificar por qué estos factores son complejos o qué hace que lo sean.

Al realizar el Análisis Factorial confirmatorio uno de los factores nuevos, más exactamente “Adaptabilidad a las exigencias técnicas del proyecto”, no obtuvo un *p-value* satisfactorio para considerarlo en la reducción de factores, por lo que fue eliminado del análisis. Al evaluar los datos que permitan explicar este fenómeno se evidencia que en las propuestas de los expertos del grupo focal en ningún caso consideraron que este factor fuera jerarquizado en los primeros lugares, siempre está oscilando entre el último y penúltimo lugar. Adicionalmente al revisar el valor de la estimación para este factor se tiene un número bastante pequeño (-0.034) al contrastarlo con el resto de estimados de los otros factores que son mayores a 0.20, con lo cual se puede concluir que no habría una significancia importante al no considerarlo en la herramienta.

Al comparar los resultados propuestos por el grupo focal de expertos y del SEM se tiene una coincidencia de aproximadamente el 31%, es decir, que la intuición de los expertos con conforme a la comprensión de la complejidad explica cerca de 1/3 de lo que podría hacerlo el SEM. Por lo que el uso de una herramienta que permita de manera visual entender la complejidad de los proyectos es mucho más precisa al momento de planear un proyecto.

De acuerdo con las brechas expuestas en el planteamiento del problema de esta investigación, se logró construir una definición de complejidad que involucrara todos los factores que influyen en la complejidad de proyectos de construcción, específicamente en edificaciones institucionales, a diferencia de los autores Ludovic-Alexandre Vidal y Marle (2008), los cuales definen la complejidad a partir de las características del proyecto, variedad e interdependencia del proyecto. Esta investigación llega a una definición de complejidad más estructurada, considerando a parte de los factores anteriores expuestos por los autores anteriormente mencionados, que la complejidad tiene una cantidad de variables e incertidumbre que se interrelacionan entre sí desde el planteamiento del proyecto hasta su puesta en marcha. Cada autor trazado en este documento dio una parte de definición de complejidad, pero estas definiciones tratan de ser generales y no enlazan los proyectos de construcción. Por lo tanto, se resalta que la investigación de esta tesis aporta a la definición de proyectos de construcción para edificaciones institucionales.

Ludovic-Alexandre Vidal y Marle (2008) lograron plantear un modelo “ALOE” para medir la complejidad desde el escenario de la interrelación de los objetos y las personas, involucrando atributos propios de los proyectos (duración, costo, calidad, previsiones, etc.). Bosch-Rekvelde et al. (2011) propuso la metodología ‘TOE’, donde evalúa los objetivos y la duración del proyecto. Como se planteó al inicio de esta investigación no existe una metodología que mida la complejidad de los proyectos involucrando todos los factores que puedan influir en la complejidad del proyecto, desde su conceptualización hasta su puesta en marcha. De acuerdo con lo anterior, está investigación pro-

picció la creaci3n de una herramienta, mediante la reducci3n de factores y la formaci3n de un SEM que permite identificar la complejidad relacionando todos los factores identificados en la literatura y otros dados por los encuestados. Por otra parte, considerando los resultados de los casos de estudios el uso de la herramienta en la etapa de inicio y planeaci3n del proyecto permite la identificaci3n de la complejidad que propicia una mejor comprensi3n de los tiempos y costos de ejecuci3n de los trabajos a realizar, lo que ayuda a tomar decisiones de forma temprana y proactiva.

Los resultados de esta investigaci3n dan luces al tema de la determinaci3n de la complejidad para los proyectos de construcci3n de edificaciones institucionales en Colombia, sin embargo, se da una brecha para que los temas tratados sean aplicados en contextos similares en otras latitudes, en donde los factores que afectan la complejidad sean estudiados y seleccionados de forma particular para cada marco regional. Adicionalmente, se promueve a que se realicen investigaciones similares en otro tipo de proyectos de construcci3n como, por ejemplo, proyectos de infraestructura; proyectos industriales como f3bricas, hidroel3ctricas, instalaciones petroleras, etc; carreteras, t3neles, en estructuras de grandes superficies como centros comerciales y de eventos como estadios o coliseos, en donde existir3n factores propios relacionados.

Como propuesta de desarrollos futuros se propone una investigaci3n de l3gica difusa para comprender cu3les son los l3mites entre las valoraciones de normal, complejo y singular para este tipo de proyectos, basado en los resultados de los casos de estudio de esta investigaci3n. El cu3l permita determinar, por ejemplo, a partir de qu3 valor presupuestal un proyecto comienza a ser complejo o con qu3 tiempo del cronograma un proyecto se comienza a complejizar y de qu3 forma se puede dar la valoraci3n en la escala de 1 a 5, propuesta en esta investigaci3n.

Se propone que en futuras investigaciones se trate de establecer de qu3 forma se ve afectada la determinaci3n del nivel de complejidad de acuerdo con la experiencia de la persona que la est3 evaluando.

7 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Análisis Factorial (AF): Es una técnica estadística de reducción de datos que permiten explicar la correlación de las variables en una menor cantidad de variables (Hair et al. 1999).

Edificaciones Institucionales: Edificios públicos o privados que han sido construidos por un único propietario para cumplir una función específica (educativo, oficinas o administrativo, cultural, etc.).

Encuestas: Formulario estructurado, cuya finalidad es encontrar una serie de datos para un estudio o para tomar decisiones.

Entrevistas: Conversación estructurada basada en preguntas con las cuales se pretenden conocer información de un tema o situación.

Factor: Elemento o circunstancia que ayuda a producir un resultado. En esta investigación se encontraron los siguientes factores.

Gran duración

Corta duración (cronograma comprimido)

Importancia en la agenda pública de la institución

Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos

Alcance mal definido

Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)

Incertidumbre

Urgencia en su culminación (entrega)

Costos del proyecto

Gran Cantidad de Riesgos

Configuración institucional

Desempeño del Equipo de trabajo

Madurez del equipo de trabajo

Conocimiento deficiente del equipo de trabajo

Interdependencia entre las dependencias involucradas

Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo

Cantidad de interesados (stakeholders)

Conflictos entre interesados (stakeholders)

Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)

Entornos Dinámicos

Problemas en Seguridad Industrial

Proceso constructivo inusual

Diseño arquitectónico inusual

Disponibilidad de recursos materiales

Disponibilidad de personal calificado y no calificado
Variedad de conceptos técnicos
Diferencias en los grados de aceptación por calidad
Experiencia de los proveedores
Cantidad de proveedores
Forma de contratos de los proveedores
Ciudad o lugar donde se realiza la obra
Adaptabilidad a las exigencias técnicas del proyecto
Falta de tecnología apropiada
Trámites legales
Trámites de servicios públicos
Normatividad
Forma de financiamiento de la institución
Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)
Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos
Falta o ausencia de planificación

KMO: Kaiser-Meyer-Olkin, prueba estadística para confirmar que el AF es apropiado en la implementación (ver 4.3).

PUJ: Pontificia Universidad Javeriana.

SEM: *Structural Equation Modelling*, en español, Modelo de Ecuaciones Estructurales.

Variable: Agrupación de factores que permiten determinar un comportamiento. En esta investigación se tienen las siguientes variables.

Interesados (stakeholders)
Amenazas
Condiciones Geográficas
Tecnologías e innovación
Trámites Administrativos
Recursos Físicos
Relaciones Corporativas
Gestión de Recursos Humanos
Factores Económicos
Tiempo

8 REFERENCIAS

- Akintoye, Akintola. 2000. «Analysis of factors influencing project cost estimating practice». *Construction Management and Economics* 18 (1): 77-89. <https://doi.org/10.1080/014461900370979>.
- Antoniadis, Dimitris N., Francis T. Edum-Fotwe, y Anthony Thorpe. 2011. «Socio-organo complexity and project performance». *International Journal of Project Management* 29 (7): 808-16. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2011.02.006>.
- Aritua, Bernard, Nigel J. Smith, y Denise Bower. 2009. «Construction client multi-projects - A complex adaptive systems perspective». *International Journal of Project Management* 27 (1): 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.02.005>.
- Austin, Simon, Andrew Newton, John Steele, y Paul Waskett. 2002. «Modelling and managing project complexity». *International Journal of Project Management* 20 (3): 191-98. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(01\)00068-0](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(01)00068-0).
- Baccarini, David. 1996. «The concept of project complexity—a review». *International Journal of Project Management* 14 (4): 201-4. [https://doi.org/10.1016/0263-7863\(95\)00093-3](https://doi.org/10.1016/0263-7863(95)00093-3).
- Bakhshi, Javad, Vernon Ireland, y Alex Gorod. 2016. «Clarifying the project complexity construct: Past, present and future». *International Journal of Project Management* 34 (7): 1199-1213. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.06.002>.
- Balkiz, Yapicioglu, y Lawlor-Wright Therese. 2014. «Small but Complex: The Construction Industry in North Cyprus». *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 119: 466-74. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.052>.
- Bosch-Rekvelde, Marian, Yuri Jongkind, Herman Mooi, Hans Bakker, y Alexander Verbraeck. 2011. «Grasping project complexity in large engineering projects: The TOE (Technical, Organizational and Environmental) framework». *International Journal of Project Management* 29 (6): 728-39. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.07.008>.
- Caldwell, Nigel D., Jens K. Roehrich, y Andrew C. Davies. 2009. «Procuring complex performance in construction: London Heathrow Terminal 5 and a Private Finance Initiative hospital». *Journal of Purchasing and Supply Management* 15 (3): 178-86. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2009.05.006>.
- Cañas Mejía, Gustavo. 2015. «DEL ANÁLISIS DE COMPLEJIDAD A LA GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS.» *Revista Ciencias Estratégicas* 23 (34): 249-249-64.
- Cicmil, Svetlana J K. 1997. «Critical factors of effective project management». *The TQM Magazine* 9 (6): 390-96. <https://doi.org/10.1108/09544789710186902>.
- Cooke, Trevor. 2013. «Can knowledge sharing mitigate the effect of construction project complexity?» *Construction Innovation* 13 (1): 5-9. <https://doi.org/10.1108/14714171311296093>.
- Davies, Andrew, y Ian Mackenzie. 2014. «Project complexity and systems integration: Constructing the London 2012 Olympics and Paralympics Games». *International Journal of Project Management* 32 (5): 773-90. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.10.004>.
- Eriksson, Per Erik, Johan Larsson, y Ossi Pesämaa. 2017. «Managing complex projects in the infrastructure sector — A structural equation model for flexibility-focused project management». *International Journal of Project Management* 35 (8): 1512-23. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.08.015>.
- Farley, Helen. 2005. «Towards a Framework for the Implementation of the» 9 (2013): 16-24.
- Freeman, Tim. 2006. «“Best practice” in focus group research: Making sense of different views». *Journal of Advanced Nursing* 56 (5): 491-97. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.04043.x>.
- Geraldi, Joana G. 2008. «The balance between order and chaos in multi-project firms: A conceptual model». *International Journal of Project Management*. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.08.013>.
- Gidado, K. I. 1996. «Project complexity: The focal point of construction production planning.» *Construction Management & Economics* 14 (3): 213-25.

- Girmscheid, Gerhard, y Christian Brockmann. 2008. «The Inherent Complexity of Large Scale Engineering Projects». <https://doi.org/10.3929/ethz-a-005994701>.
- Girmscheid, Gerhard, y Christian Brockmann. 2010. «Inter- and intraorganizational trust in international construction joint ventures». *Journal of Construction Engineering and Management*, n.º 3: 353.
- Gladden, Risto. 2008. «Tools for complex projects.» *Project Management Journal* 39 (3): 126-126.
- Hair, Joseph F, Rolph E Anderson, Ronald L Tatham, William C Black, y Diego Cano. 1999. *Multivariate Data Analysis*. Prentice Hall. Vol. 491. Madrid, España: Prentice Hall.
- Hallowell, Matthew R., y John A. Gambatese. 2010. «Qualitative Research: Application of the Delphi Method to CEM Research». *Journal of Construction Engineering and Management* 136 (1): 99-107. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000137](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000137).
- Hass, Kathleen B. 2008. «Introducing the New Project Complexity Model». *Projects and Profits*, n.º January.
- Hastak, Makarand, y Choongwan Koo. 2016. «A Conceptual Framework for an Intelligent Planning Unit for the Complex Built Environment». *Procedia Engineering* 161: 269-74. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.551>.
- He, Qinghua, Lan Luo, Yi Hu, y Albert P.C. Chan. 2015. «Measuring the complexity of mega construction projects in China-A fuzzy analytic network process analysis». *International Journal of Project Management*. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.07.009>.
- Hsu, Shu Chien, Kai Wei Weng, Qingbin Cui, y William Rand. 2016. «Understanding the complexity of project team member selection through agent-based modeling». *International Journal of Project Management* 34 (1): 82-93. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.10.001>.
- Hu, Wen Fa, Da Wei Li, y Rong Hu. 2012. «Three-Dimensional Complex Construction Project Management Maturity Model: Case Study of 2010 Shanghai Expo». *Applied Mechanics and Materials* 209-211: 1363-69. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.209-211.1363>.
- Israel, Glenn D. 1992. «Determining Sample Sizes», n.º November: 1-5. <https://doi.org/10.4039/Ent85108-3>.
- Jaafari, Ali. 2001. «Management of risks, uncertainties and opportunities on projects: Time for a fundamental shift». *International Journal of Project Management* 19 (2): 89-101. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(99\)00047-2](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(99)00047-2).
- Jallow, Abdou Karim, Peter Demian, Andrew N. Baldwin, y Chimay Anumba. 2014. «An empirical study of the complexity of requirements management in construction projects». *Engineering, Construction and Architectural Management* 21 (5): 505-31. <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2013-0084>.
- Jarkas, Abdulaziz M. 2017. «Contractors' Perspective of Construction Project Complexity: Definitions, Principles, and Relevant Contributors» 143 (4): 1-9. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000337](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000337).
- Kaiser, Henry F. 1974. «An index of factorial simplicity». *Psychometrika* 39 (2): 31-36. <https://doi.org/10.1007/BF02294054>.
- Kermanshachi, Sharareh, Bac Dao, Jennifer Shane, y Stuart Anderson. 2016a. «An Empirical Study into Identifying Project Complexity Management Strategies». *Procedia Engineering* 145: 603-10. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.050>.
- . 2016b. «Project Complexity Indicators and Management Strategies - A Delphi Study». *Procedia Engineering* 145: 587-94. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.048>.
- Konior, J. 2015. «Enterprise's risk assessment of complex construction projects» 61 (3): 63-74. <https://doi.org/10.1515/acc-2015-0025>.
- Krueger, Richard A. 2006. «Is it a focus group? Tips on how to tell». *Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing* 33 (4): 363-66. <https://doi.org/10.1097/00152192-200607000-00003>.
- Kumaraswamy, M. M., S. T. Ng, O. O. Ugwu, E. Palaneeswaran, y M. Motiar Rahman. 2004. «Empowering collaborative decisions in complex construction project scenarios». *Engineering, Construction and Architectural Management* 11 (2): 133-42. <https://doi.org/10.1108/09699980410527876>.
- Lavikka, Rita Henriikka, Riitta Smeds, y Miia Jaatinen. 2015. «Coordinating collaboration in contractually different complex construction projects». *Supply Chain Management* 20 (2): 205-17. <https://doi.org/10.1108/SCM-10-2014-0331>.

- Londoño, R Afael A Reiza L. 2011. «¿Lenguas En Contacto O Lenguas En Conflicto?» *Lenguas en contacto y bilingüismo*.
- los Ríos-Carmenado, Ignacio de, Jesús Guillén-Torres, y Ana-Teresa Herrera-Reyes. 2013. «Complexity in the Management of Rural Development Projects: Case of LASESA (Spain).» *La complejidad en la dirección de proyectos de desarrollo rural: el caso de LASESA (España)*. 10 (71): 167-86.
- Lu, Yunbo, Lan Luo, Hongli Wang, Yun Le, y Qian Shi. 2015. «Measurement model of project complexity for large-scale projects from task and organization perspective». *International Journal of Project Management*. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.12.005>.
- Luo, Lan, Qinghua He, Edward J Jaselskis, A M Asce, y Jianxun Xie. 2017. «Construction Project Complexity : Research Trends and Implications». *J. Constr. Eng. Manage.* 143 (7). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001306](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001306).
- Luo, Lan, Qinghua He, Jianxun Xie, Delei Yang, y Guangdong Wu. 2017. «Investigating the Relationship between Project Complexity and Success in Complex Construction Projects.» *Journal of Management in Engineering* 33 (2): 1-12. [http://10.0.4.37/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000471](http://10.0.4.37/(ASCE)ME.1943-5479.0000471).
- Ma, Liang, Yun Le, Qinghua He, y Jing Zhang. 2013. «Research on Organization Integration System towards Large and Complex Building Projects-From Life Cycle Perspective». *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 74: 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.03.043>.
- Maylor, Harvey. 2003. *PROJECT Management*.
- Maylor, Harvey, Joana Geraldi, y Terry Williams. 2011. «Now, let's make it really complex (complicated): A systematic review of the complexities of projects». *International Journal of Operations & Production Management* 31 (9): 966-90. <https://doi.org/10.1108/01443571111165848>.
- McKenna, Allen, y Georges Baume. 2015. «Complex project conceptualization and the linguistic turn; the case of a small Australian construction company». *International Journal of Project Management* 33 (7): 1476-83. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.06.005>.
- Medina Porras, Carlos A. 2015. «Una obra de arte para las artes». *Hoy en la Javeriana* 54 (1311): 14-15.
- . 2016. «Un edificio innovador diseñado por todos y para todos». *Hoy en la Javeriana* 55 (1314): 16-17.
- Morel, B. and Ramanujam, R. 1999. «Through the looking glass of complexity: the dynamics of organizations as adaptive and evolving systems». *Organization Science* 10 (3): 278-93. <https://doi.org/https://doi.org/10.1287/orsc.10.3.278>.
- Morin, Edgar. 1992. «From the concept of system to the paradigm of complexity». *Journal of Social and Evolutionary Systems* 15 (4): 371-85. [https://doi.org/10.1016/1061-7361\(92\)90024-8](https://doi.org/10.1016/1061-7361(92)90024-8).
- Morin, Edgar, Emilio Cuirana, y Raúl Motta. 2002. *El pensamiento Complejo como método de aprendizaje en el error y la incertidumbre humana*. Universidad de Valladolid. 1.ª ed. Vol. 1. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Myers, Danny. 2016. *Construction Economics A new approach Fourth Edition*.
- Navigating Complexity PMI. 2013. «Navigating Complexity». *Continuum* 25 (6): 779-94.
- Nguyen, An T., Long D. Nguyen, Long Le-Hoai, y Chau N. Dang. 2015. «Quantifying the complexity of transportation projects using the fuzzy analytic hierarchy process». *International Journal of Project Management* 33 (6): 1364-76. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.02.007>.
- Ochieng, E. G., A. D.F. Price, X. Ruan, C. O. Egbu, y D. Moore. 2013. «The effect of cross-cultural uncertainty and complexity within multicultural construction teams». *Engineering, Construction and Architectural Management* 20 (3): 307-24. <https://doi.org/10.1108/09699981311324023>.
- Pauget, Bertrand, y Andreas Wald. 2013. «Relational competence in complex temporary organizations: The case of a French hospital construction project network». *International Journal of Project Management* 31 (2): 200-211. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.07.001>.
- Qazi, Abroon, John Quigley, Alex Dickson, y Konstantinos Kirytopoulos. 2016. «Project Complexity and Risk Management (ProCRiM): Towards modelling project complexity driven risk paths in construction projects». *International Journal of Project Management* 34 (7): 1183-98. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.05.008>.
- Qureshi, Sheheryar Mohsin, y Chang Wook Kang. 2015. «Analysing the organizational factors of project complexity using structural equation modelling». *International Journal of Project Management* 33 (1): 165-76.

<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.04.006>.

- Remington, Kaye, y Julien Pollack. s. f. «Tools for Complex Projects».
- Ruiz Valencia, Daniel M., y Yezid A. Alvarado Vargas. 2018. «Un edificio al servicio de la ingeniería colombiana». *Hoy en la Javeriana* 57 (1341): 10-11.
- Santana, Gerardo. 1990. «Classification of construction projects by scales of complexity». *International Journal of Project Management* 8 (2): 102-4. [https://doi.org/10.1016/0263-7863\(90\)90044-C](https://doi.org/10.1016/0263-7863(90)90044-C).
- Senescu, Reid Robert, Guillermo Aranda-Mena, y John Riker Haymaker. 2012. «Relationships between Project Complexity and Communication». *Journal of Management in Engineering*. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000121](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000121).
- Shash, A A. 1993. «Factors Considered in Tendering Decisions by Top UK Contractors». *Construction Management and Economics* 11 (2): 111-18. <https://doi.org/10.1080/01446199300000004>.
- Sinha, S., A. I. Thomson, y B. Kumar. 2001. «A complexity index for the design process». *WDK Publications*, n.º June: 157-63.
- Sohi, Afshin Jalali, Marcel Hertogh, Marian Bosch-Rekveltd, y Rianne Blom. 2016. «Does Lean & Agile Project Management Help Coping with Project Complexity?» *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 226 (October 2015): 252-59. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.186>.
- Song, Young Wook, Ji Dae Kim, Liangri Yu, Hyun Kyung Lee, y Hyung Seok Lee. 2012. «A comparative study of the telematics industry in Korea and China». *Journal of Internet Banking and Commerce* 17 (1): 21-38. <https://doi.org/10.1002/pmj>.
- Thompson, James D. 1967. *Organizations in action: Social science bases of administrative theory*. *Organizations in action: Social science bases of administrative theory*. New York, NY, US: McGraw-Hill.
- V.Tatikonda, Mohan, y Stephen R. Rosenthal. 2000. «Technology Novelty, Project Complexity, and Product Development Project Execution Success: A...» *IEEE Transactions on Engineering Management* 47 (1): 74.
- Velde, Robert R. Van Der, y Dirk Pieter Van Donk. 2002. «Understanding bi-project management: Engineering complex industrial construction projects». *International Journal of Project Management* 20 (7): 525-33. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(01\)00053-9](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(01)00053-9).
- Vidal, Ludovic-Alexandre, y Franck Marle. 2008. «Understanding project complexity: implications on project management». *Kybernetes* 37 (8): 1094-1110. <https://doi.org/10.1108/03684920810884928>.
- Vidal, Ludovic Alexandre, Franck Marle, y Jean Claude Bocquet. 2011. «Using a Delphi process and the Analytic Hierarchy Process (AHP) to evaluate the complexity of projects». *Expert Systems with Applications* 38 (5): 5388-5405. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.10.016>.
- Vidal, Ludovic, Franck Marle, y Jean Claude Bocquet. 2011. «Measuring project complexity using the Analytic Hierarchy Process». *International Journal of Project Management* 29 (6): 718-27. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.07.005>.
- W. G. Morris, Peter. 2008. «Managing Project Interfaces—Key Points for Project Success». En , 16-55. <https://doi.org/10.1002/9780470172353.ch2>.
- Whitty, Stephen Jonathan, y Harvey Maylor. 2009. «And then came Complex Project Management (revised)». *International Journal of Project Management* 27: 304-10. <http://search.ebscohost.com.ezproxy.javeriana.edu.co:2048/login.aspx?direct=true&db=edselp&AN=S0263786308000410&lang=es&site=eds-live>.
- Williams, T.M. 1999. «The need for new paradigms for complex projects». *International Journal of Project Management* 17 (5): 269-73. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(98\)00047-7](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(98)00047-7).
- Wu, R.Y., W.B. Li, y Z. Zhang. 2013. «Retaining and protection design of one complex building's deep foundation excavation». *Applied Mechanics and Materials* 353-354: 278-83. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.353-356.278>.
- Xia, Bo, y Albert P C Chan. 2012. «Measuring complexity for building projects: a Delphi study.» *Engineering Construction & Architectural Management (09699988)* 19 (1): 7-24. <http://search.ebscohost.com.ezproxy.javeriana.edu.co:2048/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=70606375&lang=es&site=eds-live>.

- Yang, Rebecca J., y Patrick X.W. Zou. 2014. «Stakeholder-associated risks and their interactions in complex green building projects: A social network model». *Building and Environment* 73: 208-22. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.12.014>.
- Zhao, Na, y Shi An. 2016. «Collaborative Management of Complex Major Construction Projects: AnyLogic-Based Simulation Modelling». *Discrete Dynamics in Nature and Society* 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/6195673>.
- Zhen, Zhi Lu. 2012. «The Research of Collaboration Management Framework for Complex Construction Project». *Applied Mechanics and Materials* 174-177: 3360-63. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.174-177.3360>.
- Zhong, Ying, y Sui Pheng Low. 2009. «Managing crisis response communication in construction projects – from a complexity perspective». *Disaster Prevention and Management: An International Journal* 18 (3): 270-82. <https://doi.org/10.1108/09653560910965637>.
- Zhou, Cheng, Lieyun Ding, Ying Zhou, y Hanbin Luo. 2018. «Topological mapping and assessment of multiple settlement time series in deep excavation: A complex network perspective». *Advanced Engineering Informatics* 36 (February): 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2018.02.005>.
- Zimmermann, Josef, y Wolfgang Eber. 2017. «Criteria on the Value of Expert's Opinions for Analyzing Complex Structures in Construction and Real Estate Management». *Procedia Engineering* 196 (June): 335-42. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.208>.

9 ANEXOS

Tabla 31. Listado de Anexos

Anexo	Descripción
Anexo 1.	Formulario de Encuesta 1
Anexo 2.	Resultados de Encuesta 1
Anexo 3.	Formulario de Encuesta 2
Anexo 4.	Resultados de Encuesta 2
Anexo 5.	Resultados de Entrevistas

Anexo 1

Formulario de Encuesta 1

Proyectos de Edificaciones Institucionales

El objetivo de esta encuesta es recopilar información que conlleve al estudio sobre el nivel de complejidad que tiene la gestión de la construcción de proyectos de construcción de edificios institucionales (edificios de campus universitarios).

Para esto, a continuación, se presenta una encuesta dividida en tres (3) secciones. La primera se refiere a los datos del encuestado; la segunda se refiere a los factores que influyen significativamente en incrementar o disminuir la complejidad de proyectos de edificación institucionales; y la última se refiere a la determinación sobre qué tanto está de acuerdo con un conjunto de preguntas planteadas

1. Datos del Encuestado

1.1. Nombre(s) y Apellidos

1.2. Correo electrónico

1.3. Institución en la que trabaja

1.4. Nombre de la división (o departamento) en la que trabaja dentro de la institución

1.5. Puesto de trabajo que ocupa actualmente

1.6. Años de experiencia participando en proyectos de construcción de edificaciones institucionales

1 a 3 años

4 a 7 años

8 a 10 años

más de 10 años

1.7. Profesión

1.8. Máximo nivel educativo

- Técnico
- Universitario
- Especialización (en curso)
- Especialización
- Maestría
- Maestría (en curso)
- Doctorado (en curso)
- Doctorado

2. Factores para determinar la complejidad

2.1. Seleccione de 1 a 5, siendo 5 lo más alto y 1 lo más bajo, el grado de importancia que tiene los siguientes aspectos en el desarrollo de los proyectos de construcción de edificaciones institucionales. O marcar N/A. (No aplica)

	N/A	1	2	3	4	5
Gran duración	<input type="radio"/>					
Corta duración (cronograma comprimido)	<input type="radio"/>					
Importancia en la agenda pública de la institución	<input type="radio"/>					
Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos	<input type="radio"/>					
Alcance mal definido	<input type="radio"/>					
Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)	<input type="radio"/>					
Incertidumbre	<input type="radio"/>					
Urgencia en su culminación (entrega)	<input type="radio"/>					
Costos del proyecto	<input type="radio"/>					

Gran Cantidad de Riesgos	<input type="radio"/>					
Configuración institucional	<input type="radio"/>					
Desempeño del Equipo de trabajo	<input type="radio"/>					
Madurez del equipo de trabajo	<input type="radio"/>					
Conocimiento deficiente del equipo de trabajo	<input type="radio"/>					
Interdependencia entre las dependencias involucradas	<input type="radio"/>					
Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo	<input type="radio"/>					
Cantidad de interesados (stakeholders)	<input type="radio"/>					
Conflictos entre interesados (stakeholders)	<input type="radio"/>					
Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)	<input type="radio"/>					
Entornos Dinámicos	<input type="radio"/>					
Problemas en Seguridad Industrial	<input type="radio"/>					
Proceso constructivo inusual	<input type="radio"/>					
Diseño arquitectónico inusual	<input type="radio"/>					
Disponibilidad de recursos materiales	<input type="radio"/>					
Disponibilidad de personal calificado y no calificado	<input type="radio"/>					
Variedad de conceptos técnicos	<input type="radio"/>					
Diferencias en los grados de aceptación por calidad	<input type="radio"/>					
Experiencia de los proveedores	<input type="radio"/>					
Cantidad de proveedores	<input type="radio"/>					
Forma de contratos de los proveedores	<input type="radio"/>					

2.2. Teniendo en cuenta el listado de la pregunta anterior, ¿considera que existen más aspectos que afectan de forma significativo el desarrollo de proyectos de construcción de edificaciones institucionales?. En caso de no tenerla escribir N/A. (No aplica)

3. Conceptualización

3.1. En las siguientes definiciones seleccionar si se encuentra: TA: Totalmente de Acuerdo. MA: Medianamente de Acuerdo. I: Indiferente. MD: Medianamente en Desacuerdo. TD: Totalmente en Desacuerdo

	TA	MA	I	MD	TD
A). En los proyectos de construcción de edificaciones institucionales hay diversos elementos interrelacionados	<input type="radio"/>				
B). En la preparación de proyectos de construcción de edificaciones institucionales existe ambigüedad en la determinación de intereses entre las partes involucradas	<input type="radio"/>				
C). Los interesados del proyecto (departamentos involucrados y/o influenciadores) modifican constantemente los requerimientos del mismo durante su etapa de preparación y desarrollo de diseños.	<input type="radio"/>				
D). Existe interdependencia entre las disciplinas (estructuras, hidráulica, arquitectura, mecánica, etc.) involucradas en el desarrollo los proyectos.	<input type="radio"/>				
E). En el desarrollo de proyectos de construcciones institucionales se formulan múltiples objetivos	<input type="radio"/>				
F). En los proyectos de construcción de edificaciones institucionales se formulan múltiples objetivos que resultan ser contradictorios entre sí	<input type="radio"/>				
G). El desarrollo de las nuevas tecnologías ha desencadenado que los proyectos sean cada vez más cortos, es decir, con cronogramas cada vez más comprimidos, lo que dificulta el debido desarrollo de los mismos	<input type="radio"/>				

H). El desarrollo de las nuevas tecnologías ha desencadenado que se involucren cada vez más aspectos técnicos que dificultan el desarrollo de los proyectos, incluyendo cada vez más interrelaciones entre las disciplinas	<input type="radio"/>				
I). Un gran presupuesto (muchos recursos) genera complicaciones en el desarrollo de los proyectos	<input type="radio"/>				
J). Un presupuesto ajustado genera complicaciones en el desarrollo de los proyectos	<input type="radio"/>				
K). Para los interesados existen altas expectativas en el inicio del proyecto y esto dificulta su conceptualización	<input type="radio"/>				
L). Los objetivos del proyecto tienen un carácter dinámico, cambian constantemente durante su etapa de planificación y de diseño	<input type="radio"/>				
M). Existen factores imprevisibles en el desarrollo de proyectos de construcciones institucionales que dificultan su desarrollo y afectan otros aspectos	<input type="radio"/>				
N). Todos los requerimientos del proyecto están bien definidos desde el principio	<input type="radio"/>				
Ñ). Hay requerimientos que se van adicionando durante el desarrollo de los proyectos	<input type="radio"/>				

Anexo 2

Resultados de Encuesta 1

Respuesta de encuestados para la sección 2.1.

Anexo 2 - 2

Encuesta	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30
Enc. 1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	3	5	5	5	5	4	3	3	3	3
Enc. 2	5	1	5	3	5	5	3	4	4	3	2	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	4
Enc. 3	2	4	4	5	2	1	1	4	5	4	2	4	4	1	4	3	4	4	1	2	2	3	3	4	4	4	2	4	3	3
Enc. 4	2	4	5	4	1	3	2	4	5	3	4	5	4	3	3	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	3	4	5	5	5
Enc. 5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3
Enc. 6	3	3	5	N/A	4	4	4	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2
Enc. 7	5	4	5	3	5	4	5	5	5	3	4	4	4	5	3	2	2	3	3	3	2	2	3	4	4	2	3	3	3	2
Enc. 8	N/A	3	3	1	2	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3
Enc. 9	5	5	5	3	1	1	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Enc. 10	4	1	5	5	4	5	4	5	5	4	3	4	4	5	5	4	4	4	4	4	3	2	4	4	4	5	2	4	3	4
Enc. 11	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
Enc. 12	5	3	4	4	4	5	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4
Enc. 13	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	3	3	5	5	5	5	5	4	5	5	5
Enc. 14	5	2	5	3	5	5	3	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	5	5	4	4	3	3	3
Enc. 15	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
Enc. 16	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	3	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5
Enc. 17	5	3	5	4	5	4	5	4	3	5	4	5	3	4	2	2	4	5	3	3	5	5	4	5	5	3	4	3	4	3
Enc. 18	5	3	3	4	5	5	5	4	5	5	5	5	3	4	3	2	4	4	4	2	3	4	3	4	4	4	5	4	4	3
Enc. 19	5	3	3	4	5	5	5	4	5	5	5	5	3	4	3	2	4	4	4	2	3	4	3	4	4	4	5	4	4	3
Enc. 20	1	5	5	3	5	5	5	5	5	5	3	2	4	4	4	5	5	5	5	5	1	4	3	5	5	5	2	2	3	3
Enc. 21	5	1	5	4	5	2	3	5	5	4	3	5	4	4	4	3	4	4	5	3	3	5	5	5	5	4	3	4	3	2
Enc. 22	5	5	4	5	5	4	4	5	4	5	N/A	4	4	4	4	4	4	5	5	3	5	4	3	5	5	5	4	3	3	4
Enc. 23	3	3	5	4	5	5	5	5	3	4	3	5	4	4	3	3	2	2	2	2	2	4	5	5	5	4	4	4	3	2
Enc. 24	5	2	5	5	5	5	4	2	1	5	3	5	5	N/A	5	4	3	N/A	N/A	5	5	5	5	5	5	4	1	3	2	3
Enc. 25	5	2	5	5	4	5	5	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	5	4	N/A	2	3	3	5	4	N/A
Enc. 26	2	3	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	3	4	5	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4

Encuesta	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30
Enc. 53	3	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	1	4	1	4	3	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	4
Enc. 54	2	5	3	3	5	5	3	5	5	1	3	1	3	2	5	5	5	5	5	N/A	5	5	5	1	3	2	3	5	5	5
Enc. 55	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Enc. 56	5	3	2	5	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Enc. 57	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	1	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Enc. 58	5	5	5	5	5	3	1	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5	3	3	1	3	1	1
Enc. 59	5	3	3	5	5	5	5	3	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
Enc. 60	4	3	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	2	4	3	4	5	5	5	4	4	4
Enc. 61	4	5	4	4	5	5	4	3	4	4	4	5	5	4	4	4	3	4	5	4	5	3	3	5	5	5	4	5	4	5
Enc. 62	3	5	5	5	5	5	4	5	5	4	3	4	5	5	4	3	4	5	4	4	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5
Enc. 63	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5
Enc. 64	3	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	3	3	3	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	3	2
Enc. 65	3	4	4	5	4	4	4	5	5	5	1	4	3	4	2	2	4	3	3	3	4	3	3	5	5	4	5	4	3	4
Enc. 66	5	3	3	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4
Enc. 67	4	3	5	4	3	3	3	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4
Enc. 68	4	5	2	4	4	4	3	5	5	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	5	5	4	3	4	5	5	5
Enc. 69	4	4	4	5	5	3	4	4	5	5	5	5	4	5	3	2	4	5	4	2	4	5	5	5	4	4	4	3	3	2
Enc. 70	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5
Enc. 71	3	3	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	2	3	4	3	3	3	4	4	4	4
Enc. 72	1	1	5	1	1	1	1	5	5	3	5	5	5	2	5	5	3	3	3	4	2	5	5	5	5	4	5	5	5	5
Enc. 73	2	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3
Enc. 74	2	4	3	3	5	5	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	5	3	4	4	3	5	4	5	5	4	4	3
Enc. 75	1	5	1	5	5	5	5	5	5	5	3	5	4	2	1	2	2	2	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	1	2
Enc. 76	2	5	5	5	4	3	3	4	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	5	5	4	4	4	3	3
Enc. 77	3	4	4	4	5	5	5	4	5	5	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	2	4	4	5	5	4	4	4	3	3
Enc. 78	5	1	4	4	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	3	4	5	5	5

Encuesta	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	
Enc. 79	4	5	3	1	2	2	2	4	5	4	3	3	4	4	3	2	2	2	3	N/A	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	
Enc. 80	3	1	4	5	5	5	4	3	5	5	4	5	5	5	5	3	4	4	4	4	3	3	3	5	5	4	3	5	4	5	
Enc. 81	5	3	4	3	5	5	2	4	4	3	3	5	4	2	5	4	4	3	5	4	5	3	3	5	5	4	3	5	4	5	
Enc. 82	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	
Enc. 83	5	3	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	2	4	5	5	4	5	3	5	5	3	5	4	4	4	4	5	4	
Enc. 84	3	3	2	2	2	2	5	5	4	4	2	4	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	
Enc. 85	N/A	3	4	3	5	5	3	3	5	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	N/A	5	5	N/A	5	5	4	4	4	4	3	3
Enc. 86	3	4	5	5	4	4	3	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	3	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	
Enc. 87	5	N/A	5	2	3	4	3	5	5	3	4	5	5	1	3	2	4	1	1	5	5	1	1	5	5	5	5	5	5	5	
Enc. 88	1	4	5	N/A	N/A	N/A	N/A	4	5	N/A	N/A	5	5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5	N/A	N/A	N/A	5	5	4	N/A	3	5	N/A	
Enc. 89	2	2	3	4	5	4	2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Enc. 90	5	5	4	4	4	5	3	5	5	2	2	5	4	1	2	2	3	2	3	2	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	
Enc. 91	2	2	2	1	5	5	3	4	4	3	3	2	2	2	3	3	4	4	2	2	2	3	4	3	4	2	2	2	4	3	
Enc. 92	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	3	4	3	5	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3	2	2	
Enc. 93	1	1	3	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	4	4	3	5	5	4	4	5	3	5	5	3	3	5	3	5	
Enc. 94	N/A	3	3	5	5	5	4	2	5	5	1	5	4	5	3	N/A	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	5	4	
Enc. 95	5	3	N/A	3	N/A	N/A	1	2	5	4	4	5	5	1	4	4	5	1	1	5	4	1	1	5	3	4	4	4	4	4	
Enc. 96	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	4	4	1	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	4	3	4	3	3	
Enc. 97	2	2	5	3	N/A	1	1	2	5	4	3	5	5	2	2	2	3	2	1	4	2	1	1	4	5	5	5	5	4	4	
Enc. 98	5	4	N/A	4	N/A	N/A	1	2	5	4	3	5	5	1	4	4	5	1	1	5	4	1	1	5	4	3	4	2	3	3	
Enc. 99	5	2	5	5	4	1	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	2	3	4	5	4	5	5	5	5	
Enc. 100	2	4	4	1	5	5	3	3	4	4	3	5	4	4	5	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	2	3	3	3	
Enc. 101	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	
Enc. 102	4	3	3	5	5	5	4	5	5	5	2	5	4	4	3	5	2	2	2	5	5	4	5	5	4	2	4	4	5	5	
Enc. 103	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4	3	3	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	
Enc. 104	5	4	3	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	3	3	5	

Encuesta	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	
Enc. 105	1	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	
Enc. 106	5	3	2	5	5	5	4	5	5	5	2	5	5	5	4	4	2	3	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	3	
Enc. 107	3	3	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	N/A	N/A	N/A	
Enc. 108	4	2	5	5	2	N/A	N/A	2	5	1	2	5	5	5	5	5	N/A	N/A	N/A	2	1	1	1	2	2	5	1	5	5	5	
Enc. 109	5	4	5	5	5	5	4	5	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Enc. 110	5	3	4	2	3	2	4	5	5	4	4	3	3	2	5	4	4	3	3	4	3	3	2	3	4	4	3	4	3	5	
Enc. 111	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	
Enc. 112	3	3	5	3	5	5	2	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	3	4	
Enc. 113	3	3	4	4	1	1	1	4	4	1	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	4	4	3	4	4	4
Enc. 114	3	5	5	N/A	1	2	1	5	2	1	4	4	4	4	3	3	4	1	1	2	1	1	1	5	5	4	1	5	5	4	
Enc. 115	3	4	5	4	2	2	2	5	4	4	4	4	4	1	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	5	4	4	4	4	4	
Enc. 116	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	
Enc. 117	4	2	5	3	5	5	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	
Enc. 118	1	2	4	2	4	4	5	5	5	2	2	3	1	1	2	2	4	4	2	2	1	1	3	3	2	2	2	1	2	5	
Enc. 119	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Enc. 120	N/A	N/A	4	N/A	4	3	3	4	5	4	3	3	3	1	3	3	3	3	3	4	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	
Enc. 121	2	3	2	2	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	4
Enc. 122	5	4	1	3	5	5	5	5	1	2	1	3	3	3	5	3	2	1	2	2	5	5	4	5	5	5	3	3	3	2	
Enc. 123	1	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	4	1	5	5	5	2	2	2	2	3	3	4	3	3	2	
Enc. 124	N/A	N/A	N/A	N/A	2	2	2	N/A	N/A	2	2	2	N/A	N/A	N/A	N/A	2	2	N/A	N/A	1	N/A	4	4	4	3	3	4	3	4	4
Enc. 125	5	4	4	4	5	5	3	4	4	3	3	4	4	5	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	
Enc. 126	3	3	4	3	5	5	3	2	5	4	4	4	4	3	5	5	4	4	4	4	3	2	2	5	5	4	4	5	4	4	
Enc. 127	3	4	5	3	5	5	2	5	5	3	1	5	4	5	5	4	1	1	1	4	5	5	5	5	5	N/A	N/A	5	1	1	
Enc. 128	5	4	3	5	5	4	5	4	5	5	3	4	4	5	4	3	5	4	5	3	4	5	5	4	5	2	5	3	3	5	
Enc. 129	1	5	4	5	5	5	5	2	4	5	4	5	5	5	5	5	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Enc. 130	4	5	4	3	5	5	4	5	5	5	3	4	4	4	4	4	5	5	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	5	

Encuesta	Respuestas sección 2.2.
Enc. 1	Las condiciones del sitio
Enc. 2	N/A
Enc. 3	N/A
Enc. 4	Adaptabilidad de las disponibilidades del contexto a las exigencias técnicas del proyecto
Enc. 5	Falta de tecnología apropiada
Enc. 6	La forma de presentación de los proyectos para acceder a los recursos por parte de los entes territoriales en muchas ocasiones no es tomada en serio, se establece la formulación y estructuración de los mismos por medio de formuladores o tramitadores, ya que los municipios no tienen en su planta de personal profesionales que tengan el conocimiento en esta línea de trabajo
Enc. 7	N/A
Enc. 8	La mala programación de la obra, imprevistos, ventajas de los contratistas.
Enc. 9	N/A
Enc. 10	Aspectos relacionados con trámites legales locales.
Enc. 11	N/A
Enc. 12	N/A
Enc. 13	Predio donde se realizará el proyecto, normatividad y topografía
Enc. 14	roles, responsabilidades y alcances
Enc. 15	N/A
Enc. 16	N/A
Enc. 17	Capacidad administrativa del ejecutante
Enc. 18	N/A
Enc. 19	N/A
Enc. 20	1. definición de los diseños y especificaciones 2. acceso servicios públicos 3. aprobación de licencias (construcción, urbanismo, ambientales, etc) 4. infraestructuras de acceso
Enc. 21	N/A
Enc. 22	Especificaciones de equipos y materiales propios del uso del espacio.
Enc. 23	N/A
Enc. 24	N/A
Enc. 25	Otros interesados en el proceso como usuarios, servicios, temporadas de pico de trabajo, plan de desarrollo de las instituciones, permisos y licencias de entidades distritales para la ejecución de las actividades, etc.
Enc. 26	La forma de pago establecida para este tipo de proyectos
Enc. 27	Diversidad de usos en una misma edificación, permisos y licencias
Enc. 28	Tramites con empresas de servicios, trámites ambientales y otros de legalización
Enc. 29	N/A
Enc. 30	N/A
Enc. 31	N/A

Encuesta	Respuestas sección 2.2.
Enc. 32	Considero que cualquier aspecto que afecte directamente el costo, la duración y la calidad de la obra tiene un alto impacto en el desarrollo de la misma y en la ejecución contractual, es necesario que previo al inicio de la construcción y durante la etapa de estructuración se realice un análisis de riesgos que identifique claramente el impacto y probabilidad de ocurrencia, además que identifique quien asume el riesgo una vez materializado.
Enc. 33	N/A
Enc. 34	N/A
Enc. 35	N/A
Enc. 36	Imprevistos: clima, condiciones del suelo en proyectos de cimentación, intervenciones en edificaciones existentes de las que se tiene poca información.
Enc. 37	Cronograma apretado
Enc. 38	Falta de presupuesto y demora en los procesos licitatorios
Enc. 39	Recursos
Enc. 40	N/A
Enc. 41	Conocer la prefactibilidad del proyecto: si es viable o no. El entorno donde se vaya a construir por tema de seguridad y de accesibilidad de materiales.
Enc. 42	N/A
Enc. 43	Variaciones en el clima que afecten tiempos y disponibilidad de recursos.
Enc. 44	N/A
Enc. 45	N/A
Enc. 46	La interferencia de autoridades estatales en los procesos de contratación
Enc. 47	Claridad en los trámites
Enc. 48	N/A
Enc. 49	Las voluntades políticas, estamentos decisorios de externos ejemplo ministerio de Educación, planeación Nacional.
Enc. 50	N/A
Enc. 51	Los procesos de contratación y la definición de pliegos de condiciones
Enc. 52	Intereses políticos dentro y fuera de la institución
Enc. 53	Temas normativos
Enc. 54	Es importante en este tipo de proyectos no perder de vista el norte de la organización, para que cada solución de infraestructura haga parte de un plan maestro y no sea independiente de su entorno.
Enc. 55	La falta de tiempo prudente para realizar las consultorías en estudios y diseños, las cuales no deben, ni pueden ser inferiores a ocho (8) meses o un año.
Enc. 56	N/A
Enc. 57	N/A
Enc. 58	N/A
Enc. 59	N/A
Enc. 60	N/A
Enc. 61	Poco conocimiento por parte de la entidad o personas que plantean el proyecto

Encuesta	Respuestas sección 2.2.
Enc. 62	Si, considero que un aspecto que afecta el desarrollo de los proyectos es la burocracia administrativa a la cual se someten los proyectos institucionales, los cuales pueden afectar los recursos y los tiempos de ejecución del mismo. Adicionalmente, la dependencia a las vigencias presupuestales de los entes gubernamentales, así como a los periodos gubernamentales (4 años) o intereses particulares del gobernante de turno.
Enc. 63	N/A
Enc. 64	N/A
Enc. 65	Clima
Enc. 66	Ruta crítica, manejo contractual, atrasos en el cronograma.
Enc. 67	N/A
Enc. 68	N/A
Enc. 69	La correcta aplicabilidad del componente contractual del contrato
Enc. 70	Manejo de imprevistos y su análisis al momento de la planificación de un proyecto
Enc. 71	Falta mejor planeación del proyecto desde que inicia
Enc. 72	Planificación y costeo real
Enc. 73	N/A
Enc. 74	N/A
Enc. 75	flujo de caja del proyecto
Enc. 76	entidades de servicios públicos
Enc. 77	N/A
Enc. 78	Un presupuesto bien discriminado
Enc. 79	N/A
Enc. 80	Falta de definición del alcance por parte del cliente final.
Enc. 81	N/A
Enc. 82	Reprocesos por deficiencias en diseños y trámites de licencias y permisos
Enc. 83	Recursos destinados al desarrollo del proyecto Estrategia de planificación eficiente minimizando pérdidas y maximizando las ganancias
Enc. 84	Manejo y acceso de la información (planos, especificaciones, temas contractuales, etc)
Enc. 85	N/A
Enc. 86	Buena relación entre contratante, contratista e interventoría en pro de la ejecución del proyecto
Enc. 87	N/A
Enc. 88	N/A
Enc. 89	N/A
Enc. 90	Presupuesto
Enc. 91	Eficiencia en la comunicación de todas las partes implicadas
Enc. 92	N/A
Enc. 93	Que los diseños consideren los requerimientos de cada institución.

Encuesta	Respuestas sección 2.2.
Enc. 94	Generalmente siempre surgen imprevistos en las obras civiles, y en especial cuando es infraestructura institucional. Considero que siempre es sumamente importante dejar claro con todas las instituciones involucradas cual es la ruta a desarrollar en el proyecto y en definitiva cual es el producto final que se va a entregar.
Enc. 95	N/A
Enc. 96	N/A
Enc. 97	N/A
Enc. 98	N/A
Enc. 99	La disponibilidad de servicios públicos
Enc. 100	Claridad en normativa vigente y su aplicación
Enc. 101	N/A
Enc. 102	N/A
Enc. 103	Marco Normativo no adecuado para los usos requeridos por las instituciones, y su impacto en el entorno.
Enc. 104	N/A
Enc. 105	N/A
Enc. 106	Definición clara de las necesidades para equipos de alta tecnología, generalmente cuando el proyecto es creado, los responsables de definir las necesidades (usuarios finales) no dedican el tiempo suficiente para especificar de manera clara los requerimientos técnicos de equipos de tecnología avanzada y cuando el desarrollo del proyecto está en su etapa final solicitan anexar o cambiar necesidades y requerimientos técnicos.
Enc. 107	Celeridad en los pagos de corte de obra por parte de la institución al contratista (flujo de caja). Cumplimiento semanal programación de obra. Cambios significativos en la Ejecución del proyecto.
Enc. 108	N/A
Enc. 109	N/A
Enc. 110	Financiación de la construcción y su mantenimiento a largo plazo
Enc. 111	Tiempos de respuesta administrativos por parte de la institución
Enc. 112	La tramitología y largo tiempo de la misma
Enc. 113	La falta de definiciones de los diseñadores en algunos momentos de la construcción
Enc. 114	N/A
Enc. 115	La declaración de patrimonio arquitectónico limita en algunos casos las intervenciones, principalmente al momento de ampliar las redes requeridas para el funcionamiento de las edificaciones o el mejoramiento en su interior para ofrecer un mejor servicio.
Enc. 116	N/A
Enc. 117	Conocimiento de buenas prácticas internacionales de gestión de proyectos por parte de los Alonso o directivos de los proyectos. No existe legislación que penalice en nuestros países las malas prácticas de gestión de proyecto. No se realiza una adecuada gestión de comunicaciones
Enc. 118	Desorden institucional

Encuesta	Respuestas sección 2.2.
Enc. 119	N/A
Enc. 120	N/A
Enc. 121	N/A
Enc. 122	N/A
Enc. 123	Clima
Enc. 124	N/A
Enc. 125	N/A
Enc. 126	En general son los aspectos relacionados a los riesgos derivados de la dependencia de aspectos de ejecución o seguimiento de los proyectos en cabeza de las Entidades Territoriales Certificadas en Educación, muy alto grado de dificultad por zonas dispersas y falta de condiciones técnicas y disponibilidad de insumos, asociados a temas de conflicto social.
Enc. 127	N/A
Enc. 128	N/A
Enc. 129	N/A
Enc. 130	N/A

Resultados sección 3.1.

Encuesta	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ
Enc. 1	TA	TA	TA	TA	I	MD	TD	TD	TD	TA	TD	TD	TD	TA	TA
Enc. 2	TA	MA	MA	TA	TA	MA	MA	MD	MD	MA	I	TA	MA	MA	MA
Enc. 3	TA	MA	MA	TA	MA	MD	MA	TA	I	MA	MA	MA	MA	TD	TA
Enc. 4	TA	MA	MD	MA	TA	MD	MA	MA	MD	MA	I	MD	MA	MA	MD
Enc. 5	MA	TA	TA	TA	TA	TA	TD	TD	TA	TA	TA	TA	TA	TD	TA
Enc. 6	MA	TA	MD	TA	TA	TD	MD	TA	TD	MA	MD	MD	TD	MD	MA
Enc. 7	TA	MA	TA	TA	TA	MD	I	I	I	MA	MD	I	TA	I	MA
Enc. 8	MD	MD	I	MD	I	MD	I	I	MD	I	I	I	I	I	I
Enc. 9	TD	MD	TD												
Enc. 10	TA	MA	TA	TA	MA	MA	TD	TD	I	MA	I	TA	MD	MD	TA
Enc. 11	TA	TA	MA	TA	MA	MA	TA	TA	TA	MA	MA	MA	TA	MD	TA
Enc. 12	TD	MD	MD	MD	MD	MD	MA	TA	MA	TD	MD	MD	MA	MD	MD
Enc. 13	TA	MA	MA	TA	MA	TA	TA	TA	MD	TA	TA	MA	MA	MA	TA
Enc. 14	MD	MA	I	TD	TD	MD	MD	MA	MA	MD	MD	TD	TD	MD	TD
Enc. 15	TA	TA	TA	TA	MA	MA	MA	MA	MA	TA	MA	MA	MA	MD	TA
Enc. 16	MA	MA	TA	I	TA	MA	TA	MA	MA	TA	MA	TA	TA	TD	MA
Enc. 17	TA	MA	TA	TA	TA	MD	MA	MA	MD	TA	MA	MA	TA	TD	TA
Enc. 18	TA	MA	TA	TA	TA	MA	I	MD	MD	TA	MA	I	MD	MD	TA
Enc. 19	TA	MA	TA	TA	TA	MA	I	MD	MD	TA	MA	I	MD	MD	TA
Enc. 20	TA	TA	MA	TA	TA	MA	MD	MD	TD	TA	MA	TD	I	MD	TA
Enc. 21	TA	MA	TA	TA	MA	MD	MD	MD	TD	TA	MD	TD	MA	MA	MA
Enc. 22	TD	TD	TD	TD	MD	MD	MA	MA	TA	MD	I	MD	MD	MD	TD
Enc. 23	TA	TA	MA	TA	TA	TA	MD	I	TA	TA	MA	TA	TA	TD	TA
Enc. 24	TA	TD	MA	TA	MD	TD	TD	TD	TD	MA	I	MA	I	I	MA
Enc. 25	TA	MA	TA	TA	MA	MA	MD	MD	MD	MD	TA	MA	MA	MD	TA
Enc. 26	MA	TA	TA	TA	MA	MA	TA	MA	TA	TA	TA	TA	MA	MD	TA
Enc. 27	TD	MA	I	TA	TA	TD	TD	MA	TD	MA	TD	TD	I	MA	MD
Enc. 28	TA	TA	TA	TA	TA	MD	TA	TA	MA	TA	MA	MA	TA	MA	TA
Enc. 29	TA	MA	TA	TA	I	MA	MA	TA	MD	MA	TA	MA	TA	MD	MA
Enc. 30	TA	MA	I	MA	MA	TA	I	MA	I	MA	MA	MA	MA	I	MA
Enc. 31	TD	MD	MD	MD	MD	MA	MD	MA	MD						
Enc. 32	TD	MD	MD	TD	MD	MA	MA	MD	TA	MD	MA	TD	TD	MA	TD
Enc. 33	TA	MA	TA	TA	TA	TA	TA	MA	MD	TA	TA	TD	TA	I	TA
Enc. 34	TA	MA	MA	I	MA	MA	TA	MA	I	MA	MA	MA	MA	MD	TA
Enc. 35	TA	MA	MA	TA	TA	MD	MA	MA	TD	MD	MD	MD	MD	MA	MA
Enc. 36	TA	I	TA	TA	TA	MD	MD	TA	TD	MA	I	MD	MD	I	MA
Enc. 37	TA	MA	I	MA	MA	MA	MA	MA	MD	TA	TA	TA	TA	MA	MA
Enc. 38	TD	I	MD	TD	I	MD	TA	TA	I	TD	I	I	I	TD	TD
Enc. 39	TD	MD	MD	TD	MD	MA	TD	TD	TA	TD	TD	I	I	I	TD

Encuesta	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ
Enc. 40	TA	TA	TA	MA	I	MD	MD	MD	TD	TD	I	MD	I	I	MA
Enc. 41	TA	TD	TD	TA	TA	TD	TA								
Enc. 42	TD	TD	TD	TD	TD	TD	MD	MD	I	MD	MD	TD	TD	TD	TD
Enc. 43	TA	MD	MA	TA	MA	TD	MD	MA	TD	MD	TD	TD	MA	MA	TA
Enc. 44	MD	TD	MD	MA	MD	MD	MD	MD	I	MA	MD	MD	MD	MD	MD
Enc. 45	TA	MA	MA	I	TA	MA	MA	MA	I	MA	MA	MA	TA	MA	MA
Enc. 46	TA	MA	I	MA	TA	MA	MA	MD	TD	I	I	MA	MA	I	MA
Enc. 47	TA	TA	TA	TA	MA	MA	I	MA	TD	TA	TA	TA	TA	MA	TA
Enc. 48	TA	MA	TA	I	MA	MA	TA	TA	I	TA	MA	I	I	TA	MA
Enc. 49	TA	TA	MA	TA	TA	MA	TA	MA	MD	TA	MD	MA	MA	TA	TA
Enc. 50	MA	TA	TA	TA	TA	MA	TA	I	TD	TA	TA	TA	MA	MD	TA
Enc. 51	MA	I	MA	TA	MA	MD	I	MA	MA	TA	I	I	MA	MD	MA
Enc. 52	TA	TD	TA	TA	MA	TD	TD	TA	TD	MA	MD	MD	MD	MA	TA
Enc. 53	TA	MA	TA	TA	TA	MA	MD	MA	MD	MA	TA	TA	MA	TA	TA
Enc. 54	TA	MA	TA	TD	MA	TD	I	I	TD	TA	MD	MD	MA	MD	TA
Enc. 55	TA	I	TA	I	TA	TA	TD	TA							
Enc. 56	MA	MA	MA	MA	TA	TA	MA	MA	I	TA	MA	MA	MA	MA	MA
Enc. 57	TA	TD	MA	TA	MD	MD	MD	TD	MA	MA	TA	MA	TD	MA	MA
Enc. 58	I	TD	MD	MD	I	I	TD	MD	TA	TD	I	TA	MD	MD	TD
Enc. 59	TA	MA	MD	TA	TA	MA	TA	TD	TD	MA	MA	TD	MA	TA	MA
Enc. 60	TA	MA	MA	TA	MA	MD	MA	TA	MA	TA	MD	MD	MA	MD	MA
Enc. 61	TA	TA	TA	TA	MA	TA	TA	TA	MD	TA	TA	MA	TA	MA	TA
Enc. 62	TA	TA	MA	TA	MA	I	MD	MD	MD	TA	MA	MD	TA	MD	TA
Enc. 63	MA	TA	MA	TA	TA	I	MA	I	MD	MA	I	MA	TA	I	MA
Enc. 64	TD	MD	MD	I	I	MA	MD	TA	MA		I	MA	MD	MD	MD
Enc. 65	TA	MA	MA	I	MA	I	TA	TA	MA	MA	I	MA	MA	MD	MA
Enc. 66	TA	I	MD	TA	MA	MD	I	I	MD	TA	MA	MD	MA	MA	TA
Enc. 67	TA	MA	TA	TA	TA	MA	TA	TA	MA	MA	MA	TA	MA	TA	TA
Enc. 68	MA	I	MA	MA	MA	MA	TA	I	MD	TA	MA	MA	MA	TD	MA
Enc. 69	TA	MA	MA	MA	MD	MA	MA	MA	TA	MA	MD	MA	TA	MD	TA
Enc. 70	TA	MA	TA	TA	MA	TA	TA	MA	TA	MA	TA	TA	TA	MA	TA
Enc. 71	TA	TA	TA	TD	TA	MA	TA	TD	TD	TA	TD	TA	TA	TA	TA
Enc. 72	TD	MD	TD	MD	MD	TD	MD	TD	TD	MA	TD	TD	MD	MD	MD
Enc. 73	MA	MA	TA	MA	TA	TA	TA	TA	MA	MD	I	MA	MA	TA	MA
Enc. 74	TD	MD	MD	TD	MD	I	I	I	MA	MD	I	MD	MD	MD	TD
Enc. 75	MA	I	TA	MD	TA	TD	TD	TD	TD	MD	TD	TD	MA	MA	MA
Enc. 76	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MD	MD	MD	MA	MA	MD	MA	MD	TA
Enc. 77	TD	I	TD	TD	MD	MA	TD	MD	MD	TD	MD	I	MD	MD	TD
Enc. 78	TA	MA	TA	TA	MA	MA	MD	TD	MD	TA	I	MA	MA	MD	TA
Enc. 79	TA	TA	TA	TA	MA	MA	MA	TA	TD	MA	I	MA	MA	TD	TA

Encuesta	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ
Enc. 80	TA	MA	TA	TA	TA	MA	TA	I	TD	MA	TA	TA	I	TD	TA
Enc. 81	TA	MA	TA	MA	MA	I	MA	MD	MD	MD	MD	MA	MA	MA	MA
Enc. 82	TA	MA	MA	MD	MA	MD	MA	MD	TD	MD	MD	MD	MA	MD	MA
Enc. 83	TA	MD	MA	TA	TA	TD	MD	MD	TD	TA	MD	MD	I	MA	TA
Enc. 84	TD	MD	MD	MD	MD	TD									
Enc. 85	TA	MD	MA	TA	TA	MD	TD	MA	TD	TD	TD	MA	TA	MA	TA
Enc. 86	TA	MA	MA	TA	TA	I	MA	MA	I	MA	I	MA	TA	MA	TA
Enc. 87	TA	MA	MA	MD	TA	MD	MA	TA	MA	MA	MD	MA	TA	MA	TA
Enc. 88	TA	I	MA	MA	TA	I	MA	MA	I	TA	I	MA	I	MD	MA
Enc. 89	TD	MD	MD	TD											
Enc. 90	TA	TA	TA	TA	TA	MA	MA	MA	TD	TA	MD	I	TA	TD	TA
Enc. 91	MA	I	TA	TA	TD	TD	I	MD	TD	TA	MD	I	MA	MA	TA
Enc. 92	TD	MD	TD	MD	I	MD	MD	MD	MA	I	MD	MD	TD	MD	MD
Enc. 93	TA	TA	MA	TA	I	MD	TA	TD	TD	TA	TA	TD	MA	TD	TA
Enc. 94	TD	TD	MD	TD	I	MD	TD	TD	I	TD	TD	MD	MD	MA	TD
Enc. 95	TA	MA	MA	TA	TA	MA	TA	MD	MD	TA	TA	TA	TA	MA	TA
Enc. 96	MA	I	MA	MA	TA	I	I	MA	TA	MA	I	MA	I	MA	TA
Enc. 97	TA	TA	I	I	TA	MA	TA	TA	I	TA	TA	MA	I	TA	TA
Enc. 98	TD	I	MA	TA	TD	MA	MA	MA	TA	TD	I	MA	TD	MA	MD
Enc. 99	TA	MA	MA	TA	MD	MD	TA	TA	TA	TA	MA	TA	TA	MD	TA
Enc. 100	TD	MD	MA	MA	MA	TD	TD	TD	I	MD	MD	I	MD	MA	TD
Enc. 101	TA	TA	TA	TA	TA	MA	I	I	MD	MA	MA	TA	TA	MA	TA
Enc. 102	MD	I	MD	TD	MD	I	TA	TA	TA	MA	MD	I	MD	MD	MD
Enc. 103	TA	MA	TA	TA	MA	MA	MA	TA	MA	TA	TA	MA	MA	MD	MA
Enc. 104	TD	MD	MD	TD	MD	I	I	I	MA	MA	TA	MA	TA	MA	MA
Enc. 105	TA	MA	TA	TA	TA	MA	TD	I	TD	TA	MA	MA	MA	MA	TA
Enc. 106	TD	TD	TD	TD	MD	MA	TD	TD	TA	MD	MD	TD	MD	MA	TD
Enc. 107	TD	MD	MD	I	I	MA	TA	TA	TA	TD	MD	MD	MD	I	TD
Enc. 108	TD	I	TD	I	TD	MA	TD	TD	TA	TD	TD	TD	TD	TD	TD
Enc. 109	I	MD	MD	I	MD	MD	MD	MD	MD	I	MD	MD	I	TD	I
Enc. 110	TA	MA	I	MA	TA	MD	TD	I	MD	I	MD	TA	I	MA	MD
Enc. 111	MD	MD	MD	TD	MA	MA	MD	MD	I	TD	MD	MD	TD	MD	TD
Enc. 112	TA	MA	TA	I	I	MD	MD	MD	TD	MD	MA	MA	MA	MD	MA
Enc. 113	TD	MA	MA	TD	MA	MD	MA	MA	MA	MD	MA	MA	TD	MD	MA
Enc. 114	MD	I	MA	I	MD	MA	TD	MA	MA	MD	MA	MA	I	I	MD
Enc. 115	TA	MA	TA	TA	MA	MD	MA	MA	MD	MA	MA	MA	TA	MD	MA
Enc. 116	TD	TD	MD												
Enc. 117	MD	MD	MD	MD	MD	MD	TD	MD	TD	TD	MD	MD	MD	TD	MD
Enc. 118	TA	MA	TA	TA	MA	MA	I	I	MD	TA	TA	TA	TA	MD	TA
Enc. 119	TD	MD	I	MD	I	TA	I	I	I	MD	I	TA	MD	MD	MD

Encuesta	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ
Enc. 120	TD	MA	MA	MA	I	TA	I	MA	TA	TD	MA	TA	MA	TD	TD
Enc. 121	TA	TA	TA	I	TD	TD	I	I	TD	TA	I	MD	TA	I	TA
Enc. 122	TA	MA	MA	TD	TD	TA	TA	TD	TD	TD	TA	TA	MA	MA	TA
Enc. 123	TA	MA	TA	TA	MA	MA	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MA	TD	MA
Enc. 124	I	I	I	MA	I	MA	I	MA	MA	MA	MA	MA	MA	I	MA
Enc. 125	TA	MA	MA	TA	TA	MA	MA	TA	TD	TA	MA	I	MA	MD	MA
Enc. 126	TA	MA	I	TA	I	I	MD	I	MD	MA	MA	MD	TA	MD	MA
Enc. 127	TA	MA	MA	TA	TA	MD	TD	TD	TD	MA	I	MA	MD	MA	MA
Enc. 128	MA	MD	MA	TA	TA	MD	MA	TA	TD	MA	MD	TA	TA	TA	TA
Enc. 129	TA	MD	TD	TA	TA	I	MD	I	MD	MD	I	MD	MD	MD	MA
Enc. 130	TA	MA	MA	MA	TA	MA	MA	I	MA	TA	MA	MA	MA	MD	MA

Encuesta	Respuesta Sección 3.2
Enc. 1	N/A
Enc. 2	N/A
Enc. 3	N/A
Enc. 4	La complejidad de proyectos de construcción de edificaciones institucionales es la no disponibilidad in situ de recursos técnicos y presupuestales indispensables para la ejecución
Enc. 5	La complejidad la otorga la cantidad de variables y de incertidumbre que se presenta en cada proyecto según sus características.
Enc. 6	La complejidad no está en el diseño, está en la forma de formular y presentar proyectos donde se cumpla el lleno de los requisitos y la normatividad aplicable
Enc. 7	N/A
Enc. 8	N/A
Enc. 9	N/A
Enc. 10	N/A
Enc. 11	N/A
Enc. 12	N/A
Enc. 13	Una planeación poco adecuada desde la concepción del proyecto dificulta el desarrollo del mismo bajo las realidades de necesidad, prioridad y oportunidad.
Enc. 14	N/A
Enc. 15	N/A
Enc. 16	N/A
Enc. 17	La complejidad de un proyecto está asociada a las condiciones desde su concepción: definición del proyecto y alcance, emplazamiento, recursos disponibles (en el sentido amplio del concepto recursos), tecnologías y métodos constructivos.
Enc. 18	N/A
Enc. 19	N/A
Enc. 20	N/A
Enc. 21	N/A
Enc. 22	N/A
Enc. 23	N/A
Enc. 24	N/A
Enc. 25	N/A
Enc. 26	N/A
Enc. 27	En universidades solo se tiene un proyecto que es el Campus que se construye en etapas (edificios), independiente del tamaño o la inversión la complejidad está en la vinculación al sistema y en resolver múltiples usos en una sola edificación.
Enc. 28	N/A
Enc. 29	N/A
Enc. 30	N/A
Enc. 31	N/A

Encuesta	Respuesta Sección 3.2
Enc. 32	La complejidad de los proyectos de edificaciones institucionales depende de muchos factores entre ellos la tipología del proyecto, las condiciones del entorno e intereses de los stakeholders, es por ello, que generar una definición resulta complicado, en consecuencia, la complejidad del proyecto puede abarcar diferentes disyuntivas entre lo técnico, financiero y contractual que afectan el cronograma, presupuesto y calidad de un proyecto. Es importante señalar que, lo anterior se puede extrapolar a cualquier proyecto de construcción.
Enc. 33	N/A
Enc. 34	Los proyectos institucionales están marcados por las políticas institucionales del mandatario o jefe de turno
Enc. 35	N/A
Enc. 36	N/A
Enc. 37	N/A
Enc. 38	N/A
Enc. 39	N/A
Enc. 40	N/A
Enc. 41	N/A
Enc. 42	N/A
Enc. 43	N/A
Enc. 44	N/A
Enc. 45	N/A
Enc. 46	N/A
Enc. 47	Falta definición o claridad en el alcance de los proyectos lo cual dificultad su planificación y ejecución por parte de las instituciones.
Enc. 48	N/A
Enc. 49	Entre más deficiencia se encuentre en los aspectos normativos, administrativos, fundacional y tecnológico el proyecto se vuelve más complejo
Enc. 50	N/A
Enc. 51	N/A
Enc. 52	Deben responder a las necesidades de una comunidad muy grande donde hay diferencia de pareceres y diferentes intereses personales
Enc. 53	programas completos y requerimientos definidos claramente
Enc. 54	El número de variables a considerar en el desarrollo de este tipo de proyectos es elevado, hay que considerar también que en ocasiones la construcción dentro de una institución no es el <i>core</i> del negocio, por ende, no es en donde se van a entrar todos los objetivos de los empleados y las áreas de la organización. Es decir que lo primordial son los procesos de la institución y posterior a esto la construcción, con esto en mente se debe realizar la planeación de ejecución del proyecto.

Encuesta	Respuesta Sección 3.2
Enc. 55	Todo proyecto institucional merece atención detallada en cada aspecto que lo compone, por tanto, no se puede tratar con ligereza la planeación y gestión de los recursos asignados. De acuerdo con lo anterior, el tiempo dedicado al desarrollo de los estudios y diseños no puede, ni debe ser inferior a los ocho (8) meses o incluso un año, debido a la misma complejidad del detalle y poder cumplir con todas las normas que se involucran en un proyecto institucional, además de contar con un presupuesto para atender con dignidad esta etapa tan importante y decisoria, así como proteger la integridad y dignidad de los profesionales que trabajan en esta etapa.
Enc. 56	N/A
Enc. 57	N/A
Enc. 58	N/A
Enc. 59	N/A
Enc. 60	N/A
Enc. 61	N/A
Enc. 62	N/A
Enc. 63	N/A
Enc. 64	Refiere a la cualidad que adquiere un proyecto dependiendo de diversos factores como su magnitud, uso institucional, ubicación geográfica, grado de especialidad de los recursos necesarios para su ejecución, la localización de fuentes (materiales/insumos) y el origen del dinero para la financiación (Regalías, Recursos Propios, entre otros) y su correcto desarrollo.
Enc. 65	N/A
Enc. 66	N/A
Enc. 67	N/A
Enc. 68	N/A
Enc. 69	N/A
Enc. 70	N/A
Enc. 71	Si se planea bien desde el principio todo el proyecto no habría problemas adelante y con una buena programación de tareas y un buen cronograma
Enc. 72	El protagonismo de los dirigentes
Enc. 73	n/a
Enc. 74	N/A
Enc. 75	la complejidad en mi opinión puede estar relacionada con los imprevistos que se puedan presentar respecto a tramites con las entidades que se involucran para el desarrollo del mismo, imprevistos durante la ejecución del proyecto que genere retrasos en la entrega lo que en ultimas se resume en tiempo = plata!!!
Enc. 76	Para situaciones que se presentan durante la ejecución, no se dan alternativas de diseño de manera inmediata y especifica.
Enc. 77	N/A
Enc. 78	N/A
Enc. 79	N/A
Enc. 80	N/A
Enc. 81	N/A

Encuesta	Respuesta Sección 3.2
Enc. 82	N/A
Enc. 83	N/A
Enc. 84	N/A
Enc. 85	N/A
Enc. 86	N/A
Enc. 87	N/A
Enc. 88	N/A
Enc. 89	N/A
Enc. 90	N/A
Enc. 91	N/A
Enc. 92	N/A
Enc. 93	Iniciar una obra con la totalidad de diseños y especificaciones totalmente definidas, y con ello generar una planificación perfecta.
Enc. 94	N/A
Enc. 95	N/A
Enc. 96	N/A
Enc. 97	N/A
Enc. 98	N/A
Enc. 99	N/A
Enc. 100	N/A
Enc. 101	N/A
Enc. 102	N/A
Enc. 103	N/A
Enc. 104	N/A
Enc. 105	N/A
Enc. 106	La complejidad es una medida de la interrelación de los diferentes aspectos o ejes involucrados en el desarrollo de un proyecto de construcción. Una oportunidad de desarrollo exitoso se genera en la medida que conozcamos el proyecto y la forma y manera en la que los aspectos o ejes involucrado se complementan entre sí y como se impactan entre sí.
Enc. 107	N/A
Enc. 108	N/A
Enc. 109	N/A
Enc. 110	N/A
Enc. 111	N/A
Enc. 112	N/A
Enc. 113	N/A
Enc. 114	N/A

Encuesta	Respuesta Sección 3.2
Enc. 115	Uno de los elementos que añaden complejidad a la construcción de edificaciones institucionales, es el desconocimiento de construcción de los interesados y de los requisitos que se manejan, algunas veces hacen comparaciones con la construcción o adecuación de sus propias viviendas, en lo técnico y lo económico, lo cual no tiene sentido. Otro aspecto, que impacta principalmente el sector público, es el desconocimiento de la ley de contratación o los estatutos de contratación de cada entidad.
Enc. 116	N/A
Enc. 117	N/A
Enc. 118	N/A
Enc. 119	N/A
Enc. 120	N/A
Enc. 121	el presupuesto y cronograma son muy ajustados ya que los proyectos cambian en el desarrollo.
Enc. 122	N/A
Enc. 123	N/A
Enc. 124	N/A
Enc. 125	N/A
Enc. 126	N/A
Enc. 127	N/A
Enc. 128	N/A
Enc. 129	N/A
Enc. 130	N/A

Anexo 3

Formulario de Encuesta 2

Proyectos de Edificaciones Institucionales

1. Nombre(s) y Apellidos

2. Correo electrónico

3. Seleccione de 1 a 5, siendo 5 lo más alto y 1 lo más bajo, el grado de importancia que tiene los siguientes aspectos en el desarrollo de los proyectos de construcción de edificaciones institucionales. O marcar N/A. (No aplica)

	N/A	1	2	3	4	5
Ciudad o lugar donde se realiza la obra	<input type="radio"/>					
Adaptabilidad a las exigencias técnicas del proyecto	<input type="radio"/>					
Falta de tecnología apropiada	<input type="radio"/>					
Trámites legales	<input type="radio"/>					
Trámites de servicios públicos	<input type="radio"/>					
Normatividad	<input type="radio"/>					
Forma de financiamiento de la institución	<input type="radio"/>					
Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)	<input type="radio"/>					
Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos	<input type="radio"/>					
Falta o ausencia de planificación	<input type="radio"/>					

Anexo 4

Resultados de Encuesta 2

Encuestado	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
Enc. 1	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5
Enc. 2	4	4	3	5	5	5	3	4	3	5
Enc. 3	4	5	3	2	2	3	4	4	1	1
Enc. 4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4
Enc. 5	5	4	5	4	4	4	5	3	5	5
Enc. 6	3	5	4	4	4	5	5	5	4	3
Enc. 7	3	5	5	5	5	5	4	3	5	5
Enc. 8	4	4	4	3	3	4	4	4	0	0
Enc. 9	5	5	1	5	5	5	5	5	1	1
Enc. 10	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5
Enc. 11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Enc. 12	5	5	4	5	5	5	3	4	4	5
Enc. 13	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Enc. 14	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4
Enc. 15	3	4	5	5	5	5	4	5	5	5
Enc. 16	5	3	5	5	4	5	4	3	5	5
Enc. 17	3	5	4	5	5	4	5	5	5	5
Enc. 18	0	5	4	3	1	5	4	4	4	4
Enc. 19	3	4	3	5	5	5	4	5	5	5
Enc. 20	4	4	5	5	5	5	3	4	3	5
Enc. 21	5	5	4	5	3	2	3	4	4	3
Enc. 22	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4
Enc. 23	5	4	4	5	2	3	2	4	5	5
Enc. 24	5	5	3	4	4	4	4	3	3	4
Enc. 25	5	4	4	5	4	5	5	4	3	4
Enc. 26	5	5	4	5	4	5	3	2	3	5
Enc. 27	4	4	4	4	3	5	3	4	5	5
Enc. 28	4	3	3	1	1	1	1	4	4	5
Enc. 29	4	4	3	4	3	2	5	3	4	3
Enc. 30	4	3	5	5	4	5	4	4	4	5
Enc. 31	4	3	3	3	2	2	2	3	3	4
Enc. 32	3	5	4	5	5	5	5	4	5	5
Enc. 33	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5
Enc. 34	5	4	4	4	5	5	3	5	4	5
Enc. 35	2	4	4	5	5	5	4	4	5	5
Enc. 36	4	5	4	4	4	5	3	5	3	5
Enc. 37	4	5	5	5	5	5	3	3	4	3

Encuestado	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
Enc. 38	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Enc. 39	2	3	5	5	5	4	4	3	3	4
Enc. 40	1	3	3	4	4	4	4	4	5	5
Enc. 41	3	4	3	5	5	5	5	2	5	5
Enc. 42	4	4	4	5	5	5	1	3	4	4
Enc. 43	5	5	3	5	3	3	3	3	5	5
Enc. 44	3	2	4	5	5	5	5	3	4	5
Enc. 45	4	4	5	5	4	5	3	2	5	5
Enc. 46	3	4	2	2	2	3	5	3	1	2
Enc. 47	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5
Enc. 48	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3
Enc. 49	4	4	4	4	3	5	3	3	3	5
Enc. 50	5	4	4	5	5	5	3	5	5	5
Enc. 51	4	5	4	5	5	5	4	4	4	5
Enc. 52	3	4	5	1	1	1	4	2	4	5
Enc. 53	4	5	3	5	5	5	4	4	5	4
Enc. 54	1	3	2	2	1	5	1	2	3	4
Enc. 55	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Enc. 56	3	2	3	4	5	4	5	5	4	5
Enc. 57	1	1	4	5	5	5	4	4	4	5
Enc. 58	1	1	1	5	5	5	5	3	5	5
Enc. 59	5	3	5	5	5	4	5	4	5	5
Enc. 60	5	4	3	5	5	5	5	5	4	4
Enc. 61	5	5	2	4	3	4	4	4	4	5
Enc. 62	4	4	1	4	4	4	5	2	4	5
Enc. 63	3	5	5	5	5	5	5	4	5	5
Enc. 64	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5
Enc. 65	2	5	4	4	4	4	5	5	5	5
Enc. 66	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5
Enc. 67	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Enc. 68	4	4	3	4	3	5	3	5	4	4
Enc. 69	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
Enc. 70	5	5	2	5	5	5	5	5	5	4
Enc. 71	3	5	4	5	4	5	5	4	5	5
Enc. 72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enc. 73	4	3	3	4	4	4	4	5	4	4
Enc. 74	5	3	4	5	4	4	3	3	3	5

Encuestado	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
Enc. 75	3	3	3	5	5	5	4	3	4	5
Enc. 76	5	5	5	4	4	5	4	3	5	5
Enc. 77	3	3	4	3	4	5	5	3	4	4
Enc. 78	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Enc. 79	4	4	3	3	4	5	3	3	3	4
Enc. 80	4	5	4	4	5	5	4	5	3	5
Enc. 81	5	3	3	4	4	4	5	4	5	5
Enc. 82	5	5	3	5	4	5	5	4	4	5
Enc. 83	2	3	4	4	4	4	5	4	5	5
Enc. 84	3	3	1	4	4	5	3	2	3	5
Enc. 85	4	4	3	5	5	5	3	3	4	5
Enc. 86	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5
Enc. 87	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
Enc. 88	0	5	0	3	3	5	5	3	3	5
Enc. 89	5	5	5	5	3	5	5	5	5	4
Enc. 90	4	5	3	5	5	5	3	4	4	4
Enc. 91	5	3	4	3	2	2	3	4	3	4
Enc. 92	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Enc. 93	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5
Enc. 94	5	5	5	4	3	5	5	4	5	5
Enc. 95	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0
Enc. 96	5	4	3	4	4	4	3	4	4	4
Enc. 97	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5
Enc. 98	5	4	2	3	4	5	5	5	3	1
Enc. 99	1	5	4	5	5	5	4	3	5	5
Enc. 100	5	4	4	4	3	3	5	4	2	3
Enc. 101	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5
Enc. 102	4	3	5	4	4	5	5	4	4	5
Enc. 103	4	4	3	4	5	3	5	2	3	1
Enc. 104	2	1	2	3	0	4	1	0	1	5
Enc. 105	0	5	5	3	5	4	5	3	4	4
Enc. 106	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Enc. 107	2	5	3	5	4	5	4	3	5	5
Enc. 108	2	5	2	5	5	5	5	5	3	5
Enc. 109	3	0	3	3	3	3	4	5	5	2
Enc. 110	4	5	3	4	2	5	5	2	3	5
Enc. 111	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4

Encuestado	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
Enc. 112	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5
Enc. 113	5	4	3	5	5	5	3	4	1	2
Enc. 114	1	4	3	5	4	5	4	2	1	3
Enc. 115	3	4	3	4	3	3	4	4	5	4
Enc. 116	5	4	4	5	3	2	4	4	5	5
Enc. 117	2	4	4	3	3	2	3	3	5	5
Enc. 118	3	5	3	5	1	5	5	2	3	4
Enc. 119	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Enc. 120	5	5	0	3	3	5	5	5	5	5
Enc. 121	5	5	3	5	5	5	5	4	4	4
Enc. 122	0	2	3	1	1	4	4	3	1	1
Enc. 123	3	4	5	3	4	5	5	5	2	5
Enc. 124	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Enc. 125	5	3	3	4	4	5	5	3	4	5
Enc. 126	5	5	0	5	5	5	5	5	3	4
Enc. 127	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5
Enc. 128	5	5	4	5	5	5	4	4	5	4
Enc. 129	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Enc. 130	4	3	2	4	4	2	5	3	2	4

Anexo 5

Resultados de Entrevistas

Proyecto: Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J *

Entrevistado: Ana María Uzcátegui (Coordinadora) *

1. ¿Para usted qué fue lo más complejo en el desarrollo del proyecto Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J? *

Los espacios acústicos 2 y 3, complejidad técnicas y aislamientos. Diseño hecho por una empresa americana. Temas de coordinación. Muro de contención muro de 18 m de profundidad, el proceso constructivo fue complejo y largo. El área del auditorio porque no se tenía un diseño específico para ese espacio, ya que era múltiple y tuvieron que rediseñarlo en todas las disciplinas.

2. El proyecto Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J, ¿usted lo considera normal, complejo o singular? Y ¿por qué? *

Complejo

Por qué:

Porque tenía un componente acústico (técnico) importante, técnico de refrigeración y aire acondicionado. Cada espacio era pequeño y debería tener una temperatura particular en cada espacio que conforma el edificio. Las fachadas también fueron complejas. El material era diferente.

3. Favor diligenciar la herramienta *



Interesados (stakeholders)

0.72

	¿N/A?	1	5	
15 Interdependencia entre las dependencias involucradas	<input type="checkbox"/>	<	>	3.8
16 Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo	<input type="checkbox"/>	<	>	3.4
17 Cantidad de interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>	<	>	3.0
18 Conflictos entre interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>	<	>	4.5
19 Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>	<	>	2.5
28 Experiencia de los proveedores	<input type="checkbox"/>	<	>	3.6
29 Cantidad de proveedores	<input type="checkbox"/>	<	>	4.4
30 Forma de contratos de los proveedores	<input type="checkbox"/>	<	>	3.6

$$C = 0.742 \times F15 + 0.692 \times F16 + 0.652 \times F17 + 0.661 \times F18 + 0.673 \times F19 + 0.616 \times F28 + 0.597 \times F29 + 0.624 \times F30 = 18.88$$

O Amenazas

0.65

- 5 Alcance mal definido
- 6 Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)
- 7 Incertidumbre
- 10 Gran Cantidad de Riesgos
- N10 Falta o ausencia de planificación

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	4.1
<input type="checkbox"/>	<	>	3.5
<input type="checkbox"/>	<	>	2.5
<input type="checkbox"/>	<	>	3.0
<input type="checkbox"/>	<	>	2.5

$$O = 0.935 \times F5 + 0.849 \times F6 + 0.728 \times F7 + 0.503 \times F10 + 0.453 \times FN10 = 11.27$$

M Condiciones Geográficas

0.68

- 4 Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos
- N1 Ciudad o lugar donde se realiza la obra
- N8 Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
<input type="checkbox"/>	<	>	2.3
<input type="checkbox"/>	<	>	3.5

$$M = 0.586 \times F4 + 0.329 \times FN1 + 0.421 \times FN8 = 4.57$$

P Tecnologías e innovación

0.74

- 22 Proceso constructivo inusual
- 23 Diseño arquitectónico inusual
- N3 Falta de tecnología apropiada

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	3.5
<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
<input type="checkbox"/>	<	>	2.5

$$P = 0.884 \times F22 + 0.854 \times F23 + 0.234 \times FN3 = 4.00$$

L Trámites Administrativos

0.63

- N4 Trámites legales
- N5 Trámites de servicios públicos
- N6 Normatividad

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	3.4
<input type="checkbox"/>	<	>	3.0
<input type="checkbox"/>	<	>	3.0

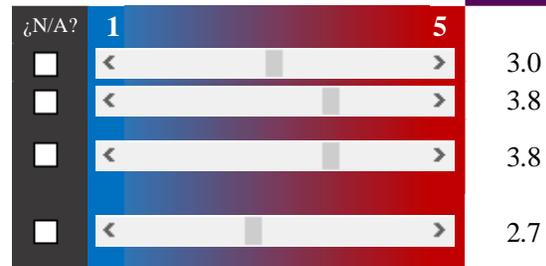
$$L = 0.825 \times FN4 + 0.891 \times FN5 + 0.684 \times FN6 = 7.53$$



Recursos Físicos

0.68

- 21 Problemas en Seguridad Industrial
- 24 Disponibilidad de recursos materiales
- 25 Disponibilidad de personal calificado y no calificado
- 27 Diferencias en los grados de aceptación por calidad



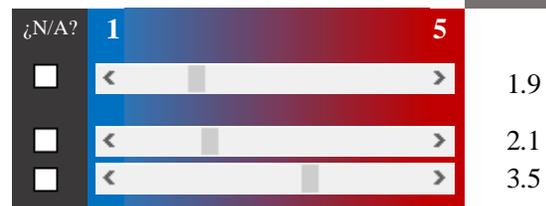
$$E = 0.666 \times F21 + 0.83 \times F24 + 0.876 \times F25 + 0.556 \times F27 = 9.98$$



Relaciones Corporativas

0.51

- 3 Importancia en la agenda pública de la institución
- 11 Configuración institucional
- 20 Entornos Dinámicos



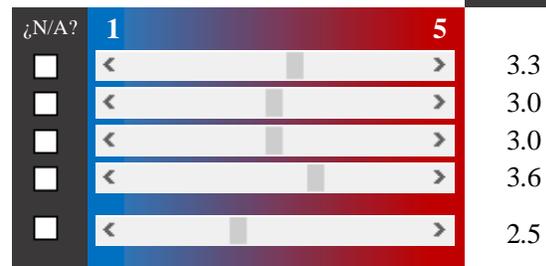
$$X = 0.43 \times F3 + 0.636 \times F11 + 0.621 \times F20 = 4.33$$



Gestión de Recursos Humanos

0.64

- 12 Desempeño del Equipo de trabajo
- 13 Madurez del equipo de trabajo
- 14 Conocimiento deficiente del equipo de trabajo
- 26 Variedad de conceptos técnicos
- N9 Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos



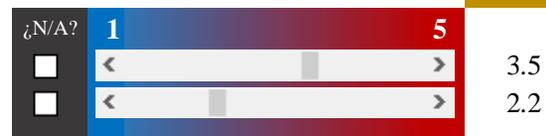
$$I = 0.78 \times F12 + 0.775 \times F13 + 0.491 \times F14 + 0.656 \times F26 + 0.204 \times FN9 = 9.24$$



Factores Económicos

0.58

- 9 Costos del proyecto
- N7 Forma de financiamiento de la institución



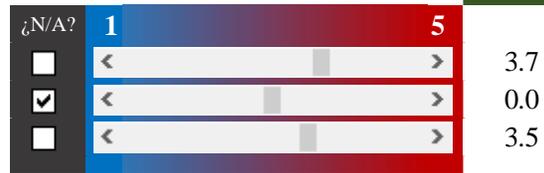
$$T = 0.407 \times F9 + 0.337 \times FN7 = 2.17$$



Y Tiempo

- 1 Gran duración
- 2 Corta duración (cronograma comprimido)
- 8 Urgencia en su culminación (entrega)

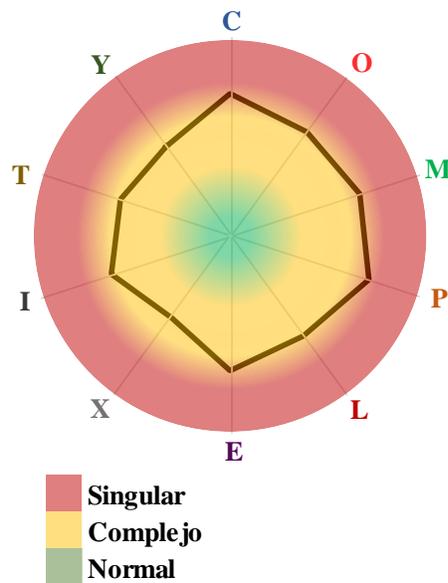
0.56



$$Y = 0.254 \times F1 + 0.303 \times F2 + 0.913 \times F8 = 4.14$$

Resumen

- C** Interesados (stakeholders)
- O** Amenazas
- M** Condiciones Geográficas
- P** Tecnologías e innovación
- L** Trámites Administrativos
- E** Recursos Físicos
- X** Relaciones Corporativas
- I** Gestión de Recursos Humanos
- T** Factores Económicos
- Y** Tiempo



4. ¿De acuerdo con el resultado, usted considera que es similar a lo experimentado en el desarrollo del proyecto? *

Se asemeja a la realidad, el tema de los interesados siempre es complejo por la gran cantidad de personas y de intereses q intervienen. Por otro lado, el tema de la tecnología fue importante en este proyecto, ya que era la primera vez que se instalaban escaleras con unas luces bastante grandes, que ni siquiera el proveedor había instalado en el país.

5. ¿Considera que es importante tener este tipo de herramientas?, ¿Por qué? *

Sí es importante porque ayuda a dimensionar los grandes retos del proyecto y ayuda a ver dónde enfocarse y dar más importancia. Los edificios son completamente diferentes, no hay edificios con condiciones similares.

Proyecto: Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J *

Entrevistado: Giovanni Torres (Director de Interventoría) *

1. ¿Para usted qué fue lo más complejo en el desarrollo del proyecto Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J? *

Coordinaciones técnicas de todas las áreas de ingeniería y arquitectura que involucraba el edificio. Una edificación con múltiples enfoques estructurales. Arquitectura con acabados. Instalaciones técnicas, música, artes escénicas. Acabados acústicos, ventilación, instalaciones hidráulicas. Cielorraso, tenía un orden y coordinar para que todos estuvieran. 10 diseño.

2. El proyecto Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J, ¿usted lo considera normal, complejo o singular? Y ¿por qué? *

Complejo

Por qué:

Por la Coordinación técnica.

3. Favor diligenciar la herramienta *



Interesados (stakeholders)

0.89

	¿N/A?	1	5	
15 Interdependencia entre las dependencias involucradas	<input type="checkbox"/>	<	>	5.0
16 Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo	<input type="checkbox"/>	<	>	4.2
17 Cantidad de interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>	<	>	5.0
18 Conflictos entre interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>	<	>	5.0
19 Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>	<	>	3.3
28 Experiencia de los proveedores	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
29 Cantidad de proveedores	<input type="checkbox"/>	<	>	5.0
30 Forma de contratos de los proveedores	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0

$$C = 0.742 \times F15 + 0.692 \times F16 + 0.652 \times F17 + 0.661 \times F18 + 0.673 \times F19 + 0.616 \times F28 + 0.597 \times F29 + 0.624 \times F30 = 23.35$$

O Amenazas

0.78

- 5 Alcance mal definido
- 6 Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)
- 7 Incertidumbre
- 10 Gran Cantidad de Riesgos
- N10 Falta o ausencia de planificación

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			4.1
<input type="checkbox"/>			4.3
<input type="checkbox"/>			2.9
<input type="checkbox"/>			3.8
<input type="checkbox"/>			4.5

$$O = 0.935 \times F5 + 0.849 \times F6 + 0.728 \times F7 + 0.503 \times F10 + 0.453 \times FN10 = 13.55$$

M Condiciones Geográficas

0.80

- 4 Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos
- N1 Ciudad o lugar donde se realiza la obra
- N8 Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			4.0
<input type="checkbox"/>			3.1
<input type="checkbox"/>			4.7

$$M = 0.586 \times F4 + 0.329 \times FN1 + 0.421 \times FN8 = 5.34$$

P Tecnologías e innovación

0.91

- 22 Proceso constructivo inusual
- 23 Diseño arquitectónico inusual
- N3 Falta de tecnología apropiada

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			4.7
<input type="checkbox"/>			5.0
<input type="checkbox"/>			2.9

$$P = 0.884 \times F22 + 0.854 \times F23 + 0.234 \times FN3 = 4.95$$

L Trámites Administrativos

0.50

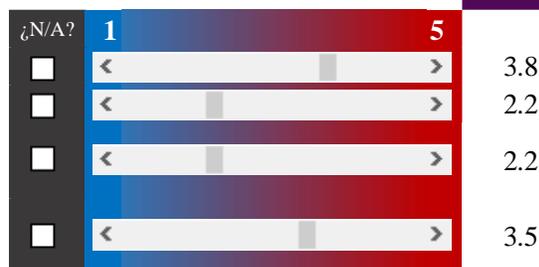
- N4 Trámites legales
- N5 Trámites de servicios públicos
- N6 Normatividad

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			2.2
<input type="checkbox"/>			3.0
<input type="checkbox"/>			2.2

$$L = 0.825 \times FN4 + 0.891 \times FN5 + 0.684 \times FN6 = 5.99$$

E Recursos Físicos **0.56**

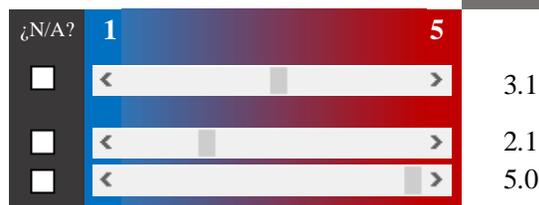
- 21 Problemas en Seguridad Industrial
- 24 Disponibilidad de recursos materiales
- 25 Disponibilidad de personal calificado y no calificado
- 27 Diferencias en los grados de aceptación por calidad



$$E = 0.666 \times F21 + 0.83 \times F24 + 0.876 \times F25 + 0.556 \times F27 = 8.23$$

X Relaciones Corporativas **0.68**

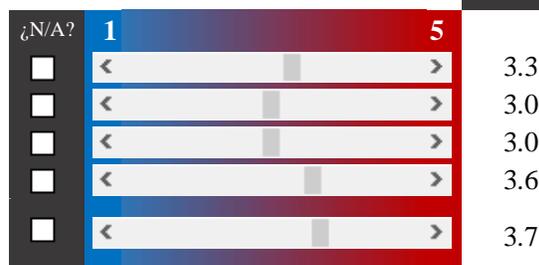
- 3 Importancia en la agenda pública de la institución
- 11 Configuración institucional
- 20 Entornos Dinámicos



$$X = 0.43 \times F3 + 0.636 \times F11 + 0.621 \times F20 = 5.77$$

I Gestión de Recursos Humanos **0.65**

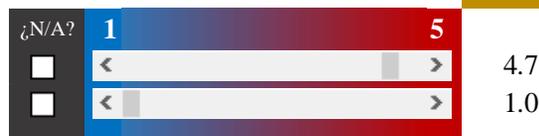
- 12 Desempeño del Equipo de trabajo
- 13 Madurez del equipo de trabajo
- 14 Conocimiento deficiente del equipo de trabajo
- 26 Variedad de conceptos técnicos
- N9 Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos



$$I = 0.78 \times F12 + 0.775 \times F13 + 0.491 \times F14 + 0.656 \times F26 + 0.204 \times FN9 = 9.49$$

T Factores Económicos **0.60**

- 9 Costos del proyecto
- N7 Forma de financiamiento de la institución

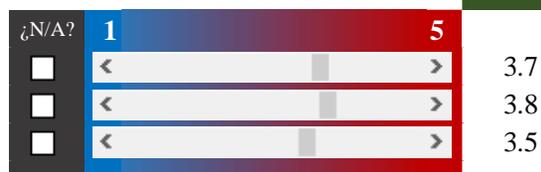


$$T = 0.407 \times F9 + 0.337 \times FN7 = 2.25$$

Y Tiempo

0.72

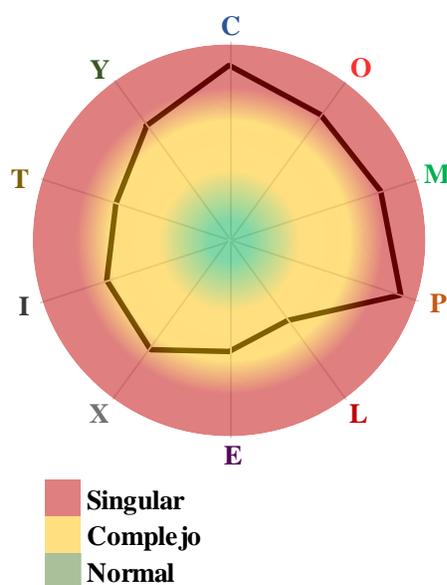
- 1 Gran duración
- 2 Corta duración (cronograma comprimido)
- 8 Urgencia en su culminación (entrega)



$$Y = 0.254 \times F1 + 0.303 \times F2 + 0.913 \times F8 = 5.29$$

Resumen

- C Interesados (stakeholders)
- O Amenazas
- M Condiciones Geográficas
- P Tecnologías e innovación
- L Trámites Administrativos
- E Recursos Físicos
- X Relaciones Corporativas
- I Gestión de Recursos Humanos
- T Factores Económicos
- Y Tiempo



4. ¿De acuerdo con el resultado, usted considera que es similar a lo experimentado en el desarrollo del proyecto? *

Sí está de acuerdo, Los resultados de la gráfica reflejan los aspectos que fueron complejos en la construcción del edificio. De hecho, pensé en cambiar la respuesta de la segunda pregunta y decir que estaba entre complejo y singular.

5. ¿Considera que es importante tener este tipo de herramientas?, ¿Por qué? *

sí, muy importante, para la planeación del proyecto y para la identificación de riesgos de los contratos y su seguimiento.

Proyecto: Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J *

Entrevistado: Javier Forero (Director de recursos físicos) *

1. ¿Para usted qué fue lo más complejo en el desarrollo del proyecto Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J? *

Fue el tema en el área de música, los componentes acústicos y el tema de integración de audio y video. La excavación 45 mil metros cúbicos y bajo placa muy difícil. Los retos fue un desafío, cimentación y tema acústico.

2. El proyecto Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J, ¿usted lo considera normal, complejo o singular? Y ¿por qué? *

Complejo

Por qué:

El tema de integrar, es importante al uso del edificio. El reto definir como en arquitectura era importante, en Artes, música y en artes visuales son muy diferentes y no le importa a los demás. Desde el punto de vista de construcción: cimentación.

3. Favor diligenciar la herramienta *



Interesados (stakeholders)

0.71

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			4.0
<input type="checkbox"/>			4.0
<input type="checkbox"/>			4.5
<input type="checkbox"/>			3.5
<input type="checkbox"/>			2.0
<input type="checkbox"/>			2.5
<input type="checkbox"/>			4.0
<input type="checkbox"/>			4.0

$$C = 0.742 \times F15 + 0.692 \times F16 + 0.652 \times F17 + 0.661 \times F18 + 0.673 \times F19 + 0.616 \times F28 + 0.597 \times F29 + 0.624 \times F30 = 18.75$$

O Amenazas

0.73

	¿N/A?	1	5	
5 Alcance mal definido	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
6 Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
7 Incertidumbre	<input type="checkbox"/>	<	>	3.0
10 Gran Cantidad de Riesgos	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
N10 Falta o ausencia de planificación	<input type="checkbox"/>	<	>	3.0

$$O = 0.935 \times F5 + 0.849 \times F6 + 0.728 \times F7 + 0.503 \times F10 + 0.453 \times FN10 = 12.69$$

M Condiciones Geográficas

0.63

	¿N/A?	1	5	
4 Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
N1 Ciudad o lugar donde se realiza la obra	<input type="checkbox"/>	<	>	2.5
N8 Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)	<input type="checkbox"/>	<	>	2.5

$$M = 0.586 \times F4 + 0.329 \times FN1 + 0.421 \times FN8 = 4.22$$

P Tecnologías e innovación

0.74

	¿N/A?	1	5	
22 Proceso constructivo inusual	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
23 Diseño arquitectónico inusual	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
N3 Falta de tecnología apropiada	<input type="checkbox"/>	<	>	2.5

$$P = 0.884 \times F22 + 0.854 \times F23 + 0.234 \times FN3 = 4.00$$

L Trámites Administrativos

0.69

	¿N/A?	1	5	
N4 Trámites legales	<input type="checkbox"/>	<	>	2.4
N5 Trámites de servicios públicos	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
N6 Normatividad	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0

$$L = 0.825 \times FN4 + 0.891 \times FN5 + 0.684 \times FN6 = 8.28$$

E Recursos Físicos **0.42**

	¿N/A?	1	5	
21 Problemas en Seguridad Industrial	<input type="checkbox"/>			2.5
24 Disponibilidad de recursos materiales	<input type="checkbox"/>			1.8
25 Disponibilidad de personal calificado y no calificado	<input type="checkbox"/>			1.8
27 Diferencias en los grados de aceptación por calidad	<input type="checkbox"/>			2.5

$$E = 0.666 \times F21 + 0.83 \times F24 + 0.876 \times F25 + 0.556 \times F27 = 6.13$$

X Relaciones Corporativas **0.51**

	¿N/A?	1	5	
3 Importancia en la agenda pública de la institución	<input type="checkbox"/>			2.0
11 Configuración institucional	<input type="checkbox"/>			2.0
20 Entornos Dinámicos	<input type="checkbox"/>			3.5

$$X = 0.43 \times F3 + 0.636 \times F11 + 0.621 \times F20 = 4.31$$

I Gestión de Recursos Humanos **0.45**

	¿N/A?	1	5	
12 Desempeño del Equipo de trabajo	<input type="checkbox"/>			2.5
13 Madurez del equipo de trabajo	<input type="checkbox"/>			2.0
14 Conocimiento deficiente del equipo de trabajo	<input type="checkbox"/>			2.0
26 Variedad de conceptos técnicos	<input type="checkbox"/>			2.6
N9 Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos	<input type="checkbox"/>			2.0

$$I = 0.78 \times F12 + 0.775 \times F13 + 0.491 \times F14 + 0.656 \times F26 + 0.204 \times FN9 = 6.60$$

T Factores Económicos **0.45**

	¿N/A?	1	5	
9 Costos del proyecto	<input type="checkbox"/>			2.5
N7 Forma de financiamiento de la institución	<input type="checkbox"/>			2.0

$$T = 0.407 \times F9 + 0.337 \times FN7 = 1.69$$

Y Tiempo

0.64

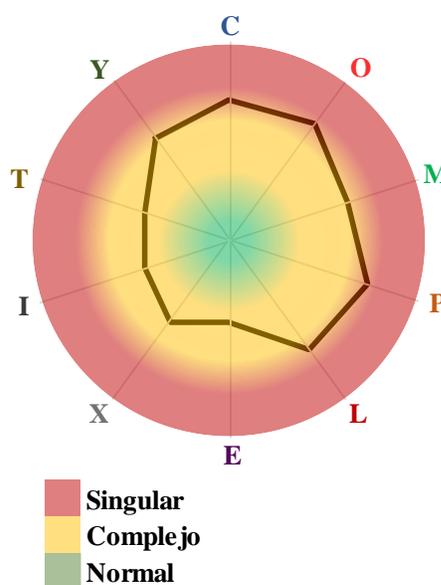
- 1 Gran duración
- 2 Corta duración (cronograma comprimido)
- 8 Urgencia en su culminación (entrega)

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
<input checked="" type="checkbox"/>	<	>	0.0
<input type="checkbox"/>	<	>	4.0

$$Y = 0.254 \times F1 + 0.303 \times F2 + 0.913 \times F8 = 4.67$$

Resumen

- C** Interesados (stakeholders)
- O** Amenazas
- M** Condiciones Geográficas
- P** Tecnologías e innovación
- L** Trámites Administrativos
- E** Recursos Físicos
- X** Relaciones Corporativas
- I** Gestión de Recursos Humanos
- T** Factores Económicos
- Y** Tiempo



4. ¿De acuerdo con el resultado usted considera que es similar a lo experimentado en el desarrollo del proyecto? *

Sí es similar a lo experimentado, la percepción la se vuelve un dato.

5. ¿Considera que es importante tener este tipo de herramientas?, ¿Por qué? *

Sí es importante tener la herramienta, pueden dar elementos concretos para planear muy bien el proyecto. Elementos de recursos humanos, tiempo dinero y relación con el entorno. Importante como la matriz de trazabilidad. Todo proyecto, cada proyecto tiene una particularidad. Usarlo en la planeación del proyecto.

Proyecto: Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J *

Entrevistado: Lina Achury (jefe de planta física) *

1. ¿Para usted qué fue lo más complejo en el desarrollo del proyecto Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J? *

Coordinación de diseños

2. El proyecto Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J, ¿usted lo considera normal, complejo o singular? Y ¿por qué? *

Complejo

Por qué:

Porque es un edificio que no es normal, para mí normal es oficinas. Es un edificio con espacios académicos y especificaciones técnicas muy especiales. Especiales aires acondicionados, acústicos, materialidad específica, materiales absorbentes, para los cuales están diseñados, los pisos de artes escénicas son especiales. Tiene una sala múltiple que es de triple altura y que fuera de múltiples usos. las sillas son especiales y parrillas de mantenimiento.

3. Favor diligenciar la herramienta *



Interesados (stakeholders)

0.78

	¿N/A?	1	5	
15 Interdependencia entre las dependencias involucradas	<input type="checkbox"/>	<	>	5.0
16 Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
17 Cantidad de interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>	<	>	5.0
18 Conflictos entre interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
19 Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>	<	>	1.0
28 Experiencia de los proveedores	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
29 Cantidad de proveedores	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
30 Forma de contratos de los proveedores	<input type="checkbox"/>	<	>	4.0

$$C = 0.742 \times F15 + 0.692 \times F16 + 0.652 \times F17 + 0.661 \times F18 + 0.673 \times F19 + 0.616 \times F28 + 0.597 \times F29 + 0.624 \times F30 = 20.40$$

O Amenazas

0.61

- 5 Alcance mal definido
- 6 Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)
- 7 Incertidumbre
- 10 Gran Cantidad de Riesgos
- N10 Falta o ausencia de planificación

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			1.7
<input type="checkbox"/>			3.2
<input type="checkbox"/>			4.1
<input type="checkbox"/>			3.9
<input type="checkbox"/>			3.0

$$O = 0.935 \times F5 + 0.849 \times F6 + 0.728 \times F7 + 0.503 \times F10 + 0.453 \times FN10 = 10.61$$

M Condiciones Geográficas

0.66

- 4 Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos
- N1 Ciudad o lugar donde se realiza la obra
- N8 Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			3.0
<input type="checkbox"/>			2.9
<input type="checkbox"/>			4.0

$$M = 0.586 \times F4 + 0.329 \times FN1 + 0.421 \times FN8 = 4.40$$

P Tecnologías e innovación

0.82

- 22 Proceso constructivo inusual
- 23 Diseño arquitectónico inusual
- N3 Falta de tecnología apropiada

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			4.0
<input type="checkbox"/>			4.1
<input type="checkbox"/>			4.0

$$P = 0.884 \times F22 + 0.854 \times F23 + 0.234 \times FN3 = 4.44$$

L Trámites Administrativos

0.81

- N4 Trámites legales
- N5 Trámites de servicios públicos
- N6 Normatividad

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			4.1
<input type="checkbox"/>			4.0
<input type="checkbox"/>			4.0

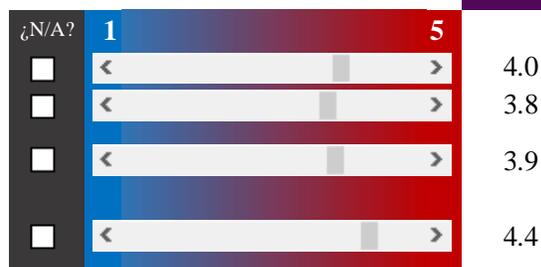
$$L = 0.825 \times FN4 + 0.891 \times FN5 + 0.684 \times FN6 = 9.68$$

E

Recursos Físicos

0.80

- 21 Problemas en Seguridad Industrial
- 24 Disponibilidad de recursos materiales
- 25 Disponibilidad de personal calificado y no calificado
- 27 Diferencias en los grados de aceptación por calidad



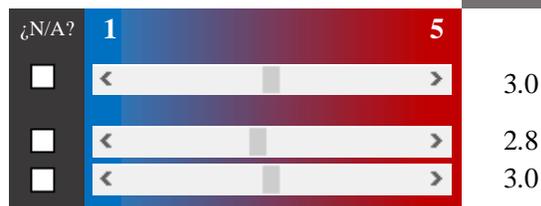
$$E = 0.666 \times F21 + 0.83 \times F24 + 0.876 \times F25 + 0.556 \times F27 = 11.68$$

X

Relaciones Corporativas

0.58

- 3 Importancia en la agenda pública de la institución
- 11 Configuración institucional
- 20 Entornos Dinámicos



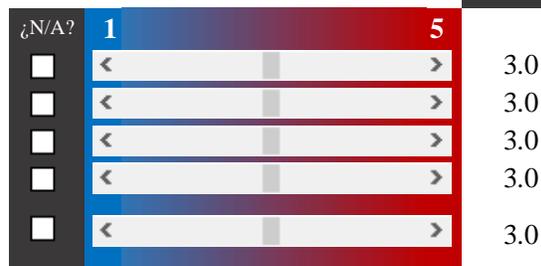
$$X = 0.43 \times F3 + 0.636 \times F11 + 0.621 \times F20 = 4.93$$

I

Gestión de Recursos Humanos

0.60

- 12 Desempeño del Equipo de trabajo
- 13 Madurez del equipo de trabajo
- 14 Conocimiento deficiente del equipo de trabajo
- 26 Variedad de conceptos técnicos
- N9 Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos



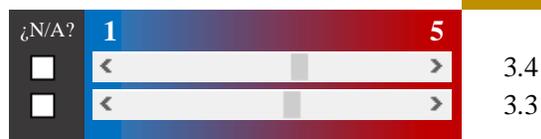
$$I = 0.78 \times F12 + 0.775 \times F13 + 0.491 \times F14 + 0.656 \times F26 + 0.204 \times FN9 = 8.72$$

T

Factores Económicos

0.67

- 9 Costos del proyecto
- N7 Forma de financiamiento de la institución

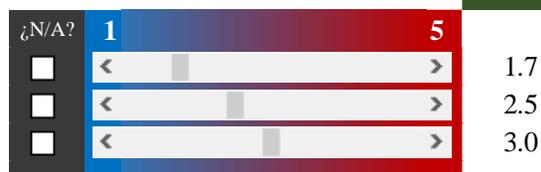


$$T = 0.407 \times F9 + 0.337 \times FN7 = 2.50$$

Y Tiempo

0.53

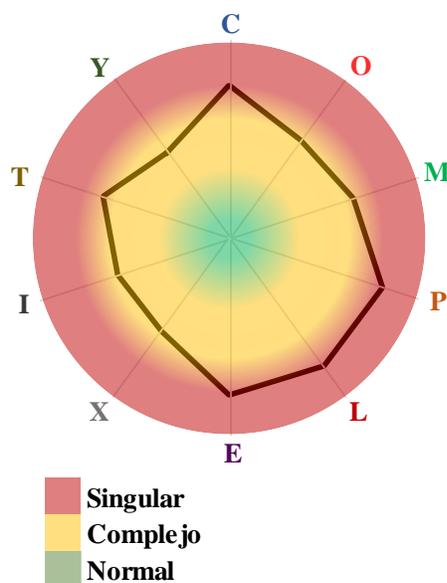
- 1 Gran duración
- 2 Corta duración (cronograma comprimido)
- 8 Urgencia en su culminación (entrega)



$$Y = 0.254 \times F1 + 0.303 \times F2 + 0.913 \times F8 = 3.93$$

Resumen

- C Interesados (stakeholders)
- O Amenazas
- M Condiciones Geográficas
- P Tecnologías e innovación
- L Trámites Administrativos
- E Recursos Físicos
- X Relaciones Corporativas
- I Gestión de Recursos Humanos
- T Factores Económicos
- Y Tiempo



4. ¿De acuerdo con el resultado usted considera que es similar a lo experimentado en el desarrollo del proyecto? *

Sí, es un proyecto se sale de cualquier contexto es muy específico. Por ser de Artes

5. ¿Considera que es importante tener este tipo de herramientas?, ¿Por qué? *

Sí, uno lo hace puntualizar la opinión y esto es muy bueno, uno lo vive, pero no lo reporta. Se debería usar al inicio en la planeación. Debe haber un líder de proyecto coordinándolo y que lo socialice en el uso de la herramienta.

Proyecto: Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J *

Entrevistado: Nohora García Hernández (Dirección de obra) *

1. ¿Para usted qué fue lo más complejo en el desarrollo del proyecto Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J? *

Coordinación con todos los otros contratistas, el sistema que se manejó en el proyecto, ya que eran muchos subcontratistas. Se esperaba que el gerente del proyecto de la universidad diera tiempo.
De los acabados no se tenía todo. AIA inició una parte muy específica de los acabados (Dry wall, cielorrasos y enchapes). AIA no realizó toda la obra.

2. El proyecto Edificio de Artes: Gerardo Arango S. J, ¿usted lo considera normal, complejo o singular? Y ¿por qué? *

Singular

Por qué:

Tenía bastantes áreas especializadas (insonorización, era muy específica). La parte de fotografía (laboratorios de fotografía) deberían tener una alta calidad. Los cielorrasos eran complejos. Áreas de doble altura. El auditorio era especial también. La realización de la vía con polines de madera y en gravilla y cantos rodados. Los vidrios del exterior. Realizar unos diamantes de Dry wall y el marco de los vidrios fue complejo. Sumar todo lo complejo lo vuelve singular.

3. Favor diligenciar la herramienta *



Interesados (stakeholders)

0.63

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			4.3
<input type="checkbox"/>			3.8
<input type="checkbox"/>			3.2
<input type="checkbox"/>			4.1
<input type="checkbox"/>			1.0
<input type="checkbox"/>			1.4
<input type="checkbox"/>			2.8
<input type="checkbox"/>			4.4

$$C = 0.742 \times F15 + 0.692 \times F16 + 0.652 \times F17 + 0.661 \times F18 + 0.673 \times F19 + 0.616 \times F28 + 0.597 \times F29 + 0.624 \times F30 = 16.57$$

O Amenazas

0.70

- 5 Alcance mal definido
- 6 Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)
- 7 Incertidumbre
- 10 Gran Cantidad de Riesgos
- N10 Falta o ausencia de planificación

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			4.5
<input type="checkbox"/>			4.3
<input type="checkbox"/>			2.9
<input type="checkbox"/>			3.0
<input type="checkbox"/>			1.3

$$O = 0.935 \times F5 + 0.849 \times F6 + 0.728 \times F7 + 0.503 \times F10 + 0.453 \times FN10 = 12.07$$

M Condiciones Geográficas

0.63

- 4 Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos
- N1 Ciudad o lugar donde se realiza la obra
- N8 Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			4.0
<input type="checkbox"/>			1.1
<input type="checkbox"/>			3.5

$$M = 0.586 \times F4 + 0.329 \times FN1 + 0.421 \times FN8 = 4.18$$

P Tecnologías e innovación

0.80

- 22 Proceso constructivo inusual
- 23 Diseño arquitectónico inusual
- N3 Falta de tecnología apropiada

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			3.9
<input type="checkbox"/>			4.4
<input type="checkbox"/>			2.5

$$P = 0.884 \times F22 + 0.854 \times F23 + 0.234 \times FN3 = 4.34$$

L Trámites Administrativos

0.00

- N4 Trámites legales
- N5 Trámites de servicios públicos
- N6 Normatividad

¿N/A?	1	5	
<input checked="" type="checkbox"/>			0.0
<input checked="" type="checkbox"/>			0.0
<input checked="" type="checkbox"/>			0.0

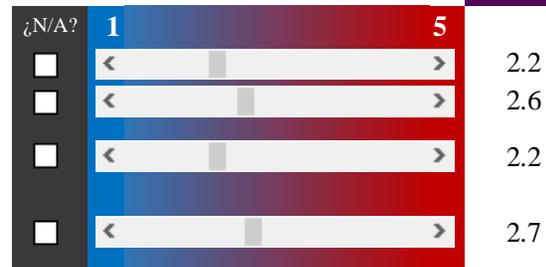
$$L = 0.825 \times FN4 + 0.891 \times FN5 + 0.684 \times FN6 = 0.00$$

E

Recursos Físicos

0.48

- 21 Problemas en Seguridad Industrial
- 24 Disponibilidad de recursos materiales
- 25 Disponibilidad de personal calificado y no calificado
- 27 Diferencias en los grados de aceptación por calidad



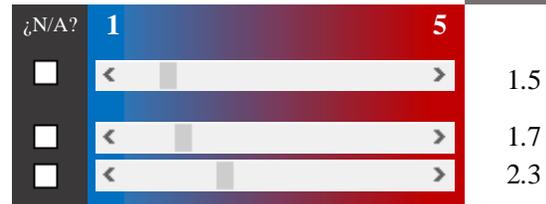
$$E = 0.666 \times F21 + 0.83 \times F24 + 0.876 \times F25 + 0.556 \times F27 = 7.05$$

X

Relaciones Corporativas

0.37

- 3 Importancia en la agenda pública de la institución
- 11 Configuración institucional
- 20 Entornos Dinámicos



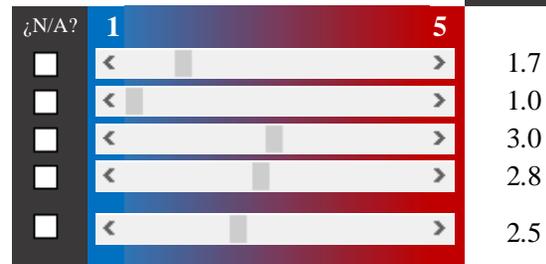
$$X = 0.43 \times F3 + 0.636 \times F11 + 0.621 \times F20 = 3.15$$

I

Gestión de Recursos Humanos

0.41

- 12 Desempeño del Equipo de trabajo
- 13 Madurez del equipo de trabajo
- 14 Conocimiento deficiente del equipo de trabajo
- 26 Variedad de conceptos técnicos
- N9 Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos



$$I = 0.78 \times F12 + 0.775 \times F13 + 0.491 \times F14 + 0.656 \times F26 + 0.204 \times FN9 = 5.92$$

T

Factores Económicos

0.20

- 9 Costos del proyecto
- N7 Forma de financiamiento de la institución



$$T = 0.407 \times F9 + 0.337 \times FN7 = 0.74$$



Tiempo

0.66

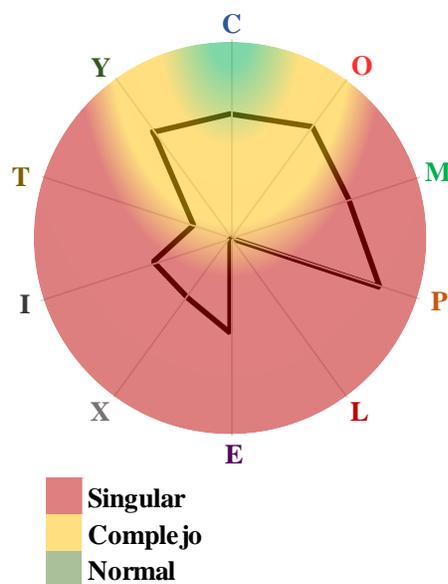
- 1 Gran duración
- 2 Corta duración (cronograma comprimido)
- 8 Urgencia en su culminación (entrega)

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	3.7
<input checked="" type="checkbox"/>	<	>	0.0
<input type="checkbox"/>	<	>	4.3

$$Y = 0.254 \times F1 + 0.303 \times F2 + 0.913 \times F8 = 4.87$$

Resumen

- C** Interesados (stakeholders)
- O** Amenazas
- M** Condiciones Geográficas
- P** Tecnologías e innovación
- L** Trámites Administrativos
- E** Recursos Físicos
- X** Relaciones Corporativas
- I** Gestión de Recursos Humanos
- T** Factores Económicos
- Y** Tiempo



4. ¿De acuerdo con el resultado usted considera que es similar a lo experimentado en el desarrollo del proyecto? *

Sí, porque revisando la muestra los valores y los ítems que se tuvieron en cuenta, positivos y negativos que estuvieron.

5. ¿Considera que es importante tener este tipo de herramientas?, ¿Por qué? *

Sí es muy importante porque si se ejecuta en ciertos periodos del desarrollo de la obra uno puede identificar los factores en los que tiene que poner más atención y dedicar más recursos. La herramienta la usaría desde que se comienza la estructura. En los cambios grandes de la obra. Debido a los cambios grandes que hay de contratistas y de materiales.

Proyecto: Edificio Nuevos Laboratorios de Ingeniería *

Entrevistado: Luis Felipe Zuluaga (Gerente de Obra) *

1. ¿Para usted qué fue lo más complejo en el desarrollo del proyecto Edificio Nuevos Laboratorios de Ingeniería? *

Lo más complejo en este proyecto ha sido la gestión de cambios. Por qué a raíz de la diseños y ejecución. Los proyectos tan dinámicos se enmarcan muchos aspectos. Tecnología, Requerimientos de interesados. La complejidad se aumenta con los cambios en la parte de ejecución. Manejo de la gestión de las comunicaciones, delimitar y jerarquizar las líneas de comunicación. Mejorar los procesos para que sean más eficientes y eficaces. Tener claro cómo es la línea de comunicación entre cliente- construcción y construcción-subcontratistas.

2. El proyecto Edificio Nuevos Laboratorios de Ingeniería, ¿usted lo considera normal, complejo o singular? Y ¿por qué? *

Singular

Por qué:

En la universidad se desarrollan proyectos singulares y complejos.

3. Favor diligenciar la herramienta *



Interesados (stakeholders)

0.67

	¿N/A?	1	5		
15 Interdependencia entre las dependencias involucradas	<input type="checkbox"/>				3.8
16 Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo	<input type="checkbox"/>				2.4
17 Cantidad de interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>				4.0
18 Conflictos entre interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>				4.0
19 Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>				2.1
28 Experiencia de los proveedores	<input type="checkbox"/>				3.6
29 Cantidad de proveedores	<input type="checkbox"/>				4.4
30 Forma de contratos de los proveedores	<input type="checkbox"/>				2.6

$$C = 0.742 \times F15 + 0.692 \times F16 + 0.652 \times F17 + 0.661 \times F18 + 0.673 \times F19 + 0.616 \times F28 + 0.597 \times F29 + 0.624 \times F30 = 17.61$$

O Amenazas

0.70

- 5 Alcance mal definido
- 6 Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)
- 7 Incertidumbre
- 10 Gran Cantidad de Riesgos
- N10 Falta o ausencia de planificación

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			4.1
<input type="checkbox"/>			3.5
<input type="checkbox"/>			2.5
<input type="checkbox"/>			4.0
<input type="checkbox"/>			3.5

$$O = 0.935 \times F5 + 0.849 \times F6 + 0.728 \times F7 + 0.503 \times F10 + 0.453 \times FN10 = 12.22$$

M Condiciones Geográficas

0.55

- 4 Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos
- N1 Ciudad o lugar donde se realiza la obra
- N8 Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			2.0
<input type="checkbox"/>			1.9
<input type="checkbox"/>			4.5

$$M = 0.586 \times F4 + 0.329 \times FN1 + 0.421 \times FN8 = 3.69$$

P Tecnologías e innovación

0.69

- 22 Proceso constructivo inusual
- 23 Diseño arquitectónico inusual
- N3 Falta de tecnología apropiada

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			5.0
<input type="checkbox"/>			4.0
<input type="checkbox"/>			1.5

$$P = 0.884 \times F22 + 0.854 \times F23 + 0.234 \times FN3 = 3.77$$

L Trámites Administrativos

0.77

- N4 Trámites legales
- N5 Trámites de servicios públicos
- N6 Normatividad

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			4.4
<input type="checkbox"/>			4.0
<input type="checkbox"/>			3.0

$$L = 0.825 \times FN4 + 0.891 \times FN5 + 0.684 \times FN6 = 9.25$$

E Recursos Físicos **0.65**

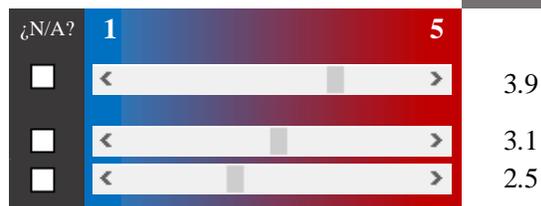
- 21 Problemas en Seguridad Industrial
- 24 Disponibilidad de recursos materiales
- 25 Disponibilidad de personal calificado y no calificado
- 27 Diferencias en los grados de aceptación por calidad



$$E = 0.666 \times F21 + 0.83 \times F24 + 0.876 \times F25 + 0.556 \times F27 = 9.50$$

X Relaciones Corporativas **0.62**

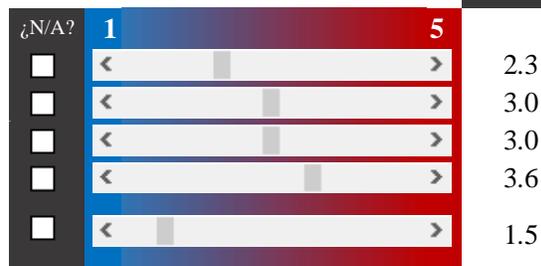
- 3 Importancia en la agenda pública de la institución
- 11 Configuración institucional
- 20 Entornos Dinámicos



$$X = 0.43 \times F3 + 0.636 \times F11 + 0.621 \times F20 = 5.20$$

I Gestión de Recursos Humanos **0.57**

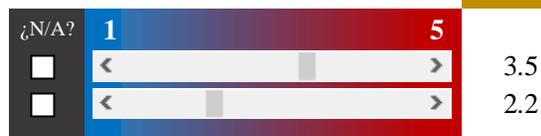
- 12 Desempeño del Equipo de trabajo
- 13 Madurez del equipo de trabajo
- 14 Conocimiento deficiente del equipo de trabajo
- 26 Variedad de conceptos técnicos
- N9 Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos



$$I = 0.78 \times F12 + 0.775 \times F13 + 0.491 \times F14 + 0.656 \times F26 + 0.204 \times FN9 = 8.26$$

T Factores Económicos **0.58**

- 9 Costos del proyecto
- N7 Forma de financiamiento de la institución

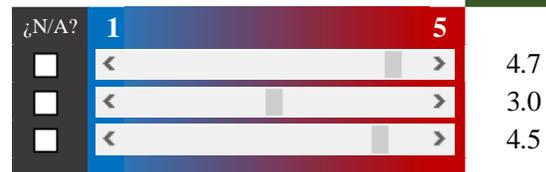


$$T = 0.407 \times F9 + 0.337 \times FN7 = 2.17$$

Y Tiempo

- 1 Gran duración
- 2 Corta duración (cronograma comprimido)
- 8 Urgencia en su culminación (entrega)

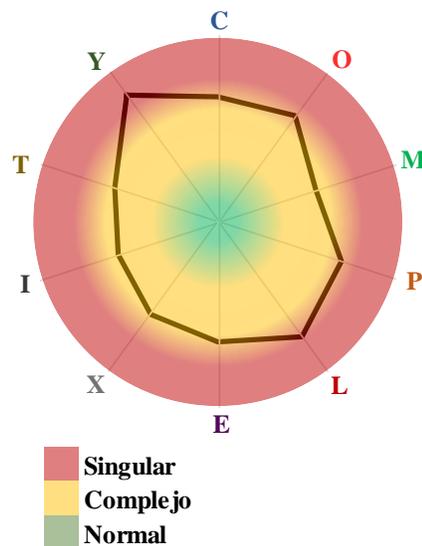
0.85



$$Y = 0.254 \times F1 + 0.303 \times F2 + 0.913 \times F8 = 6.21$$

Resumen

- C** Interesados (stakeholders)
- O** Amenazas
- M** Condiciones Geográficas
- P** Tecnologías e innovación
- L** Trámites Administrativos
- E** Recursos Físicos
- X** Relaciones Corporativas
- I** Gestión de Recursos Humanos
- T** Factores Económicos
- Y** Tiempo



4. ¿De acuerdo con el resultado, usted considera que es similar a lo experimentado en el desarrollo del proyecto? *

Sí. Los objetivos y el alcance, cuanto mayor sean estos mayores son los riesgos. En un proyecto donde aumentan los interesados, también lo hace la complejidad. Cuando se incluyen procesos constructivos innovadores aumentan la complejidad. Si no hay necesidad de hacer cimentaciones profundas la complejidad baja. La complejidad aumenta con la altura del edificio. Las luces de los pisos tampoco son normales. Otro punto es el entorno y la ubicación del edificio. No es igual construirlo a las afuera q en el interior de la universidad.

5. ¿Considera que es importante tener este tipo de herramientas?, ¿Por qué? *

Sí es importante, sin embargo, una herramienta no puede ir sola, tiene que ir acompañada con una buena oficina de gestión y con unos buenos procedimientos para la buena ejecución de los proyectos. Cómo quisiera gestionar el proyecto.

Proyecto: Edificio Nuevos Laboratorios de Ingeniería *

Entrevistado: María Elena Echeverri (Contratación) *

1. ¿Para usted qué fue lo más complejo en el desarrollo del proyecto Edificio Nuevos Laboratorios de Ingeniería? *

El proceso de invitación a las empresas que participaban en la cimentación estructural, por ejemplo, fue muy complejo la parte de las adendas, porque los oferentes hacen las preguntas de acuerdo con la licitación y hay un tiempo limitado para dar respuestas por parte de los implicados (diseñador estructural) y por lo general gestionar las respuestas es demorado. La complejidad de las adendas se presenta en todos los procesos de contratación. Pero se presentó más dificultades en la contratación de la cimentación porque consolidar todas las preguntas de los oferentes por ejemplo 100 preguntas a las cuales se tenía un tiempo limitado para dar respuesta gestionar esto es complejo.

2. El proyecto Edificio de Ingeniería: Nuevos Laboratorios de Ingeniería, ¿usted lo considera normal, complejo o singular? Y ¿por qué? *

Complejo

Por qué:

Todas las instalaciones técnicas que tiene fueron complejas. Se encuentra en una zona donde hay edificios operando, trabajar en ese medio es complicado por el impacto que se presenta y las limitaciones de acceso de materiales también fue complejo.

3. Favor diligenciar la herramienta *



Interesados (stakeholders)

0.52

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			3.5
<input type="checkbox"/>			3.8
<input type="checkbox"/>			3.4
<input type="checkbox"/>			4.0
<input type="checkbox"/>			1.2
<input type="checkbox"/>			1.5
<input type="checkbox"/>			1.5
<input type="checkbox"/>			1.4

$$C = 0.742 \times F15 + 0.692 \times F16 + 0.652 \times F17 + 0.661 \times F18 + 0.673 \times F19 + 0.616 \times F28 + 0.597 \times F29 + 0.624 \times F30 = 13.59$$



Amenazas

0.46

- 5 Alcance mal definido
- 6 Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)
- 7 Incertidumbre
- 10 Gran Cantidad de Riesgos
- N10 Falta o ausencia de planificación

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			1.5
<input type="checkbox"/>			2.8
<input type="checkbox"/>			2.5
<input type="checkbox"/>			3.5
<input type="checkbox"/>			1.4

$$O = 0.935 \times F5 + 0.849 \times F6 + 0.728 \times F7 + 0.503 \times F10 + 0.453 \times FN10 = 7.99$$



Condiciones Geográficas

0.67

- 4 Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos
- N1 Ciudad o lugar donde se realiza la obra
- N8 Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			4.5
<input type="checkbox"/>			1.5
<input type="checkbox"/>			3.2

$$M = 0.586 \times F4 + 0.329 \times FN1 + 0.421 \times FN8 = 4.48$$



Tecnologías e innovación

0.49

- 22 Proceso constructivo inusual
- 23 Diseño arquitectónico inusual
- N3 Falta de tecnología apropiada

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			2.5
<input type="checkbox"/>			2.6
<input type="checkbox"/>			1.8

$$P = 0.884 \times F22 + 0.854 \times F23 + 0.234 \times FN3 = 2.64$$



Trámites Administrativos

0.59

- N4 Trámites legales
- N5 Trámites de servicios públicos
- N6 Normatividad

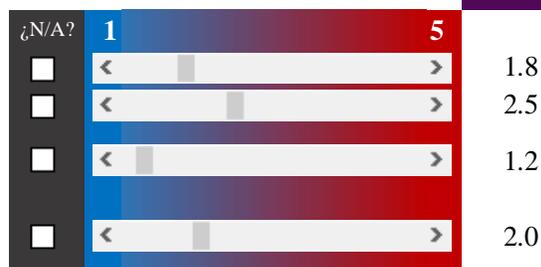
¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			2.6
<input type="checkbox"/>			3.5
<input type="checkbox"/>			2.6

$$L = 0.825 \times FN4 + 0.891 \times FN5 + 0.684 \times FN6 = 7.04$$

E Recursos Físicos

0.37

- 21 Problemas en Seguridad Industrial
- 24 Disponibilidad de recursos materiales
- 25 Disponibilidad de personal calificado y no calificado
- 27 Diferencias en los grados de aceptación por calidad

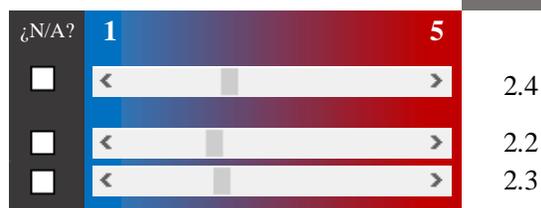


$$E = 0.666 \times F21 + 0.83 \times F24 + 0.876 \times F25 + 0.556 \times F27 = 5.44$$

X Relaciones Corporativas

0.46

- 3 Importancia en la agenda pública de la institución
- 11 Configuración institucional
- 20 Entornos Dinámicos

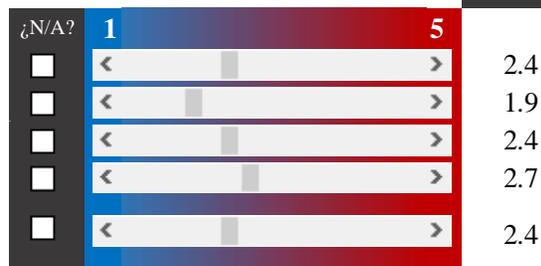


$$X = 0.43 \times F3 + 0.636 \times F11 + 0.621 \times F20 = 3.86$$

I Gestión de Recursos Humanos

0.47

- 12 Desempeño del Equipo de trabajo
- 13 Madurez del equipo de trabajo
- 14 Conocimiento deficiente del equipo de trabajo
- 26 Variedad de conceptos técnicos
- N9 Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos

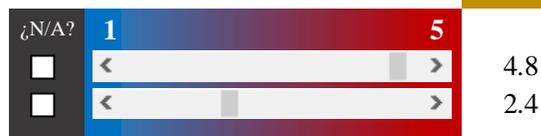


$$I = 0.78 \times F12 + 0.775 \times F13 + 0.491 \times F14 + 0.656 \times F26 + 0.204 \times FN9 = 6.78$$

T Factores Económicos

0.74

- 9 Costos del proyecto
- N7 Forma de financiamiento de la institución

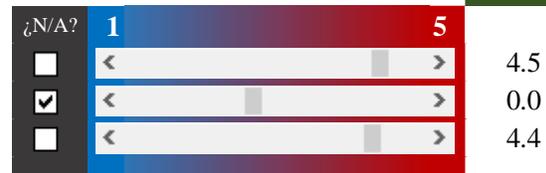


$$T = 0.407 \times F9 + 0.337 \times FN7 = 2.76$$

Y Tiempo

0.70

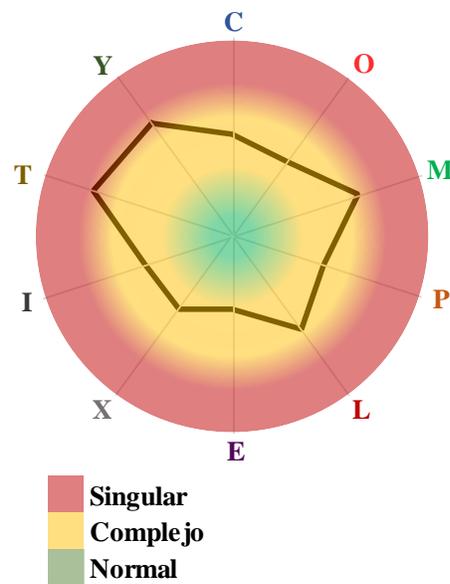
- 1 Gran duración
- 2 Corta duración (cronograma comprimido)
- 8 Urgencia en su culminación (entrega)



$$Y = 0.254 \times F1 + 0.303 \times F2 + 0.913 \times F8 = 5.16$$

Resumen

- C Interesados (stakeholders)
- O Amenazas
- M Condiciones Geográficas
- P Tecnologías e innovación
- L Trámites Administrativos
- E Recursos Físicos
- X Relaciones Corporativas
- I Gestión de Recursos Humanos
- T Factores Económicos
- Y Tiempo



4. ¿De acuerdo con el resultado usted considera que es similar a lo experimentado en el desarrollo del proyecto? *

El tiempo y el presupuesto se manejan conjuntamente y si es complejo porque tiene que ver con el desarrollo del proyecto, porque va relacionado con la programación del proyecto y por eso se corre con la contratación y se tiene como base el presupuesto de obra. Por lo general, se debe contratar por debajo del presupuesto.

5. ¿Considera que es importante tener este tipo de herramientas?, ¿Por qué? *

Si. Da unos parámetros para saber en qué enfocarse y controlar el proceso a ejecutar. Pero todos los proyectos son diferentes en cuanto a las instalaciones.

Proyecto: Edificio Nuevos Laboratorios de Ingeniería *

Entrevistado: Liliana Pinto (Coordinadora) *

1. ¿Para usted qué fue lo más complejo en el desarrollo del proyecto Edificio Nuevos Laboratorios de Ingeniería? *

La validación de los requerimientos que estaban planteados por el usuario estuvo atendida por los diseños técnicos, validar estos diseños es complicado por que interviene diferentes disciplinas y en cada comité es complicado llegar a un acuerdo.

2. El proyecto Edificio de Ingeniería: Nuevos Laboratorios de Ingeniería, ¿usted lo considera normal, complejo o singular? Y ¿por qué? *

Complejo

Por qué:

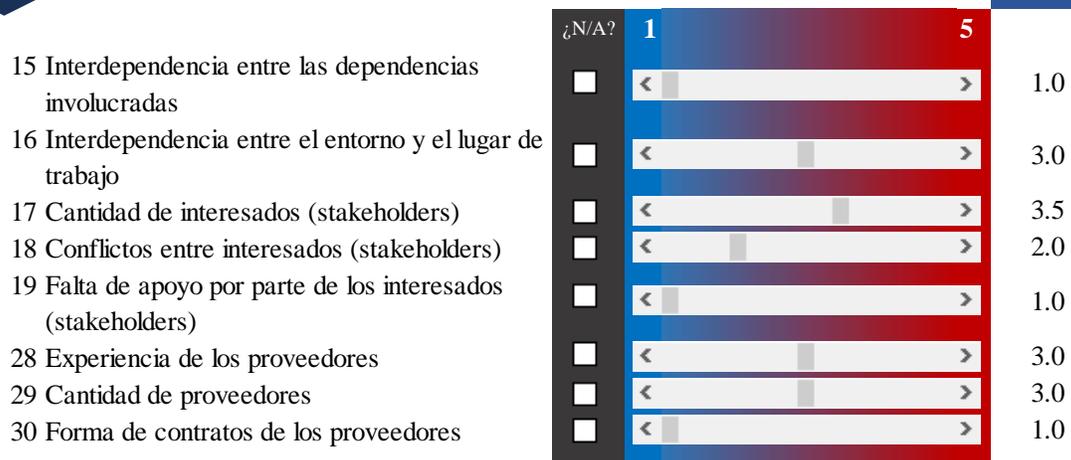
Complejo, por las validaciones de los requerimientos y es un proyecto que tiene más especialidades que lo eventual. Interdisciplinario

3. Favor diligenciar la herramienta *



Interesados (stakeholders)

0.43



$$C = 0.742 \times F15 + 0.692 \times F16 + 0.652 \times F17 + 0.661 \times F18 + 0.673 \times F19 + 0.616 \times F28 + 0.597 \times F29 + 0.624 \times F30 = 11.36$$



Amenazas

0.35

- 5 Alcance mal definido
- 6 Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)
- 7 Incertidumbre
- 10 Gran Cantidad de Riesgos
- N10 Falta o ausencia de planificación

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	1.5
<input type="checkbox"/>	<	>	1.3
<input type="checkbox"/>	<	>	1.0
<input type="checkbox"/>	<	>	3.0
<input type="checkbox"/>	<	>	3.0

$$O = 0.935 \times F5 + 0.849 \times F6 + 0.728 \times F7 + 0.503 \times F10 + 0.453 \times FN10 = 6.10$$



Condiciones Geográficas

0.71

- 4 Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos
- N1 Ciudad o lugar donde se realiza la obra
- N8 Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	5.0
<input type="checkbox"/>	<	>	1.0
<input type="checkbox"/>	<	>	3.5

$$M = 0.586 \times F4 + 0.329 \times FN1 + 0.421 \times FN8 = 4.73$$



Tecnologías e innovación

0.67

- 22 Proceso constructivo inusual
- 23 Diseño arquitectónico inusual
- N3 Falta de tecnología apropiada

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	5.0
<input type="checkbox"/>	<	>	4.0
<input type="checkbox"/>	<	>	1.0

$$P = 0.884 \times F22 + 0.854 \times F23 + 0.234 \times FN3 = 3.65$$



Trámites Administrativos

0.72

- N4 Trámites legales
- N5 Trámites de servicios públicos
- N6 Normatividad

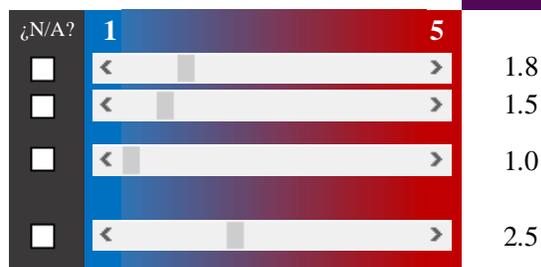
¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	3.5
<input type="checkbox"/>	<	>	4.5
<input type="checkbox"/>	<	>	2.5

$$L = 0.825 \times FN4 + 0.891 \times FN5 + 0.684 \times FN6 = 8.61$$

E Recursos Físicos

0.32

- 21 Problemas en Seguridad Industrial
- 24 Disponibilidad de recursos materiales
- 25 Disponibilidad de personal calificado y no calificado
- 27 Diferencias en los grados de aceptación por calidad

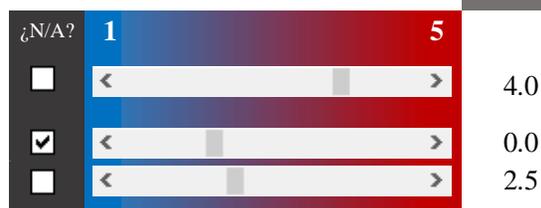


$$E = 0.666 \times F21 + 0.83 \times F24 + 0.876 \times F25 + 0.556 \times F27 = 4.71$$

X Relaciones Corporativas

0.39

- 3 Importancia en la agenda pública de la institución
- 11 Configuración institucional
- 20 Entornos Dinámicos

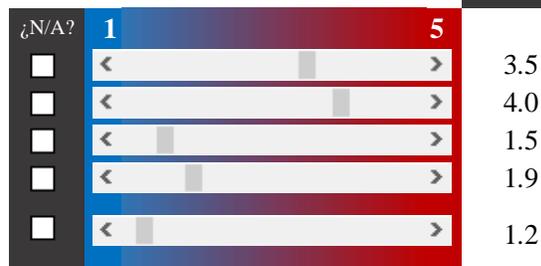


$$X = 0.43 \times F3 + 0.636 \times F11 + 0.621 \times F20 = 3.27$$

I Gestión de Recursos Humanos

0.55

- 12 Desempeño del Equipo de trabajo
- 13 Madurez del equipo de trabajo
- 14 Conocimiento deficiente del equipo de trabajo
- 26 Variedad de conceptos técnicos
- N9 Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos

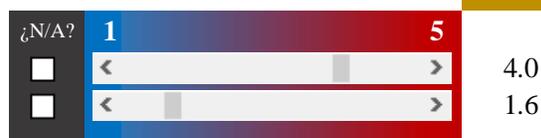


$$I = 0.78 \times F12 + 0.775 \times F13 + 0.491 \times F14 + 0.656 \times F26 + 0.204 \times FN9 = 8.06$$

T Factores Económicos

0.58

- 9 Costos del proyecto
- N7 Forma de financiamiento de la institución

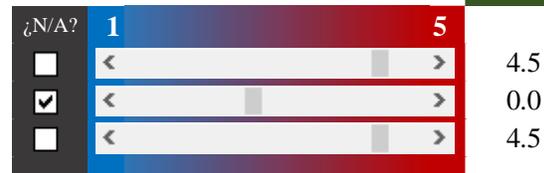


$$T = 0.407 \times F9 + 0.337 \times FN7 = 2.17$$

Y Tiempo

0.71

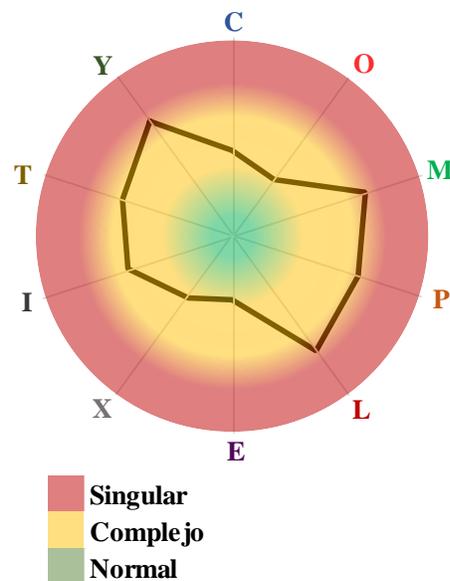
- 1 Gran duración
- 2 Corta duración (cronograma comprimido)
- 8 Urgencia en su culminación (entrega)



$$Y = 0.254 \times F1 + 0.303 \times F2 + 0.913 \times F8 = 5.25$$

Resumen

- C Interesados (stakeholders)
- O Amenazas
- M Condiciones Geográficas
- P Tecnologías e innovación
- L Trámites Administrativos
- E Recursos Físicos
- X Relaciones Corporativas
- I Gestión de Recursos Humanos
- T Factores Económicos
- Y Tiempo



4. ¿De acuerdo con el resultado usted considera que es similar a lo experimentado en el desarrollo del proyecto? *

Tiene relación el resultado con la ejecución del proyecto, pero falta en la herramienta algo que identifique la complejidad técnica del proyecto. Es decir, con la validación de los requerimientos de cada especialidad. Por la agenda de la universidad se torna complicado cumplir con los tiempos y esto alarga el proyecto.

5. ¿Considera que es importante tener este tipo de herramientas?, ¿Por qué? *

Si es importante tener esta herramienta para evaluar los riesgos que se puedan presentar en la ejecución del proyecto.

Proyecto: Edificio Nuevos Laboratorios de Ingeniería *

Entrevistado: Yezid Alvarado (interlocutor) *

1. ¿Para usted qué fue lo más complejo en el desarrollo del proyecto Edificio Nuevos Laboratorios de Ingeniería? *

Es un proyecto que lleva pensando muchos años. Al tenerlo pensando hay una tecnología cambiante. De pronto algunas cosas son obsoletas (equipos de laboratorio), ¿cómo lo afecta? Cuando se comenzó el proyecto se recolectaron todas las necesidades de los equipos, se dimensionó con requerimientos que ahora no están, y eso implica cambios.
Este proyecto depende de profesores o investigadores y puede haber espacios huérfanos. Puede no verse las necesidades. Quienes vamos a ser los usuarios vamos a revisar con objetividad los requerimientos con el nuevo edificio. Se pueden encontrar que no tienen claro qué pedir y otros que piden mucho, sin tener el norte.

2. El proyecto Edificio de Ingeniería: Nuevos Laboratorios de Ingeniería, ¿usted lo considera normal, complejo o singular? Y ¿por qué? *

Complejo

Por qué:

De acuerdo a lo anterior. Los interesados estamos muy metidos en todo lo que hay que hacer y coordinar todos los lenguajes. Difícil en conceptualización y diseño. Es algo único, no se construye todos los días. Por otro lado, hay una técnica de prefabricación muy alto y la estructura metálica con un cierto grado de complejidad. Los procesos de pinturas son difíciles en obra.

3. Favor diligenciar la herramienta *



Interesados (stakeholders)

0.92

	¿N/A?	1	5	
15 Interdependencia entre las dependencias involucradas	<input type="checkbox"/>			5.0
16 Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo	<input type="checkbox"/>			4.2
17 Cantidad de interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>			5.0
18 Conflictos entre interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>			5.0
19 Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>			5.0
28 Experiencia de los proveedores	<input type="checkbox"/>			4.4
29 Cantidad de proveedores	<input type="checkbox"/>			4.0
30 Forma de contratos de los proveedores	<input type="checkbox"/>			4.0

$$C = 0.742 \times F15 + 0.692 \times F16 + 0.652 \times F17 + 0.661 \times F18 + 0.673 \times F19 + 0.616 \times F28 + 0.597 \times F29 + 0.624 \times F30 = 24.14$$



Amenazas

0.92

- 5 Alcance mal definido
- 6 Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)
- 7 Incertidumbre
- 10 Gran Cantidad de Riesgos
- N10 Falta o ausencia de planificación

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			5.0
<input type="checkbox"/>			4.7
<input type="checkbox"/>			4.1
<input type="checkbox"/>			4.1
<input type="checkbox"/>			5.0

$$O = 0.935 \times F5 + 0.849 \times F6 + 0.728 \times F7 + 0.503 \times F10 + 0.453 \times FN10 = 15.98$$



Condiciones Geográficas

0.69

- 4 Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos
- N1 Ciudad o lugar donde se realiza la obra
- N8 Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			4.0
<input type="checkbox"/>			2.3
<input type="checkbox"/>			3.6

$$M = 0.586 \times F4 + 0.329 \times FN1 + 0.421 \times FN8 = 4.62$$



Tecnologías e innovación

0.60

- 22 Proceso constructivo inusual
- 23 Diseño arquitectónico inusual
- N3 Falta de tecnología apropiada

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			5.0
<input type="checkbox"/>			3.0
<input type="checkbox"/>			2.9

$$P = 0.884 \times F22 + 0.854 \times F23 + 0.234 \times FN3 = 3.24$$



Trámites Administrativos

0.63

- N4 Trámites legales
- N5 Trámites de servicios públicos
- N6 Normatividad

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>			3.4
<input type="checkbox"/>			3.0
<input type="checkbox"/>			3.0

$$L = 0.825 \times FN4 + 0.891 \times FN5 + 0.684 \times FN6 = 7.53$$

E Recursos Físicos **0.94**

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	4.6
<input type="checkbox"/>	<	>	4.6
<input type="checkbox"/>	<	>	4.6
<input type="checkbox"/>	<	>	5.0

- 21 Problemas en Seguridad Industrial
- 24 Disponibilidad de recursos materiales
- 25 Disponibilidad de personal calificado y no calificado
- 27 Diferencias en los grados de aceptación por calidad

$$E = 0.666 \times F21 + 0.83 \times F24 + 0.876 \times F25 + 0.556 \times F27 = 13.69$$

X Relaciones Corporativas **0.63**

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	3.1
<input type="checkbox"/>	<	>	2.9
<input type="checkbox"/>	<	>	3.5

- 3 Importancia en la agenda pública de la institución
- 11 Configuración institucional
- 20 Entornos Dinámicos

$$X = 0.43 \times F3 + 0.636 \times F11 + 0.621 \times F20 = 5.35$$

I Gestión de Recursos Humanos **0.76**

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	3.3
<input type="checkbox"/>	<	>	4.2
<input type="checkbox"/>	<	>	3.8
<input type="checkbox"/>	<	>	3.6
<input type="checkbox"/>	<	>	4.5

- 12 Desempeño del Equipo de trabajo
- 13 Madurez del equipo de trabajo
- 14 Conocimiento deficiente del equipo de trabajo
- 26 Variedad de conceptos técnicos
- N9 Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos

$$I = 0.78 \times F12 + 0.775 \times F13 + 0.491 \times F14 + 0.656 \times F26 + 0.204 \times FN9 = 10.97$$

T Factores Económicos **0.62**

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	4.3
<input type="checkbox"/>	<	>	1.7

- 9 Costos del proyecto
- N7 Forma de financiamiento de la institución

$$T = 0.407 \times F9 + 0.337 \times FN7 = 2.32$$

Y Tiempo

0.79

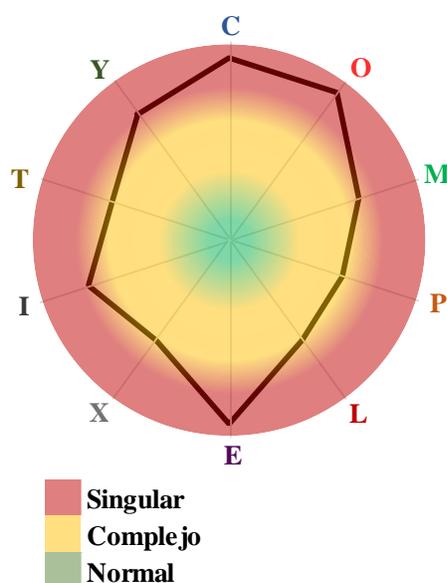
- 1 Gran duración
- 2 Corta duración (cronograma comprimido)
- 8 Urgencia en su culminación (entrega)

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	4.9
<input checked="" type="checkbox"/>	<	>	0.0
<input type="checkbox"/>	<	>	5.0

$$Y = 0.254 \times F1 + 0.303 \times F2 + 0.913 \times F8 = 5.81$$

Resumen

- C Interesados (stakeholders)
- O Amenazas
- M Condiciones Geográficas
- P Tecnologías e innovación
- L Trámites Administrativos
- E Recursos Físicos
- X Relaciones Corporativas
- I Gestión de Recursos Humanos
- T Factores Económicos
- Y Tiempo



4. ¿De acuerdo con el resultado usted considera que es similar a lo experimentado en el desarrollo del proyecto? *

Está en la frontera entre singular y complejo.

5. ¿Considera que es importante tener este tipo de herramientas?, ¿Por qué? *

Sí, lo que veo es ¿con quién usarlo? ¿Para quién es? Importante saber en qué aristas se puede perder el control. Importante que sea para todos los stakeholders, importante asimilarla y cuantificarla y cómo yo la trabajo. Difícil reducir algunos puntos, pero sí se puede controlar cada parte. Para cuestionar al cliente y al promotor.

Entrevistas caso de estudio

Proyecto: Edificio Nuevos Laboratorios de Ingeniería *

Entrevistado: Mauricio Combariza (Director Residente de obra) *

1. ¿Para usted qué fue lo más complejo en el desarrollo del proyecto Edificio Nuevos Laboratorios de Ingeniería? *

Ejecución de los anclajes, caracterización del suelo.

2. El proyecto Edificio de Ingeniería: Nuevos Laboratorios de Ingeniería, ¿usted lo considera normal, complejo o singular? Y ¿por qué? *

Complejo

Por qué:

porque no es una estructura convencional

3. Favor diligenciar la herramienta *



Interesados (stakeholders)

0.61

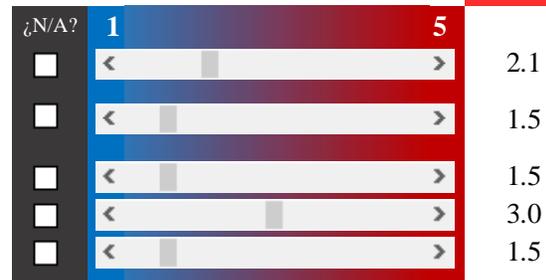
	¿N/A?	1	5		
15 Interdependencia entre las dependencias involucradas	<input type="checkbox"/>				3.5
16 Interdependencia entre el entorno y el lugar de trabajo	<input type="checkbox"/>				4.0
17 Cantidad de interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>				3.0
18 Conflictos entre interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>				3.5
19 Falta de apoyo por parte de los interesados (stakeholders)	<input type="checkbox"/>				2.5
28 Experiencia de los proveedores	<input type="checkbox"/>				2.6
29 Cantidad de proveedores	<input type="checkbox"/>				2.4
30 Forma de contratos de los proveedores	<input type="checkbox"/>				2.6

$$C = 0.742 \times F15 + 0.692 \times F16 + 0.652 \times F17 + 0.661 \times F18 + 0.673 \times F19 + 0.616 \times F28 + 0.597 \times F29 + 0.624 \times F30 = 15.97$$

O Amenazas

0.38

- 5 Alcance mal definido
- 6 Ambigüedad en la definición del alcance (necesidades, objetivos)
- 7 Incertidumbre
- 10 Gran Cantidad de Riesgos
- N10 Falta o ausencia de planificación

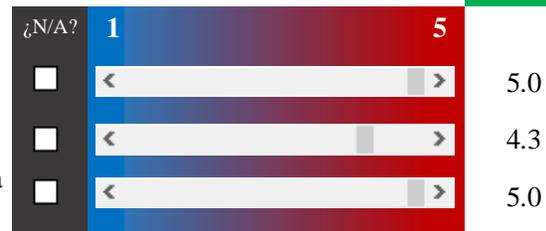


$$O = 0.935 \times F5 + 0.849 \times F6 + 0.728 \times F7 + 0.503 \times F10 + 0.453 \times FN10 = 6.52$$

M Condiciones Geográficas

0.97

- 4 Restricciones horarias para realizar ciertos trabajos
- N1 Ciudad o lugar donde se realiza la obra
- N8 Condiciones propias del lote (topografía, forma del lote, clima, etc)

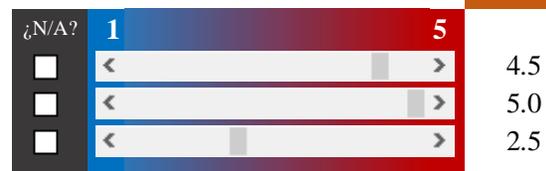


$$M = 0.586 \times F4 + 0.329 \times FN1 + 0.421 \times FN8 = 6.45$$

P Tecnologías e innovación

0.89

- 22 Proceso constructivo inusual
- 23 Diseño arquitectónico inusual
- N3 Falta de tecnología apropiada

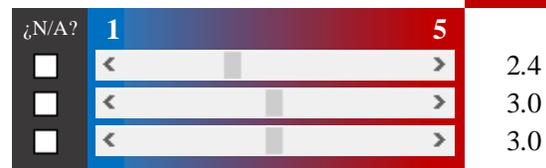


$$P = 0.884 \times F22 + 0.854 \times F23 + 0.234 \times FN3 = 4.86$$

L Trámites Administrativos

0.56

- N4 Trámites legales
- N5 Trámites de servicios públicos
- N6 Normatividad



$$L = 0.825 \times FN4 + 0.891 \times FN5 + 0.684 \times FN6 = 6.71$$

E Recursos Físicos

0.37

- 21 Problemas en Seguridad Industrial
- 24 Disponibilidad de recursos materiales
- 25 Disponibilidad de personal calificado y no calificado
- 27 Diferencias en los grados de aceptación por calidad

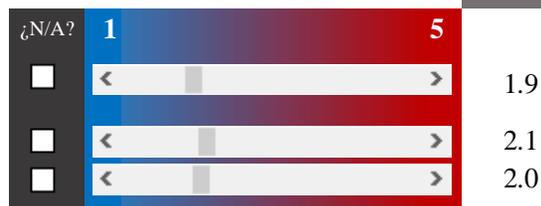


$$E = 0.666 \times F21 + 0.83 \times F24 + 0.876 \times F25 + 0.556 \times F27 = 5.35$$

X Relaciones Corporativas

0.40

- 3 Importancia en la agenda pública de la institución
- 11 Configuración institucional
- 20 Entornos Dinámicos

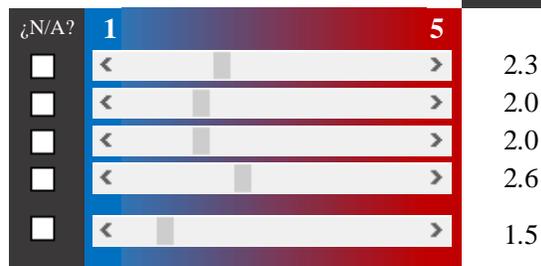


$$X = 0.43 \times F3 + 0.636 \times F11 + 0.621 \times F20 = 3.39$$

I Gestión de Recursos Humanos

0.44

- 12 Desempeño del Equipo de trabajo
- 13 Madurez del equipo de trabajo
- 14 Conocimiento deficiente del equipo de trabajo
- 26 Variedad de conceptos técnicos
- N9 Desconocimiento en buenas prácticas en gestión de proyectos



$$I = 0.78 \times F12 + 0.775 \times F13 + 0.491 \times F14 + 0.656 \times F26 + 0.204 \times FN9 = 6.34$$

T Factores Económicos

0.38

- 9 Costos del proyecto
- N7 Forma de financiamiento de la institución



$$T = 0.407 \times F9 + 0.337 \times FN7 = 1.42$$



Tiempo

0.56

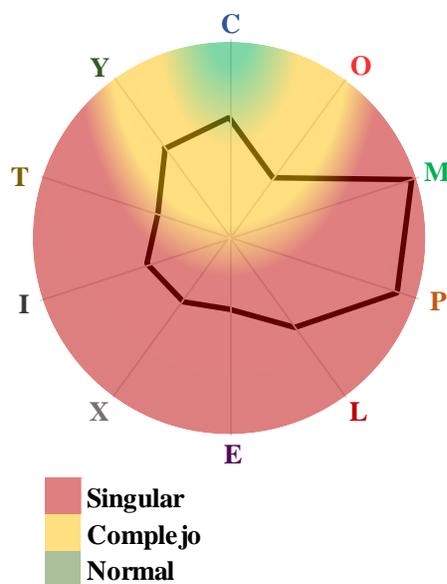
- 1 Gran duración
- 2 Corta duración (cronograma comprimido)
- 8 Urgencia en su culminación (entrega)

¿N/A?	1	5	
<input type="checkbox"/>	<	>	3.7
<input checked="" type="checkbox"/>	<	>	0.0
<input type="checkbox"/>	<	>	3.5

$$Y = 0.254 \times F1 + 0.303 \times F2 + 0.913 \times F8 = 4.14$$

Resumen

- C** Interesados (stakeholders)
- O** Amenazas
- M** Condiciones Geográficas
- P** Tecnologías e innovación
- L** Trámites Administrativos
- E** Recursos Físicos
- X** Relaciones Corporativas
- I** Gestión de Recursos Humanos
- T** Factores Económicos
- Y** Tiempo



4. ¿De acuerdo con el resultado usted considera que es similar a lo experimentado en el desarrollo del proyecto? *

Sí se relaciona, sí lo refleja.

5. ¿Considera que es importante tener este tipo de herramientas?, ¿Por qué? *

No, porque uno tiene identificado los riesgos de otra forma, más técnico, más particular. Ya que esto es macro. Se ve mejor usarlo a nivel de prefactibilidad y gerencial y no en la solución de la obra técnica. Se podría usar en la cotización de los trabajos