

**Pasantía de investigación como apoyo en la identificación de métodos de asignación de cuadrillas de trabajo a procesos constructivos usados por empresas constructoras en Colombia**

Yurani Alexandra Ardila Carreño

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Civil

Director

Ray Andrés Ardila Cubillos

Ms (c) Ingeniería civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2021

### **Agradecimientos**

En agradecimiento a mis padres que han sido parte fundamental de mi proceso profesional durante estos años, por su apoyo incondicional. A mi director de proyecto que estuvo al tanto en cada etapa del desarrollo de este proyecto y a Jorge Daniel González Lizcano, quien desde su experiencia y con sus consejos me orientó en cada decisión, y siempre estuvo allí para mí.

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	9
1. Objetivos .....	10
1.1 Objetivo General .....	10
1.2 Objetivos Específicos.....	10
2. Marco teórico y conceptual.....	11
2.1 Antecedentes .....	11
2.2 Marco conceptual.....	11
2.2.1 Proceso Constructivo.....	11
2.2.2 Cuadrilla de trabajo .....	12
2.2.3 Productividad laboral .....	12
2.3 Marco teórico .....	14
2.3.1 Gestión de los recursos humanos del proyecto. ....	14
2.3.2 Encuesta .....	15
3. Metodología .....	16
3.1 Fase 1: Revisión de literatura.....	17
3.1.1 Población y muestra .....	19
3.2 Fase 2: creación de encuesta.....	21
3.2.1 Tipos y medición de variables.....	22
3.2.2 Errores en las encuestas.....	23

3.2.3	Metodología de la encuesta.....	25
3.2.4	Validación de las preguntas.....	26
3.3	Fase 3: aplicación del cuestionario .....	26
4.	Resultados .....	27
4.1	Fase 1: Revisión de literatura.....	27
4.1.1	Antecedentes a nivel internacional.....	28
4.1.2	Antecedentes locales .....	33
4.2	Fase 2: creación de encuesta .....	36
4.2.1	Tipos de variable .....	36
4.2.2	Etapa 1: Conceptualización y operacionalización.....	36
4.2.3	Etapa 2: Población y muestra .....	37
4.2.4	Etapa 3: Diseño de encuesta y recopilación de datos.....	41
4.3	Fase 3: Aplicación de la encuesta .....	42
5.	Conclusiones y recomendaciones .....	44
	Referencias Bibliográficas .....	46

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Distribución de las empresas constructoras en Bucaramanga</i> .....	38
Tabla 2. <i>Tamaño de muestra</i> .....	40

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>Revisión de literatura</i> .....	19
Figura 2. <i>Tipos de muestreo</i> .....	20
Figura 3. <i>Tipos de variables</i> .....	22
Figura 4. <i>Grado de medición de variables</i> .....	23
Figura 5. <i>Tipos de errores</i> .....	24
Figura 6. <i>Tipos de preguntas</i> .....	25
Figura 7. <i>Proceso encuesta</i> .....	44

## Resumen

**TÍTULO:** PASANTÍA DE INVESTIGACIÓN COMO APOYO EN LA IDENTIFICACIÓN DE MÉTODOS DE ASIGNACIÓN DE CUADRILLAS DE TRABAJO A PROCESOS CONSTRUCTIVOS USADOS POR EMPRESAS CONSTRUCTORAS EN COLOMBIA\*

**AUTOR:** YURANI ALEXANDRA ARDILA CARREÑO\*\*

**PALABRAS CLAVE:** CUADRILLA DE TRABAJO; ENCUESTA; MANO DE OBRA; PRODUCTIVIDAD.

### DESCRIPCIÓN:

Este proyecto de grado enfatiza la importancia de la mano de obra en un proyecto de construcción, la cual, representa hasta el 50% de los costos totales. Además, es un recurso fundamental que fomenta la productividad en el proceso constructivo a través de las mejores combinaciones con materiales y equipos. A pesar de la importancia del recurso de mano de obra, en Colombia no se tienen estudios relevantes enfocados en incrementar la productividad por medio de la generación de nuevos procesos para la asignación de la mano de obra en el sector de la construcción. El presente trabajo busca adquirir información acerca de la asignación de cuadrillas de trabajo a procesos constructivos por empresas constructoras de Bucaramanga por medio del diseño de una encuesta que será aplicada a dichas empresas. La encuesta final consta de 23 preguntas, las cuales, 17 utilizan las preguntas abiertas y cerradas en conjunto; 5 utilizan la escala de Likert y, 1 es cerrada con opción múltiple. El instrumento de recolección de información se perfeccionó mediante su aplicación a expertos en el área de gestión de proyectos y a expertos en redacción y lenguaje. En adición, se aplicó a estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Industrial de Santander que cursan la materia de construcción.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ray Andrés Ardila Cubillos

### Abstract

**TITLE:** RESEARCH INTERNSHIP TO SUPPORT THE IDENTIFICATION OF METHODS FOR ASSIGNING WORK CREWS TO CONSTRUCTION PROCESSES USED BY CONSTRUCTION COMPANIES IN COLOMBIA \*

**AUTHOR:** YURANI ALEXANDRA ARDILA CARREÑO\*\*

**KEY WORDS:** CREW ALLOCATION; SURVEY; WORKFORCE; PRODUCTIVITY

### DESCRIPTION:

This degree project emphasizes the importance of labor in a construction project, which represents up to 50% of total costs. In addition, it is a fundamental resource that promotes productivity in the construction process through the best combinations with materials and equipment. Despite the importance of the labor resource, in Colombia there are no relevant studies focused on increasing productivity through the generation of new processes for the allocation of labor in the construction sector. This work seeks to acquire information about the assignment of work crews to construction processes by construction companies in Bucaramanga through the design of a survey that will be applied to said companies. The final survey consists of 23 questions, of which 17 use the open and closed questions together; 5 use the Likert scale and 1 is closed with multiple choice. The information collection instrument was refined by applying it to experts in the area of project management and to experts in writing and language. In addition, it was applied to civil engineering students from the Industrial University of Santander who are studying construction.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Faculty of Physico-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Ray Andrés Ardila Cubillos

## Introducción

La mano de obra en el sector de la construcción posee un notable impacto en el costo y resultado de cualquier proyecto, representando alrededor del 33 al 50% de los costos totales (Tammy et al., 2020). A su vez, la mano de obra desempeña un papel fundamental, que mediante el uso efectivo de materiales y equipos, impulsa la productividad en los procesos constructivos (Lapidus & Abramov, 2018). Existe un claro enfoque para mejorar la productividad mediante el reconocimiento de factores que influyen de manera significativa en las tasas de producción, con el fin de determinar las mejores composiciones de cuadrillas de trabajo (Mejía & Hernandez, 2007)(Yi & Chan, 2014) dada la influencia que posee el recurso de mano de obra en los costos y tiempos de finalización de los proyectos de construcción. Por esto, en Colombia, se requiere generar más información acerca los procesos aplicados en la asignación de este recurso en la industria constructora (Nurhendi et al., 2019).

Este artículo tiene como objeto principal, generar información acerca de la asignación de cuadrillas de trabajo a procesos constructivos por empresas constructoras locales buscando respuesta a la pregunta de investigación: ¿Cuáles son los métodos de asignación de cuadrillas de trabajo usados por las empresas constructoras en Bucaramanga? Para esto, se incorporó una investigación cualitativa, que usa la encuesta como instrumento de recopilación de información. El cuestionario fue elaborado y será distribuido a empresas constructoras en Bucaramanga dedicadas a la construcción de tipo residencial en el sector.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Identificar los métodos que usan las empresas constructoras en Colombia para la asignación de cuadrillas de trabajo en procesos constructivos, como apoyo de investigación al grupo INME, mediante la aplicación de encuestas

### **1.2 Objetivos Específicos**

Analizar la literatura científica que aborda la asignación y determinación de cuadrillas de trabajo en procesos constructivos para caracterizar dichos métodos.

Diseñar una encuesta con validez estadística para recolectar los métodos de asignación de cuadrillas de trabajo en empresas constructoras en Colombia.

Aplicar la encuesta respecto de los métodos de asignación de cuadrillas de trabajo, dirigida a empresas constructoras en Colombia con el fin de recopilar la información pertinente para el proyecto.

Caracterizar la información obtenida de la encuesta aplicada a las empresas constructoras en Colombia para determinar los métodos usados para la asignación de cuadrillas tipo en procesos constructivos.

## **2. Marco teórico y conceptual**

### **2.1 Antecedentes**

Estudios han analizado la composición de cuadrillas desde diferentes enfoques, en (Li & Lu, 2017) y (Siu et al., 2014) se usaron metodologías para mejorar la asignación de recursos a procesos constructivos. Estas metodologías pueden ir acompañadas de modelos matemáticos que buscan mejorar la productividad y optimizar los tiempos de ejecución de las actividades en obra. En (Azeez et al., 2019) se generó un modelo para determinar el nivel de satisfacción de los trabajadores y los factores que influyen en su motivación. En (Nasirian et al., 2019) se evaluó la asignación óptima del recurso de mano de obra en la construcción de prefabricados; otros modelos como (Ahmadian Fard Fini et al., 2016) buscan desarrollar múltiples habilidades y conocimientos en los integrantes de una cuadrilla de trabajo. En (Zhang et al., 2014) determinan el impacto del proceso de aprendizaje de los trabajadores en el rendimiento de la cuadrilla de trabajo.

### **2.2 Marco conceptual**

#### **2.2.1 *Proceso Constructivo***

Un proceso se define como el conjunto de actividades relacionadas entre sí, que transforman elementos de entrada en resultados (Oviedo, 2008). En (Quesada, 2018) se entiende la construcción como una técnica para edificar, a partir de la preparación de un proyecto y de la elaboración de un cronograma de actividades. Considerando las definiciones anteriores, se puede explicar el proceso constructivo como una serie de métodos que son conformados por un conjunto de etapas utilizadas para la edificación de una construcción. (Quesada, 2018)

### ***2.2.2 Cuadrilla de trabajo***

Una cuadrilla consiste en la mano de obra y en los activos necesarios para ejecutar una tarea, (IBM International Business Machines Corporation, n.d.) para esto, se debe definir un grupo de trabajo con base a una cuadrilla tipo, la cual está conformada de oficiales y ayudantes que puedan realizar dicho trabajo.

### ***2.2.3 Productividad laboral***

La productividad laboral es uno de los tópicos más estudiados en la industria de la construcción, considerado el recurso más flexible y crucial; se usa para medir los resultados obtenidos a partir de combinaciones de los recursos de los proyectos constructivos (Goodrum et al., 2006). La industria de la construcción demanda una gran cantidad de mano de obra en sus procesos, por consiguiente, la mano de obra se convierte en el recurso productivo dominante, lo que deriva en la dependencia de la productividad laboral al trabajo humano, de su esfuerzo y rendimiento aplicado en cada proceso constructivo. La mano de obra reconocida como recurso

activo determinará de manera directa el tiempo de duración de cada proyecto. (Jarkas & Horner, 2011; Mejía & Hernandez, 2007; Yi & Chan, 2014). Al hablar de productividad de la mano de obra, se hace alusión al aporte en el avance del proyecto en un tiempo específico generado por un hombre o una cuadrilla de trabajo previamente definida. La productividad laboral se mide en resultados por hora considerando una hora laboral como el parámetro de entrada y la cantidad física del trabajo completado como salida. (Carrillo, 2019; Thomas & Yiakoumis, 1987)

En (Mejía & Hernandez, 2007) se habla de la productividad cuando se hace referencia a un hombre, “este debe ser considerado como una unidad promedio de la cuadrilla a la que pertenece”.

$$\text{Productividad laboral} = \frac{\text{Unidades producidas} \\ (m^3, m^2, ml)}{\text{Hora} - \text{hombre}}$$

$$\text{Productividad laboral} = \frac{\text{Unidades producidas} \\ (m^3, m^2, ml)}{\text{Hora} - \text{Cuadrilla}}$$

En conclusión, la productividad laboral es de vital importancia en cualquier proyecto de construcción, independientemente del tamaño de este. Es considerado como uno de los retos de mayor relevancia en la duración de un proyecto constructivo. Para cuantificar la productividad laboral se debe evaluar el desempeño de las cuadrillas de trabajo asociadas al proceso, respecto de una unidad de tiempo generalmente medida en horas (Lotffy, 2014; Mejía & Hernandez, 2007)

## **2.3 Marco teórico**

En el mundo existen organizaciones dedicadas a la gestión de proyectos, las cuales poseen entre sus hallazgos normas y guías en las que se estipulan pautas necesarias en el ámbito de gestión de proyectos. El PMI (Project Management Institute), fundado en 1969 en estados unidos, es una organización no lucrativa con más de 500,000 miembros en 187 países. El PMI generó el cuerpo de conocimiento de gestión de proyectos PMBOK; esta guía es la más reconocida y utilizada a nivel mundial, la cual describe buenas prácticas que no son más que técnicas o habilidades, las cuales pueden aumentar el éxito del proyecto alcanzando los resultados esperados. Además, incluye conocimientos aplicables a la mayoría de proyectos (PMI, 2017; Rosales, 2013)

Debido a la limitada capacidad de obtención de recursos críticos en algunas industrias, se han creado varios métodos y tendencias en gestión de recursos las cuales han tenido amplia aceptación en los últimos años. Entre los métodos más populares están el Lean Management, Kaisen, mantenimiento productivo total (TOM) entre otros métodos (PMI, 2017).

En (Lean Enterprice Institute, 2020) se define Lean como: una forma de diseñar sistemas de producción para minimizar el desperdicio de materiales, tiempo y esfuerzo, a fin de generar el máximo valor posible. Lean Construction, tiene como fin lograr un uso equilibrado de personas, materiales y recursos. Esto permite a las compañías reducir costos, eliminar desperdicios y entregar proyectos a tiempo. (Ansah & Sorooshian, 2017; Singh & Kumar, 2019)

### ***2.3.1 Gestión de los recursos humanos del proyecto.***

Según (PMI, 2017), el proceso de planificar la gestión de los recursos humanos consiste en “identificar y documentar los roles dentro de un proyecto, las responsabilidades, las habilidades requeridas y las relaciones de comunicación, así como de crear un plan para la gestión de personal. El beneficio clave de este proceso, es que establece los roles y responsabilidades del proyecto, los organigramas del proyecto y el plan para la gestión de personal, el cual incluye el cronograma para la adquisición y liberación del personal”.

El plan de gestión del personal menciona estrategias para desarrollar el espíritu de equipo, como elaborar un plan de reconocimiento y recompensas, asuntos relacionados con seguridad, consideraciones relacionadas al cumplimiento, y el impacto del plan para la gestión de personal en la organización (PMI, 2017).

Para que la planificación de los recursos humanos se realice de manera eficaz, se debe considerar la disponibilidad de los recursos humanos escasos, de allí surge la necesidad de incorporar metodologías, métodos o modelos de gestión de mano de obra que permitan alimentar todos los procesos con la finalidad de cumplir los cronogramas propuestos y garantizar la continuidad del trabajo. De lo contrario, los factores, cronogramas, riesgos, costos y calidad entre otras áreas podrían verse considerablemente afectados dentro del proyecto (PMI, 2017).

### **2.3.2 Encuesta**

La encuesta es una técnica que se usa como instrumento de investigación permitiendo obtener datos de manera eficaz (Casas et al., 2003).

En (C. Campbell et al., 1981) se define la encuesta como “una técnica que depende del contacto directo o indirecto con todas las personas cuyas actitudes, conductas o características son significativas para una determinada investigación”.

La encuesta es el procedimiento sociológico más importante en el área de investigación, además de ser el más empleado, permitiendo obtener información de manera sistemática y ordenada (Sierra Bravo, 1988). El estudio (Casas et al., 2003) expone que: “el investigador no tiene interés solamente en el sujeto concreto que contesta el cuestionario, sino la población a la que pertenece; de ahí, surge la necesidad de utilizar técnicas de muestreo apropiadas”.

Para la planificación de una investigación, en la cual se use la encuesta como técnica de recolección de información, se deben considerar las siguientes etapas (Casas et al., 2003):

- Identificar el problema.
- Determinar el diseño de investigación.
- Especificar las hipótesis.
- Definir Variables.
- Seleccionar la muestra.
- Diseñar el cuestionario.
- Organizar el trabajo de campo.
- Recolectar y tratar los datos.
- Analizar los datos e interpretar resultados.

### **3. Metodología**

El proyecto se desarrolló en 3 fases, divididas así:

- Fase 1: Revisión de literatura;
- Fase 2: Creación de encuesta;
- Fase 3: Aplicar prueba piloto de la encuesta;

Con el objetivo de proporcionar información acerca de la asignación de cuadrilla de trabajo usando la encuesta como herramienta de investigación, este estudio presenta una revisión de literatura seguida de dicha encuesta y la prueba piloto de la misma. Los hallazgos de la revisión de literatura guiaron esta investigación hacia la elaboración de la encuesta, la cual se diseñó y se desarrolló con un nivel óptimo de confianza para un tamaño de muestra pertinente.

### **3.1 Fase 1: Revisión de literatura.**

La primera etapa de este estudio consistió en una revisión bibliográfica, basada en la recopilación de artículos cuyo tema principal fue la asignación de cuadrillas de trabajo a procesos constructivos en el ámbito mundial y local. La recopilación de información se hizo a través de las diferentes bases de datos de artículos científicos (ASCE, American Society of Civil Engineers), Scopus, Science Direct) donde se introdujo una ecuación de búsqueda pertinente al tema de investigación, definida así “Crew + job + construction + process”. Los criterios de la selección de los artículos fueron aquellos que guardaban concordancia con el tema de cuadrillas

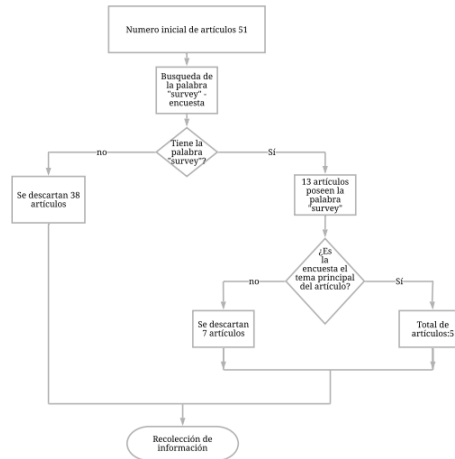
de trabajo, que fueran publicados entre el 2000-2020 y además que usaron encuestas como herramienta principal de investigación.

La muestra inicial obtenida consistió en un total 59 artículos, con los cuales se hizo un primer filtro y se eliminaron 8. Los eliminados corresponden a artículos que no abordan el tema directamente o su fecha de publicación era anterior al 2000, los cuales, no se consideraron como estudios que pudieran aportar valor al presente trabajo debido a la antigüedad de los datos.

De los 51 artículos en consideración para esta investigación se hizo un filtro para seleccionar, entre ellos, los que usaron encuestas en su metodología de investigación. De esta selección se obtuvo un total de 13 artículos, los cuales tenían la palabra “survey”. De la lectura completa de los 13 artículos, tan solo 5 artículos abordaban directamente la encuesta como instrumento de investigación como se observa en la figura 1.

Con la lista ya definida de artículos, se procedió a analizar uno por uno. Respondiendo a las preguntas:

¿Qué se preguntó? ¿A quién se preguntó? ¿Como se preguntó? (metodología) ¿Cuál fue el objetivo de la encuesta? ¿Qué tipo de encuesta se usó? ¿Cómo se obtuvieron resultados? ¿Como se analizaron los resultados? ¿cómo se obtuvo la muestra? ¿cuál fue la población de estudio?

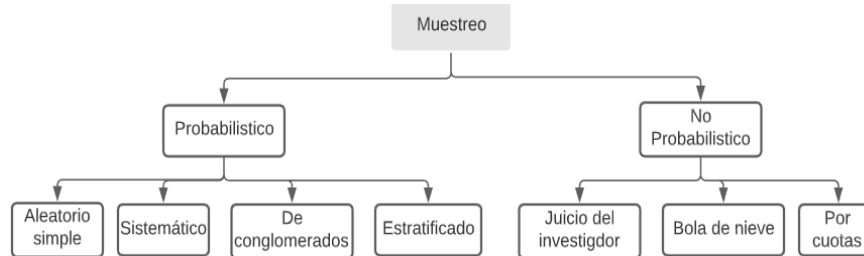
**Figura 1.***Revisión de literatura***3.1.1 Población y muestra**

Se considera la población como un número de elementos, personas o empresas pertenecientes al grupo objeto de investigación. (Levine et al., 2014)

Por otra parte, la muestra es la parte de la población seleccionada para hacer parte del estudio en cuestión. (Levine et al., 2014) El muestreo es una parte fundamental del método científico. Para encuestas, consiste en seleccionar un grupo representativo de la población de interés, dicho grupo representará fielmente las características de toda la población. (Munch & Angeles, 1996)

Para extraer la muestra se deben definir marcos de muestreo (lista de los elementos que constituyen a la población). (Levine et al., 2014)

**3.1.1.1 Tipos de muestreo:** la figura 2 ilustra los tipos de muestreo probabilístico y no probabilístico usados para seleccionar a la muestra.

**Figura 2.***Tipos de muestreo*

Las muestras probabilísticas se seleccionan con base en probabilidades conocidas; permite elaborar inferencias o generalizaciones de la población. Siempre que se pueda, es recomendable usar este tipo de muestreo. (Blanco, 2011; Levine et al., 2014)

El muestreo no probabilístico obedece al criterio del investigador, por lo cual no se conoce la probabilidad exacta de que un individuo sea elegido, poseen poca exactitud y un alto sesgo de selección y no es posible generalizar los resultados a la población. (Levine et al., 2014)

**3.1.1.2 Tamaño de muestra:** el tamaño de la muestra dependerá de los objetivos de la investigación y de la población, además, del tiempo y recursos que se dispongan. La ecuación (1) se usa para el cálculo del tamaño de muestra en poblaciones finitas, es decir, se conoce el total de unidades que la integran. (Munch & Angeles, 1996)

$$n = \frac{z^2 pqN}{(N - 1)e^2 + z^2 pq} \quad (1)$$

Donde:

N: tamaño de la población

Z = nivel de confianza deseado

e = error de muestreo permitido

p = probabilidad a favor

q = probabilidad en contra

**3.1.1.3 Muestreo estratificado:** es una técnica de muestreo que divide a la población en subgrupos para aplicar un muestreo aleatorio simple. Es de gran utilidad cuando se pueden separar y observar fácilmente los estratos. (Munch & Angeles, 1996)

## **3.2 Fase 2: creación de encuesta**

Según la Asociación Americana de Estadística ASA, la encuesta es un método que se usa como estrategia de investigación permitiendo recopilar información de manera eficaz, sistemática y ordenada de una muestra de personas, cuyas conductas y características aportan significativamente a la investigación. (A. A. Campbell & Katona, 1992; C. Campbell et al., 1981)

El objetivo principal de la encuesta consiste en obtener un perfil general de la población, mediante la elección apropiada de la técnica de muestreo. El tamaño de la muestra depende de la calidad estadística que requieran los resultados de la investigación. Seleccionar una muestra eficiente requiere conocer los principios teóricos de probabilidad y estadística. (C. Campbell et al., 1981; Phillips, 2006). La metodología de la encuesta es considerada una ciencia y por lo

tanto su calidad sólida se valida a través de principios estadísticos y científicos, cuyo enfoque principal es la precisión de la información obtenida. (Leeuw et al., 2008)

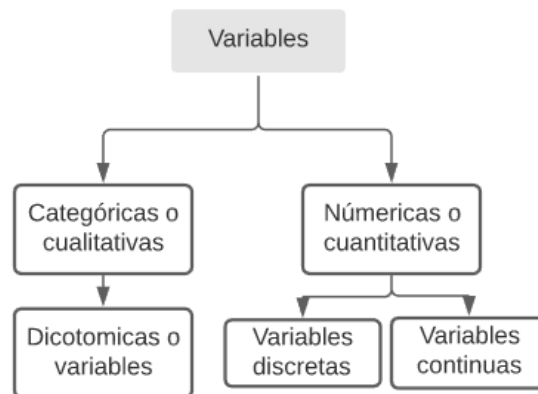
La encuesta es versátil en su modo de presentación y en su forma de aplicación, puede ser online, por teléfono o en persona, se debe garantizar en todo momento al encuestado la total confidencialidad de sus datos, la naturaleza y el propósito de la investigación. El investigador debe hacer uso de lenguaje y redacción apropiado esto con el fin de evitar confusión y difícil comprensión por parte del encuestado. (C. Campbell et al., 1981; Phillips, 2006)

### 3.2.1 Tipos y medición de variables

Se define “variable” como una característica que cambia de una unidad de análisis a otra; y “dato” como el valor que asume dicha variable. (Blanco, 2011)

#### Figura 3.

##### *Tipos de variables*



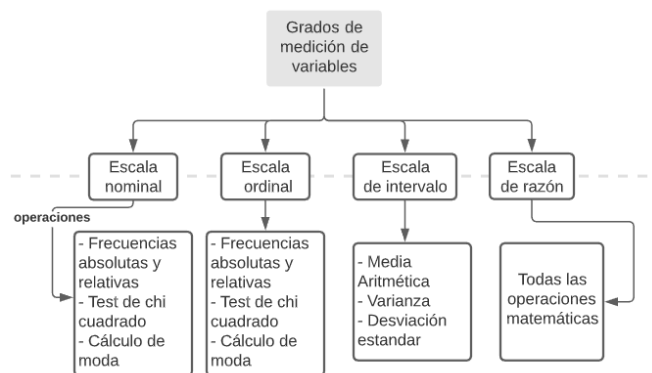
Las variables pueden clasificarse en cualitativas y cuantitativas como se ilustra en la figura 3. Las variables cualitativas tienen múltiples categorías que las definen; las variables cuantitativas están definidas por un número y pueden ser discretas o continuas. La variable

cuantitativa discreta surge de un conteo y la continua surge de la medición de la unidad de análisis. (Blanch & Joekes, 1978)

Según su grado de medición, las variables se pueden re ordenar. Conocer el grado de medición es de vital importancia ya que este determina el tipo de tratamiento estadístico de los datos como se evidencia en la figura 4 .(Blanco, 2011).

#### Figura 4.

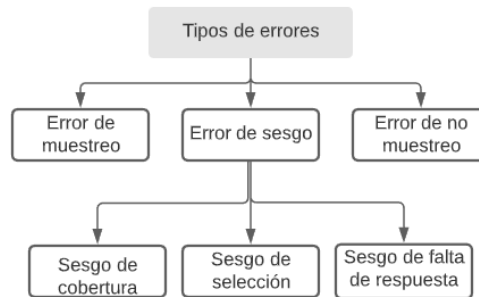
##### *Grado de medición de variables*



### 3.2.2 Errores en las encuestas

En primer lugar, para diseñar e implementar una encuesta con validez y confiabilidad, se deben identificar las fuentes de error que pueden llegar a representar una amenaza, afectando su calidad y precisión. Estas pueden variar dependiendo de la población, la técnica de muestreo, la forma en que se recopilen los datos y los objetivos de la encuesta.(Phillips, 2006)

La figura 5 muestra los errores que afectan considerablemente la precisión en las estimaciones del instrumento de recolección de datos.

**Figura 5.***Tipos de errores*

El error en el que la muestra no refleja adecuadamente el perfil general de la población, debido a que solo se encuesta a una porción de esta, recibe el nombre de error de muestreo, el cual puede controlarse seleccionando suficientes elementos de forma aleatoria con el fin de lograr un nivel de precisión adecuado. El error en el cual las respuestas de la muestra difieren y no representan la visión general de la población, recibe el nombre de sesgo de la muestra, el cual puede presentarse en 3 formas: sesgo de cobertura, sesgo de selección y sesgo de falta de respuesta. El sesgo de cobertura se origina cuando algunos miembros de la población no tienen oportunidad de ser elegidos o simplemente se excluyen de la aplicación; el sesgo de selección ocurre cuando elementos de la población poseen alta o baja posibilidad de selección; cuando algunos grupos relevantes del muestreo no responden y difieren significativamente de los que sí lo hacen, se genera el sesgo de falta de respuesta. Finalmente, aquellos errores relacionados con las respuestas, su codificación y precisión y demás factores externos al muestreo, reciben el nombre de error de no muestreo. (Leeuw et al., 2008; Phillips, 2006)

### 3.2.3 Metodología de la encuesta.

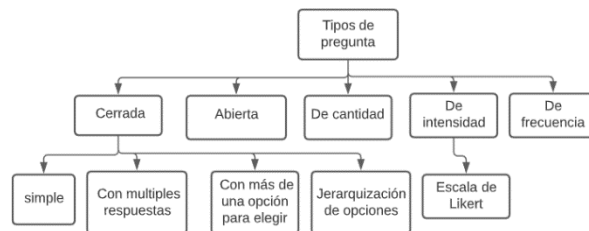
Esta sección describe las etapas consideradas en la creación de la encuesta, donde se detalla el procedimiento ejecutado.

**3.2.3.1 Etapa 1. Conceptualización y operacionalización:** Antes de construir el cuestionario es importante definir los conceptos que se desean medir. Comúnmente suelen ser llamados “constructos”. Se procede a convertir los constructos en indicadores empíricos, es decir, en variables y categorías medibles; este proceso recibe el nombre de operacionalización de variables. (Leeuw et al., 2008; Phillips, 2006)

### 3.2.3.2 Etapa 2: Tipo, cantidad, disposición de preguntas

**Figura 6.**

*Tipos de preguntas*



**3.2.3.3 Etapa 3: Presentación del cuestionario y validación de las preguntas:** Para presentar el cuestionario al encuestado se precisa de los siguientes aspectos:

- Breve presentación del cuestionario y propósito de la investigación además del uso y confidencialidad de los datos obtenidos.
- Instrucciones claras de cómo responder el formulario.

- Agradecimiento al encuestado por su respuesta.

#### **3.2.4 Validación de las preguntas**

- progresión lógica: Las preguntas del cuestionario deben empezar por preguntas simples hasta llegar a las más complejas con el fin de que el encuestado de manera progresiva entienda el propósito de la encuesta.
- orden temporal, lógico y psicológico: aquellas preguntas que aborden un mismo tema, deben ir juntas y de tal modo que no se realicen cambios bruscos de un tópico a otro.
- cautela: las preguntas deben ser formuladas con precaución, una amplia oferta de respuestas puede incomodar al encuestado.
- lenguaje acorde: el lenguaje utilizado en las encuestas debe ser acorde con el público al que va dirigido
- juicios de valor: las preguntas no deben inducir a la respuesta, no es recomendable añadir juicios de valor, es decir, inducir al encuestado a responder de manera positiva o negativa.
- rotar el orden de lectura: es conveniente cuando la pregunta posee varias alternativas de respuesta y el encuestado solo debe elegir una, el orden de la respuesta puede afectar la elección del encuestado.

### **3.3 Fase 3: aplicación del cuestionario**

Prueba piloto del instrumento

Realizar la encuesta a expertos en el tema y a un grupo pequeño perteneciente a la población antes de distribuirla a gran escala permite evaluar la calidad y claridad del instrumento. Además, posibilita eliminar, modificar o incluir preguntas de acuerdo a lo manifestado por el encuestado. (Blanco, 2011; González et al., 1976)

#### **4. Resultados**

De los artículos seleccionados, que aportan valor al presente trabajo, se hizo un estado del arte, donde se resalta la metodología y principales resultados de cada estudio. Y se describe el procedimiento llevado a cabo en la formulación del instrumento de recolección de datos.

##### **4.1 Fase 1: Revisión de literatura.**

En los últimos 15 años, se ha incrementado el uso de encuestas como herramienta principal de investigación en la gestión de proyectos de construcción. Se han generado cuestionarios para conocer las percepciones y tendencias en la industria de la construcción. Apreciaciones acerca del nivel de satisfacción de un trabajador (Azeez et al., 2019), la sensación de seguridad en su lugar de trabajo (Kaskutas et al., 2013; Whiteoak & Mohamed, 2016) y cómo mejorar la productividad (Choi, 2007).

#### ***4.1.1 Antecedentes a nivel internacional***

En 2019, (Azeez et al., 2019) investigó la influencia de las recompensas y en cómo los trabajadores de la industria de la construcción en EEUU las percibían. El estudio responde a las preguntas de investigación ¿Qué quieren los trabajadores de la construcción? ¿Qué afecta la percepción de recompensa de un trabajador? ¿Qué recompensas reciben los trabajadores de la construcción? Se aplicó un cuestionario de autoevaluación que consistía en 3 partes: la primera indagó acerca de la información del encuestado (genero, raza, edad); la segunda parte contenía preguntas acerca de los factores ocupacionales que podrían afectar la percepción del encuestado (años de experiencia, método de pago, habilidades. etc.); la última parte se dedicó a preguntas relacionadas directamente con las recompensas, y en evaluar que tan importantes eran para el encuestado. Distribuido de manera electrónica, y con más de 2000 invitaciones enviadas, de las cuales se obtuvieron 208 respuestas, el estudio concluyó que la recompensa más importante para los trabajadores encuestados, además de ser la más recibida en la industria, es la financiera. Además, cuantas más recompensas recibe el trabajador, mayor es la satisfacción de recompensa. En cuanto a factores sociodemográficos los trabajadores solteros están menos satisfechos con su trabajo.

Algunos estudios se han dedicado a recopilar información sobre seguridad en el trabajo. En 2016, (Whiteoak & Mohamed, 2016) se enfocó en explorar las percepciones de seguridad que tienen los trabajadores de primera línea de la industria australiana de asfalto según su punto de vista, buscando dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿qué factores creen que afectan su percepción de seguridad en el trabajo? Y ¿cómo el sentirse aburrido afecta su nivel de compromiso en el sitio de trabajo? Mediante una investigación cualitativa y las opiniones de 27

supervisores de primera línea de la industria australiana de asfalto en grupos focales, se determinaron 15 preguntas que se incorporaron en la encuesta de investigación. Además, se incluyeron 4 preguntas del cuestionario de clima de seguridad (SCQ) de Glendon y Litherland. La encuesta se aplicó en el sitio a 207 empleados hombres. El estudio concluyó que, los factores que afectan la percepción de seguridad de los trabajadores son: cambios de turno irregulares y de último momento en el plan, mal tiempo, y las malas instrucciones impartidas por los supervisores. El sentirse aburrido en el trabajo, según los resultados de la encuesta, se atribuyó a la falta de moral en el equipo y a los problemas personales externos de otros trabajadores. Las mejoras en la percepción de seguridad en el lugar de trabajo pueden aumentar el compromiso y, a su vez, incrementar la productividad de los trabajadores de la industria de asfalto. Adicionalmente, el estudio enfatiza el papel fundamental que tiene el supervisor de la cuadrilla de trabajo al impartir principios de seguridad a sus trabajadores y garantizar su cumplimiento, lo cual aumenta la sensación de seguridad y aumenta el sentido de pertenencia de la cuadrilla con el proyecto.

Por otra parte, en 2013, (Kaskutas et al., 2013) provee información acerca de la prevención de caídas en la construcción residencial en EEUU indagando respuestas a la siguiente pregunta: ¿Qué tan importante puede llegar a ser la capacitación y comunicación impartida por los líderes de cuadrilla de trabajo a sus miembros? La metodología del estudio consistió, en su primera fase, en realizar una encuesta de investigación a jefes de cuadrilla y a sus miembros, dos semanas antes de impartirles una capacitación de 8 horas cuyo objetivo era mejorar la comunicación y seguridad en el trabajo. Finalmente, 4 semanas después, se implementó nuevamente la encuesta acompañada de una auditoria por parte del investigador. Se aplicaron dos tipos de encuestas, la primera iba dirigida directamente a los jefes de cuadrilla, y la segunda,

a los integrantes de cada cuadrilla de trabajo. La tasa de participación de los jefes fue del 100% y los trabajadores del 96%. La encuesta dirigida a los jefes de cuadrilla recopiló información acerca de cómo ellos perciben e imparten las indicaciones para trabajar con seguridad, a los miembros de su cuadrilla de trabajo. Por otra parte, la encuesta dirigida a los miembros de cuadrilla indagó acerca de cómo perciben ellos las instrucciones en tema de seguridad impartidas por su jefe de cuadrilla. El estudio descubrió el uso, de manera inconsciente, de la preparación inadecuada en la protección contra caídas en el lugar de trabajo. Los jefes de cuadrilla no tienen el conocimiento suficiente en temas de seguridad. Además, se sienten presionados por el contratista para cumplir demandas de productividad.

Al comparar los resultados de la primera ronda de encuestas frente a las respuestas después de la capacitación, los resultados más notables son: el aumento en el nivel de comunicación diaria entre jefe de cuadrilla y sus miembros de un 60% a un 90%; además, la frecuencia de conductas laborales inseguras disminuyó del 68% al 44%, al mismo tiempo que, la cantidad de informes de seguridad proporcionados por los jefes de cuadrilla se duplicó después del entrenamiento.

En estudios relacionados a la productividad, en 2007, (Choi, 2007) indagó, en el medio oeste de los Estados Unidos, la medición de la productividad en empresas de techado mediante un cuestionario enfocado a la eficiencia del trabajo en relación a sus insumos y a sus productos. Adicionalmente, recopila información de los factores que mejorarían la productividad percibidos por los trabajadores de las empresas de techado. Se implementó una encuesta de investigación enviada por correo y fax a 78 empresas, de las cuales, se recibieron 20 respuestas que fueron diligenciadas por los gerentes de las mismas. La encuesta constaba de 3 partes, la primera, indagó acerca de los antecedentes de la empresa (tipo de trabajo de la empresa, y cuanto tiempo

ha estado funcionando en la industria, si posee sindicatos o no), la segunda parte se enfocó en la medición de productividad (preguntas relacionadas con el entregable y con los insumos). Por último, la parte final le pidió a los encuestados clasificar los factores de pérdida de productividad más frecuentes en sus empresas, calificándolas de 1 a 9 (entre los factores se incluyen: clima, lesiones, equipo inadecuado, mala comunicación, propiedad robada etc.). Como resultado, afirmó que el factor que tiene mayor potencial en la industria de techado para mejorar la productividad es una mejor planificación, programación y comunicación entre empleador-empleado. Además, demostró que una buena relación entre los miembros de una cuadrilla de trabajo puede generar un alto nivel de productividad.

En 2013, (Russell et al., 2013) identificó las razones más frecuentes y graves para agregar amortiguadores de tiempo a la duración de las tareas por las empresas constructoras en los Estados Unidos. La investigación implementó dos tipos de encuestas. La primera fue dirigida a los gerentes de proyectos; y la segunda, a los integrantes de las cuadrillas de trabajo. La primera, con preguntas acerca del tamaño de la compañía, ingresos anuales, tamaño promedio del proyecto, trabajo atrasado o pendiente; si usan o no el “Last planner system” (método de planificación en obra). La segunda encuesta contenía 3 partes, la primera sección indagó acerca del encuestado (posición, cuadrilla a la que pertenece y experiencia), la segunda sección pidió al participante clasificar las causas más críticas que se tienen en cuenta para agregar tiempo de duración extra a una tarea, y si consideraba que era su responsabilidad mitigar el efecto de dicha causa. La última sección indagó acerca de la severidad de los factores causantes de demoras en un proyecto, pidiéndole al encuestado que le asignara un valor de ocurrencia.

La encuesta fue distribuida a contratistas generales y subcontratistas en versiones en línea y en papel en todo Estados Unidos. Se recibieron un total de 180 respuestas.

El estudio concluyó que los factores que agregaban más amortiguadores de tiempo a las actividades en el sector, son aquellos factores relacionados con la información y la comunicación, entre estos factores se encuentran: la complejidad del proyecto, la complejidad de la tarea comercial, la calidad de los documentos, el tamaño del proyecto, la coordinación requerida con otros oficios, el período del contrato, la capacidad de construcción del diseño, la tendencia a los cambios de alcance.

En conclusión, la industria de la construcción ha tenido que enfrentarse a varios desafíos, lo cual ha generado preocupación e investigaciones al respecto. Uno de esos desafíos es la escasez de mano de obra calificada, lo cual los llevó a investigar qué motiva a la fuerza laboral y la importancia de la motivación en la construcción (Azeez et al., 2019). Otro desafío que afronta la industria, y cada vez se hacen más común, es la pérdida de la productividad por la percepción de seguridad en el trabajo. Esta juega un papel determinante en la productividad; las lesiones ocasionan costos directos e indirectos en cualquier proyecto de construcción conduciendo a una disminución en la producción y a retrasos en los tiempos de finalización incrementando los costos totales (Choi, 2007). Investigaciones revelaron que la seguridad representa, de manera substancial, costos en los proyectos de construcción. Se estima que las muertes, lesiones y enfermedades en el lugar de trabajo resultan en pérdidas económicas que ascienden al 4% y al 5% del producto interno bruto. Las caídas son la causa más frecuente de muerte en los trabajadores de la construcción, todo esto, debido a las prácticas laborales inseguras, las cuales tienen mayor incidencia en la construcción residencial. (Karakhan & Gambatese, 2017; Kaskutas et al., 2013)

No existe información precisa de estudios que hayan implementado la encuesta como herramienta para conocer los métodos de asignación de cuadrillas de trabajo a nivel

internacional, ni estudios que aborden directamente los métodos de asignación de cuadrillas de trabajo.

#### ***4.1.2 Antecedentes locales***

En Colombia, debido a la poca precisión de la información y a la incertidumbre que genera, se ha estudiado el rendimiento de la mano de obra en la construcción de edificaciones como indicador principal de productividad. (Mejía & Hernandez, 2007)

En 2005, (Mejía & Hernandez, 2007) se enfocó en estudiar los rendimientos de obra in situ de las actividades de mampostería, friso, pisos y estucado de un proyecto de urbanización localizado en Piedecuesta, Santander aplicando a su investigación la metodología del estudio de trabajo centrándose en la técnica de medición de tiempos. El propósito del estudio fue generar información acerca de rendimientos promedios en condiciones normales de la jornada laboral (rendimiento tipo), que permitieran generar planes de seguimiento y mejora; además, establecer registros históricos que pudieran ser usados en futuros proyectos. La investigación concluyó que para poder mejorar la productividad y calcular los rendimientos de las cuadrillas de trabajo, se precisa complementar el estudio de tiempos con un estudio de procesos, es decir, la descripción de las tareas involucradas, información referente a la composición de las cuadrillas de trabajo y las características de las mismas, todo esto, con el fin de que los rendimientos calculados puedan ser referentes de comparación y mejoramiento.

En 2014, (Millán et al., 2014) determinó los rendimientos de las actividades relacionadas con mampostería y la estructura del edificio J, perteneciente a la Universidad Pontifica

Bolivariana localizada en Floridablanca, Santander. Seleccionó el método de estudio de rendimientos promedios para calcular los rendimientos de las cuadrillas de trabajo recopilando, diariamente y de manera permanente, información de los procesos en obra. El objetivo del estudio consistió en comparar los valores de rendimiento obtenidos en la construcción del “Edificio J” frente a los rendimientos ofrecidos por las diversas bases de datos comerciales de la industria para las actividades seleccionadas. Al comparar los resultados obtenidos, se evidenció que la mayor diferencia proviene de la actividad de muros de contención; el cálculo arrojó un valor 70% menor que el suministrado por las bases de datos. En el caso de vigas se observó que el rendimiento fue 40% más alto que el de referencia. En cuanto a mampostería, las diferencias obtenidas de los rendimientos son del 50% por debajo de los valores de referencia.

En 2016, (Gomez Cabrera & Morales Bocanegra, 2016), siguiendo el enfoque “*Lean Construction*”, identifica las causas principales que generan pérdidas en los proyectos constructivos. El estudio se basa en observaciones a 3 obras localizadas en Bogotá, obras de carácter residencial y con sistema de muro aporcado y en concreto reforzado. Los macro procesos observados fueron placa, viga y columna, dentro de las cuales destacan las actividades de formateado, encofrado y vertimiento del concreto. La metodología consistió en grabar videos de cada una de las actividades en cada obra a diversas horas del día durante varios días, para posteriormente, identificar sus variaciones. Se realizaron entrevistas y encuestas a los trabajadores con el fin de identificar aquellos factores que, a percepción de los miembros de cuadrillas, afectan la productividad del proyecto y que no podían ser vistos en las grabaciones. Estas aportaron información acerca de los trabajos de tipo productivo, contributivo y no contributivo; con esos valores, y mediante el software arena, simularon lo observado contra el rendimiento real en las obras. Como resultado, el estudio identificó que aquellos factores de tipo

no contributivo que afectan la productividad son: esperas de materiales y equipos, desplazamiento por traslado de material, ocio, reprocesos, mal clima y descansos. De las encuestas, se pudo identificar los factores motivacionales que afectan al trabajador los cuales son: reconocimiento de su trabajo, mal trato por parte de sus superiores, retrasos de los materiales lo cual ocasiona que se alargue la jornada laboral, cambio de oficio diferente al de su especialidad, demoras en pagos salariales, y rutina. De acuerdo a lo observado, las obras no poseían planificación con anterioridad, lo cual puede ser mejorado mediante el uso de la simulación evaluando previamente los procesos antes de ser puestos en marcha con el fin de controlar la duración total del proyecto.

Colombia necesita más información acerca de sus procesos constructivos, en especial información que involucre a la mano de obra, es decir, a las cuadrillas de trabajo, a su conformación, y factores motivacionales que pueden llegar a afectarlas. Todo esto, como un indicador de gestión y control en obra; conocer a fondo como están conformadas las cuadrillas y sus características. Es importante identificar factores relacionados con las mismas, tales como: el clima, la economía, la supervisión, la dotación, los equipos, control de obra, calidad del sitio de la obra, considerando que son factores que afectan directamente los rendimientos y a su vez la productividad de la obra; no es cuestión de tomar los valores ofrecidos en las bases de datos comerciales, dado que no especifican bajo qué condiciones se calcularon y que criterios fueron usados para su obtención, lo cual lleva a calcular erróneamente duración de proyectos y a la larga generando sobrecostos y sobrecarga a las cuadrillas de trabajo para cumplir con los tiempos estipulados.

Según las revisiones anteriores, se evidencia que las encuestas pueden ser aplicadas por medio de correo electrónico, fax o directamente en el sitio; esto depende de los fines del

investigador y del presupuesto de la investigación. Se muestra que las encuestas administradas electrónicamente por correo en (Azeez et al., 2019), obtuvieron un 10% de respuesta. Las encuestas suministradas por fax en (Choi, 2007), obtuvieron una tasa de respuesta del 25% y las suministradas en el sitio (Kaskutas et al., 2013; Russell et al., 2013; Whiteoak & Mohamed, 2016) lograron una tasa de respuesta superior, de más del 90%. La literatura recomienda la aplicación de la encuesta en el sitio con el fin de garantizar una mayor tasa de respuesta por parte del encuestado.

## **4.2 Fase 2: creación de encuesta**

Esta fase aborda todo lo relacionado con el diseño y la metodología usada en la creación del instrumento de recolección de datos.

### ***4.2.1 Tipos de variable***

La variable principal de este estudio es de tipo cualitativo, siendo, en su mayoría, la más usada en las preguntas de la encuesta. Se incluye la variable cuantitativa de tipo discreto en las preguntas relacionadas con la antigüedad de la empresa y los años de experiencia del encuestado.

### ***4.2.2 Etapa 1: Conceptualización y operacionalización***

El primer paso para formular una encuesta consiste en definir los objetivos de investigación, en este caso, el objetivo principal de investigación es identificar los métodos que

poseen las empresas constructoras en Bucaramanga para determinar la composición de cuadrillas de trabajo. El segundo paso consiste en definir un conjunto claro de tópicos de investigación, de las cuales surgirán las preguntas de la encuesta. El primer tópico es la caracterización de las empresas; de allí surgen preguntas que indagan acerca de la actividad principal de la empresa, el sector al que pertenece, tipo de entidades con las que licita, años en el mercado y el tipo de sociedad al que está adscrita la empresa.

El segundo consiste en la caracterización del encuestado; preguntas relacionadas con el área al que pertenece, el cargo que desempeña y los años de experiencia en el mismo. El siguiente tópico busca generar información del comportamiento económico del sector de la construcción, con preguntas relacionadas con márgenes de ganancias, factores internos y externos que pueden afectarlos, marco de referencia de gestión usado en los proyectos de la empresa, y posibles factores que pueden causar baja productividad. El tópico clave de la investigación consiste en los métodos de asignación de cuadrillas de trabajo con preguntas dirigidas hacia el cuándo y cómo se determinan los integrantes de cada cuadrilla, método empleado y factores que afectan la composición de las cuadrillas. El último tópico está enfocado a medir los efectos generados en las obras por la situación actual de emergencia sanitaria en el mundo.

#### ***4.2.3 Etapa 2: Población y muestra***

La distribución normal o gaussiana se usa ampliamente en aplicaciones estadísticas debido a la normalidad que asumen la mayoría de las variables asociadas a fenómenos cotidianos. (Pérez Díaz & Pita Fernández S, 2001) El número de observaciones va a

condicionar la ley de probabilidad a usar; si se cuenta con una muestra grande de casos, la distribución normal se ajustará, permitiendo infinitas observaciones. (Padilla Pardo, 2014)

El sector de la construcción en Bucaramanga posee alrededor de 861 empresas inscritas en la cámara de comercio que renovaron su matrícula mercantil en el 2020 divididas así: construcción de edificios residenciales; no residenciales y construcción de otras obras de ingeniería civil, distribuidas como se muestra en la Tabla 1 (*Cámara de comercio Bucaramanga, 2020*).

El CIUU (clasificación industrial internacional uniforme), elaborado por la Organización de Naciones Unidas cuyo fin es clasificar las actividades económicas en el país (*Cámara de comercio Bogotá, 2020*)

**Tabla 1.**

*Distribución de las empresas constructoras en Bucaramanga*

Código CIUU	Tipo de construcción	Número de empresas
4111	Edificios residenciales	341
4112	Edificios no residenciales	60
4290	Otras obras	460

**4.2.3.1 Tamaño de muestra:** La ecuación (1) se usó para extracción del tamaño de muestra:

$$n = \frac{z^2 pqN}{(N-1)e^2 + z^2 pq} \quad (1)$$

- Cálculo de Z  
Para un nivel de confianza del 90%

$$Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$$

Donde  $\alpha = 1 - 0,9 = 0,1$

Entonces:

$$Z_{1-\frac{0,1}{2}} = Z_{0,95}$$

Buscando en las tablas de distribución normal el valor de Z para 0,95 obtenemos que es 1,645

Para un nivel de confianza del 95%

$$Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$$

Donde  $\alpha = 1 - 0,95 = 0,05$

Entonces:

$$Z_{1-\frac{0,05}{2}} = Z_{0,975}$$

Buscando en las tablas de distribución normal el valor de Z para 0,975 obtenemos que es 1,96

Asumimos un límite de respuesta del 90% por lo cual nuestro valor de p corresponde al 0,9 y un 10% de no respuesta que equivale a  $q = 0,1$ ; valores que serán confrontados en el análisis estadístico para calcular el tamaño de muestra. El error máximo aceptable en este tipo de investigación no debe ser mayor al 10% (Munch & Angeles, 1996). Este estudio considera un error máximo del 7%.

Basado en el muestreo estratificado, se decidió tomar, como el estrato objetivo de estudio, las empresas dedicadas a la construcción residencial en Bucaramanga.

Basados en los valores anteriores y usando la ecuación (1) se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la tabla 2.

**Tabla 2.**

*Tamaño de muestra*

Variable	Confiabilidad	
	90%	95%
N	341	341
Z	1,645	1,96
P	0,9	0,9
q	0,1	0,1
e	0,07	0,07
N	43	58

**4.2.3.2 Elección del método de muestreo:** Debido a la situación actual que afronta el país, y tomando en cuenta que no todas las empresas constructoras consideradas en este estudio se encuentran laborando al día de hoy, se deciden encuestar a las empresas activas al momento de la aplicación de la encuesta, garantizando que pertenezcan a los diferentes segmentos de la construcción residencial como la vivienda de interés social, viviendas para estratos 4,5 y 6, cuyo método constructivo se encuentre dentro del industrial, tradicional y/o automatizado, con el fin de mitigar sesgos y errores en el muestreo.

#### **4.2.4 Etapa 3: Diseño de encuesta y recopilación de datos**

Esta etapa describe a detalle el procedimiento llevado a cabo para el diseño del instrumento de recolección de datos, su presentación y validación.

**4.2.4.1 Presentación del cuestionario:** la encuesta enuncia con brevedad y claridad el propósito de la investigación e incluye la confidencialidad de los datos en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 13 del decreto 1377 de 2013 del ministerio de comercio, industria y turismo. y la Resolución de Rectoría de la Universidad Industrial de Santander N° 1227 del 22 de agosto de 2013.

Al inicio del formulario se presentan las instrucciones de llenado del mismo. La encuesta consta de 5 secciones y 23 preguntas en total.

Al final se agradece al encuestado por su tiempo y disposición al completar la encuesta.

**4.2.4.2 Validación de las preguntas:** se sigue el enfoque de preguntas denominado “embudo” por Cannell y Kahn (Cannel & Kahn, 1972), en 1972. El enfoque de “embudo” consiste en la presentación inicial de las preguntas más generales para llegar a las específicas. Además, se sigue una progresión lógica empezando por las preguntas más simples hasta llegar a las más complejas, esto con el fin de no incomodar al encuestado y de que este entienda el propósito del cuestionario. La coherencia del instrumento y el apropiado uso del lenguaje se logró con la ayuda de una experta en redacción y escritura, persona que orientó el proceso dentro del cual se modificaron preguntas y se eliminaron opciones de respuestas que podrían incomodar al encuestado. Se logró un instrumento concreto y coherente con preguntas apropiadas.

Las preguntas conservan un orden lógico, se distribuyen en 5 secciones. Dentro de cada sección se incluyen preguntas que abordan el mismo tema.

En todas las preguntas solo se puede seleccionar una opción de respuesta, esto con el fin de simplificar el análisis estadístico; además, se rotó el orden de lectura de las alternativas de respuesta para que la presentación de las mismas no condicione la elección del encuestado.

**4.2.4.3 Tipos y cantidad de preguntas:** la encuesta tiene un total de 23 preguntas distribuidas en 5 secciones de la siguiente manera:

- Parte A: Caracterización de las empresas (de la 1 a la 6).
- Parte B: Caracterización del encuestado. (de la 7 a la 9).
- Parte C: Comportamiento económico del sector de la construcción (de la 10 a la 15).
- Parte D: Métodos de conformación de cuadrillas (de la 16 a la 22).
- Parte E: COVID-19 (23).

De las 23 preguntas, 17 utilizan las preguntas abiertas cerradas en conjunto, es decir, se incluye el ítem “otro/ ¿Cuál?”.

5 preguntas utilizan la escala de Likert de importancia; y, 1 pregunta es cerrada con opción múltiple. Todas las respuestas poseen validación y admiten una única respuesta, todo esto con el fin de simplificar el tratamiento de datos.

### **4.3 Fase 3: Aplicación de la encuesta**

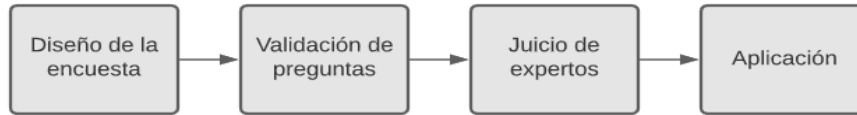
En la aplicación de la prueba piloto se lograron determinar ciertos aspectos relevantes para el empleo final de la encuesta a las empresas constructoras, como la claridad de las

instrucciones del instrumento; la claridad de las preguntas y que tan entendibles pueden ser para el encuestado; rectificar si las preguntas responden a lo que se quiere estudiar; realizar modificaciones a partir de la eliminación de preguntas innecesarias o confusas y la inclusión de otras nuevas (en consideración con lo manifestado por los encuestados). (Blanco, 2011)

En la fase de validación del instrumento, ejecutado por la experta en redacción y escritura, se modificaron preguntas del instrumento y se consolidó la coherencia del mismo. Se aplicó la encuesta a dos expertos en el área de gestión de proyectos vinculados a la Universidad Industrial de Santander lo que permitió la inclusión de una pregunta en donde se indaga la procedencia de la empresa encuestada.

Posteriormente, la encuesta se aplicó a estudiantes de octavo semestre del programa de ingeniería civil de la asignatura de construcción de la Universidad Industrial de Santander, obteniendo en total 20 respuestas.

Las respuestas obtenidas de los estudiantes permitieron modificar preguntas. Originalmente, el cuestionario usaba 2 preguntas abiertas relacionadas con el cargo y el tiempo de antigüedad del encuestado en la empresa que labora. Con los resultados de la prueba piloto se concluyó que el uso de preguntas abiertas conlleva a un tratamiento de datos complejo debido a la cantidad de respuestas que puede manifestar el encuestado, por esta razón, se modificaron a preguntas de tipo cerrado y abierto en conjunto, incluyendo el ítem “otro”, ¿cuál?

**Figura 7.***Proceso encuesta***5. Conclusiones y recomendaciones**

Tiempo y recursos limitan la investigación, por lo cual, la encuesta final se enfocará en las empresas localizadas en Bucaramanga, ya que llevar este estudio a nivel nacional implica un mayor costo y tiempo, y la situación mundial del momento influye directa y negativamente.

De acuerdo a los resultados de la prueba piloto y la revisión de literatura, se concluye que, la investigación obtendrá un mayor éxito si se aplica de manera presencial y no virtual como se consideró en un primer instante.

No existe información precisa de estudios que hayan implementado la encuesta como herramienta para conocer los métodos de asignación de cuadrillas de trabajo a nivel nacional e internacional, ni estudios que aborden directamente los métodos de asignación de cuadrillas de trabajo, es necesario ampliar la investigación científica en este caso.

La situación mundial actual limita esta investigación debido a que no todas las empresas consideradas en este estudio se encuentran laborando al día de hoy, lo cual generará errores de muestreo y sesgos en el mismo, por lo cual, se decide que la elección de la muestra se hará garantizando que pertenezcan a los diferentes segmentos de la construcción residencial con el fin de mitigar dichos errores.

### Referencias Bibliográficas

- Ahmadian Fard Fini, A., Rashidi, T. H., Akbarnezhad, A., & Travis Waller, S. (2016). Incorporating Multiskilling and Learning in the Optimization of Crew Composition. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(5), 1–14. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001085](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001085)
- Ansah, R. H., & Sorooshian, S. (2017). Effect of lean tools to control external environment risks of construction projects. *Sustainable Cities and Society*, 32, 348–356. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.03.027>
- Azeez, M., Asce, S. M., Gambatese, J., Ph, D., Asce, M., Hernandez, S., Ph, D., & Asce, M. (2019). *What Do Construction Workers Really Want? A Study about Representation , Importance , and Perception of US Construction Occupational Rewards*. 145(LaBelle 2005), 1–12. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001669](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001669).
- Blanch, N., & Joeques, S. (1978). El rol de la estadística en el método científico. *Facultad de Ciencias Económicas*, 24, n.
- Blanco, C. (2011). Metodos de investigación cuantitativa en ciencias sociales y comunicación. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Cámara de comercio Bogotá. (2020). <https://www.ccb.org.co/>
- Cámara de comercio Bucaramanga. (2020). <https://www.camaradirecta.com/>
- Campbell, A. A., & Katona, G. (1992). La encuesta por muestreo: una técnica para la investigación en Ciencias Sociales. In *Los Métodos de Investigación en las Ciencias*

*Sociales* (pp. 31–66).

Campbell, C., Joiner, B. L., Ferber, R., Sheatsley, P., Turner, A., & Waksberg, J. (1981). What Is a Survey? *The American Statistician*, 35(3), 159. <https://doi.org/10.2307/2683989>

Carrillo, C. (2019). *Documentación para Implementar la Práctica 25 R-03, Estimación de la Pérdida de Productividad Laboral en las Demandas o Reclamos de Construcción*.

Casas, J., Repullo Labrador, J. R., & Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atencion Primaria*, 31(8), 527–538. <https://doi.org/10.1157/13047738>

Choi, S. D. (2007). Opportunities for improving productivity in roofing construction. *International Journal of Construction Education and Research*, 3(1), 67–77. <https://doi.org/10.1080/15578770701238980>

Gomez Cabrera, A., & Morales Bocanegra, D. (2016). Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra. *Inge Cuc*, 12(1), 21–31. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.12.1.2016.02>

González, J. C., Mayntz, R., Holm, K., & Hubner, P. (1976). Introducción a los métodos de la Sociología empírica. *Revista Española de La Opinión Pública*, 45, 179. <https://doi.org/10.2307/40182637>

Goodrum, P., Dai, J., & Maloney, W. (2006). *Work force view of construction labor productivity*.

IBM International Business Machines Corporation. (n.d.). *Cuadrillas*. [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SLLAM\\_7.6.0/com.ibm.mbs.doc/amcr\\_ew/c\\_crews\\_app.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SLLAM_7.6.0/com.ibm.mbs.doc/amcr_ew/c_crews_app.html)

Jarkas, A., & Horner, M. (2011). Revisiting the applicability of learning curve theory to formwork labour productivity. *Construction Management and Economics*, 29(5), 483–493.

<https://doi.org/10.1080/01446193.2011.562911>

Karakhan, A. A., & Gambatese, J. A. (2017). Identification, quantification, and classification of potential safety risk for sustainable construction in the United States. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(7).  
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001302](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001302)

Kaskutas, V., Dale, A. M., Lipscomb, H., & Evanoff, B. (2013). Fall prevention and safety communication training for foremen: Report of a pilot project designed to improve residential construction safety. *Journal of Safety Research*, 44(1), 111–118.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsr.2012.08.020>

Lapidus, A., & Abramov, I. (2018). Systemic integrated method for assessing factors affecting construction timelines. *MATEC Web of Conferences*, 193, 1–7.  
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201819305033>

Lean Enterprice Institute. (2020). *WHAT IS LEAN?* <https://www.lean.org/WhatsLean/>

Leeuw, E., Hox, J., & Dillman, D. (2008). *International Handbook of survey Methodology*.  
<http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>

Levine, D. M., Krehbiel, T., & Brerenson, M. (2014). *Estadística Para Administracion*.  
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocauladechsp/detail.action?docID=3227823&query=ESTADISTICA>

Li, D., & Lu, M. (2017). Automated Generation of Work Breakdown Structure and Project Network Model for Earthworks Project Planning: A Flow Network-Based Optimization Approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(1), 1–17.  
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001214](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001214)

Lofffy, E. (2014). Labor Productivity improvement in Construction projects using WBS & OBS

- Integration. *PM World Journal*, III(X), 1–11.
- Mejía, G., & Hernandez, T. (2007). *Seguimiento de la Productividad en obra: técnicas de medición de rendimientos de mano de obra GUILLERMO* (Issue 2, pp. 45–60).
- Millán, A. R., Maritza, L., & Sánchez, P. (2014). *Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB Labor productivity study about masonry and structure activities for a construction project at campus UPB*. 12(2), 105–112.
- Munch, L., & Angeles, E. (1996). *Métodos y técnicas de investigación*.
- Nasirian, A., Arashpour, M., Abbasi, B., & Akbarnezhad, A. (2019). Optimal Work Assignment to Multiskilled Resources in Prefabricated Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(4), 1–11. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001627](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001627)
- Nurhendi, R. N., Khoiry, M. A., & Hamzah, N. (2019). Review on factors influencing labour productivity in construction project. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 7(6), 837–844.
- Oviedo, S. (2008). *SUPERVICIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO Y REFORMAS EN OBRA DE APARTAMENTOS EN SISTEMA INDUSTRIALIZADO*. 49, 69–73.
- Padilla Pardo, W. (2014). Distribuciones de Probabilidad. *Ayuda de Distribuciones de Probabilidad*, 72.
- Pértegas Díaz, S., & Pita Fernández S. (2001). *La distribución normal*. 268–274.
- Phillips, S. R. (2006). Book Review: Designing Surveys: A Guide to Decisions and Procedures. In *Teaching Sociology* (Vol. 34, Issue 1). <https://doi.org/10.1177/0092055x0603400110>
- PMI. (2017). *A Guide to the project management body of knowledge* (sixth).

- Quesada, N. (2018). Análisis del Proceso Constructivo en Obras del Programa Techo Propio del Fondo MIVIVIENDA, en el Pueblo Joven San Pedro de Chimbote - Propuesta de Mejora - 2017. *Ucv*, 0–116.
- Rosales, R. (2013). Procesos de desarrollo y la teoría de gestión de proyectos. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, 64, 9–29. [https://doi.org/10.35485/rcap64\\_1](https://doi.org/10.35485/rcap64_1)
- Russell, M. M., Howell, G., Hsiang, S. M., & Liu, M. (2013). Application of time buffers to construction project task durations. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(10), 1–10. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000735](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000735)
- Sierra Bravo, R. (1988). *Técnicas de Investigación Social*.
- Singh, S., & Kumar, K. (2019). Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018). *Ain Shams Engineering Journal*, 11(2), 465–471. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.012>
- Siu, M., Ming, L., & Simaan, A. (2014). Strategies for Optimizing Labor Resource Planning on Plant Shutdown and Turnaround. *Construction Research Congress 2014*, 140–149. <https://doi.org/10.1061/9780784413517.176>
- Tammy, N. J., Medani, M. M., Ramli, R., Yunus, J. N., & Noor, R. N. H. R. M. (2020). Evaluation of Human Factors Influencing Labor Productivity in Construction Project. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 53, 1549–1561. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-32816-0\\_119](https://doi.org/10.1007/978-3-030-32816-0_119)
- Thomas, H. R., & Yiakoumis, I. (1987). FACTOR MODEL OF CONSTRUCTION PRODUCTIVITY By H. Randolph Thomas, 1 Member, ASCE, and Iacovos Yiakoumis 2. *Journal of Construction Engineering and Management*, 113(4), 623–639.
- Whiteoak, J. W., & Mohamed, S. (2016). Employee engagement, boredom and frontline

construction workers feeling safe in their workplace. *Accident Analysis and Prevention*, 93, 291–298. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.11.001>

Yi, W., & Chan, A. P. C. (2014). Critical review of labor productivity research in construction journals. *Journal of Management in Engineering*, 30(2), 214–225. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000194](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000194)

Zhang, L., Zou, X., & Kan, Z. (2014). Improved strategy for resource allocation in repetitive projects considering the learning effect. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(11), 1–8. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000896](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000896)