	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(116)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	LUISA FERNANDA SANGUINO CAÑIZARES ANYINEY CARDENAS TORO		
FACULTAD	INGENIERIAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA CIVIL		
DIRECTOR	PEDRO NEL ANGARITA USCATEGUI		
TÍTULO DE LA TESIS	ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA EN CONSTRUCCIONES VERTICALES EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER.		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>EN EL SIGUIENTE DOCUMENTO SE ESBOZA LA INVESTIGACIÓN REALIZADA PARA CONOCER EL BAJO RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA EN LAS EDIFICACIONES VERTICALES QUE SE EJECUTAN EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER, EN DONDE POR MEDIO DE ENCUESTAS SE DAN A CONOCER VARIABLES A CONSIDERAR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA Y POSTERIORMENTE REALIZAR UN ANÁLISIS ESTADÍSTICO MEDIANTE EL MÉTODO DE PARETO, CON EL CUAL SE DETERMINAN LOS FACTORES DE MAYOR INFLUENCIA EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 116	PLANOS: -	ILUSTRACIONES: 20	CD-ROM: 1



ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA
MANO DE OBRA EN CONSTRUCCIONES VERTICALES EN EL MUNICIPIO DE
OCAÑA NORTE DE SANTANDER.

AUTORES:

LUISA FERNANDA SANGUINO CAÑIZARES

ANYINEY CARDENAS TORO

Anteproyecto de trabajo de grado presentado como requisito para asignación de jurados

Director:

ESP. PEDRO NEL ANGARITA USCATEGUI

INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIAS

INGENIERIA CIVIL

Ocaña, Colombia

Octubre 2018



Índice

Capítulo 1. Análisis de los factores que influyen sobre el rendimiento de la mano de obra en construcciones verticales en el municipio de Ocaña Norte de Santander.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Justificación.....	3
1.5 Delimitaciones.....	5
1.5.1 Delimitación Operativa.....	5
1.5.2 Delimitación Conceptual.....	6
1.5.3 Delimitación Geográfica.....	6
1.5.4 Delimitación Temporal.....	6
Capítulo 2. Marco referencial.....	7
2.1 Antecedentes.....	7
2.1.1 Antecedentes del rendimiento de la mano de obra en construcciones civiles a nivel internacional.....	7
2.1.2 Antecedentes del rendimiento de la mano de obra en construcciones civiles a nivel nacional.....	10
2.1.3 Antecedentes del rendimiento de la mano de obra en construcciones civiles a nivel regional.....	13
2.1.4 Antecedentes del rendimiento de la mano de obra en construcciones civiles a nivel local.....	13
2.2 Marco histórico.....	14
2.3 Marco contextual.....	15
2.3.1 Extensión territorial del municipio de Ocaña.....	17
2.3.2 Temperatura e Información Meteorológica.....	17
2.3.3 Situación demográfica.....	18
2.3.4 Escenario de riesgos municipio de Ocaña.....	20
2.3.5 Construcción de edificaciones en Ocaña.....	21
2.3.6 Sistemas constructivos en Ocaña.....	22

2.4 Marco conceptual	23
2.4.1 Rendimiento de la mano de obra.	24
2.4.2 Supervisión.	24
2.4.3 Economía. Se define como:	24
2.4.4 Propiedad Horizontal.	25
2.4.5 Propiedad vertical.	25
2.4.6 Rendimiento de mano de obra.	25
2.4.7 Consumo de mano de obra.	25
2.5 Marco Teórico	26
2.5.1 Teoría del valor-trabajo.	26
2.5.2 Teoría del estudio de tiempos.	27
2.5.3 Teoría de consumos y rendimiento de mano de obra.	27
2.6 Marco legal.....	28
Capítulo 3. Diseño metodológico	38
3.1 Tipo de investigación	38
3.2 Población.....	38
3.3 Muestra.....	39
3.3.1 Análisis del método muestral para la obtención de la muestra.....	39
3.4 Procedimiento metodológico.....	43
3.5 Recolección de información.....	44
3.5.1 Técnicas de recolección de información.	44
3.5.2 Instrumentos para la recolección de información.....	45
3.6 Análisis y procesamiento de la información	48
Capítulo 4. Presentación de resultados	50
4.1 Establecimiento de la muestra (proyectos a visitar) aplicando una fórmula estadística que establezca la cantidad de obras apropiadas para efectuar dicha investigación.	50
4.1.1 Cálculo de la muestra objeto de estudio (proyectos a visitar).	50
4.2 Identificación de las variables que inciden en la baja productividad de las diferentes actividades en obra por medio de estudios desarrollados por autores del tema y algunas entrevistas efectuadas a profesionales con experiencia en el área para clasificar dichas variables.	57
4.2.1 Análisis de las entrevistas realizadas.....	58

4.3 Evaluación las variables de incidencia identificadas mediante un modelo estadístico que nos permita cuantificar cuales son las más representativas del estudio para desarrollar acciones preventivas o correctivas.....	61
4.3.1 Encuestas realizadas a personal de la construcción.....	61
4.3.2 Análisis de Pareto de los factores evaluados en encuestas.....	68
4.4 Desarrollo de un análisis de causa y efecto de las variables que tienen mayor influencia en el rendimiento de la mano de obra, empleando el método de ISHIKAWA.....	73
Conclusiones.....	84
Recomendaciones.....	86
Referencias.....	87
Apéndice.....	90
Apéndice A. Entrevistas realizadas a profesionales.....	91
Apéndice B. Análisis de datos método Alfa Cronbach.....	94
Apéndice C. Registro Fotográfico.....	102

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 Tablas del manual de rendimientos mínimos y promedios de mano de obra en Lima...	8
Figura 2. Localización geográfica del municipio de Ocaña.....	16
Figura 3. Vista de la extensión del municipio de Ocaña.....	16
Figura 4. Distribución de la población por edades.....	19
Figura 5. Indicadores Socio Económicos de Ocaña.....	19
Figura 6. Encuesta aplicada para la recolección de información hoja 1.....	46
Figura 7. Encuesta aplicada para la recolección de información hoja 2.....	47
Figura 8. Modelo de entrevista aplicada a los profesionales de la construcción.....	48
Figura 9. Variables de los distintos factores que influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra.....	59
Figura 10. Localización espacial de las obras a visitar.....	62
Figura 11. Grafica de barras que representan el porcentaje de cada variable.....	66
Figura 12. Frecuencia de las variables representativas.....	71
Figura 13. Diagrama de Pareto de los factores más representativos de los ítems.....	72
Figura 14. Diagrama de causa y efecto para la variable habilidad para ejecutar la actividad.....	75
Figura 15. Diagrama de causa efecto para la variable mala calidad de los materiales.....	76
Figura 16. Diagrama de causa efecto para la variable esperas.....	77
Figura 17. Diagrama de causa efecto para la variable oficiales de construcción.....	78
Figura 18. Diagrama de causa efecto para la variable Trabajo contributivo.....	79
Figura 19. Diagrama de causa efecto para la variable Carencia de disciplina.....	80
Figura 20. Diagrama de causa efecto para la variable Estado del tiempo.....	81

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. División Político Administrativo de Ocaña.....	17
Tabla 2. Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra.....	31
Tabla 3. Requerimientos mínimos para prevención de trabajos en alturas.....	34
Tabla 4. Medidas mínimas para huella y contrahuella según ángulo de inclinación de escalera..	36
Tabla 5. Nivel de confianza deseado.....	42
Tabla 6. Precisión absoluta en función del nivel de confianza.....	42
Tabla 7. Proporción aproximada del fenómeno en estudio.....	43
Tabla 8. Descripción de obras visitadas.....	52
Tabla 9. Descripción grafica de obras visitadas.....	53
Tabla 10. Variables de los factores que influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra.....	58
Tabla 11. Análisis de variables identificadas y consideradas inicialmente.....	60
Tabla 12. Clasificación de personal a encuestar.....	63
Tabla 13. Resumen de datos de obras visitadas.....	64
Tabla 14. Frecuencia de resultados en cada pregunta o ítem.....	64
Tabla 15. Rangos del coeficiente de Alfa Cronbach.....	67
Tabla 16. Principio de Pareto aplicado a los factores más representativos.....	72
Tabla 17. Acciones preventivas y correctivas de las variables analizadas.....	82

Resumen

En el siguiente documento se esboza la investigación realizada para conocer el bajo rendimiento de la mano de obra en las edificaciones verticales que se ejecutan en el casco urbano del municipio de Ocaña norte de Santander, en donde por medio de encuestas se toman datos a criterios del personal que hace parte de una construcción vertical partiendo desde los obreros rasos hasta los profesionales de ingeniería encargados del seguimiento y control de este tipo de proyectos. Se realizan entrevistas a profesionales de la construcción dedicados a la edificación vertical, para conocer variables a considerar en el bajo rendimiento de la mano de obra y posteriormente realizar un análisis estadístico mediante el método de Pareto, con el cual se determinan los factores de mayor influencia en el bajo rendimiento de la mano de obra y poder concluir mediante diagramas Ishikawa) las causas y sub causas que conllevan a la generación de dichas variables identificadas.

Introducción

El bajo rendimiento de la mano de obra, es una de las causantes principales en los avances de obra debidamente programados, en pocas palabras a pesar de que pueden existir muchas circunstancias en donde la programación de una obra tenga retrasos o se vea afectada, por lo general depende del personal su pronta ejecución, ya que la mano de obra es el factor principal que hace posible que las actividades que conllevan a un proceso constructivo se ejecute sin contratiempos.

Por otra parte es importante tener en cuenta que el bajo rendimiento de la mano de obra específicamente para el municipio de Ocaña, repercute en un sin número de variables, ya que la mano de obra corresponde al personal que labora en ella y no a maquinaria, por lo cual el reflejo de su trabajo en mayor o menor medida siempre van a existir inconsistencias, ya que el ser humano no es una máquina para realizar labores perfectas o movimientos repetitivos perfectos.

A continuación en la presente investigación, se aprecia el estudio realizado en el marco contextual del casco urbano del municipio de Ocaña, en donde por medio de encuestas y entrevistas, se identifican las variables que más influyen y ocasionan que el personal no labore con eficacia, se analizan métodos estadísticos, para dar a conocer cifras que arrojen como resultado las causas más predominantes, en el cual se da a conocer la particularidad del bajo rendimiento de la mano de obra en el municipio de Ocaña, específicamente aplicado a edificaciones verticales.

Capítulo 1. Análisis de los factores que influyen sobre el rendimiento de la mano de obra en construcciones verticales en el municipio de Ocaña Norte de Santander.

1.1 Planteamiento del problema

Los profesionales dedicados a la industria de la construcción en el municipio de Ocaña, se enfrentan continuamente a la baja productividad en sus proyectos a causa de una planeación que representa el éxito o fracaso de la construcción, puesto que juega un papel importante permitiendo conocer anticipadamente el costo y la duración real, la cual siempre trata de ser aproximada y nunca llega a ser precisa ya que los costos tienden a cambiar según la calidad y rendimiento de la mano de obra como también la calidad de los materiales y herramientas a utilizar, a esto además se le agrega las condiciones del medio en el que se desempeña la mano de obra, puesto que existen muchos factores externos e internos que pueden influir , como el tipo de trabajo a realizar, la motivación personal y el pago oportuno que terminan por afectar el costo total de un proyecto produciendo pérdidas para el constructor.

La problemática latente es evidente al llevar a cabo el proceso de planeación, dado que por lo general en Ocaña, las empresas constructoras en general acostumbran a tener en cuenta datos de otros tipos de proyectos similares para realizar los presupuestos y conocer el costo de una obra que por más coincidencias que tenga con relación a otra, siempre tendrá particularidades totalmente diferente.

En lo que concierne a las edificaciones verticales en el municipio de Ocaña, actualmente se presentan muchas falencias para la planificación del tiempo de ejecución de las actividades en obra, esto debido a la falta de una buena planeación que no reconoce como factor primordial el bajo rendimiento de la mano de obra, dado que no existen estudios previos que den por hecho la estimación del bajo rendimiento de obra en las actividades de ejecución de un proyecto, por tal motivo es de vital importancia realizar una investigación para mejorar las condiciones en que se ejecutan las obras en Ocaña, teniendo en cuenta las actividades que generan el bajo rendimiento de la mano de obra.

1.2 Formulación del problema

¿Cuáles son los factores que inciden en la baja productividad de la mano de obra en las diferentes actividades que componen un proyecto de construcción vertical en el municipio de Ocaña Norte de Santander?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Analizar los factores que influyen sobre el rendimiento de la mano de obra en construcciones verticales en el municipio de Ocaña Norte de Santander.

1.3.2 Objetivos específicos. Establecer una muestra (proyectos a visitar) aplicando una formula estadística que establezca la cantidad de obras apropiadas para efectuar dicha investigación.

Identificar las variables que inciden en la baja productividad de las diferentes actividades en obra por medio de estudios desarrollados por autores del tema y algunas entrevistas efectuadas a profesionales con experiencia en el área para clasificar dichas variables.

Evaluar las variables de incidencia identificadas mediante un modelo estadístico que nos permita cuantificar cuales son las más representativas del estudio para desarrollar acciones preventivas o correctivas.

Desarrollar un análisis de causa y efecto de las variables que tienen mayor influencia en el rendimiento de la mano de obra, empleando el método de ISHIKAWA.

1.4 Justificación

Las empresas constructoras y profesionales de la construcción que se dedican a las edificaciones verticales en el municipio de Ocaña, por lo general viven en constante preocupación cuando realizan la proyección del presupuesto y la programación de obra en sus proyectos, debido a las fallas que se presentan en la programación de su ejecución a causa de la baja productividad que produce el rendimientos de la mano de obra, la cual termina generando un sobre costo, por tal motivo es necesario contar con una herramienta que determine las causas primordiales que afectan las condiciones en el rendimiento de la mano de obra, pero teniendo en cuenta que en realidad existe poca información con respecto a los factores que influyen en la mano de obra, con la elaboración de esta investigación se puede ayudar a contribuir con el

desarrollo de mejores proyecciones a la hora llevar a cabo la planeación de un proyecto de construcción vertical en la región del municipio de Ocaña.

Para la realización de la investigación se plantea identificar los factores que influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra en todo el territorio del municipio de Ocaña para mejorar las estadísticas y el precio agregado de cada actividad que puede generar pérdidas para el constructor, por lo cual mediante un análisis minucioso de los factores que influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra, se puede mitigar el sobrecosto que genera una baja productividad, tomando como muestra edificaciones de empresas constructoras reconocidas como en el municipio de Ocaña dedicada a las construcciones verticales.

Determinar cuáles son los factores que inciden en la baja productividad en la mayoría de construcciones verticales del municipio de Ocaña, nos permite conocer un porcentaje de la jornada laboral en donde el recurso humano muestra un alto desempeño, en comparación con los periodos en donde se genera una baja productividad que termina por afectar la programación de obra proyectada, como también la completa ejecución y el óptimo desarrollo de un proyecto.

Mediante los resultados de la presente investigación con el conocimiento de los factores más influyentes en el bajo rendimiento de la mano de obra, se pueden reducir los sobrecostos que se pueden presentar, teniendo en cuenta que servirá de herramienta solo para las construcciones realizadas en el municipio de Ocaña, ya que en otras regiones del país, por más coincidencias que tengan siempre habrán diferencias y los factores influyentes en el rendimiento de la mano de obra pueden no ser los mismos. Con la obtención adecuada del tiempo de ejecución de las

actividades constructivas y con una apropiada guía del personal encargado se podrá tener un mayor control de los gastos que se generaran en un proyecto al momento de realizar su planeación.

Según Brenes Serrano J. O. (2014), en su proyecto de grado para optar el grado de licenciatura en ingeniería en construcción, nos dice que:

La mano de obra es uno de las partes en el proceso de un proyecto, es una de las variables que afectan la productividad de las actividades. Como todas las empresas, tienen en común el objetivo de ser más competitivos, esto se puede lograr mejorando la productividad en los procesos constructivos, es por ello que es importante conocer cuáles son los factores que afectan la mano de obra.

Dado que el rendimiento de la mano de obra es uno de los elementos fundamentales que hacen parte del proceso de planeación y control de obra, “se hace importante la práctica de la definición de tiempos estándar que permitan prever y controlar el funcionamiento efectivo de la obra” (León, 1999). Con el análisis de los factores que influyen en el rendimiento de la mano de obra en Ocaña, se logra el desarrollo de la región al dar más herramientas para que las empresas constructoras que prevalecen en el municipio de Ocaña sean más competitivas.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación Operativa. Para llevar a cabo el análisis de los factores que influyen en el rendimiento de la mano de obra se realizaran encuestas temáticas en campo, estructuradas según los componentes a identificar que se puedan presentar en las obras visitadas las cuales repercuten en la baja productividad.

La recolección de datos en campo será proceda y analizada para evaluar el grado de influencia de cada uno de los factores que influyen sobre la realización de una construcción vertical bajo las condiciones tipo de la ciudad de Ocaña Norte de Santander.

1.5.2 Delimitación Conceptual. El proyecto estará desarrollado dentro de los conceptos de: economía general, aspectos laborales, clima, Actividad, Equipamiento, supervisión, trabajador, cuadrilla, mano de obra. Triangulo del proyecto.

1.5.3 Delimitación Geográfica. El análisis de los factores que inciden en la mano de obra, se desarrollará en el casco urbano del municipio de Ocaña correspondiente al departamento de Norte de Santander, catalogada como la segunda ciudad en importancia para el departamento según el plan de desarrollo departamental.

1.5.4 Delimitación Temporal. Se tiene presupuestado desarrollar el proyecto en un total de 4 meses teniendo como fecha de inicio el día de la aprobación de esta propuesta por parte del comité académico.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes del rendimiento de la mano de obra en construcciones civiles a nivel internacional. En el país la productividad de la mano de obra varía según el sector geográfico donde se ejecute el proyecto, de igual modo sucede a nivel internacional, dependiendo del país será el rendimiento del trabajador; por ello no se puede establecer una productividad general para cada una de las actividades realizadas en los desemejantes proyectos de construcción; del mismo modo cada individuo es discrepante, tiene distintas cualidades, fortalezas, debilidades y de mas, lo que se traduce en un rendimiento diferente.

Por lo planteado anteriormente es pertinente que cada país, cada ciudad, realice los estudios con los cuales se permita efectuar un cálculo aproximado del rendimiento de sus trabajadores en forma general; por ejemplo, en Perú más exactamente en las provincias de Lima y Callao en el Departamento de Lima, se creó un manual, denominado “Manual De Rendimientos Mínimos Y Promedios De Mano De Obra En Lima” (ver Figura 1), donde se establece los rendimientos mínimos que debe realizar un operario en una jornada normal (ocho 8 horas), además contiene información de la cuadrilla que se debe utilizar y de las herramientas indicadas para dicha actividad.

RENDIMIENTOS MÍNIMOS OFICIALES DE LA MANO DE OBRA EN LA INDUSTRIA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL EN EL RAMO DE EDIFICACIÓN PARA LAS PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO, EN JORNADA DE 8 HORAS, ESTABLECIDOS POR RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 175 DEL 09.04.68								
N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8 HRS)	CUADRILLA				Equipo y/o Herram.
				Capt.	Oper.	Ofic.	Peón	
1.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
1.01	Excavación de zanjas para cimientos corridos en terreno normal seco							
	a) Hasta 1.00 m. de profundidad	m ²	4.00	0.1	-	-	1	pico y lampa
	b) Hasta 1.40 m. de profundidad	m ²	3.50	0.1	-	-	1	pico y lampa
	c) Hasta 1.70 m. de profundidad	m ²	3.00	0.1	-	-	1	pico y lampa
2.00	MUROS Y TABIQUES ALBAÑILERÍA							
2.01	Ladrillo K.K. De arcilla o calcáreo, mezcla 1:5							
	a) Muro de cabeza							
	- De menos de 2 m. de longitud	pza.	350	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De 2 a 4 m. de longitud	pza.	380	0.1	-	-	½	andamio simple
	- De más de 4 m. de longitud	pza.	400	0.1	1	-	½	andamio simple
	b) Muro de soga							
	- De menos de 2 m. de longitud	pza.	280	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De 2 a 4 m. de longitud	pza.	320	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De más de 4 m. de longitud	pza.	350	0.1	1	-	½	andamio simple
	Nota: Para acabado caravista los anteriores rendimientos se disminuirán en 15% por cara							

Figura 1. Tablas del manual de rendimientos mínimos y promedios de mano de obra en Lima. Fuente: Organización internacional del trabajo. (OIT)

En costa rica se desarrolló algo similar pero en menores dimensiones, en este país una estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Construcción del Instituto Tecnológico De Costa Rica, Escuela De Ingeniería En Construcción, realizo un proyecto, el cual consistió en determinar el rendimiento en las actividades constructivas de obra gris que se efectuarían en el proyecto llamado “Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental (ISLHA)”. Mediante dicho estudio se pudo crear una base de datos con todos los rendimientos observados durante la ejecución de la obra, adicionalmente se logró concluir que los trabajadores muestran

mayor rendimiento las primeras horas del día laboral antes de la pausa para el almuerzo; Ya que se presentaban mayores porcentajes de tiempos productivos durante la mañana. Adicionalmente se encontró que algunos de los aspectos determinantes en la productividad es la experiencia del personal para realizar la labor encomendada.

Uno de los estudios más importantes que se ha realizado en todo el mundo fue el hecho por el Ingeniero Civil Estadounidense John S. Page quien fue una de las primeras personas en interesarse sobre este tema; su investigación fue muy satisfactoria ya que a través de ésta, se obtuvieron los Factores que afectan el rendimiento de la mano de obra dividiéndolo en las siguientes categorías: “economía general, aspectos laborales, clima, actividad, equipamiento, supervisión y trabajado; los cuales han servido de base para todas las investigaciones hechas desde entonces”. (Bonilla, 2016)

El estudio del tiempo, fase importante de la Ingeniería de procesos, data de muchas décadas, y se basa principalmente en el trabajo de Babbage quien en 1883 expuso la utilización de un elaborado estudio de tiempos en operaciones de manufactura en su libro *Economy of Machinery and Manufacture*.

Posteriormente, el capital ímpetu al estudio formal de tiempos fue elaborado por Frederick W. Taylor quien implicó el uso extenso de procedimientos de medición de tiempos los cuales fueron adoptados rápidamente en los círculos industriales y ampliamente usados en 1920, no obstante, a partir de esta fecha hasta el año de 1930 se generó en el sector un mal uso de esta

técnica por causa de una multitud de pseudoexpertos a quienes despectivamente se les llamaba “peritos en eficiencia” debido a las malas prácticas y abusos realizados (Krick, 1991, p 24).

Es así como en su profundo análisis e investigación, la ingeniería de procesos cuenta hoy con gran cantidad de textos que detallan los fundamentos para la realización de un estudio de tiempos que considere los factores de afectación del desempeño del hombre en la ejecución de una actividad, en esa gama existe por tanto, un texto denominado Introducción al estudio del trabajo publicado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) que contiene un resumen de las principales metodologías hasta ahora definidas.

De esta manera, continuando con estudios del trabajo realizados en la construcción se encuentra la labor realizada por el ingeniero civil John S. Page de Los Estados Unidos de América, quien en 1956 divide los factores de afectación en siete categorías: economía general, aspectos laborales, clima, actividad, equipamiento, supervisión y trabajador (Page, Jonh S, citado en Botero, 2002). En la actualidad, el autor publica libros como Estimator´s general construction man- hour manual con valores de rendimientos de diferentes actividades. (Gutiérrez 2010)

2.1.2 Antecedentes del rendimiento de la mano de obra en construcciones civiles a nivel nacional. El rendimiento de la mano de obra es uno de los factores que más influye en la duración de los proyectos de construcción; su obtención es de gran dificultad debido a que existe poca información, y no es un dato que se pueda utilizar en todas las actividades realizadas en obra dada la cantidad de variables que influyen en el proceso productivo varían.

A nivel nacional, se han realizado algunas investigaciones con respecto a este tema, en su mayoría tipo tesis de grado, entre ellas está la tesis de maestría, titulada “ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD, RENDIMIENTOS Y CONSUMO DE MANO DE OBRA EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS, ELEMENTO FUNDAMENTAL EN LA FASE DE PLANEACIÓN”. Dicha tesis analiza los factores que generan tiempos improductivos en la obra, llegando a la conclusión de que aproximadamente en el 50% de las horas de trabajo se producen pérdidas de tiempo y productividad por lo que no añade ningún valor al proyecto, el autor justifica lo anterior con base a: “los estudios realizados identificando actividades que realizan los trabajadores en el tiempo improductivo, como esperas, necesidades fisiológicas, descansos, etc. Además, la distribución de las cuadrillas y la planificación previa de la maquinaria es fundamental para la ganancia de tiempo productivo”. (López, 2014)

El artículo publicado por el investigador Luis Fernando Botero, titulado ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS Y CONSUMOS DE MANO DE OBRA EN ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN, es el resultado de una investigación realizada por 6 meses acerca de los rendimientos y consumos de la mano de obra, por consiguiente nos dice que: “establece una base de datos acerca de los consumos de mano de obra incluyendo los factores que infieren en la misma; creando un software como aplicación práctica de la investigación que permite pronosticar el consumo de la mano de obra”. (Botero, 2002)

En el año 1979 fue publicado un estudio en el país que recopiló más de 80 investigaciones y más de 200 estudios sobre edificaciones realizadas entre los años 1952 y el 1979, desarrollado por un grupo de investigadores del CENAC y del departamento de construcción de la

Universidad Nacional de Colombia, con la cofinanciación de Colciencias, en este estudio se hallaron tan sólo dos trabajos con cierta profundidad sobre el tema, uno de estos fue el convenio SENA-CAMACOLBOUWCENTRUM que definía que los rendimientos de los trabajadores colombianos eran tan buenos como los de los europeos.

En general, han sido realizados varios trabajos de grado de estudiantes de arquitectura e ingeniería que no comparten una misma metodología y presentan un alto grado de divergencia (Botero, 2002, p. 7), estos datos sumados a la gran variedad encontrados en el sector, motivaron nuevamente al SENA y a CAMACOL, conscientes del servicio que deben prestar al gremio, a desarrollar estudios sobre el tema en el año 2000. Es así como, los ingenieros Antonio Cano y Gustavo Duque en el documento Rendimientos y consumos de mano de obra en el mismo año plantean una metodología para el estudio del trabajo en la construcción, la cual se basa en los fundamentos de la teoría del estudio del tiempo de la ingeniería industrial y reúne las categorías estudiadas por John S. Page, por consiguiente definen unos formatos para la recopilación de los datos con la experiencia de una prueba piloto (Cano, A. & Duque, G. 2000).

En ese orden de ideas, en el año 2008 se publica un estudio de la universidad industrial de Santander desarrollado por el ingeniero Guillermo Aguilar Mejía: Seguimiento de la productividad en obra: Técnicas de medición de rendimientos de mano de obra en donde se realiza un análisis de la metodología desarrollada por el arquitecto Luis Fernando Botero y se exponen algunas recomendaciones para estudios posteriores (UIS, 2008, p. 58).

2.1.3 Antecedentes del rendimiento de la mano de obra en construcciones civiles a nivel regional. En lo respecta a los antecedentes a nivel regional, cabe mencionar, el trabajo titulado Influencia De La Filosofía “lean construction” para las actividades de enchapes y revestimientos en la obras de construcción ámbar del este y ventas en el municipio de Cúcuta, norte de Santander, en el su autor Solano C. y Suarez B., (2014), nos dicen que:

Se realizó un estudio de la implementación de la filosofía “Lean Construction” en actividades de revestimientos de muros (estuco y pasta) y enchapes de muros y piso general dentro de las obras de construcción Ámbar del Este y Ventus de la empresa Viviendas y Valores S.A., ubicadas en el municipio de Cúcuta. Se realizaron los análisis de la información donde se demostró un proceso con mayor productividad, menos costos de material, tiempos de preparación bajos y reasignación de trabajadores a las cuadrillas, permitiendo desarrollar un sistema integral de gestión con el que se toman decisiones en tiempo real y facilitan el proceso de medición y control del sistema constructivo.

2.1.4 Antecedentes del rendimiento de la mano de obra en construcciones civiles a nivel local. Dado la importancia de conocer las características del rendimiento de la mano de obra y su interés por parte de las empresas constructoras, a nivel local, el municipio de Ocaña, no se ha quedado atrás en el avance y desarrollo de esta área de la construcción como lo es el estudio del rendimiento de la mano de obra en las construcciones de Ocaña.

Como fuente de información de los antecedentes a nivel local sobre el rendimiento de la mano de obra, se puede apreciar el proyecto para la obtención del título de ingeniero civil, de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, titulado Estudio de rendimientos de mano de obra en viviendas de interés social para la creación de una base de datos real del municipio de Ocaña Norte de Santander, en donde según los autores Quintero Rojas A. J. & Plata Jiménez S. M. (2017), nos dicen que:

La formulación de proyectos ingenieriles es una de las etapas más influyentes en el éxito de los proyectos, son muchos los factores que intervienen en una buena formulación: costos de materiales, imprevistos, administración y rendimientos de consumo de mano de obra. Esta investigación tiene como objetivo brindar una herramienta a la región para que la formulación de proyectos sea más exacta, una base de datos creada a partir de rendimientos de mano de obra reales de la región.

Otra de las investigaciones te toca el tema del bajo rendimiento de la mano de obra en el municipio de Ocaña, corresponde a un artículo de investigación de la revista Ingenio titulado Variables que inciden en baja productividad en mano de obra, publicado en el año 2016, en donde los autores Angarita Uscategui P., & Ovallos Manosalva, L., dan a conocer la importancia de desarrollar estudios que permitan la identificación de variables que inciden la baja productividad de las diferentes actividades de construcción en la ciudad de Ocaña y el análisis necesario para calcular los índices de productividad en nuestra región. Estas variables de estudio son un factor fundamental para alcanzar el éxito de los proyectos. La finalidad de la investigación, fue dar a conocer las variables fundamentales que influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra, aplicado solo al casco urbano del municipio de Ocaña.

2.2 Marco histórico

Durante la edad media San Ignacio de Loyola fundó la compañía de Jesús y a pesar de que la única forma de comunicación era la navegación internamente se empezó a utilizar un sistema de informes y control sobre las actividades que cada uno de los jesuitas realizaba buscando medir el potencial de los mismos, basados en auto calificaciones e informes hechos por los superiores (Barbosa y Zarate, 2011).

Se cuenta con un gran número de documentos que pretenden detallar los fundamentos necesarios para la realización de un estudio de tiempos entre los cuales se puede destacar

“introducción al estudio del trabajo- cuarta edición elaborado por la oficina internacional del trabajo en 1957 primera edición donde se establecen criterios sobre la productividad, estudio del trabajo y factor humano”. (Maecha, 2010).

El estudio de Jean Perronet propuso un método para estudiar tiempos en la fabricación de algunos elementos de construcción pero fue Frederick Winslow Taylor quien a finales del siglo XIX emprendió el estudio de tiempos, estableciendo así una técnica que buscaba plantear un tiempo permisible para desarrollar una actividad teniendo en cuenta algunos factores que pudieran generar variaciones como la fatiga, demoras y retrasos inevitables. (López, 2011).

Durante el siglo XIX el ingeniero civil John S. Page en Estados Unidos continuo con estudios sobre el trabajo y logro concluir que “los factores que afectan el rendimiento se pueden clasificar en categorías como: economía general, aspectos laborales, clima, actividad, equipamiento, supervisión y trabajador”. (Maecha, 2010).

2.3 Marco contextual

La investigación se efectuara en el municipio de Ocaña- Norte de Santander, según la página oficial, Ocaña está situada a 8° 14' 15'' Latitud Norte y 73°2'26'' Longitud Oeste y su altura sobre el nivel del mar es de 1.202 m.s.n.m. La superficie del municipio es 460 Km², los cuales representan el 2,2% del departamento. La Provincia de Ocaña tiene un área de 8.602 Km². Posee una altura máxima de 2.065 m.s.n.m y una mínima de 762 m.s.n.m. En la siguiente figura 2, se puede apreciar la localización geográfica del municipio de Ocaña.

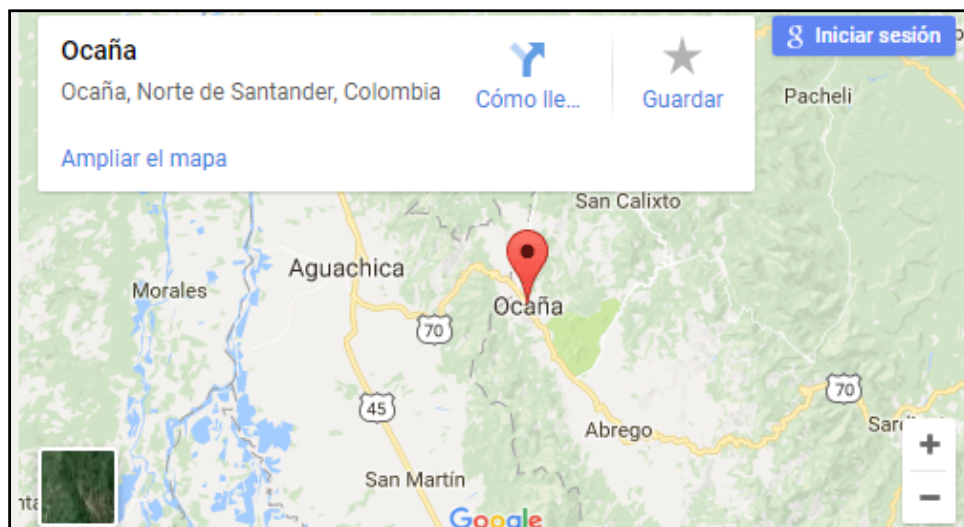


Figura 2. Localización geográfica del municipio de Ocaña. Fuente: Google Maps (2018).

Según el plan de ordenamiento territorial, Ocaña se encuentra sobre la cordillera oriental andina. La rodean montañas que alcanzan los 2.600 m.s.n.m. Su temperatura promedio es de 22 °C y dista de Cúcuta 218 km. Se encuentra entre los límites de Norte de Santander y Cesar. El área donde se encuentra Ocaña, se denomina Provincia de Ocaña.

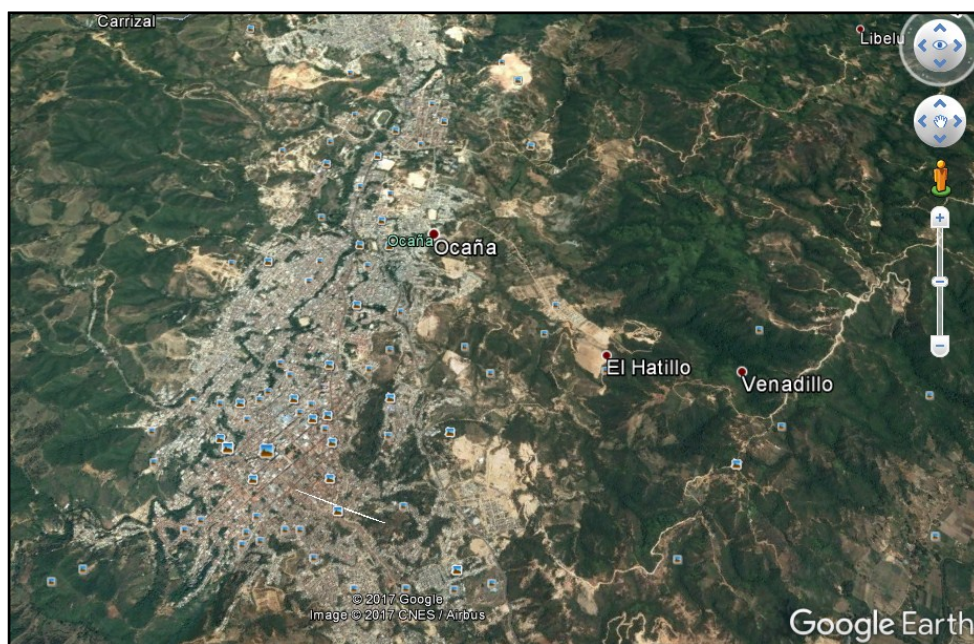


Figura 3. Vista de la extensión del municipio de Ocaña. Fuente: Google Earth Pro (2108).

2.3.1 Extensión territorial del municipio de Ocaña. El municipio de Ocaña cuenta con una extensión territorial de 8.24 **km²**, según el plan de ordenamiento territorial, limita al norte con los municipios de Teorema, Convención y el Carmen, por el Occidente limita con el municipio de Rio de Oro- Cesar, por el Oriente. Limita con la playa de belén. Por el sur. Limita con el municipio de san Martin.

La ocupación del área urbana del municipio de Ocaña está distribuido político – administrativamente por medio de seis comunas, en donde el entorno construido varia teniendo en cuenta usos industriales, comerciales, domiciliario y zonas de protección patrimonial; en la siguiente tabla 1, se puede apreciar las comunas que cuantifican el territorio urbano de Ocaña.

Tabla 1

División Político Administrativo de Ocaña

	Comuna	Área (km²)
1.	Central José Eusebio Caro	1.07
2.	Nor Oriental Cristo Rey	1.51
3.	Sur Oriental Olaya Herrera	2.63
4.	Sur Occidental Adolfo Milanés	1.07
5.	Francisco Fernández de Contreras	1.14
6.	Ciudadela Norte	0.8

Nota. La tabla muestra la división política administrativa de Ocaña. Fuente: Alcaldía de Ocaña (2018).

2.3.2 Temperatura e Información Meteorológica. La temperatura promedio de Ocaña es de 22 °C. Piso térmico templado, con una temperatura no menor a los 8 °C y no mayores a los 30 °C.

Precipitaciones entre los 1.000 y 2.000 mm anuales, las lluvias durante el primer semestre son escasas. Los meses de lluvia son, agosto, septiembre, octubre y noviembre, este último es aprovechado para los cultivos semestrales.

Temperatura Máxima: 32° C

Temperatura Mínima: 14°C

Precipitación: 0,1 mm

Radiación Solar: 550 cal/cm2/día cal/cm2

Velocidad Del Viento: 7 Km/h promedio en el casco urbano

Humedad Relativa: 50%

Punto De Roció: 19° C

Presión Atmosférica: 746 mmHg hpa

2.3.3 Situación demográfica. En lo que respecta a la población del municipio de Ocaña, según información obtenida por la página oficial de la alcaldía municipal, dentro de su compendio de información actualizada se puede decir lo siguiente:

Población:

Densidad De Población: 194,5 X Km2 (503,7/Sq Mi) (Hab/Km2)

Tasa Bruta De Natalidad: 18,10%

Tasa Bruta De Mortalidad: 5,30%

Habitantes en el municipio:

N° Habitantes Cabecera: 81788

N° Habitantes Zona Rural: 14170

Total Habitantes: 95958

<i>Distribución de la población por rangos de edad</i>						
<i>Distribución etárea</i>						
<i>Rangos de edad</i>	<i>>1 año</i>	<i>1-4</i>	<i>5-14</i>	<i>15-44</i>	<i>45-59</i>	<i>>60</i>
<i>Total por edad</i>	<i>2,25%</i>	<i>8860</i>	<i>19549</i>	<i>36200</i>	<i>14646</i>	<i>10625</i>
<i>Porcentaje</i>	<i>0,00</i>	<i>9,23</i>	<i>20,37</i>	<i>37,72</i>	<i>15,26</i>	<i>11,07</i>

Figura 4. Distribución de la población por edades. Fuente: Alcaldía de Ocaña (2018).

Distribución Por Sexo:

N° Hombres: 47.153

N° Mujeres: 48.805

Socio Económico:

Nivel De Pobreza: 76%

Porcentaje De Desempleo: 10,30%

<i>Indicadores - Situación socioeconómica</i>			
<i>Indicador</i>	<i>Rural</i>	<i>Urbano</i>	<i>Total</i>
<i>No. de hogares con NBI</i>	<i>1.631</i>	<i>3.501</i>	<i>5,13</i>
<i>No. de hogares con vivienda inadecuada</i>	<i>2</i>	<i>46</i>	<i>48,00</i>
<i>No. de hogares con servicios públicos inadecuados</i>	<i>383</i>	<i>794</i>	<i>1.177,00</i>
<i>No. de hogares con hacinamiento crítico</i>	<i>183</i>	<i>300</i>	<i>483,00</i>
<i>No. de hogares con alta dependencia económica</i>			<i>0,00</i>
<i>No. de hogares con ausentismo escolar</i>	<i>183</i>	<i>299</i>	<i>482,00</i>
<i>No. de hogares en la miseria</i>	<i>132</i>	<i>57</i>	<i>189,00</i>

Figura 5. Indicadores Socio Económicos de Ocaña. Fuente: Alcaldía de Ocaña (2018).

2.3.4 Escenario de riesgos municipio de Ocaña. Dentro de los escenarios en donde el municipio de Ocaña muestra cierta vulnerabilidad a causa de su desarrollo y crecimiento poblacional, es de resaltar según el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (2012), los siguientes riesgos:

2.2.4.1 Riesgos por Sismos. La Falla de Bucaramanga-Santa Marta atraviesa el municipio de Sur a Norte por el costado Oeste y afecta de manera directa a todo el municipio, ya que esta Falla es de tipo regional y se encuentra activa, el municipio de Ocaña presenta un grado de amenaza intermedio donde existe la probabilidad de alcanzar valores de aceleración pico efectiva mayores de 0,10 g y menores o igual de 0,20 g. Como antecedente se determina que entre 1664 y 1960 el área del departamento ha sido afectada por numerosos sismos destructores, seis de ellos con intensidades mayores o iguales a VII.

Localmente, este nivel de amenaza se incrementa para la mayoría de los sectores de la ciudad, debido a los efectos de la amplificación de las ondas sísmicas debido a las características de la topografía del terreno.

El panorama del riesgo sísmico se completa con la vulnerabilidad de las edificaciones, lo cual depende de la época en que fueron construidos (calidad de los materiales y métodos constructivos), el tipo de estructura, el uso, el estrato socio económico y el mantenimiento, entre otros. En la actualidad, más de la mitad de las manzanas construidas en la ciudad corresponden a estratos socio económicos 1 y 2, de donde se infiere una alta vulnerabilidad estructural, principalmente la comuna central José Eusebio Caro por presentar viviendas antiguas construidas en madera propensas a la combustión, sin excluir cualquier edificio de tipo institucional y comercial que no cuente con planes de prevención y emergencias.

Esta situación, junto a los otros factores de vulnerabilidad expuestos, hace que, pese a que la amenaza sísmica en la ciudad no es extrema, el riesgo sí lo es para muchos sectores, debido a la vulnerabilidad estructural de las edificaciones.

2.2.4.2 Riesgos por fenómenos de remoción en masa. En el municipio de Ocaña en los últimos años, se han presentado desplazamientos de la población rural al perímetro urbano del municipio, conformando asentamientos en las zonas de ladera y en áreas no construidas de barrios existentes. El afán de estas personas necesitadas por tener un lugar donde vivir hace que construyan sus casas en sitios inapropiados, generando cortes en zonas de alta pendiente y eliminando la cobertura vegetal del lugar propiciando así riesgos por fenómenos de erosión y remoción en masa. La mayoría de los nuevos asentamientos no cuentan con estructuras viales, obras de drenaje apropiadas y sistemas de recolección de aguas servidas, lo cual hace que en temporada de invierno las aguas lluvias produzcan pérdida del suelo, saturación de taludes y en algunos casos surcos y cárcavas de erosión que dan paso a la inestabilidad del terreno.

2.3.5 Construcción de edificaciones en Ocaña. Actualmente en el municipio de Ocaña, ha venido presentando un acelerado crecimiento en el entorno de la construcción de edificaciones para usos comerciales y domésticos, de igual forma también se han realizado obras para el uso industrial, que ayudan con el constante desarrollo de la región.

Con relación a las edificaciones verticales, en los últimos años han tenido un considerable aumento en la zona céntrica de la ciudad; dada a la posición cultural del municipio de Ocaña, las construcciones verticales tenían restricciones, pero debido al desarrollo y al crecimiento poblacional, las restricciones con relación a los permisos otorgados por las entidades locales para construir han cambiado a favor del desarrollo y modernismo de Ocaña.

Según el diario La Opinión, Echeverry D. (2016), nos dice que:

El reciente Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Ocaña permitirá la construcción de nuevas edificaciones en el centro del municipio, que se ha caracterizado por su arquitectura colonial.

Algunos decretos municipales anteriores se enfocaron en salvaguardar el patrimonio cultural con la prohibición de edificaciones de más de tres pisos y que se salieran del diseño clásico.

“En el POT hubo varias modificaciones respecto a las obras en la zona céntrica, una fue en el 2014 donde pasó de tres a cinco plantas y en la última reforma quedó abierto, es decir, se pueden levantar nueve pisos en adelante”, expresó Juan Bernardo Velásquez, secretario de Planeación.

La única condición exigida por la Alcaldía de Ocaña para elevar una torre, según la normatividad vigente es cumplir con los aislamientos laterales de tres metros.

2.2.5.1 Uso de las Edificaciones. Con relación a las edificaciones verticales en el municipio de Ocaña, es de resaltar el respectivo uso que han presentado las últimas obras recientes realizadas a lo largo de todo el casco urbano, en donde predomina el uso para vivienda,

dando a entender que el municipio con el pasar de los años ha tenido un crecimiento poblacional y un desarrollo social considerable, pues si bien cabe mencionar que la mayoría de edificaciones verticales dentro de una valoración comercial, por lo general está dirigido para clientes que cuenten con los rubros para un estrato socioeconómico alto. En menor medida las construcciones verticales se presentan para usos comerciales e institucionales.

2.3.6 Sistemas constructivos en Ocaña. Para tener una mejor comprensión de un sistema constructivo, se define como el conjunto de elementos y unidades de un edificio que forman una organización funcional con una misión constructiva común, sea ésta de sostén (estructura), de definición y protección de espacios habitables (cerramientos), de obtención de confort (acondicionamiento) o de expresión de imagen y aspecto (decoración). Los sistemas constructivos pueden ser de varios tipos, según Terán, (2012) se describen a continuación:

Construcción Tradicional: Constituido por estructura de paredes portantes (ladrillos, piedra, o bloques etc.); u hormigón armado.

Construcción en madera: Esta constituido principalmente por madera, tiene una buena adaptación con el medio ambiente y son utilizadas para casas campestres.

Sistema Wood Frame: Estructura de entramado de madera. Paredes de paneles livianos de roca de yeso o madera en la cara interior.

Sistema de Paneles Estructurales: “Utilización de paneles formados por 2 mallas de acero vinculadas por tensores de alambre de acero galvanizado con una placa intermedia aislante térmica”.

Dado lo anterior, en el municipio de Ocaña se presentan construcciones con sistemas constructivos tradicionales, que son los más predominantes de la región; es muy raro encontrar construcciones con otro tipo diferente de sistema constructivo, pero se debe tener en cuenta que

por lo general son pocas las construcciones que realizan la ejecución de sus obras siguiendo las respectivas especificaciones técnicas estipuladas para su óptimo funcionamiento.

Según el diario La Opinión en uno de sus artículos recientes de autor Sarabia J. (27 de enero de 2018), nos dice que:

El jefe de Planeación de Ocaña, arquitecto Jhonny Peñaranda Vega, informó que ese despacho inició una inspección para detectar construcciones ilegales y sellarlas, como sanción.

“Se han detectado casos de programas de viviendas y lotes con servicios que se ofrecen sin cumplir los requisitos de ley”, dijo. “La ciudadanía debe investigar y pedir copia de las licencias de construcción, antes de invertir: con ese documento, pueden verificar en Planeación si es o no una obra pirata”, dijo.

Peñaranda manifestó que la práctica ilegal se ha vuelto común en el municipio, y “la gente presume que haciendo las cosas como ellos creen está bien, sin importarles estar conforme a lo que estipula la ley”.

De acuerdo con el funcionario, se ha hecho una labor conjunta con la secretaría de Gobierno y la inspección de Policía, para hacerle seguimiento a los casos presentados y detectar nuevos.

El jefe de Planeación se mostró preocupado por los elevados índices de ilegalidad a nivel nacional y dijo que Ocaña no es la excepción. “La media en Colombia está entre 60 y 65 por ciento de ilegalidad y nosotros calculamos que estamos entre 75 y 80 por ciento. Eso quiere decir que de cuatro obras que se construyen solo una tiene licencia”. Por ello, el municipio emprendió una campaña para crear conciencia entre las personas y alertar sobre los requisitos que deben tenerse para acceder a la licencia de construcción.

2.4 Marco conceptual

2.4.1 Rendimiento de la mano de obra. El rendimiento de mano de obra es el tiempo que emplea un obrero o una cuadrilla para ejecutar completamente una determinada cantidad de obra. “Se encuentra relacionado directamente con el avance o porcentaje de ejecución de un proyecto, el rendimiento se puede cuantificar por mediciones realizadas en las obras y está sujeto a las condiciones de cada uno de los empleados”. (Consuegra, 2006)

2.4.2 Supervisión. De acuerdo al Diccionario de la Real Academia Española, supervisar es ejercer la inspección en trabajos realizados por otros. La teoría de la administración moderna (Suárez, 2001) se basa en un ciclo de cuatro funciones principales: Planeación, Organización, Dirección y Control; siendo la supervisión del trabajo una de las herramientas usadas para ejercer la Dirección. Otros autores (Ferry, 2001) utilizan la palabra Ejecución para nombrar a la tercera función. En el contexto de la construcción, el Manual de Supervisión del Concreto (ACI, 1995) define la actividad de supervisar como asegurar que se logren fielmente los requisitos y propósitos de los planos y las especificaciones. En los proyectos de construcción, la supervisión es ejercida tanto por el constructor, como por el propietario.

La supervisión que realiza el equipo del constructor o contratista está altamente orientada a la función administrativa de la Dirección, y hace uso principalmente del ejercicio de la autoridad, la delegación de funciones y la utilización de los medios de comunicación, entre un equipo humano. Sin embargo, no es la única función administrativa que realiza, ya que participa también en el ejercicio del Control: la supervisión es responsable de que el tiempo de ejecución y la calidad correspondan con los planeados; y es corresponsable –junto con el personal administrativo de la empresa– de ejercer el control de los costos. (Carcaño, 2004)

2.4.3 Economía. Se define como:

Uso racional de los recursos, para que una cantidad dada produzca la máxima satisfacción o que una cantidad de satisfacción derive del mínimo uso de recursos posibles de

aplicar. La economía es el piso sobre el cual se construye una clase dada de sociedad, por ser la que condiciona su estructura política. (Duque-Escobar, 2007)

2.4.4 Propiedad Horizontal. La propiedad horizontal es el derecho que todos los colombianos tienen para tener dominio directo sobre un bien, mueble o inmueble y poder disponer del mismo con plena libertad, siempre y cuando se encuentre ubicado dentro de los límites de la ley.

2.4.5 Propiedad vertical. La propiedad vertical es aquella que abarca a un número de propietarios en donde no existe una comunidad de vecinos y solo está representado por una administración.

2.4.6 Rendimiento de mano de obra. Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre).

2.4.7 Consumo de mano de obra. Se define como:

La cantidad de recurso humano en horas-Hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH/um (horas - Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra. La eficiencia en la productividad de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible. (Botero, 2002)

2.5 Marco Teórico

En lo que respecta al tema de estudio en el que se desenvuelve la investigación, son de gran aporte y de gran importancia los estudios realizados en el municipio de Ocaña, teniendo en cuenta que ambos estudios realizados descritos en los antecedentes a nivel local, tienen en cuenta temáticas diferentes, pues según Quintero Rojas A. J. & Plata Jiménez S. M. (2017), su proyecto está enfocado solo a la construcción de viviendas de interés social, de igual forma el artículo investigativo de autores Angarita Uscategui P., & Ovallos Manosalva, L., (2016), se enfoca en el estudio de las variables de construcciones civiles; a diferencia de la presente investigación, también trata de la identificación de variables que influyen de manera directa en la baja productividad de la mano de obra pero en las edificaciones verticales que se encuentran en ejecución.

Con relación a las diversas teorías que se deben manejar para poder entender la importancia de esta investigación, lograr comprender por qué la inversión de tiempo termina siendo un factor determinante en la correcta ejecución de una obra, es necesario tener claro los siguientes criterios.

2.5.1 Teoría del valor-trabajo. La teoría del valor del trabajo, se define mediante el siguiente párrafo:

Considera que la cantidad de trabajo invertida para producir un bien determina el valor del mismo desmeritando la utilidad que el propietario pueda encontrar en él, actualmente se encuentra directamente relacionado con la economía marxista. Dicha teoría está compuesta por dos estudios, en primera instancia el estudio de métodos que en este caso no se convierte el algo relevante mientras que la segunda parte si, se trata del estudio de tiempos (Maecha, 2010).

2.5.2 Teoría del estudio de tiempos. La teoría de estudio de tiempos, según López (2011), nos dice que:

Se considera a Frederick W Taylor como el padre del estudio de tiempos, a pesar de que dicha práctica se venía ejerciendo desde 1760, se conoce como la técnica más importante a la hora de medir el trabajo, dicha técnica se emplea para registrar ritmos y tiempos de trabajo que corresponden a una tarea específica bajo condiciones determinadas, esto con el fin de analizar los tiempos requeridos para realizar dicha actividad.

2.5.3 Teoría de consumos y rendimiento de mano de obra. “La eficiencia en la productividad de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible” (Botero, 2002, p.11). Como se puede observar en la siguiente tabla 2, enmarcados entre los dos anteriores límites, se encuentran los rendimientos y consumos reales de mano de obra obtenibles en cualquier condición, para los cuales se han definido diferentes rangos de acuerdo con la eficiencia en la productividad.

Tabla 2

Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra

Eficiencia en la productividad	RANGO
Muy baja	10 % -- 40 %
Baja	41 % -- 60 %
Normal (promedio)	61 % -- 80 %
Muy buena	81 % -- 90 %
Excelente	91 % -- 100 %

Nota. La tabla muestra la clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra en construcción.

Fuente: Botero (2002)

2.6 Marco legal

Resolución 1401 de 2007: Por la cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo.

Artículo 2°. Establecer obligaciones y requisitos mínimos para realizar la investigación de incidentes y accidentes de trabajo, con el fin de identificar las causas, hechos y situaciones que los han generado, e implementar las medidas correctivas encaminadas a eliminar o minimizar condiciones de riesgo y evitar su recurrencia.

Artículo 4°. Obligaciones de los aportantes. Investigar todos los incidentes y accidentes de trabajo dentro de los quince (15) días siguientes a su ocurrencia, a través del equipo investigador, conforme lo determina la presente resolución.

Resolución 2400 de 1979: Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.

Artículo 1o. Esta resolución reglamenta las disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad, que se aplican a todos los establecimientos de trabajo, sin perjuicio de las reglamentaciones especiales que se dicten para cada centro de trabajo en particular, con el fin de preservar y mantener la salud física y mental, prevenir accidentes y enfermedades profesionales.

Artículo 170 y 176. Suministrar los Equipos de Protección Personal (EPP) y la ropa de trabajo, sin costo para el trabajador, en cantidad y calidad acordes con los riesgos reales o potenciales existentes en los lugares de trabajo.

Código sustantivo del trabajo. Por el cual se resaltan los siguientes artículos:

Artículo 56. Obligaciones de las partes en general. De modo general, incumben al empleador obligaciones de protección y de seguridad para con los trabajadores, y a éstos obligaciones de obediencia y fidelidad para con el empleador.

Artículo 57. Obligaciones especiales del empleador. Son obligaciones especiales del empleador:

1. Poner a disposición de los trabajadores, salvo estipulación en contrario, los instrumentos adecuados y las materias primas necesarias para la realización de las labores.

2. Procurar a los trabajadores locales apropiados y elementos adecuados de protección contra los accidentes y enfermedades profesionales en forma que se garanticen razonablemente la seguridad y la salud.

3. Prestar inmediatamente los primeros auxilios en caso de accidente o de enfermedad. A este efecto en todo establecimiento, taller o fábrica que ocupe habitualmente más de diez (10) trabajadores, deberá mantenerse lo necesario, según reglamentación de las autoridades sanitarias.

4. Pagar la remuneración pactada en las condiciones, períodos y lugares convenidos.

5. Guardar absoluto respeto a la dignidad personal del trabajador, a sus creencias y sentimientos.
6. Conceder al trabajador las licencias necesarias para el ejercicio del sufragio; para el desempeño de cargos oficiales transitorios de forzosa aceptación; en caso de grave calamidad doméstica debidamente comprobada.
7. Dar al trabajador que lo solicite, a la expiración de contrato, una certificación en que consten el tiempo de servicio, la índole de la labor y el salario devengado.
8. Pagar al trabajador los gastos razonables de venida y de regreso, si para prestar sus servicios lo hizo cambiar de residencia, salvo si la terminación del contrato se origina por culpa o voluntad del trabajador.
9. Cumplir el reglamento y mantener el orden, la moralidad y el respeto a las leyes.
10. Conceder al trabajador en caso de fallecimiento de su cónyuge, compañero o compañera permanente o de un familiar hasta el grado segundo de consanguinidad, primero de afinidad y primero civil, una licencia remunerada por luto de cinco (5) días hábiles, cualquiera sea su modalidad de contratación o de vinculación laboral

Artículo 60. Prohibiciones a los trabajadores.

1. Sustraer de la fábrica, taller o establecimiento, los útiles de trabajo y las materias primas o productos elaborados. Sin permiso del empleador.

2. Presentarse al trabajo en estado de embriaguez o bajo la influencia de narcóticos o drogas enervantes.
3. Conservar armas de cualquier clase en el sitio del trabajo, a excepción de las que con autorización legal puedan llevar los celadores (D.2478/48).
4. Faltar al trabajo sin justa causa de impedimento o sin permiso del empleador, excepto en los casos de huelga, en los cuales deben abandonar el lugar del trabajo.
5. Disminuir intencionalmente el ritmo de ejecución del trabajo, suspender labores, promover suspensiones intempestivas del trabajo o excitar a su declaración o mantenimiento, sea que participe o no en ellas.
6. Hacer colectas, rifas y suscripciones o cualquier clase de propaganda en los lugares de trabajo.
7. Coartar la libertad para trabajar o no trabajar, o para afiliarse o nó a un sindicato o permanecer en él o retirarse.
8. Usar los útiles o herramientas suministradas por el empleador en objetos distintos del trabajo contratado.

Resolución 1409 de 2012. Por la cual se establece el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas.

Artículo 1o. objeto y campo de aplicación. La presente resolución tiene por objeto establecer el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas y aplica a todos los empleadores, empresas, contratistas, subcontratistas y trabajadores de todas las actividades económicas de los sectores formales e informales de la economía, que desarrollen trabajo en alturas con peligro de caídas.

Para efectos de la aplicación de la presente resolución, se entenderá su obligatoriedad en todo trabajo en el que exista el riesgo de caer a 1,50 m o más sobre un nivel inferior.

Artículo 4o. Obligaciones de los trabajadores. Cualquier trabajador que desempeñe labores en alturas debe:

1. Asistir a las capacitaciones programadas por el empleador y aprobar satisfactoriamente las evaluaciones, así como asistir a los reentrenamientos;

2. Cumplir todos los procedimientos de salud y seguridad en el trabajo establecidos por el empleador;

3. Informar al empleador sobre cualquier condición de salud que le pueda generar restricciones, antes de realizar cualquier tipo de trabajo en alturas;

4. Utilizar las medidas de prevención y protección contra caídas que sean implementadas por el empleador;

5. Reportar al coordinador de trabajo en alturas el deterioro o daño de los sistemas individuales o colectivos de prevención y protección contra caídas; y,

6. Participar en la elaboración y el diligenciamiento del permiso de trabajo en alturas, así como acatar las disposiciones del mismo.

Artículo 16. Medidas colectivas de prevención. Son todas aquellas actividades dirigidas a informar o demarcar la zona de peligro y evitar una caída de alturas o ser lesionado por objetos que caigan. Estas medidas, previenen el acercamiento de los trabajadores o de terceros a las zonas de peligro de caídas, sirven como barreras informativas y corresponden a medidas de control en el medio.

Cuando por razones del desarrollo de la labor, el trabajador deba ingresar al área o zona de peligro demarcada, será obligatorio el uso de equipos de protección personal y si aplica los equipos de protección contra caídas necesarios.

Dentro de las principales medidas colectivas de prevención están:

a) Delimitación del área: Medida de prevención que tiene por objeto limitar el área o zona de peligro de caída del trabajador y prevenir el acercamiento de este a la zona de caída. La delimitación de la zona de peligro de caída del trabajador se hará mediante cuerdas, cables, vallas, cadenas, cintas, reatas, bandas, conos, balizas, o banderas, de cualquier tipo de material, de color amarillo y negro combinados, si son permanentes y, naranja y blanco combinados, si son temporales.

b) Línea de Advertencia: Es una medida de prevención de caídas que demarca un área en la que se puede trabajar sin un sistema de protección. Consiste en una línea de acero, cuerda, cadena u otros materiales, la cual debe estar sostenida mediante unos soportes que la mantengan a una altura entre 0,85 metros y 1 metro de altura sobre la superficie de trabajo. Debe cumplir con los siguientes requisitos:

c) Señalización del área: Es una medida de prevención que incluye entre otros, avisos informativos que indican con letras o símbolos gráficos el peligro de caída de personas y objetos; también debe incluir un sistema de demarcación que rodee completamente el perímetro, excepto en las entradas y salidas según sea necesario para el ingreso y salida de personas o materiales.

d) Barandas: Medida de prevención constituida por estructuras que se utilizan como medida informativa y/o de restricción. Pueden ser portátiles o fijas y también, ser permanentes o temporales según la tarea que se desarrolle. Las barandas fijas siempre deben quedar ancladas a la estructura propia del área de trabajo en alturas.

Las barandas fijas y portátiles siempre deben estar identificadas y cumplir como mínimo, con los requerimientos establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 3

Requerimientos mínimos para prevención de trabajos en alturas

TIPO DE REQUERIMIENTO	MEDIDA
Resistencia estructural de la baranda	Mínimo 200 libras (90,8 kg) de carga puntual en el punto medio del travesaño superior de la baranda aplicada en cualquier dirección.
Alturas de la baranda (Desde la superficie en donde se camina y/o trabaja, hasta el borde superior del travesaño superior).	1 metro mínimo sobre la superficie de trabajo; las barandas existentes que estén a menos deben ajustarse en un término no mayor de 8 años a la altura requerida mínima de 1 metro, a partir de la vigencia de esta resolución.

Tabla 3 Continuación

Ubicación de travesaños intermedios horizontales.	Deben ser ubicados a máximo 48 cm entre sí.
Separación entre soportes verticales	Aquella que garantice la resistencia mínima solicitada.
Alturas de los rodapiés	De mínimo 9 cm, medidos desde la superficie en donde se camina y/o trabaja. Si hay materiales acumulados cuya altura exceda la del rodapié y puedan caer al vacío, se deberá instalar una red, lona, entre otros, asegurada a la baranda, con la resistencia suficiente para prevenir efectivamente la caída de los objetos.

Nota. La tabla muestra los requerimientos mínimos para trabajos en altura. Fuente: Resolución 1409 de 2012.

e) Control de acceso: Es una medida de prevención que por medio de mecanismos operativos o administrativos, controla el acceso a la zona de peligro de caída.

f) Manejo de desniveles y orificios (huecos): Es una medida preventiva por medio de la cual se demarcan, señalizan y/o cubren orificios (huecos) o desniveles que se encuentran en la superficie donde se trabaja o camina.

Siempre que se encuentre el peligro de caída de alturas debido a la existencia de orificios (huecos) cercanos o dentro de la zona de trabajo, se deben utilizar como mínimo: Barandas provisionales, cubiertas de protección tales como rejillas de cualquier material, tablas o tapas, con una resistencia mínima de dos veces la carga máxima prevista que pueda llegar a soportar, colocadas sobre el orificio (hueco), delimitadas y señalizadas según lo dispuesto en la presente resolución para las medidas de prevención.

En estructuras, cuando se diseñen sistemas para tránsito entre desniveles se deben utilizar medidas que permitan la comunicación entre ellos, disminuyendo el riesgo de caída, tales como rampas con un ángulo de inclinación de 15º a 30º, o escaleras con medida mínima de huella y de

contrahuella según su ángulo de inclinación, conforme a lo establecido en la Tabla 4; deben ser de superficies antideslizantes:

Tabla 4

Medidas mínimas para huella y contrahuella según ángulo de inclinación de escalera

Angulo/Horizontal	Medida contrahuella en centímetros	Medida huella centímetros
30 Grados	16.51	27.94
32 Grados	17.14	27.3
33 Grados	17.78	26.67
35 Grados	18.41	26.03
36 Grados	19.05	25.4
38 Grados	19.68	24.76
40 Grados	20.32	24.13
41 Grados	20.95	23.49
43 Grados	21.59	22.86
45 Grados	22.22	22.22
46 Grados	22.86	21.59
48 Grados	23.49	20.95
49 Grados	24.13	20.32

Nota. La tabla muestra las medidas mínimas para la huella y contrahuella según el ángulo de inclinación de escaleras. Fuente: Resolución 1409 de 2012.

g) Ayudante de seguridad: Se podrá asignar un ayudante de seguridad como medida complementaria a las medidas anteriormente enunciadas, con el fin de ayudar a advertir y controlar los peligros y riesgos que se identifiquen en el sitio donde se desarrollen trabajos en alturas.

Parágrafo. El uso de medidas de prevención no exime al empleador de su obligación de implementar medidas de protección que deben ser incluidas en el programa de protección contra caídas, lo cual deberá estar acorde con los requisitos de la presente resolución.

Artículo 17. Permiso de trabajo en alturas. El permiso de trabajo en alturas es un mecanismo que mediante la verificación y control previo de todos los aspectos relacionados en la presente resolución, tiene como objeto prevenir la ocurrencia de accidentes durante la realización de trabajos en alturas.

Norma NSR-10. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, es el encargado de regular las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable. En reglamento además, se hace referencia a los procesos constructivos en edificaciones. Dado que su última actualización ha sido la expuesta en el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010; el reglamento se descompone en los siguientes títulos:

Título A. Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente

Título B. Cargas

Título C. Concreto Estructural

Título D. Mampostería Estructural

Título E. Casas de uno y dos pisos

Título F. Estructuras Metálicas

Título G. Estructuras de madera y estructuras de guadua

Título H. Estudios Geotécnicos

Título I. Supervisión Técnica

Título J. Requisitos de protección contra incendios en edificaciones

Título K. Requisitos Complementarios

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

Esta es una investigación de tipo cualitativa y cuantitativa basada en el análisis de la información arrojada a través de entrevistas, encuestas y fórmulas utilizadas para la adquisición de los objetivos planteados, para este proyecto específicamente se realizará en las obras de construcción de tipo vertical que se estén desarrollando en el municipio de Ocaña Norte de Santander.

La investigación se desarrollará partiendo de la implementación de entrevistas a profesionales de la materia que ejercen o hayan ejercido en el municipio, con las cuales se identificarán algunos factores adicionales que afectan el rendimiento de la mano de obra según el criterio de cada uno de los entrevistados, enmarcados en este contexto, se realizarán encuestas a los diferentes trabajadores de las obras tales como maestros, oficiales y obreros; a través de ellas se podrán cuantificar los factores de mayor incidencia. A partir de esta información, se podrá analizar mediante un diagrama de causa y efecto, las sub causas que provocan que estos factores identificados generen el bajo rendimiento de la mano de obra.

3.2 Población

La población objeto de estudio para llevar a cabo la elaboración de este proyecto, serán las obras verticales que se encuentren en ejecución en el municipio de Ocaña Norte de Santander, durante la realización del proyecto de investigación estableciendo una ventana de tiempo donde

se haga el debido seguimiento, ya que esta población podría aumentar o decrecer según el comportamiento de las obras

3.3 Muestra

La muestra “es un elemento fundamental en los proyectos de investigación, debido a que permite extraer un grupo representativo del universo para aplicar el proceso de análisis de forma específica y rigurosa, cuyos resultados son aplicables al 100% de la población”. (Cantoni, 2009).

3.3.1 Análisis del método muestral para la obtención de la muestra. Para objetos de la presente investigación con referencia al rendimiento de la mano de obra en las edificaciones verticales del municipio de Ocaña, el tipo de muestra elegido para el estudio corresponde a una muestra aleatoria simple ya que ofrece los mejores resultados al dar la posibilidad a todas las edificaciones para ser tenidas en cuenta en dicho estudio.

Para la escogencia de la muestra, es necesario determinar la formula estadística a utilizar, teniendo en cuenta que debe corresponder a poblaciones finitas, es decir cuando se conoce el número total de la población, para el caso de estudio, según dato facilitado por la oficina de planeación del municipio de Ocaña, el total de las obras verticales que actualmente se encuentran en ejecución es de 13 edificaciones verticales. Es decir, la población para el caso de estudio es de 13 edificaciones verticales.

Es necesario tener en cuenta que para la aplicación de la ecuación estadística apropiada se deben considerar previas condiciones con respecto al tipo de investigación que se realiza, pues

según Aguilar Barojas S. (2005), nos dice que “el tamaño de la muestra necesario dependerá básicamente del nivel de la investigación y las variables insertadas en el objetivo de la investigación”.

Con respecto al nivel de la investigación, según Aguilar Barojas S. (2005), se pueden distinguir los siguientes tipos de nivel:

Nivel I, de tipo exploratorio. Son investigaciones que responden a preguntas sencillas para determinar si hay o no hay tal o cual característica.

Nivel II, de tipo descriptivo. En estos estudios se trata de realizar una descripción detallada de las características que presenta el sujeto en estudio.

Nivel III, de correlación. Buscan las relaciones o asociaciones entre los factores estudiados. Son estudios observacionales, estudian dos poblaciones y verifican hipótesis.

Nivel IV, explicativos. Son estudios cuasi experimentales o experimentales, comparan dos poblaciones y verifican hipótesis.

Con respecto a las variables insertadas en el objetivo de la investigación, pueden ser de dos tipos; variables cualitativas, en el que los resultados se expresan como porcentajes o tasas, datos que se introducen en la fórmula para el cálculo de la muestra. Variables cuantitativas en el que los resultados se resumen en forma de medias y varianzas, mismas que se introducen en la fórmula del cálculo de la muestra.

Por consiguiente cabe resaltar que la información analizada según la ecuación estadística aplicada, se rige por la ley normal de Laplace-Gauss. Aunque el método a aplicar corresponde a la implementación de una sola ecuación, a continuación se dan a conocer las distintas fórmulas para poblaciones finitas según el tipo de investigación, la cual se encuentra previamente

referenciado en la revista científica Salud en Tabasco, avalada por la Secretaría de Estado de Tabasco México, de autor Aguilar Barojas S. (2005).

Fórmulas para calcular muestra en investigaciones descriptivas cuya variable principal es de tipo cuantitativo:

$$n = \frac{N * Z^2 * S^2}{d^2(N - 1) + Z^2 * S^2}$$

Fórmulas para calcular muestra en investigaciones descriptivas cuya variable principal es de tipo cualitativo:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

En donde,

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

Z = Nivel de confianza.

d = Nivel de precisión absoluta.

S = Varianza de la población en estudio (Se obtiene de estudios similares o pruebas piloto).

p = Proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia.

q = Proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio. (1-p)

Para resolver la ecuación de muestreo aleatorio según el autor Aguilar Barojas S. (2005), con respecto al valor del nivel de confianza Z ; Indica el grado de confianza que se tendrá, de que el valor verdadero del parámetro en la población se encuentre en la muestra calculada. En la siguiente tabla 5 se aprecian los valores utilizados para el nivel de confianza.

Tabla 5

Nivel de confianza deseado

% Error	Nivel de confianza	Valor de Z calculado en tablas
1	99%	2.58
5	95%	1.96
10	90%	1.645

Nota. La tabla muestra el porcentaje de error para la obtención de muestras finitas con relación al nivel de confianza. Fuente: Aguilar Barojas S. (2005).

En la siguiente tabla 6, se puede apreciar el valor d , el cual hace referencia a la amplitud deseada del intervalo de confianza que es la precisión con la que se realiza el análisis, puesto que en pocas palabras y para otros autores es el mismo error poblacional expresado en valor decimal.

Tabla 6

Precisión absoluta en función del nivel de confianza

%	Valor d
90	0.1
95	0.05
99	0.001

Nota. La tabla muestra el valor de precisión absoluta d , en función del nivel de confianza. Fuente: Aguilar Barojas S. (2005).

En la tabla 7, se puede apreciar los valores de proporción aproximada de ocurrencia p , y de no ocurrencia q , en donde para el diseño muestral, cabe mencionar que por la teoría de la probabilidad, se sabe que la suma de ambas proporciones deben ser igual a uno. Por tal motivo y

considerando que no exista información con respecto a estudios anteriores con respecto a la misma investigación, se deben escoger el valor de **p** y **q** más desfavorable que corresponde al valor mayor ($p=q=0.5$), ya que cuanto más elevado sean estos valores, mayor tendrá que ser la muestra.

Tabla 7

Proporción aproximada del fenómeno en estudio

p	q	p*q
0.01	0.99	0.0099
0.05	0.95	0.0475
0.10	0.90	0.0900
0.20	0.80	0.1600
0.30	0.70	0.2100
0.40	0.60	0.2400
0.50	0.50	0.2500

Nota. La tabla muestra la proporción aproximada de la ocurrencia de que ocurra el fenómeno en estudio **p** y la ocurrencia de que no ocurra el fenómeno en estudio **q**. Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España (1992).

3.4 Procedimiento metodológico

Para la realización de esta investigación se desarrollarán las siguientes actividades:

Adquisición de información mediante entrevistas que se implementaran a profesionales de la industria de la construcción que ejerzan o hayan ejercido en el municipio de Ocaña Norte de Santander.

Establecer la población objeto de estudio según las obras que se encuentren en ejecución en el municipio de Ocaña, una vez iniciado la realización del proyecto, para posteriormente por medio de un modelo estadístico de poblaciones finitas, definir la muestra representativa de toda

la población enmarcada, en donde se extraerá la información a incluir dentro de los factores que influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra para el desarrollo de los objetivos planteados.

Se realizara la implementación de una encuesta que se puede apreciar en el siguiente literal **3.5**, la cual será aplicada a los maestros, oficiales y obreros de los proyectos de construcción debidamente seleccionados (muestra).

Cuantificación de la información obtenida mediante las encuestas realizadas y la información recopilada en campo, dando a conocer los factores más influyentes en el bajo rendimiento de la mano de obra, aplicando estadísticas de los factores que se tengan en cuenta para conocer cuál es de mayor importancia.

Con los factores más influyentes identificados a través del análisis estadístico, se aplica el método de Ishikawa, mayormente conocido como método de causa y efecto, para conocer las sub causas por medio del juicio de expertos para posteriormente tomar medidas que mejoren las condiciones en las que se presentan los factores que influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra en las edificaciones verticales del municipio de Ocaña.

3.5 Recolección de información

3.5.1 Técnicas de recolección de información. La recolección de información de información se realizara mediante las siguientes técnicas:

3.5.1.1 La observación. Para llevar a cabo la realización del proyecto, se utilizará una rigurosa observación en las edificaciones verticales que se encuentren en proceso de ejecución en

el municipio de Ocaña, específicamente en aquellas consideradas como muestra representativa de toda la población de edificaciones existentes. La finalidad de realizar una observación minuciosa consiste en detallar cuales son las falencias o los factores que ocasionan un bajo rendimiento en la mano de obra a la hora de realizar las actividades de los procesos constructivos que enmarca un proyecto de construcción vertical.

3.5.1.2 La entrevista. En el proceso de elaboración de la investigación, también es necesario del conocimiento propio de los profesionales de la construcción que se dedican a las edificaciones verticales en el casco urbano del municipio de Ocaña. Por consiguiente es importante realizar la entrevista y el dialogo directo con los representantes legales o constructores que conocen más del tema sobre el bajo rendimiento de la mano de obra ya que esto influye en la planificación de los costos y en las ganancias que se obtienen de construir.

3.5.2 Instrumentos para la recolección de información. Para la recolección de datos e información se utilizaran los siguientes instrumentos:

P.B.O.T (Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Ocaña), con el fin de obtener información relevante con forme a las construcciones que se presentan en el municipio y otros aspectos.

Reglamento colombiano de construcción Sismo Resistente (NSR-10), en todos sus títulos, en donde se especifican los procesos constructivos con respecto a las construcciones verticales.

Investigaciones realizadas en el territorio nacional e internacional con relación al tema objeto de estudio.

Secretaria de planeación del municipio de Ocaña Norte de Santander, a fin de conocer las construcciones que actualmente se encuentran en ejecución y de las cuales se entiende que cumplen con todas las garantías legales y permisos para construir.

Con relación a la encuesta los parámetros a considerar se muestran en las siguientes figuras:

ENCUESTA A PERSONAS EXPERTAS DEDICADOS A LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION EN OCAÑA		
Encuesta No. _____		
Fecha: _____		
Profesión: _____		
A continuación responder las siguientes preguntas marcando con una (X) la respuesta que considere correcta. Marcar solo una única respuesta para cada pregunta.		
1. La falta de personal calificado en la supervisión técnica de las actividades en obra; a continuación cuál cree usted que influye en ese bajo rendimiento.		
<input type="checkbox"/> Oficiales de construcción.	<input type="checkbox"/> Maestros de construcción.	
<input type="checkbox"/> Técnicos de construcción.	<input type="checkbox"/> Ingenieros o arquitectos residentes de obra.	
2.Cuál de los recursos empleados en las diferentes actividades de construcción; cree usted que incide en el bajo rendimiento de las tareas asignas en la obra.		
<input type="checkbox"/> Carencia de materiales.	<input type="checkbox"/> Carencia de equipo liviano y pesado.	
<input type="checkbox"/> Transporte de materiales a la obra.	<input type="checkbox"/> Carencia de herramienta menor.	
3.Cuál de las siguientes respuestas influye más en el rendimiento de obra para desarrollar las diferentes actividades de una construcción.		
<input type="checkbox"/> Tipo de contrato.	<input type="checkbox"/> Incentivos en obra.	<input type="checkbox"/> Ambiente de trabajo.
<input type="checkbox"/> Buena remuneración del salario.	<input type="checkbox"/> Seguridad social e industrial.	
4. Cuando el clima influye de manera considerable en la obra, cuál de las siguientes respuestas considera usted que incide en su bajo rendimiento.		
<input type="checkbox"/> Estado del tiempo.	<input type="checkbox"/> Temperatura ambiente.	
<input type="checkbox"/> Condiciones del suelo.	<input type="checkbox"/> Trabajar bajo cubierta.	
5. Dentro de las actividades especificas a realizar en obra cuales de las siguientes respuestas cree usted que incide en el bajo rendimiento de las mismas.		
<input type="checkbox"/> Grado de dificultad de la actividad.	<input type="checkbox"/> Riesgo de la actividad.	
<input type="checkbox"/> Discontinuidad en ejecutar la actividad.	<input type="checkbox"/> Orden y aseo en la obra.	
<input type="checkbox"/> La calidad de la superficie de la obra o sitio de trabajo.		

Figura 6. Encuesta aplicada recolección de información hoja 1. Fuente: Autores de la investigación.

6. Según los implementos de trabajo para realizar una actividad en obra, cuál de las siguientes respuestas cree usted que incide en el bajo rendimiento del personal.

Suministro del equipo y herramientas a tiempo. Estado y disponibilidad del equipo.
 Mantenimiento del equipo y herramientas. Calidad y estado de la herramienta menor.
 Elementos de protección personal.

7. Dentro de los aspectos personales del trabajador, cuál de las siguientes respuestas cree usted que incide en el bajo rendimiento del personal en obra.

Ritmo de la actividad a realizar. Habilidad para ejecutar la actividad.
 Conocimiento para desarrollar la actividad. Actitud para desarrollar la actividad.
 Desempeño para desarrollar la actividad. Pago oportuno.

8. Según las actividades específicas a realizar en obra cuales de las siguientes respuestas cree usted que incide en el bajo rendimiento de las mismas.

Trabajo contributivo (Mover bloques, colocar andamios, transportar materiales etc).
 Trabajo no contributivo (Fumar, esperar la llegada de material, caminar por la obra, etc).
 Trabajo productivo (colocación de formaleta, hacer concreto, figurar acero, etc).

9. Según la administración de la obra para ejecutar las actividades específicas, cuál de las siguientes respuestas cree usted que incide en el bajo rendimiento de la obra.

División del trabajo. Autoridad. Disciplina.
 Unidad de mando. Jerarquía. Equidad.

10. Considerando la pérdida de tiempo productivo para ejecutar las actividades específicas a realizar en obra, cuál de las siguientes variables cree usted que incide en el bajo rendimiento del personal.

Esperas. Tiempo ocioso. Detenciones.
 Viajes y desplazamientos innecesarios. Necesidades fisiológicas.

Figura 7. Encuesta aplicada para la recolección de información hoja 2. Fuente: Autores de la investigación.

Con relación a la entrevista aplicada a los profesionales de la construcción, a continuación en la siguiente figura 8, se esbozan las preguntas realizadas para mejor entendimiento del tema.

MODELO DE ENTREVISTA.

Fecha de entrevista: _____

Ciudad: _____

Nombre del entrevistado: _____

Celular: _____

Profesión: _____

Postgrado: _____

Entrevistador: _____

1.- Dentro del factor economía general cuales variables cree usted que inciden más en el bajo rendimiento de las cuadrillas de trabajo en las obras de construcción de Ocaña?

2.- Dentro del factor aspectos laborales cuales variables cree usted que inciden más en el bajo rendimiento de las cuadrillas de trabajo en las obras de construcción de Ocaña?

3.- Dentro del factor actividad cuales variables cree usted que inciden más en el bajo rendimiento de las cuadrillas de trabajo en las obras de construcción de Ocaña?

4.- Dentro del factor clima cuales variables cree usted que inciden más en el bajo rendimiento de las cuadrillas de trabajo en las obras de construcción de Ocaña?

5.- Dentro del factor equipamiento cuales variables cree usted que inciden más en el bajo rendimiento de las cuadrillas de trabajo en las obras de construcción de Ocaña?

6.- Dentro del factor supervisión cuales variables cree usted que inciden más en el bajo rendimiento de las cuadrillas de trabajo en las obras de construcción de Ocaña?

7.- Dentro del factor trabajador cuales variables cree usted que inciden más en el bajo rendimiento de las cuadrillas de trabajo en las obras de construcción de Ocaña?

8.- Dentro del factor xxxxxx cuales variables cree usted que inciden más en el bajo rendimiento de las cuadrillas de trabajo en las obras de construcción de Ocaña?

Figura 8. Modelo de entrevista aplicada a los profesionales de la construcción. Fuente: Autores de la investigación.

3.6 Análisis y procesamiento de la información

Para procesar el análisis de la información, se desglosa en las siguientes fases:

Fase 1. Para la primera fase de esta investigación, se organizó la información recolectada para identificar y clasificar, las encuestas realizadas a maestros oficiales y obreros no calificados.

Fase 2. En la segunda fase del procesamiento se tabulo la información recolectada de las encuestas con su respectiva clasificación utilizando la herramienta informática el software Microsoft Excel,

Fase 3. Luego de tener la información tabulada, en la tercera fase se corrobore el coeficiente de confianza para asegurar que el número de encuestas realizadas arrojaran datos confiables.

Fase 4. En la cuarta fase se realizaron los análisis pertinentes a los resultados de las encuestas por medio del principio de Pareto para conocer las variables más representativas que se encuentran estrechamente relacionadas con el bajo rendimiento de la mano de obra en edificaciones verticales de Ocaña.

Fase 5. En la quinta fase, se analiza la información obtenida a través del análisis estadístico, para conocer las sub causas por medio del método de Ishikawa causa y efecto, con el fin de dar solución a los problemas que son los causante de los factores que influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra en las edificaciones verticales del municipio de Ocaña.

Capítulo 4. Presentación de resultados

4.1 Establecimiento de la muestra (proyectos a visitar) aplicando una fórmula estadística que establezca la cantidad de obras apropiadas para efectuar dicha investigación.

La investigación conforme al bajo rendimiento de la mano de obra se especifica claramente para el casco urbano del municipio de Ocaña, tomando como objeto de estudio, todas las edificaciones verticales que actualmente se encuentran en ejecución. Para conocer el número de obras verticales que se encuentran en ejecución, se opta por escoger el valor que actualmente registra la oficina de planeación de la alcaldía municipal de Ocaña, correspondiendo a las edificaciones verticales que cuentan con la respectiva licencia de construcción.

4.1.1 Cálculo de la muestra objeto de estudio (proyectos a visitar). Según lo mencionado en el diseño metodológico, el método a aplicar, corresponde a la ecuación para investigaciones descriptivas cuya variable principal es de tipo cualitativo. Se opta por utilizar dicha variable de tipo cualitativo para la obtención de la muestra en esta investigación, ya que evita la cuantificación de la muestra como resultado del análisis; pues si bien es de mencionar del total de obras verticales que se encuentran actualmente en ejecución en el municipio de Ocaña, una vez obtenida el número de obras a visitar correspondiente a la muestra, primordialmente se escogen aquellas obras de gran envergadura que por su complejidad conlleven a una gran variedad de procesos constructivos. A continuación, se aprecia la ecuación a utilizar para el cálculo de la muestra.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

En donde,

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

Z = Nivel de confianza.

(p, q) = Proporción aproximada del fenómeno en estudio.

Según Raosoft (2004), nos dice que “un nivel de confianza más alto (99%), requiere un tamaño de muestra más grande”, por tal motivo, para efectos de esta investigación debido a que la población objeto de estudio es pequeña, se optó por utilizar el 90% del nivel de confianza correspondiente a un error muestral de 10%, como lo indica la tabla 5, en el diseño metodológico. Resolviendo la ecuación se tiene:

$$n = \frac{13 * 1.645^2 * 0.5 * 0.5}{(13 - 1) * 0.1^2 + 1.645^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 11.04144663$$

$$n = 11 \text{ Obras a visitar}$$

Una vez obtenido el resultado, por recomendación del autor Morales Vallejo P. (2012), nos dice que se debe calcular un margen de error al extrapolar de la muestra a la población, despejando de la ecuación utilizada para la muestra la variable del error, que en nuestro caso corresponde a **d**. Por lo tanto la ecuación es la siguiente:

$$d = \sqrt{\frac{(p * q * Z^2) * (N - n)}{n * (N - 1)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{(0.5 * 0.5 * 1.645^2) * (13 - 1)}{11 * (13 - 1)}}$$

$$d = 0.1012427 = 10.12 \%$$

Inicialmente se escogió un error del 10%, pero la variación del error en el nivel de confianza utilizado en realidad corresponde a 10.12 %.

Como se puede observar, según el cálculo realizado para la obtención de la muestra, arroja como resultado un total de 11 obras a visitar, correspondiente a edificaciones verticales en proceso de construcción en el municipio de Ocaña. Por otra parte, en lo que respecta al número de encuestas a realizar en las obras, se tiene en cuenta un promedio de 5 a 10 encuestas por obra, ya que las personas a encuestar, corresponden inicialmente al maestro de construcción, a los obreros oficiales y algunos obreros rasos.

A continuación en la siguiente tabla 8 y tabla 9, se puede apreciar detalladamente la descripción de cada una de las obras a visitar que hacen parte de la muestra para la realización de las encuestas, en donde se tiene en cuenta el área construida, el tipo de construcción y el número de pisos con la que contara cada edificación.

Tabla 8

Descripción de obras visitadas

Nº	Dirección	Barrio	Tipo de obra	Nº de pisos	Área de construcción	Uso
1	Ufpso	Acolsure	Publica	4	2.480 m ²	Institucional
2	Carrera 14 No. 11-33	La luz	Privada	5	520 m ²	Residencial-Mixto

Tabla 8 Continuación

Nº	Dirección	Barrio	Tipo de obra	Nº de pisos	Área de construcción	Uso
3	Calle 10 No.11- 47-51	Centro	Privada	5	2.045,70 m ²	Comercial
4	Circunvalar	Circunvalar	Privada	4	1512 m ²	Mixto
5	Calle 10 No. 6-33	Milanés	Privada	6	625 m ²	Residencial-Mixto
6	Calle 22D No. 7-50	U. Monte Serrano	Privada	3	842 m ²	Mixto
7	Barrio la Luz	La Luz	Privada	6	1306 m ²	Vivienda
8	Calle 11 No. 9 11-13	Martinete	Privada	4	236,72 m ²	Residencial
9	Carrera 12ª No. 13-80	El Tamaco	Privada	2	161,12 m ²	Residencial
10	Circunvalar 2	Circunvalar	Privada	3	415 m ²	Comercial
11	Calle 12 No. 16A-65	San Agustín	Privada	5	282,11 m ²	Residencial

Nota. La tabla muestra el resumen de datos de las obras visitadas en Ocaña. Fuente: Autores de la investigación.

Tabla 9

Descripción grafica de obras visitadas



Dirección	Objeto	Registro fotografico
Ufpso	Construcción de un Edificio de uso Institucional para impartir las clases de formación de los programas académicos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.	
Carrera 14 No. 11-33 Barrio La Luz	Construcción de un Edificio de 5 pisos, para uso residencial con 4 apartamentos y uso comercial con 4 oficinas y 4 estacionamientos para automóviles	



Tabla 9 Continuación

Dirección	Objeto	Registro fotografico
<p>Calle 10 No.11- 47-51</p> <p>Barrio Centro</p>	<p>Construcción de 40 aparcamientos de vehículos de uso comercial realizado por la empresa constructora GM CONSTRUCCIONES S.A.S., los cuales hacen parte de la Edificación nueva Edificio Santa María. Con licencia de construcción modalidad Obra Nueva.</p>	
<p>Circunvalar</p>	<p>Construcción de un edificio de 4 pisos para uso residencial con 6 apartamentos y 5 locales comerciales. Con licencia de construcción modalidad Obra Nueva.</p>	
<p>Calle 10 No. 6-33</p> <p>Barrio Milanés</p>	<p>Construcción de edificio Residencial de 6 pisos, con dos sótanos y con cubierta en placa, realizado por la empresa constructora SINERGOS S.A.S., el cual tiene por nombre Edificio Montreal, se compone de 22 apartamentos, 25 estacionamientos, un local comercial, una oficina y un ascensor. Con licencia de construcción modalidad Obra Nueva.</p>	

Tabla 9 Continuación

Dirección	Objeto	Registro fotografico
<p>Calle 22D No. 7-50 Urbanización Monte Serrano</p>	<p>Construcción de un Edificio de tres pisos de uso residencial con tres apartamentos y tres estacionamientos, y uso comercial con tres locales comerciales. Con licencia de construcción modalidad Obra Nueva.</p>	
<p>Barrio la Luz</p>	<p>Construcción de Edificio de uso residencial de 6 pisos con 10 estacionamientos y de uso comercial con 3 locales comerciales en la primera planta. Con licencia de construcción modalidad Obra Nueva.</p>	
<p>Calle 11 No. 9 11-13 Barrio Martinete</p>	<p>Construcción de edificación de uso residencial con 4 pisos, y cuatro estacionamientos. Con licencia de construcción modalidad Obra Nueva.</p>	

Tabla 9 Continuación

Dirección	Objeto	Registro fotografico
<p>Carrera 12ª No. 13-80</p> <p>Barrio el Tamaco</p>	<p>Construcción de edificación de uso residencial de 2 pisos, con cubierta en placa, un estacionamiento. Con licencia de construcción modalidad Obra Nueva.</p>	
<p>Circunvalar 2</p>	<p>Construcción de edificación de tres pisos de uso comercial para locales comerciales y bodegas de almacenamiento. Con licencia de construcción modalidad Obra Nueva.</p>	
<p>Calle 12 No. 16A-65</p> <p>Barrio San Agustín</p>	<p>Construcción de edificación de 5 pisos, con 9 estacionamientos de uso residencial. Con licencia de construcción modalidad Obra Nueva.</p>	

Nota. La tabla muestra la descripción grafica de las obras visitadas. Fuente: Autores de la investigación.

Como se pudo apreciar en la tabla 9, según el objeto y la representación gráfica de cada una de las obras, cabe resaltar que tan solo la obra que se encuentra actualmente en ejecución dentro de las instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander, corresponde una edificación pública de uso institucional, por consiguiente las demás obras visitadas durante la elaboración del proyecto son netamente obras privadas, en donde tan solo tres de dichas edificaciones descritas en las tablas anteriores se ejecutan bajo los lineamientos de empresas privadas, ya que las demás obras se están realizando a nombre propio de cada propietario, teniendo en cuenta los requisitos necesarios exigidos por la entidad pública para poder ejecutarse con licencia de construcción.

4.2 Identificación de las variables que inciden en la baja productividad de las diferentes actividades en obra por medio de estudios desarrollados por autores del tema y algunas entrevistas efectuadas a profesionales con experiencia en el área para clasificar dichas variables.

Para identificar las diferentes variables que inciden en la baja productividad, inicialmente se tuvieron en cuenta los criterios obtenidos a través de la aplicación de las entrevistas. Teniendo en cuenta el debido formato utilizado para la aplicación de las entrevistas, se seleccionó un total de cinco profesionales que se desempeñan en el área de la construcción y manejo de personal en obra con el fin de tener un referente para identificar las variables más desfavorables que provocan la baja productividad de las actividades en obra. Las entrevistas realizadas a profesionales de la construcción, se pueden apreciar en los anexos.

4.2.1 Análisis de las entrevistas realizadas. Dado que en el momento de realizar las entrevistas, independientemente del aporte personal de cada profesional, se dieron a escoger las posibles variables que influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra en cada factor mencionado. En la siguiente tabla 10, se aprecia el resumen de las variables que se consideran son las que más repercuten en cada factor, en donde el valor numérico, corresponde al número de profesionales que escogió esa variable como causa del factor.

Tabla 10

Variables de los factores que influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra

Factores	Variable 1	Variable 2	Variable 3	Variable 4	Variable 5
Economía	Disponibilidad de insumos en obra	Disponibilidad mano de obra			
	4	1			
Aspectos laborales	Tipo de contrato	Incentivos	Pago justo		
	2	3	1		
Actividad	Actividades predecesoras	Riesgo	Grado de dificultad		
	2	3	4		
Clima	Estado del tiempo				
	5				
Equipamiento	Equipo				
	5				
Supervisión	Seguimiento de obra	Instrucciones			
	5	2			
Trabajador	Ritmo de trabajo	Conocimiento	Desempeño	Actitud hacia el trabajo	Situación personal
	1	3	3	1	1

Nota. La tabla muestra las variables tenidas en cuenta por los profesionales que influyen en cada factor, causantes del bajo rendimiento en obra. Fuente: Autores de la investigación.

Con respecto a la tabla anterior, cabe mencionar que en algunos factores, los profesionales entrevistados tuvieron en cuenta más de una variable como causa del bajo rendimiento de la

mano de obra, por tal motivo es notorio observar que en más de un factor la cantidad total de respuestas en termino numérico, es superior a 5.

La frecuencia de todas las variables, de los distintos factores que representan el bajo rendimiento de la mano de obra, mencionado en la tabla anterior, se resume en la siguiente figura 9, en donde se aprecia gráficamente, que el seguimiento de obra y el estado del tiempo son las dos variables en las que todos los profesionales estuvieron de acuerdo, como factor del bajo rendimiento de la mano de obra.

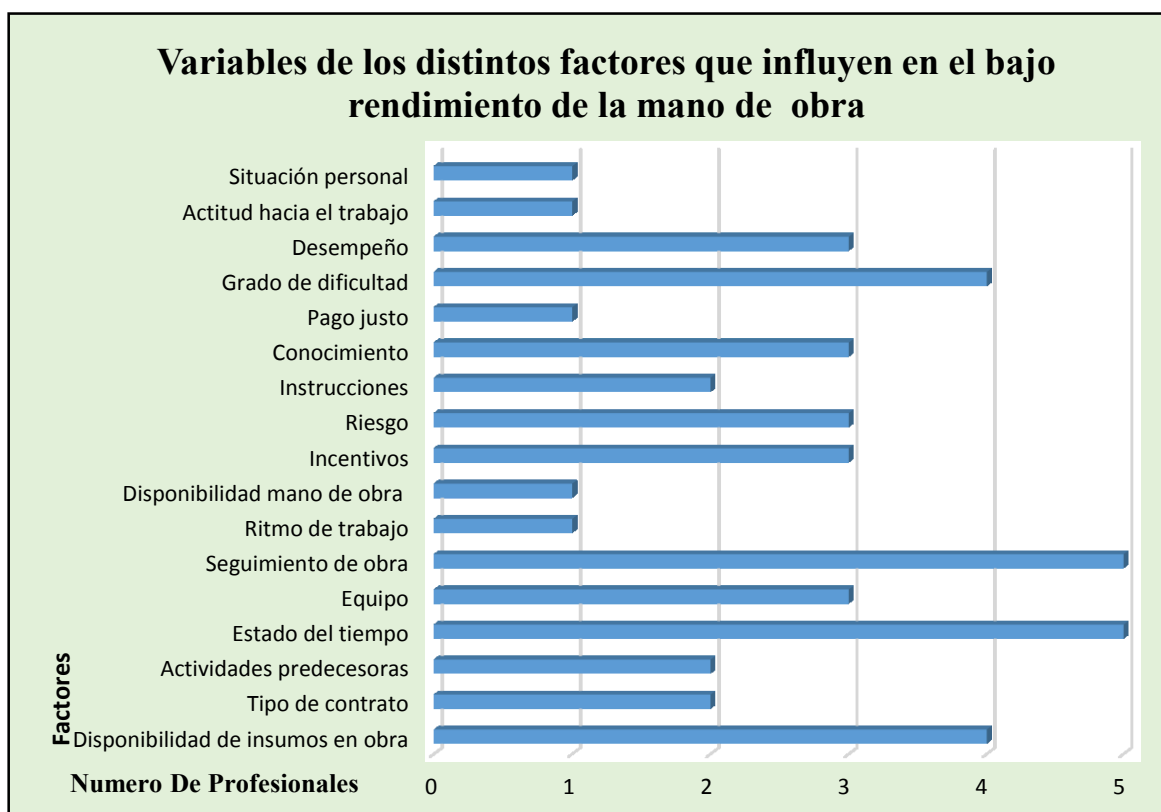


Figura 9. Variables de los distintos factores que influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra. Fuente: Autores de la investigación.

Con el fin de dar a conocer las variables identificadas mediante el aporte realizado por las entrevistas, se presenta la siguiente tabla 11, en donde se aprecian las variables consideradas inicialmente para la aplicación de las encuestas, como también las variables identificadas a través de las entrevistas.

Tabla 11

Análisis de variables identificadas y consideradas inicialmente

Factor de influencia	Variables identificadas en el estado del arte	Variables Identificadas a través de entrevistas
Economía	-Falta de personal calificado (Oficiales maestros técnicos, ingenieros). -Recursos empleados (materiales, equipo, herramienta menor).	-Planeación y gestión social. -Disponibilidad de insumos en obra. -Disponibilidad de mano de obra.
Aspectos laborales	-Tipo de contrato. -Incentivos en obra. -Ambiente de trabajo. -Buena remuneración salarial. -Seguridad y salud en el trabajo.	-Tipo de contrato. -Incentivos. -Pago justo.
Actividad	-Grado de dificultad. -Riesgo al realizar la actividad. -Discontinuidad en su ejecución. -Orden y aseo en obra -Calidad del sitio de trabajo.	-Actividades predecesoras. -Riesgo. -Grado de dificultad.
Clima	-Estado del tiempo. -Temperatura ambiente. -Condiciones del suelo. -Trabajar bajo cubierta.	-Estado del tiempo.
Equipamiento	-Suministro de equipo a tiempo. -Estado y disponibilidad del equipo. -Mantenimiento del equipo. -Calidad de la herramienta menor. -Elementos de protección personal.	-Equipo. -Transporte de material dentro de obra. -Calidad en los materiales.
Supervisión	-Administración de la obra (división del trabajo, autoridad, disciplina, unidad de mando, jerarquía, equidad)	-Seguimiento de obra. -Instrucciones. -Organización de obra.
Trabajador	-Ritmo de la actividad. -Habilidad. -Conocimiento. -Actitud para desarrollar actividad. -Desempeño para desarrollar actividad. -Pago oportuno.	-Ritmo de trabajo. -Conocimiento. -Desempeño. -Actitud hacia el trabajo. -Situación personal.

Nota. La tabla muestra el análisis de las variables consideradas inicialmente y las variables identificadas a través de las entrevistas. Fuente: Autores de la investigación.

Según lo que se aprecia en la tabla 11, las variables identificadas a través de las entrevistas que se encuentran resaltadas en gris, corresponden a las variables que se deben tener en cuenta para la aplicación de la encuesta.

En consecuencia con los datos obtenidos de las entrevistas, los factores que influyen en el bajo rendimiento de obra, obedecen primordialmente al seguimiento de obra y al estado del tiempo, por consiguiente los otros factores que también son de gran relevancia corresponden al grado de dificultad y la disponibilidad de materiales en obra. En fin con motivo de mejorar las encuestas a realizar para identificar los factores que más influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra, se añadió una pregunta, a las 10 preguntas de la encuesta original, según se plantea en el **Capítulo 3** de este documento, en donde se da importancia de los factores: seguimiento en obra y mala calidad de materiales como causante del bajo rendimiento.

4.3 Evaluación las variables de incidencia identificadas mediante un modelo estadístico que nos permita cuantificar cuales son las más representativas del estudio para desarrollar acciones preventivas o correctivas.

4.3.1 Encuestas realizadas a personal de la construcción. Para la realización de la encuesta se tuvo en cuenta el formato descrito en el **Capítulo 3**, metodología de la investigación, en donde se describen las preguntas a realizar para el análisis de las variables que inciden en el bajo rendimiento de la mano de obra en las edificaciones verticales que actualmente se encuentran en ejecución en el municipio de Ocaña.

Cabe mencionar, que a la encuesta mostrada en el capítulo 3, según los resultados del segundo objetivo con respecto a las entrevistas realizadas, se añadió una pregunta adicional, en donde se plantea que la ocurrencia del bajo rendimiento en obra puede estar estrechamente relacionada con la mala calidad de los materiales o con el seguimiento de obra realizado por parte de profesionales. Según lo calculado en el primer objetivo para la obtención de la muestra se consideró un total de 11 obras a visitar, correspondiente a las edificaciones verticales que actualmente se encuentran en ejecución en el municipio de Ocaña.

Por consiguiente la mayoría de obras a visitar, se encuentran ubicadas en la zona céntrica de la ciudad; en la siguiente figura 10, se puede apreciar la ubicación de cada una de las obras visitadas dentro del casco urbano de Ocaña, señalando su ubicación y su respectiva referencia de identificación.



Figura 10. Localización espacial de las obras a visitar. Fuente: Google Earth Pro (2018), modificado por autores.

Durante las visitas de obras, se realizó un censo para conocer el número de personas a encuestar, el cual se aprecia a continuación en la tabla 12:

Tabla 12

Clasificación de personal a encuestar

Maestros	Oficiales de construcción	Obreros de construcción
11	23	71

Nota. La tabla muestra la clasificación del personal a encuestar. Fuente: Autores de la investigación.

Posteriormente para definir el número exacto de personal a encuestar, se procede a realizar el muestreo aleatorio para definir el número específico de encuestas a aplicar, mediante la siguiente ecuación para poblaciones finitas, la cual fue descrita en el literal **4.1** del presente trabajo. Utilizando un nivel de confianza del 95%, y una proporción aproximada de $p = 0.5$ y $q = 0.5$, el resultado final de la ecuación corresponde a:

$$n = \frac{105 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{(105 - 1) * 0.05^2 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 82.6$$

$$n = 83 \text{ Encuestas a realizar}$$

Por consiguiente, con el fin de tener una identificación clara sobre los proyectos a visitar, en la siguiente tabla 13, se resumen los datos establecidos para cada una de las obras visitadas.

Tabla 13*Resumen de datos de obras visitadas*

Nº	Titular	Dirección	Uso	Maestro	Oficial	Obrero
1	Ufpso	Acolsure	Institucional	1	3	4
2	YOLANDA AREVALO	Carrera 14 No. 11-33	Residencial-Mixto	1	3	5
3	GM CONSTRUCCIONES S.A.S.	Calle 10 No.11- 47-51	Comercial	1	3	7
4	Circunvalar	Avenida Circunvalar	Residencial-Mixto	1	2	5
5	SINERGOS S.A.S.	Calle 10 No. 6-33	Residencial-Mixto	1	2	6
6	DIOS IVAN PAEZ DURAN	Calle 22D No. 7-50	Mixto	1	2	3
7	ORLANDO CANO TRUJILLO	Barrio la Luz	Vivienda	1	2	5
8	Emira Pallares de Castilla	Calle 11 No. 9 11-13	Residencial	1	2	4
9	LUIS RAMÓN PEREZ ARENAS	Carrera 12ª No. 13-80	Residencial	1	1	4
10	Circunvalar 2	Avenida Circunvalar	Comercial	1	2	3
11	GABRIELA OREJUELA P.	Calle 12 No. 16A-65	Residencial	1	1	3

Nota. La tabla muestra el resumen de datos de las obras visitadas en Ocaña. Fuente: Autores de la investigación.

Luego de realizada la encuesta tipo cerrada, con una serie de 11 preguntas, en donde se da a escoger distintos factores en cada una de ellas con respecto a la baja productividad de la mano de obra en las construcciones del municipio de Ocaña, en la siguiente tabla 14, se pueden apreciar los resultados obtenidos de las encuestas para cada una de las variables que contiene cada pregunta.

Tabla 14*Frecuencia de resultados en cada pregunta o ítem*

Pregunta	Nº	Factores	Frecuencia	%	%Acumulado
Item 1	1	Oficiales de construcción	52	62.65	77.11
	2	Técnicos de construcción	15	18.07	72.29
	3	Maestros de construcción	23	27.71	100
	4	Ingenieros o arquitectos	0	0	100
Item 2	1	Carencia de materiales	11	13.25	13.25
	2	carencia de equipo liviano y pesado	17	20.48	33.73
	3	Transporte de materiales a la obra	36	43.37	77.11
	4	Carencia de herramienta menor	19	22.89	100
Item 3	1	Tipo de contrato	11	13.25	13.25
	2	Incentivos en obra	18	21.69	34.94
	3	Ambiente de trabajo	4	4.819	39.76

Tabla 14 Continuación

Pregunta	N°	Factores	Frecuencia	%	%Acumulado
	4	Buena remuneración del salario	10	12.05	51.81
	5	Seguridad social e industrial	40	48.19	100
Item 4	1	Estado del tiempo (lluvias)	45	54.22	54.22
	2	Temperatura ambiente	11	13.25	85.54
	3	Condiciones del suelo	8	9.639	95.18
	4	Trabajar bajo cubierta	4	4.819	100
Item 5	1	Grado de dificultad de la actividad	35	42.17	42.17
	2	Riesgo de la actividad	33	39.76	81.93
	3	Discontinuidad en ejecutar la actividad	9	10.84	92.77
	4	Orden y aseo en la obra	5	6.024	98.8
	5	La calidad de la superficie de la obra	1	1.205	100
Item 6	1	Suministro del equipo y herramientas a tiempo	25	30.12	30.12
	2	Estado y disponibilidad del equipo	11	13.25	43.37
	3	Mantenimiento del equipo y herramientas	26	31.33	74.7
	4	Calidad y estado de la herramienta menor	11	13.25	87.95
	5	Elementos de protección personal	10	12.05	100
Item 7	1	Ritmo de la actividad a realizar	12	14.46	14.46
	2	Habilidad para ejercer la actividad	60	72.29	72.29
	3	Conocimiento para realizar la actividad	15	18.07	95.18
	4	Actitud para desarrollar la actividad	0	0	95.18
	5	Desempeño para desarrollar la actividad	1	1.205	96.39
	6	Pago oportuno	3	3.614	100
Item 7	1	Trabajo contributivo (mover bloques...)	50	60.24	60.24
	2	Trabajo no contributivo (fumar, esperar.....)	23	27.71	87.95
	3	Trabajo productivo (colocación de formaleta.....)	10	12.05	100
Item 8	1	División del trabajo	8	9.639	9.639
	2	Autoridad	7	8.434	18.07
	3	Carencia de disciplina	47	56.63	74.7
	4	Unidad de mando	15	18.07	92.77
	5	Jerarquía	6	7.229	100
	6	Equidad	0	0	100
Item 10	1	Esperas	53	63.86	63.86
	2	Tiempo ocioso	11	13.25	77.11
	3	Detenciones	17	20.48	97.59
	4	Viajes y desplazamientos innecesarios	2	2.41	100
	5	Necesidades fisiológicas	0	0	100
Item 11	1	Mala calidad de los materiales	57	68.67	68.67
	2	Seguimiento de obra	26	31.33	100

Nota. La tabla muestra el resumen de la frecuencia en cada ítem considerando todos los factores que se tuvieron en cuenta. Fuente: Autores de la investigación

En la tabla 14, se expresan los resultados obtenidos de las encuestas, organizados de forma estructurada, con el fin de poder evaluar respectivamente las variables de mayor influencia. En la siguiente figura 11, se aprecia la gráfica de barras con los porcentajes que representa cada factor.



Figura 11. Grafica de barras que representan el porcentaje de cada variable. Fuente: Autores de la investigación.

Modelo del coeficiente de Alfa de Cronbach. Sirve para medir la confiabilidad del número de encuestas utilizadas, el cual mide la homogeneidad de las preguntas promediando todas las correlaciones entre todos los ítems para ver que, efectivamente, se parecen. Su interpretación se resume si el valor obtenido entre más se acerque a 1, mejor es la fiabilidad. La fórmula de alfa Combrash se muestra a continuación.

$$a = \left[\frac{k}{k-1} \right] * \left[1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{St^2} \right) \right]$$

En donde:

S_i^2 = Sumatoria de varianza del ítem.

St^2 = Varianza de los valores totales de cada encuesta

k = Número de preguntas o ítems.

El rango de valores de confiabilidad que ofrece la fórmula de Alfa Cronbach para estudios estadísticos, se aprecia en la siguiente tabla 15.

Tabla 15

Rangos del coeficiente de Alfa Cronbach

Rango	Confiabilidad
Coeficiente Alfa de Cronbach mayor a 0.9	Excelente
Coeficiente Alfa de Cronbach mayor a 0.8 y menor a 0.9	Bueno
Coeficiente Alfa de Cronbach mayor a 0.7 y menor a 0.8	Aceptable
Coeficiente Alfa de Cronbach mayor a 0.6 y menor a 0.7	Cuestionable
Coeficiente Alfa de Cronbach mayor a 0.5 y menor a 0.6	Pobre
Coeficiente Alfa de Cronbach menor a 0.5	Inaceptable

Nota. La tabla muestra los rangos de valores del coeficiente Alfa Cronbach. Fuente: Pérez Leal J. (2014).

Por consiguiente, el respectivo cálculo para conocer cada uno de los valores para emplear la fórmula de Alfa Cronbach, debido a su extensión, se pueden apreciar en los anexos. El resultado de la ecuación reemplazando los valores es:

$$a = \left[\frac{11}{11 - 1} \right] * \left[1 - \left(\frac{10.89359849}{30.88169546} \right) \right]$$

$$a = 0.7119721356 \approx 0.71$$

Teniendo en cuenta los criterios del rango de Alfa Cronbach según la tabla 15, se puede decir que la aplicación de las encuestas se encuentra dentro de un rango de confiabilidad aceptable, lo cual garantiza que no es necesario aumentar el número de encuestas para que los resultados obtenidos arrojen las variables precisas que ocasionan la baja productividad de la mano de obra en el municipio de Ocaña.

4.3.2 Análisis de Pareto de los factores evaluados en encuestas. Para realizar el análisis de Pareto en esta investigación, teniendo en cuenta que cada pregunta considera diferentes variables, se reduce la presentación de resultados de cada pregunta o ítems, teniendo en cuenta la variable de mayor frecuencia es decir la más representativa.

En lo que concierne a la aplicación de la ley de Pareto, según Martínez P. y Romero G. (2018), nos dice que fue propuesto en el siglo XX, por Vilfredo Pareto (1848-1923), economista italiano, que realizó un estudio sobre la riqueza y la pobreza y descubrió que el 20% de las personas controlaba el 80% de la riqueza en Italia; desde entonces la Ley de Pareto se ha aplicado a infinidad de situaciones, pues según Figueroa Montelongo J. B., (2004), nos dice que “la Ley de Pareto se puede utilizar al identificar un producto o servicio en el análisis para

mejorar la calidad, cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problemas o para analizar agrupaciones de datos”.

Posteriormente para aplicar la ley de Pareto, se deben ordenar los datos de manera decreciente, es decir de mayor valor de frecuencia a menor valor, además se determina el porcentaje que representa la frecuencia en cada factor y por último el porcentaje acumulado de las frecuencias. Es de resaltar que el 20% de los factores representa el 80% de la frecuencia acumulada, aunque también se debe tener en cuenta que en ocasiones la relación no es precisa, ya que se pueden presentar variaciones en la ley de Pareto en donde el rango puede oscilar desde 90/10% hasta 70/30%. A continuación en la tabla 16 se observa el reacomodo de los factores de mayor a menor con sus porcentajes de frecuencia y frecuencia acumulada.

En total cada una de las variables evaluadas en las encuestas correspondió a 48 variables, de los cuales para aplicar el principio de Pareto se optó por utilizar la variable más representativa o de mayor frecuencia en cada una de las preguntas o ítems, para conocer cuáles son las causas del bajo rendimiento de la mano de obra en las edificaciones verticales del municipio de Ocaña.

En la siguiente tabla 16, se puede apreciar en resumen las variables más representativas de cada una de las preguntas formuladas en las encuestas, estas variables corresponden a los valores de mayor frecuencia, reduciendo los datos de la tabla 14; en este caso para la aplicación de la Ley de Pareto, se puede apreciar que se encuentra organizado en orden decreciente, además se aprecia el porcentaje representativo de cada variable y el porcentaje acumulado.

Tabla 16*Frecuencia de los factores más representativos evaluados en encuestas*

Factores representantes de cada ítem	Frecuencia (Fr)	%	%Acumulado
Habilidad para ejercer la actividad	60	11.98%	11.98%
Mala calidad de los materiales	57	11.38%	23.35%
Esperas	53	10.58%	33.93%
Oficiales de construcción	52	10.38%	44.31%
Trabajo contributivo (Mover bloques...)	50	9.98%	54.29%
Carencia de disciplina	47	9.38%	63.67%
Estado del tiempo (lluvias)	45	8.98%	72.65%
Seguridad social e industrial	40	7.98%	80.64%
Transporte de materiales a la obra	36	7.19%	87.82%
Grado de dificultad de la actividad	35	6.99%	94.81%
Mantenimiento del equipo y herramientas	26	5.19%	100.00%

Nota. La tabla muestra la frecuencia de los factores más representativos evaluados en las encuestas. Fuente: Autores de la investigación.

Al tomar el factor más representativo de cada ítem para conformar la tabla 14, el total de factores a evaluar con el principio de Pareto, corresponde al número de preguntas realizadas, es decir a 11 factores.

Para tener una representación gráfica de la frecuencia de cada una de las variables de la tabla 14, se puede apreciar la siguiente figura 12, en la cual se observan mediante un diagrama circular, los porcentajes que contiene cada una de las variables de mayor influencia en cada ítems, en donde se diferencia de los valores de porcentaje expuestos en la tabla 14, ya que en el diagrama se aproximan por tal motivo la primer variable de la tabla que tiene un porcentaje de 11.98%, en la gráfica de la figura 12, tiene un porcentaje de 12%.

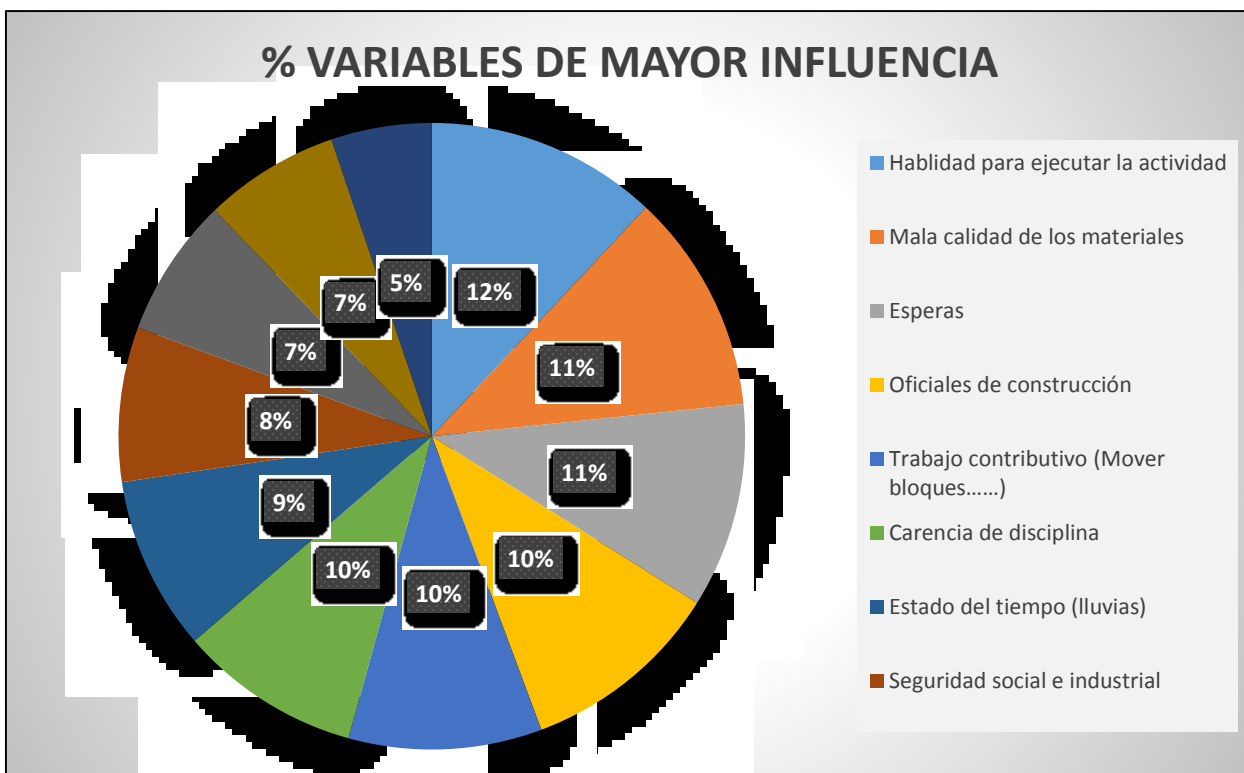


Figura 12. Frecuencia de las variables representativas. Fuente: Autores de la investigación.

A continuación en la siguiente figura 13, se puede apreciar la gráfica de Pareto de los factores más representativos en cada una de las preguntas o ítems de las encuestas realizadas, en donde la variable más representativa que ocasiona el bajo rendimiento de la mano de obra en edificaciones verticales del municipio de Ocaña, corresponde al estado del tiempo (lluvias). El segundo factor del cual se puede considerar el factor primordial que garantiza el óptimo funcionamiento de toda estructura, corresponde a la mala calidad de los materiales.

Por consiguiente en la tabla 16, se aprecian los factores que teóricamente representan 20% de los factores más representativos que influyen en el 80% de los factores que generan el bajo rendimiento de la mano de obra en las edificaciones verticales del municipio de Ocaña.

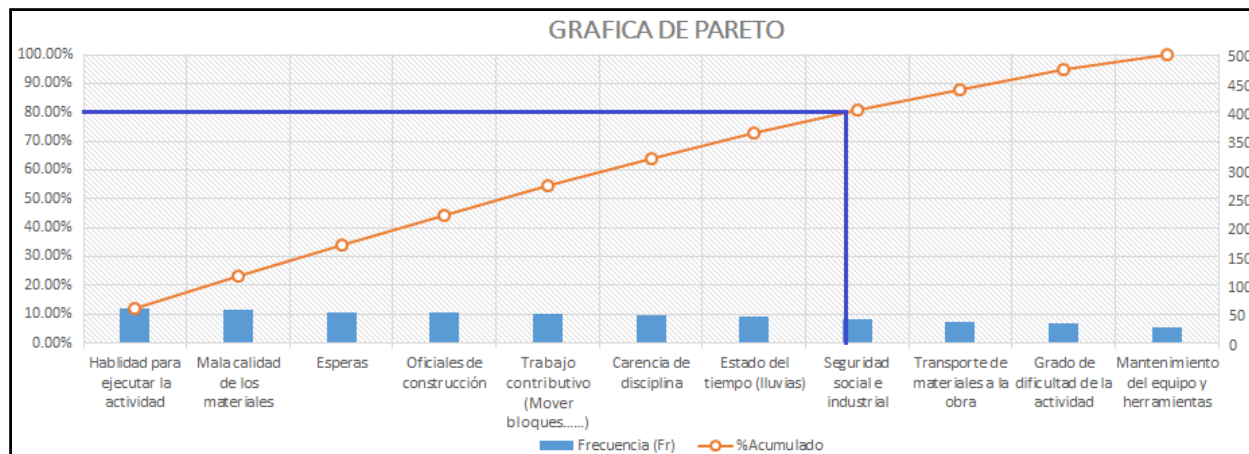


Figura 13. Diagrama de Pareto de los factores más representativos de los ítems. Fuente: Autores de la investigación.

Como se muestra en la gráfica de la figura 16, son solo siete los factores que influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra en las edificaciones verticales del municipio de Ocaña, ya que representa el 80% de las causas respecto al total de factores estudiados. En la siguiente tabla 15, se aprecian los factores de forma detallada.

Tabla 16

Principio de Pareto aplicado a los factores más representativos

Factores más representativos que influyen en el bajo rendimiento de la mano de obra en las edificaciones verticales del municipio de Ocaña
Habilidad para ejercer la actividad
Mala calidad de los materiales
Esperas
Oficiales de construcción
Trabajo contributivo (Mover bloques...)
Carencia de disciplina
Estado del tiempo (lluvias)

Nota. La tabla muestra los factores más representativos aplicando el principio de Pareto. Fuente: Autores de la investigación.

Según los distintos análisis realizados, el factor primordial que repercute en el bajo rendimiento de la mano de obra, corresponde al estado del tiempo (lluvias), a pesar de que las lluvias no ocurren en todas las temporadas del año, según las encuestas realizadas, se puede decir que teóricamente es el principal factor que cuando se presenta, ocasiona un bajo rendimiento de la mano de obra, como también pausas en la ejecución de las actividades que se realizan a cielo abierto.

Otro factor importante, dentro del grupo de los factores representativos de cada ítems, se encuentra la mala calidad de los materiales, además las esperas, la habilidad para realizar la actividad, el trabajo contributivo, la disciplina y la falta de oficiales de construcción, son los causantes del bajo rendimiento de la mano de obra en las edificaciones verticales del municipio de Ocaña.

4.4 Desarrollo de un análisis de causa y efecto de las variables que tienen mayor influencia en el rendimiento de la mano de obra, empleando el método de ISHIKAWA.

El desarrollo de un análisis de causa y efecto, empleando el método mayormente conocido como Ishikawa, propuesto por el Dr. Japonés Kaoru Ishikawa; es una técnica de representación gráfica que permite analizar las causas involucradas y las sub causas que generan un problema, por tal motivo para el uso del método Ishikawa en esta investigación, se analizan las posibles sub causas en las variables que tienen mayor influencia en el bajo rendimiento de la mano de obra, de acuerdo a los resultados del objetivo anterior, obtenidos de la Ley de Pareto, teniendo en cuenta la opinión de expertos en el tema.

”El resultado de esta técnica ilustra gráficamente la relación entre un problema o efecto y sus antecedentes o causas, distinguiendo en estas últimas los factores más importantes de los menos significativos” (Ayala y Zurita, 2013, p. 274).

El diagrama de causa y efecto conocido como el método de Ishikawa, se realiza tomando como causas principales las variables de mayor influencia en el bajo rendimiento de la mano de obra obtenidas del análisis de Pareto, dichas variables se pueden apreciar en la tabla 15, en donde posteriormente se analizan las sub causas que dan como resultado el problema que generan dichas variables cuando se lleva a cabo la construcción de una edificación en el casco urbano del municipio de Ocaña.

Para conocer las sub causas que se representan gráficamente en el diagrama de causa y efecto de Ishikawa, cabe resaltar que se tuvo en cuenta el criterio de expertos en el ámbito del recurso humano en obras de construcción.

A pesar de que las sub causas pueden ser innumerables factores, para efectos de esta investigación, solo se tendrá en cuenta datos referentes a las circunstancias más comunes que se presentan en las construcciones civiles dentro del casco urbano del municipio de Ocaña.

En la siguientes figuras, se pueden apreciar los diagramas de causa y efecto correspondientes al método de Ishikawa, el cual tiene una forma similar a una espina de pescado, en donde el efecto corresponde a las variables identificadas a través del análisis de Pareto, y las causas son el análisis correspondiente realizado bajo criterio de profesionales en el tema.

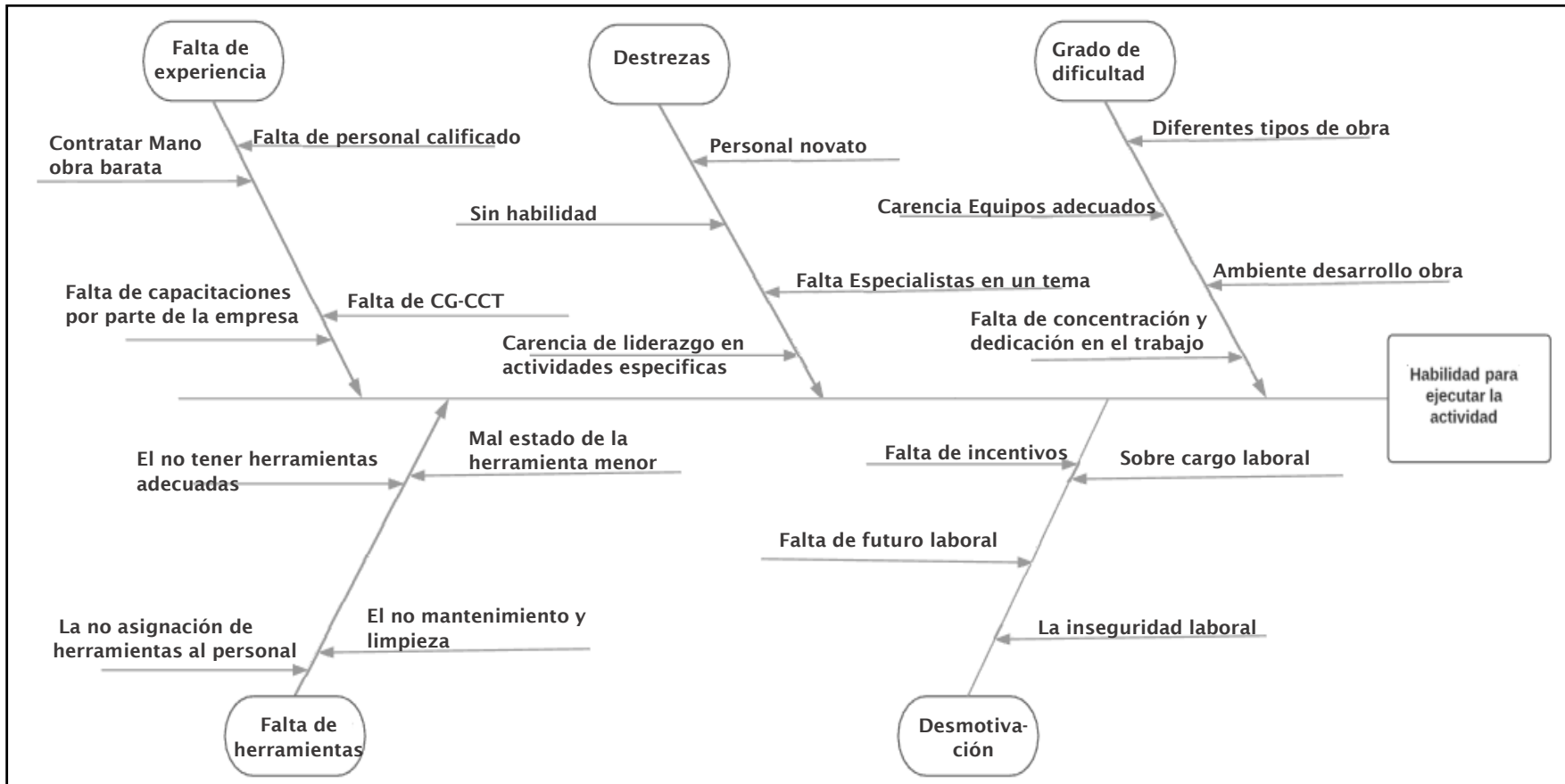


Figura 14. Diagrama de causa y efecto para la variable habilidad para ejecutar la actividad. Fuente: Autores de la investigación.

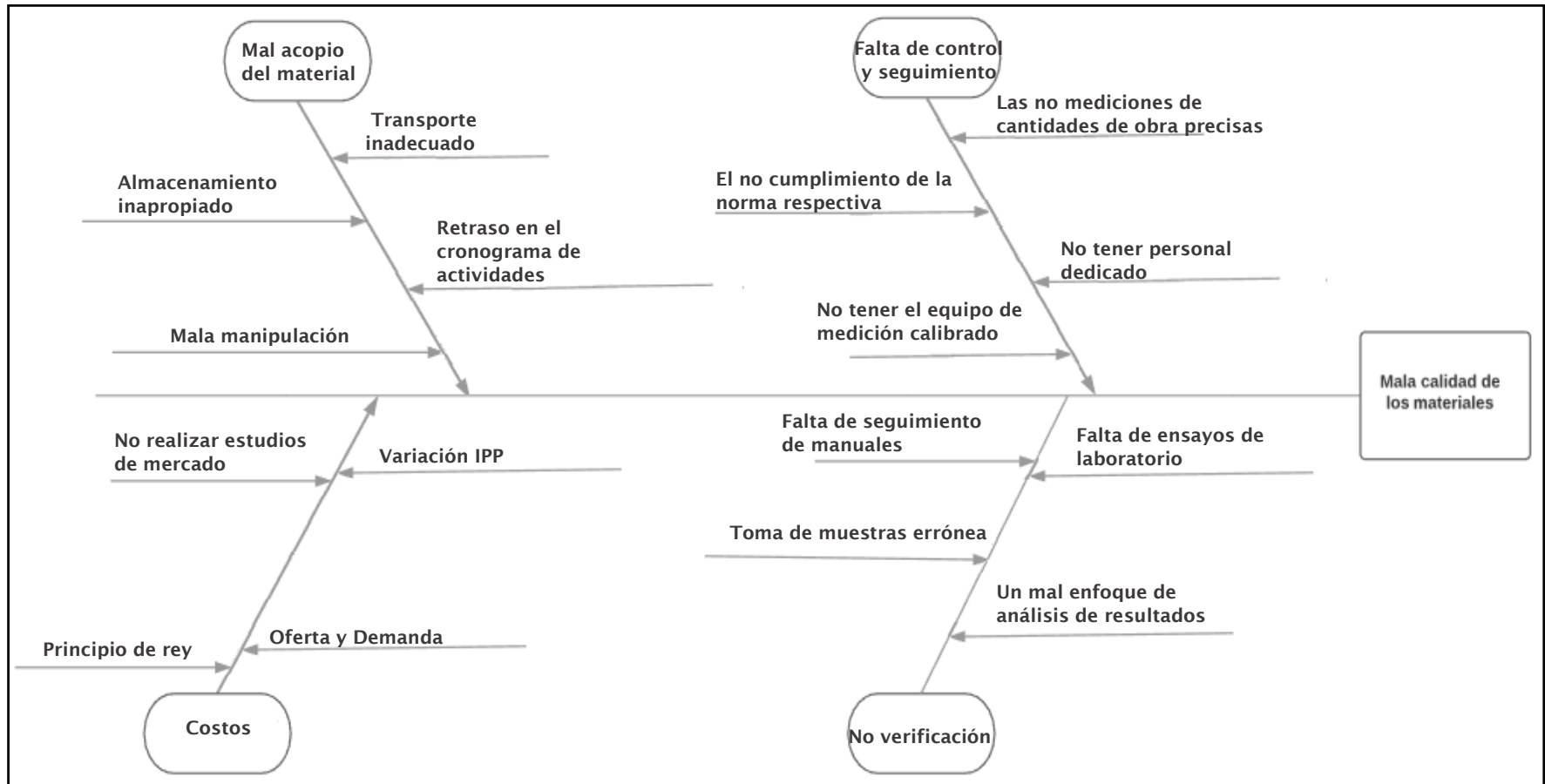


Figura 15. Diagrama de causa efecto para la variable mala calidad de los materiales. Fuente: Autores de la investigación.

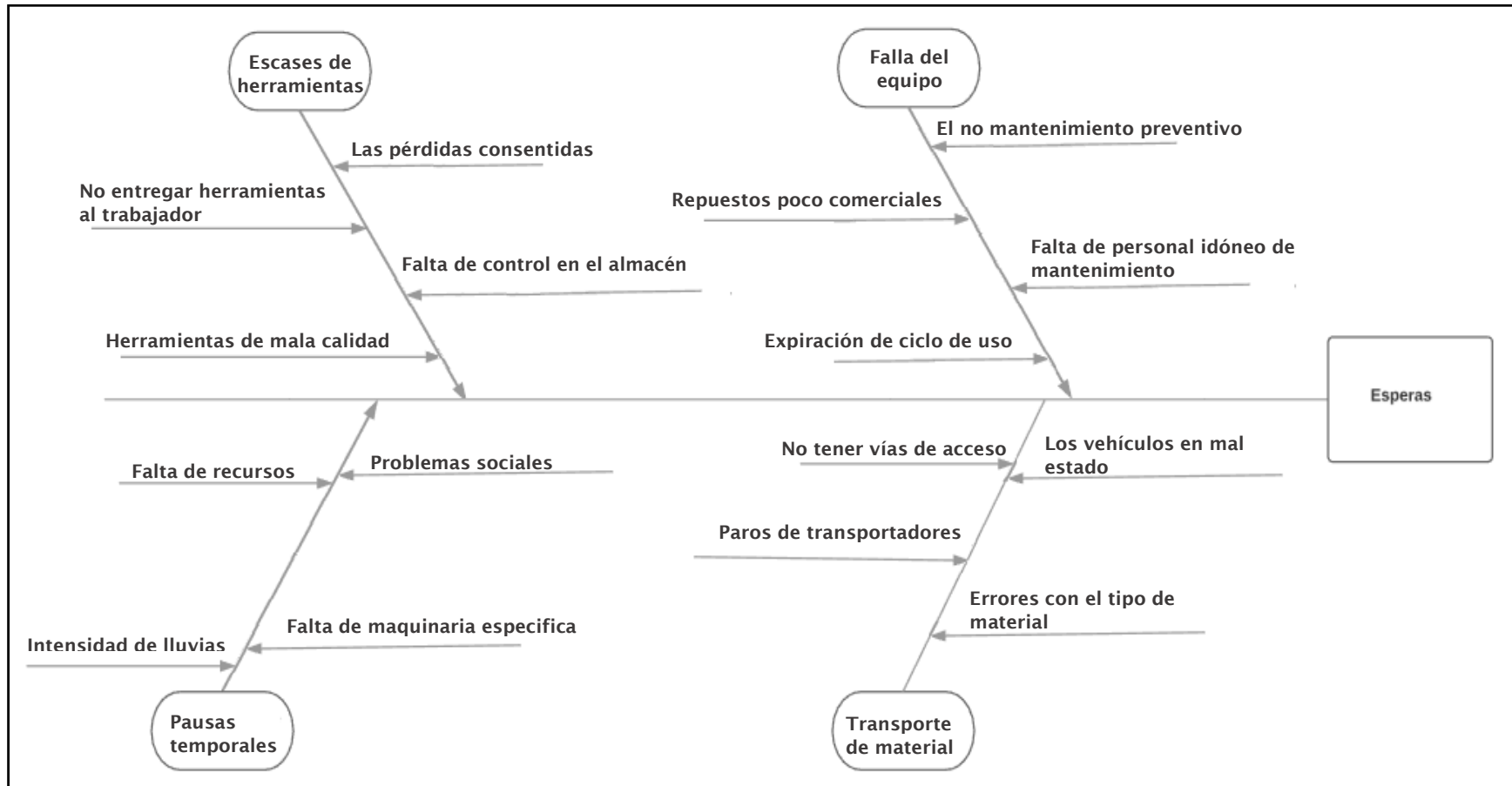


Figura 16. Diagrama de causa efecto para la variable esperas. Fuente: Autores de la investigación

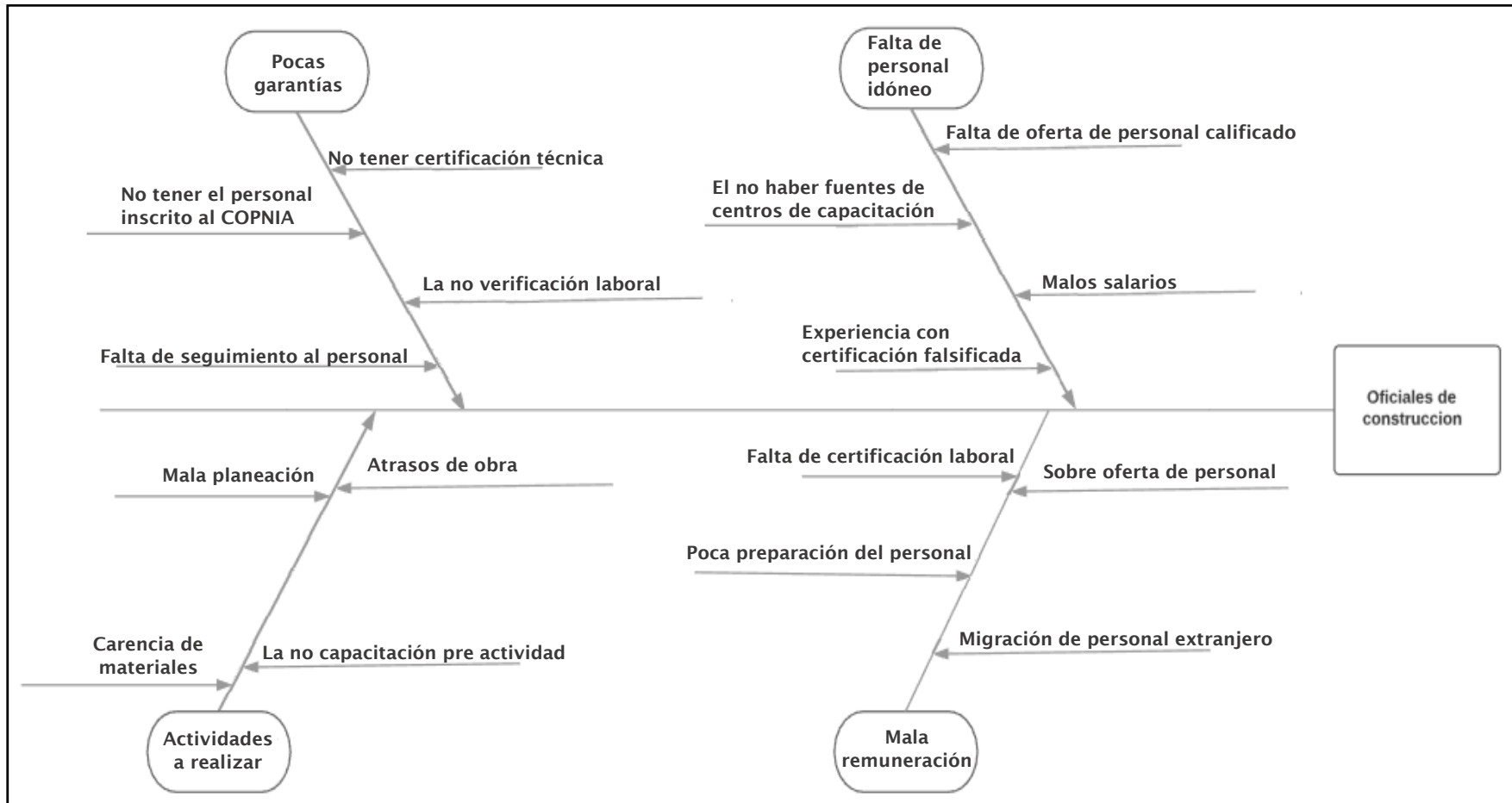


Figura 17. Diagrama de causa efecto para la variable oficiales de construcción. Fuente: Autores de la investigación.

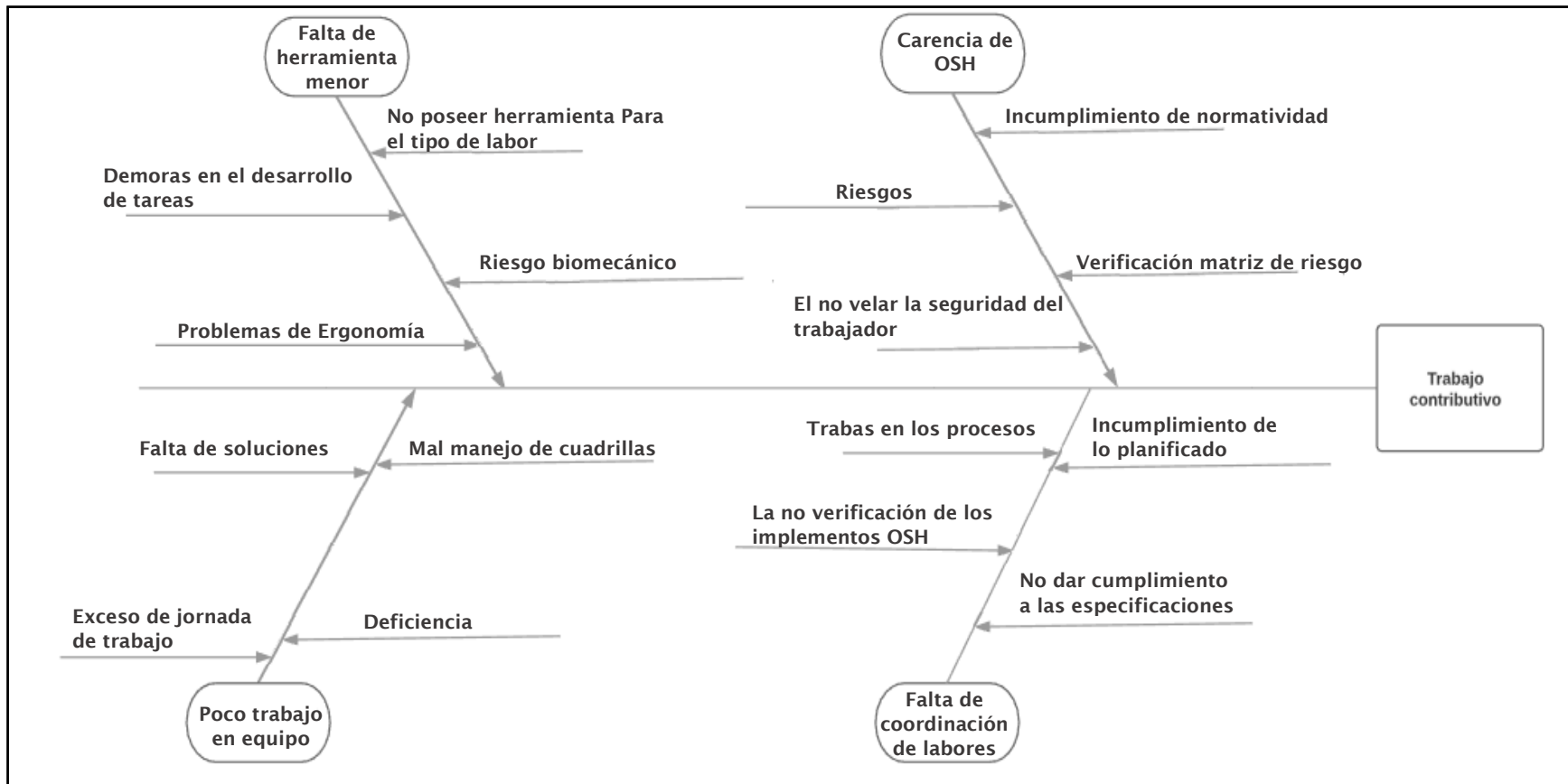


Figura 18. Diagrama de causa efecto para la variable Trabajo contributivo. Fuente: Autores de la investigación

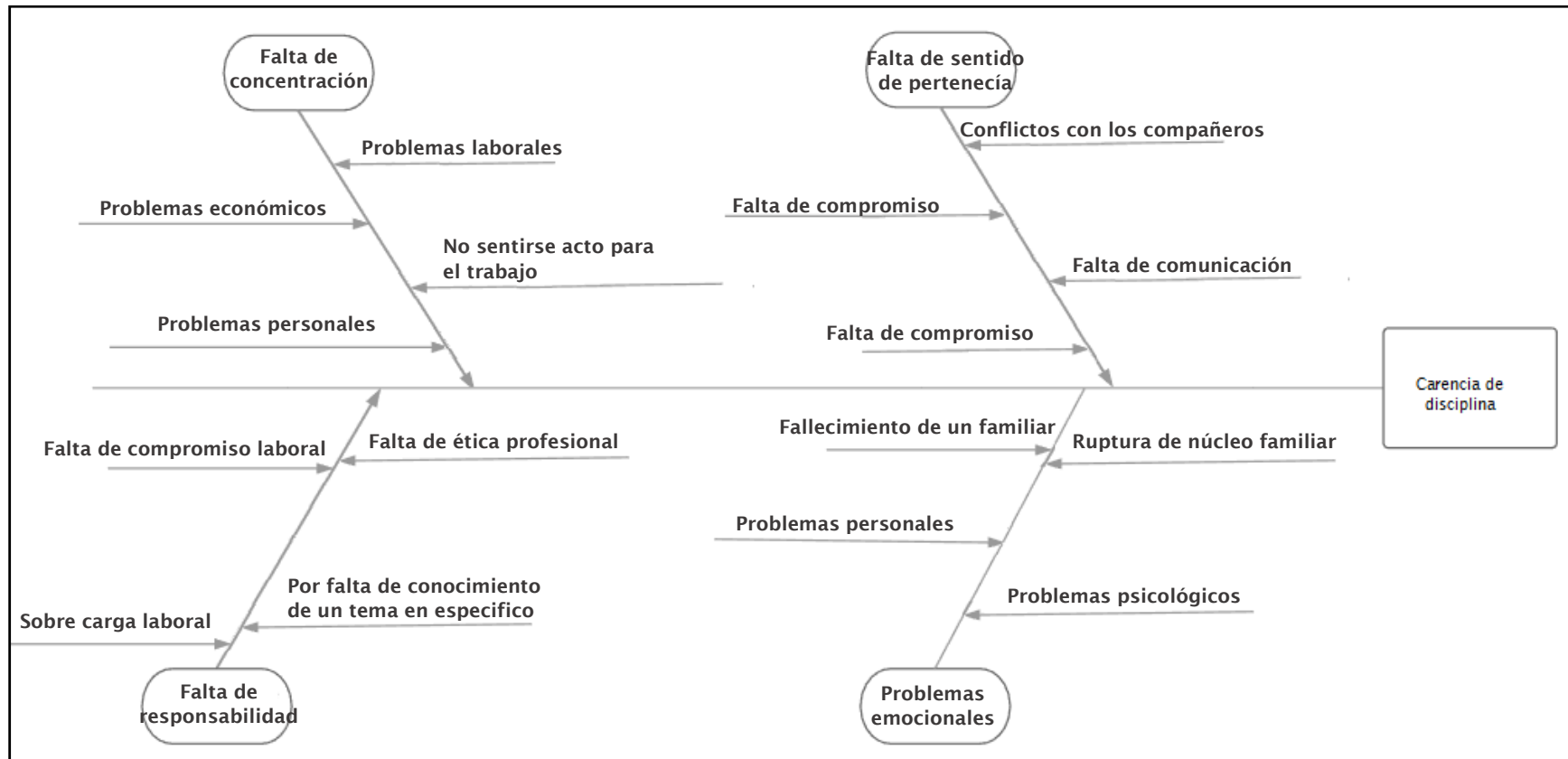


Figura 19. Diagrama de causa efecto para la variable Carenza de disciplina. Fuente: Autores de la investigación.

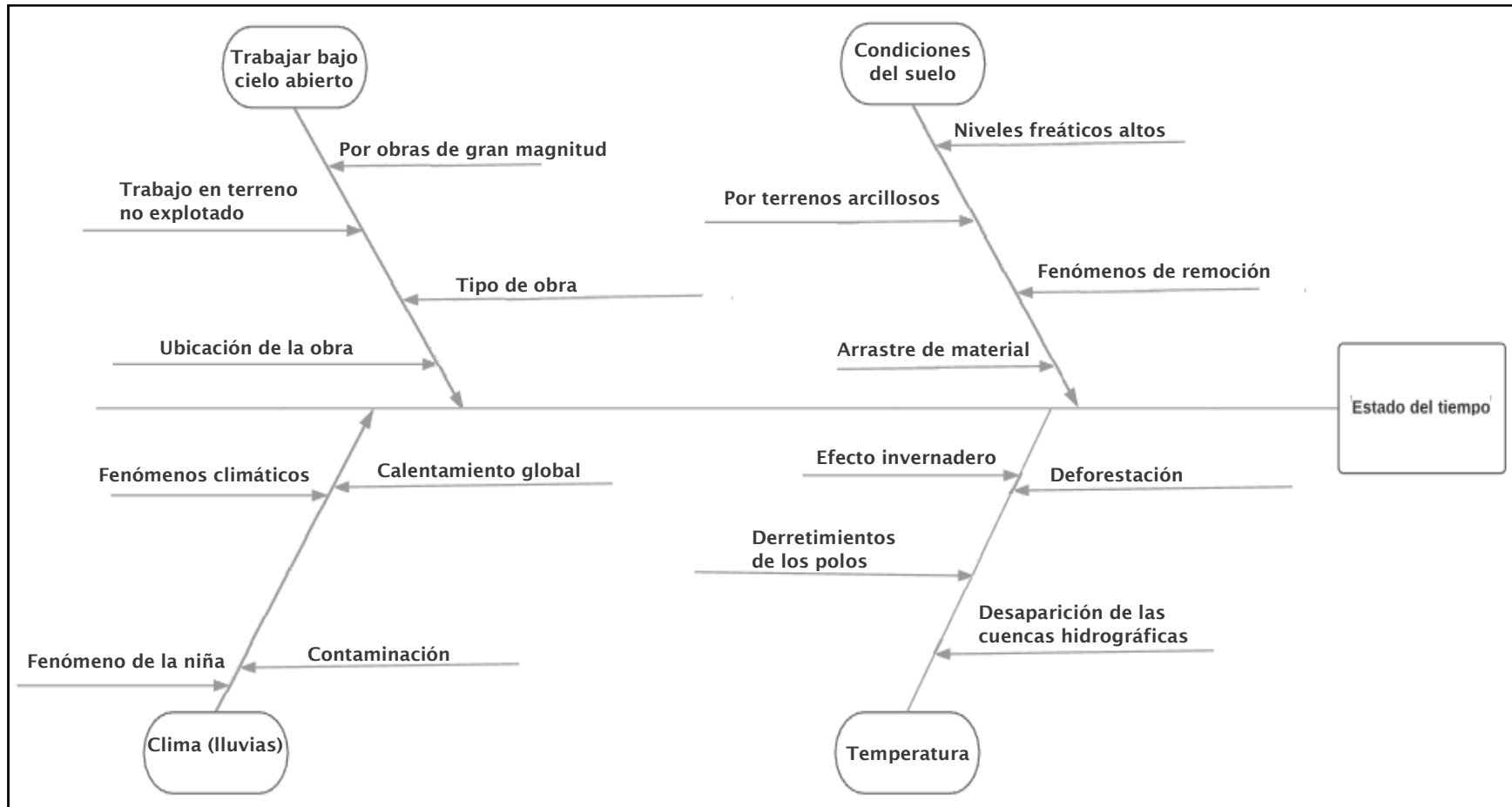


Figura 20. Diagrama de causa efecto para la variable Estado del tiempo. Fuente: Autores de la investigación.

Como se pueden apreciar en las figuras anteriores, cabe resaltar que son muchas las causas y sub causas que se pueden tener en cuenta para describir las falencias que conllevan a cada una de las variables obtenidas como resultado del análisis de Pareto, por consiguiente los diagramas de causa y efecto descritos en cada una de las figuras anteriores, esbozan los factores principales que conllevan a que se generen dichas variables producto de la investigación realizada en campo aplicable a las edificaciones verticales del casco urbano del municipio de Ocaña, Norte de Santander.

Con el fin de realizar un aporte frente a las variables que generan un bajo rendimiento de la mano de obra en las edificaciones verticales, a continuación en la siguiente tabla 17, se aprecian las acciones preventivas y correctivas que se deben considerar para mitigar el impacto generado.

Tabla 17

Acciones preventivas y correctivas de las variables analizadas

Variables analizadas	Acciones preventivas	Acciones correctivas
Habilidad para ejercer la actividad	<p>Verificar la experiencia técnica certificada del personal para constatar que es real.</p> <p>Realizar un inventario de la herramienta a utilizar.</p> <p>Verificar la experiencia técnica certificada del personal para constatar que es real</p>	<p>Realizar entrevistas de trabajos con profesionales en el área de la salud (Psicólogos).</p> <p>Suministrar la herramienta adecuada.</p> <p>Tomar unos días de prueba para valorar la experiencia del personal.</p>
Mala calidad de los materiales	<p>Realizar un estudio de mercado para comprar materiales a buen precio y de buena calidad.</p> <p>Hacer seguimiento de la labor del almacenista.</p>	<p>Realizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas para el transporte, acopio, y almacenamiento.</p> <p>Realizar el buen acopio de los materiales.</p>

Tabla 17 Continuación

Variables analizadas	Acciones preventivas	Acciones correctivas
Esperas	Verificar la planificación de las actividades y el uso de equipo día a día para evitar contratiempos. Planificar las actividades a ejecutar. Hacer un análisis exhaustivo del presupuesto.	Antes de realizar la ejecución de las actividades en obra, contar con toda la herramienta menor necesaria. Cumplir con los cronogramas de actividades asignados. Dar buen manejo de los anticipos asignados.
Oficiales de construcción	Verificar la información dada por el aspirante. Selección de personal idóneo. Dar prioridad al personal de la región que cumpla con el perfil requerido.	Contratar personal con experiencia según lo requiera la actividad. Pagar un salario justo de acuerdo a la tabla salarial y la experiencia de cada trabajador. No desmejorar al trabajador local por alta demanda de migrantes.
Trabajo contributivo (Mover bloques...)	Verificar el cumplimiento de la dotación de seguridad y salud en el trabajo. Planificación de actividades. Capacitar al personal y realizar actividades que mejoren el trabajo en equipo.	Se garantiza la seguridad del trabajador. Ejecutar las actividades a tiempo. Personal idóneo para el cumplimiento de actividades contributivas.
Carencia de disciplina	Motivar al personal y brindar los recursos necesarios para que trabajen cómodamente. Asignar las tareas para las que se contrató. Mantener buena comunicación con el trabajador.	Realizar controles y seguimiento al trabajo de cada persona premiando con incentivos y sancionando cuando pierdan tiempo. Contar con el personal suficiente para cada actividad a realizar. Apoyo psicológico por parte del contratante cuando así lo requiera.
Estado del tiempo (lluvias)	Consultar las temporadas de lluvias en el municipio. Verificar las condiciones del suelo antes de ejecutar la actividad. Visitar los diferentes accesos que comunican a la obra.	Cuando las condiciones del clima sea nublado trabajar bajo cubierta o generar una cubierta cuando no exista la misma. Realizar estudios de suelos según se requiera. Adecuación a los accesos de la obra.

Nota. La tabla muestra las acciones preventivas y correctivas de las variables. Fuente: Autores de la investigación.

Conclusiones

Para proyectos de investigación en donde se requiera establecer muestras aleatorias, es de resaltar que el método más concerniente a utilizar debe ser muestreo de poblaciones finitas, ya que se conoce el total de la población, pero que posteriormente una vez calculada la muestra, para realizar la escogencia de las obras a visitar es importante tener en cuenta que las obras elegidas deben ser las más importantes y representativas.

Con respecto al segundo objetivo de las entrevistas realizadas a profesionales dedicados al ejercicio de la construcción en la región de Ocaña y Norte de Santander, se tuvo en cuenta su criterio para formular una pregunta más que fue añadida a las encuestas, de igual forma mediante la realización de una gráfica con la frecuencia de sus respuestas se pudo determinar que el seguimiento de obra y la calidad de los materiales son dos pilares fundamentales que garantizan el buen rendimiento de la mano de obra en las edificaciones verticales del municipio de Ocaña.

Con relación al tercer objetivo, el modelo estadístico que se fundamenta en el principio de Pareto, el cual obedece al análisis de la información recopilada de las encuestas, se pudo llegar a la conclusión que las variables fundamentales que inciden en el bajo rendimiento de la mano de obra en las edificaciones verticales de Ocaña, prima la habilidad para ejecutar la actividad como factor principal,

En el cuarto y último objetivo, se concluye que a través del diagrama de Ishikawa, se conocen las causas y sub causas de las variables determinadas mediante el análisis de Pareto utilizando el criterio de profesionales en el tema, dando como resultado cuatro causas y sub

causas para cada una de las variables en estudio, en donde los factores más representativos del bajo rendimiento de la mano de obra están relacionados con la calidad, compromiso y responsabilidad del recurso humano o personal a laboral, como también, la calidad de los materiales y el buen estado de la herramienta y maquinaria.

Recomendaciones

Con respecto a los estudios de muestreo aleatorio se recomienda determinar la población objeto de estudio en base a los parámetros a analizar teniendo en cuenta que se debe escoger dependiendo del carácter investigativo y la posible muestra que se desea obtener.

Se recomienda a los profesionales dedicados a la construcción de edificaciones verticales en el municipio de Ocaña, usar filtros de selección para escoger el personal idóneo que produzca de manera eficiente un producto de calidad, de igual forma al momento de la planeación debe considerarse los costos que acarrea tener una mano de obra calificada.

Con relación a los materiales, cuando se planifique un proyecto de construcción vertical en el casco urbano del municipio de Ocaña, se debe prevenir el uso de los materiales que cuenten con garantías de calidad para su uso.

Si se desea que el rendimiento de la mano de obra sea eficiente, es necesario utilizar la maquinaria más moderna disponible en la ciudad, de igual forma el profesional dedicado a esta rama de la ingeniería, debe buscar implementar nuevas tecnologías que conlleven al desarrollo óptimo y eficiente de los procesos constructivos en cada una de las actividades que contemplan un proyecto de edificación vertical.

Referencias

- Alcaldía de Ocaña-Norte de Santander (2018). Sitio oficial de Ocaña en Norte de Santander, Colombia. Recuperado de: <http://ocana-nortedesantander.gov.co/index.shtml?apc=cfx--2835198&x=2814153>
- Aguilar Barojas S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Revista Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>
- Bonilla A. A. (2016). Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA DEL ITCR. Recuperado de: http://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6732/productividad_rendimiento_procesos_constructivos_islha.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Botero, L. F. (2002). Analisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de Construcción. Recuperado de : <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/843/751>
- Brenes Serrano J. O. (2014). *Análisis de Rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A* (Trabajo de posgrado). Instituto Tecnológico De Costa Rica Escuela De Ingeniería En Construcción. Costa Rica.
- Cantoni, N. (2009). Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales. Obtenido de Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales. Recuperado de: http://www.sai.com.ar/metodologia/rahycs/rahycs_v7_n2_06.htm
- Carcaño, R. G. (2004). La Supervisión de Obra. Recuperado de : <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen8/lasupervision.pdf>
- Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (2012). *Plan Municipal de gestión de riesgo de desastres*. Recuperado de: http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38343339653963383637363461323363/_plan_municipal_de_gestin_del_riesgos_de_ocaa_ns.pdf_.pdf

- Duque-Escobar, G. (2007). Fundamento Economía para el Constructor. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1698/1/gonzaloduqueescobar.20073pdf.pdf>
- Echeverry D. (29 de septiembre de 2016). Arquitectura histórica de Ocaña puede cambiar con el POT. La Opinión. Recuperado de: <https://www.laopinion.com.co/ocana/arquitectura-historica-de-ocana-puede-cambiar-con-el-pot-119701#OP>
- López, S. A. (2014). Análisis De Productividad, Rendimientos Y Consumo De Mano De Obra En Procesos Constructivos, Elemento Fundamental En La Fase De Planeación. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/45932/1/71792750.2014.pdf>
- Macorr Research (2018). *Sample Size Calculator*. Recuperado de: <http://www.macorr.com/sample-size-calculator.htm>
- Morillas A., (2010). Muestreo en poblaciones finitas. Recuperado de: <http://webpersonal.uma.es/~morillas/muestreo.pdf>
- Morales Vallejo P. (2012). Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos?. Recuperado de: <http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1oMuestra.pdf>
- Quintero Rojas A. J. & Plata Jiménez S. M. (2017). *Estudio de rendimientos de mano de obra en viviendas de interés social para la creación de una base de datos real del municipio de Ocaña norte de Santander*. (Trabajo de pregrado). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Colombia.
- Ramírez, M. (2016). Propiedad Horizontal en Colombia: Aspectos generales, constitución y administración. Recuperado de: <http://www.colombialelegalcorp.com/propiedad-horizontal-colombia-aspectos-generales-constitucion-administracion/>
- Raosoft (2004). *Calculadora de tamaño de muestra*. Recuperado de: <http://www.raosoft.com/samplesize.html>
- Sánchez, L. M. (2009). Análisis de Rendimiento de Mano de Obra Para Actividades de Construcción - Estudio de Caso Edificio JUPB. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/DanielRengel/analisis-de-31940542>

Sarabia J. (27 de enero de 2018). Licencias de construcción, a verificación en Ocaña. La Opinión. Recuperado de: <https://www.laopinion.com.co/ocana/licencias-de-construccion-verificacion-en-ocana-147928#OP>

Terán, (2012). Sistemas constructivos. *Slideshare.net*. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/fredyteran/sistemas-constructivos-14184659#likes-panel>

Apéndice

Apéndice A. Entrevistas realizadas a profesionales

Entrevista 1.

Ing. Civil Geimer Angarita Navarro
Esp. Gerencia de proyectos

Aportes por pregunta

1. Factor economía. Carencia o disponibilidad de insumos en obra.
2. Factor aspectos laborales. Influyen el tipo de contrato y los incentivos.
3. Factor actividad. Influyen actividades predecesoras y el tipo de riesgo presente.
4. Factor clima. Estado del tiempo.
5. Factor equipamiento. Equipo empleado para desarrollar la actividad.
6. Factor supervisión. Seguimiento realizado en la ejecución de la actividad.
7. Factor trabajador. El ritmo de trabajo y el conocimiento previo de lo que realiza.
8. Factores adicionales. Planeación en la ejecución de las actividades y gestión social.

Entrevista 2.

Ing. Civil Carlos Andrés Ortiz Bayona

Aportes por pregunta

1. Factor economía. Disponibilidad de insumos en obra.
2. Factor aspectos laborales. Incentivos.
3. Factor actividad. Riesgo y grado de dificultad.
4. Factor clima. Estado del tiempo.
5. Factor equipamiento. Equipo utilizado.
6. Factor supervisión. Seguimiento de obra.
7. Factor trabajador. Desempeño y actitud hacia el trabajo.
8. Factores adicionales. Organización en obra.

Entrevista 3.

Ing. Civil Aura Surgey Pacheco Arias

Aportes por pregunta

1. Factor economía. Disponibilidad de mano de obra.
2. Factor aspectos laborales. Salario o pago justo.
3. Factor actividad. Grado de dificultad y riesgo.
4. Factor clima. Estado del tiempo.
5. Factor equipamiento. Equipo utilizado.
6. Factor supervisión. Instrucciones al iniciar la actividad y seguimiento de obra.
7. Factor trabajador. Conocimientos y situación personal.
8. Factores adicionales. Insumos y calidad de los mismos.

Entrevista 4.

Ing. Civil Adriano Alfonso Lemus Quintero
Esp. Gerencia de proyectos.

Aportes por pregunta

1. Factor economía. Disponibilidad de insumos en obra.
2. Factor aspectos laborales. Incentivos.
3. Factor actividad. Grado de dificultad.
4. Factor clima. Estado del tiempo.
5. Factor equipamiento. Equipo utilizado.
6. Factor supervisión. Seguimiento de obra.
7. Factor trabajador. Desempeño.
8. Factores adicionales. Transporte del material en obra.

Entrevista 5.

Ing. Pedro Alfonso Martínez López
Esp. Interventoría de obras civiles

Aportes por pregunta

1. Factor economía. Disponibilidad de insumos en obra.
2. Factor aspectos laborales. Tipo de contrato.
3. Factor actividad. Actividades predecesoras y grado de dificultad.
4. Factor clima. Estado del tiempo.
5. Factor equipamiento. Equipo utilizado.
6. Factor supervisión. Seguimiento de obra e instrucción.
7. Factor trabajador. Desempeño y conocimientos.
8. Factores adicionales. Calidad en los materiales.

Apéndice B. Análisis de datos método Alfa Cronbach

Fórmula de alfa Combrash se muestra a continuación.

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] * \left[1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^k Si^2}{St^2} \right) \right]$$

En donde:

Si^2 = Sumatoria de varianza del ítem. k = Número de preguntas o ítems.

St^2 = Varianza de los valores totales de cada encuesta

TABLA DE ESTRUCTURA ORGANIZATIVA PARA LOS DATOS DE ENCUESTAS

Nº Encuestas	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10
1	1	3	4	1	2	4	2	1	1	4
2	1	4	2	2	1	2	2	1	3	1
3	3	3	5	1	4	4	3	2	4	3
4	2	1	1	1	2	3	2	3	3	2
5	2	4	5	3	1	3	2	2	1	1
6	1	3	5	1	3	1	2	1	3	1
7	2	4	5	1	4	4	3	2	5	1
8	3	3	2	1	1	2	2	2	2	2
9	1	1	4	1	1	1	2	1	1	1
10	1	4	5	1	2	2	2	1	1	1
11	2	3	5	1	2	3	2	1	3	3
12	1	4	5	1	2	2	2	1	3	1
13	3	1	5	4	2	3	2	2	3	3
14	2	3	5	1	2	4	2	2	3	1
15	3	3	2	1	1	2	2	1	3	1
16	1	4	1	3	1	1	2	1	3	2
17	2	3	1	1	1	1	2	1	5	1
18	1	4	4	1	3	2	2	1	3	1
19	1	1	4	1	1	1	1	1	5	4
20	3	3	5	1	1	3	2	3	3	1
21	1	4	5	1	2	3	2	2	3	3
22	3	1	1	3	1	2	3	1	5	1
23	1	3	5	1	2	2	2	2	3	1
24	1	4	5	1	2	3	3	1	5	1
25	1	4	4	1	1	3	2	3	3	1
26	1	3	5	1	2	4	2	1	3	1
27	1	3	4	4	1	5	3	1	3	1
28	1	3	5	1	2	3	2	2	3	1
29	1	3	5	1	2	2	2	1	1	3
30	3	4	5	1	2	4	6	1	4	1
31	3	4	5	4	4	3	2	2	3	1
32	2	1	5	2	2	3	2	1	3	1
33	1	3	5	4	3	3	2	2	2	2
34	2	4	5	1	1	3	2	1	3	1
35	2	4	5	3	1	4	3	1	3	3

TABLA DE ESTRUCTURA ORGANIZATIVA PARA LOS DATOS DE ENCUESTAS

N° Encuestas	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10
36	1	3	5	1	2	4	2	3	3	1
37	3	4	4	1	1	3	2	1	3	1
38	3	3	5	1	2	4	2	1	4	3
39	1	3	5	1	4	5	2	1	4	1
40	1	2	2	1	1	3	3	2	3	1
41	3	3	5	2	2	5	2	1	3	3
42	1	2	4	1	1	5	2	2	3	1
43	3	3	2	1	2	5	6	1	4	3
44	1	3	2	1	2	5	2	1	3	1
45	2	2	5	2	1	3	3	2	4	2
46	3	3	3	2	3	1	6	2	3	2
47	1	2	3	1	2	1	1	1	3	1
48	2	2	2	1	1	1	2	1	3	1
49	1	3	5	1	2	3	3	2	4	2
50	3	3	5	2	3	3	1	1	3	1
51	1	4	2	1	1	1	2	1	3	1
52	3	3	5	1	2	5	3	1	4	3
53	2	2	3	2	1	3	3	2	3	3
54	1	3	2	1	1	1	3	2	3	1
55	3	2	1	1	2	1	1	3	4	1
56	1	2	4	1	2	3	2	1	3	1
57	1	3	2	2	2	1	2	1	3	1
58	1	3	5	1	2	1	1	1	2	1
59	1	4	5	1	1	5	5	3	3	3
60	1	2	2	1	1	1	2	1	3	1
61	1	2	2	1	1	1	2	3	3	1
62	3	3	1	1	3	3	2	1	3	1
63	1	2	5	2	2	4	2	3	4	1
64	1	2	2	1	1	1	2	1	3	1
65	1	1	5	1	2	3	2	1	3	3
66	1	3	2	1	1	3	1	1	3	2
67	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1
68	3	3	5	1	3	3	2	3	4	2
69	2	2	1	3	1	1	1	2	1	1
70	3	2	2	1	3	1	2	1	4	1
71	1	3	1	1	1	2	2	1	1	1
72	3	4	5	3	5	5	2	2	3	3
73	3	3	5	1	1	1	1	1	3	1
74	2	1	1	3	1	1	1	2	3	1
75	3	2	2	2	1	3	2	1	4	1
76	1	3	1	1	2	2	2	1	1	2
77	1	4	5	3	4	5	3	3	4	3
78	1	1	5	1	1	1	1	1	2	1
79	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1
80	1	2	3	1	2	1	2	1	3	2
81	3	3	5	1	2	3	3	2	5	3
82	2	3	4	1	3	4	3	2	4	3
83	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1

Para calcular los parámetros que conllevan al desarrollo de la ecuación que determina el coeficiente de Alfa Cronbach, se debe calcular la varianza para los ítems y para los valores totales de cada encuesta mediante la ecuación de la varianza que corresponde a:

$$\text{Varianza} = \frac{\sum(x - \bar{X})^2}{N^{\circ} \text{ Encuestas}}$$

En donde:

x : Valor del ítem de cada encuesta.

\bar{X} : Valor promedio del total de encuestas de cada ítem.

VALORES DE VARIANZA DE LOS ÍTEMS PARA EL CÁLCULO DEL COEFICIENTE ALFA CRONBACH

Ítems	Media (\bar{X})
1	1.734939759
2	2.759036145
3	3.602409639
4	1.469879518
5	1.843373494
6	2.638554217
7	2.21686747
8	1.518072289
9	3.048192771
10	1.614457831
11	1.313253012

Nota. La tabla muestra los valores de la media y varianza de cada uno de los ítems y el valor total de los ítem.

Fuente: Autores de la investigación.

En la anterior tabla, se observan los valores promedios de cada ítem, para posteriormente realizar el respectivo cálculo de la diferencia de cada valor correspondido en los ítems con respecto al valor promedio elevado al cuadrado, como resultado del cálculo se puede apreciar la siguiente tabla

CACULO DE VALORES DE CADA ITEM PARA LA VARIANZA

Item1	Item2	Item3	Item4	Item5	Item6	Item7	Item8	Item9	Item10	Item11
$(x - \bar{x}_1)^2$	$(x - \bar{x}_2)^2$	$(x - \bar{x}_3)^2$	$(x - \bar{x}_4)^2$	$(x - \bar{x}_5)^2$	$(x - \bar{x}_6)^2$	$(x - \bar{x}_7)^2$	$(x - \bar{x}_8)^2$	$(x - \bar{x}_9)^2$	$(x - \bar{x}_{10})^2$	$(x - \bar{x}_{11})^2$
0.54	0.06	0.16	0.22	0.03	1.85	0.05	0.27	4.2	5.69	0.1
0.54	1.54	2.57	0.28	0.71	0.41	0.05	0.27	0	0.38	0.47
1.6	0.06	1.95	0.22	4.65	1.85	0.61	0.23	0.91	1.92	0.1
0.07	3.09	6.77	0.22	0.03	0.13	0.05	2.2	0	0.15	0.1
0.07	1.54	1.95	2.34	0.71	0.13	0.05	0.23	4.2	0.38	0.1
0.54	0.06	1.95	0.22	1.34	2.69	0.05	0.27	0	0.38	0.1
0.07	1.54	1.95	0.22	4.65	1.85	0.61	0.23	3.81	0.38	0.47
1.6	0.06	2.57	0.22	0.71	0.41	0.05	0.23	1.1	0.15	0.1
0.54	3.09	0.16	0.22	0.71	2.69	0.05	0.27	4.2	0.38	0.1
0.54	1.54	1.95	0.22	0.03	0.41	0.05	0.27	4.2	0.38	0.1
0.07	0.06	1.95	0.22	0.03	0.13	0.05	0.27	0	1.92	0.47
0.54	1.54	1.95	0.22	0.03	0.41	0.05	0.27	0	0.38	0.1
1.6	3.09	1.95	6.4	0.03	0.13	0.05	0.23	0	1.92	0.47
0.07	0.06	1.95	0.22	0.03	1.85	0.05	0.23	0	0.38	0.1
1.6	0.06	2.57	0.22	0.71	0.41	0.05	0.27	0	0.38	0.1
0.54	1.54	6.77	2.34	0.71	2.69	0.05	0.27	0	0.15	0.1
0.07	0.06	6.77	0.22	0.71	2.69	0.05	0.27	3.81	0.38	0.1
0.54	1.54	0.16	0.22	1.34	0.41	0.05	0.27	0	0.38	0.1
0.54	3.09	0.16	0.22	0.71	2.69	1.48	0.27	3.81	5.69	0.1
1.6	0.06	1.95	0.22	0.71	0.13	0.05	2.2	0	0.38	0.47
0.54	1.54	1.95	0.22	0.03	0.13	0.05	0.23	0	1.92	0.1
1.6	3.09	6.77	2.34	0.71	0.41	0.61	0.27	3.81	0.38	0.1
0.54	0.06	1.95	0.22	0.03	0.41	0.05	0.23	0	0.38	0.1
0.54	1.54	1.95	0.22	0.03	0.13	0.61	0.27	3.81	0.38	0.47
0.54	1.54	0.16	0.22	0.71	0.13	0.05	2.2	0	0.38	0.47
0.54	0.06	1.95	0.22	0.03	1.85	0.05	0.27	0	0.38	0.1
0.54	0.06	0.16	6.4	0.71	5.58	0.61	0.27	0	0.38	0.1
0.54	0.06	1.95	0.22	0.03	0.13	0.05	0.23	0	0.38	0.1
0.54	0.06	1.95	0.22	0.03	0.41	0.05	0.27	4.2	1.92	0.1
1.6	1.54	1.95	0.22	0.03	1.85	14.3	0.27	0.91	0.38	0.47
1.6	1.54	1.95	6.4	4.65	0.13	0.05	0.23	0	0.38	0.47
0.07	3.09	1.95	0.28	0.03	0.13	0.05	0.27	0	0.38	0.1
0.54	0.06	1.95	6.4	1.34	0.13	0.05	0.23	1.1	0.15	0.47
0.07	1.54	1.95	0.22	0.71	0.13	0.05	0.27	0	0.38	0.47
0.07	1.54	1.95	2.34	0.71	1.85	0.61	0.27	0	1.92	0.1
0.54	0.06	1.95	0.22	0.03	1.85	0.05	2.2	0	0.38	0.1

Tabla 14 Continuación

Item1	Item2	Item3	Item4	Item5	Item6	Item7	Item8	Item9	Item10	Item11
$(x - \bar{x}_1)^2$	$(x - \bar{x}_2)^2$	$(x - \bar{x}_3)^2$	$(x - \bar{x}_4)^2$	$(x - \bar{x}_5)^2$	$(x - \bar{x}_6)^2$	$(x - \bar{x}_7)^2$	$(x - \bar{x}_8)^2$	$(x - \bar{x}_9)^2$	$(x - \bar{x}_{10})^2$	$(x - \bar{x}_{11})^2$
1.6	1.54	0.16	0.22	0.71	0.13	0.05	0.27	0	0.38	0.47
1.6	0.06	1.95	0.22	0.03	1.85	0.05	0.27	0.91	1.92	0.47
0.54	0.06	1.95	0.22	4.65	5.58	0.05	0.27	0.91	0.38	0.1
0.54	0.58	2.57	0.22	0.71	0.13	0.61	0.23	0	0.38	0.1
1.6	0.06	1.95	0.28	0.03	5.58	0.05	0.27	0	1.92	0.1
0.54	0.58	0.16	0.22	0.71	5.58	0.05	0.23	0	0.38	0.1
1.6	0.06	2.57	0.22	0.03	5.58	14.3	0.27	0.91	1.92	0.1
0.54	0.06	2.57	0.22	0.03	5.58	0.05	0.27	0	0.38	0.47
0.07	0.58	1.95	0.28	0.71	0.13	0.61	0.23	0.91	0.15	0.47
1.6	0.06	0.36	0.28	1.34	2.69	14.3	0.23	0	0.15	0.1
0.54	0.58	0.36	0.22	0.03	2.69	1.48	0.27	0	0.38	0.1
0.07	0.58	2.57	0.22	0.71	2.69	0.05	0.27	0	0.38	0.1
0.54	0.06	1.95	0.22	0.03	0.13	0.61	0.23	0.91	0.15	0.1
1.6	0.06	1.95	0.28	1.34	0.13	1.48	0.27	0	0.38	0.47
0.54	1.54	2.57	0.22	0.71	2.69	0.05	0.27	0	0.38	0.1
1.6	0.06	1.95	0.22	0.03	5.58	0.61	0.27	0.91	1.92	0.1
0.07	0.58	0.36	0.28	0.71	0.13	0.61	0.23	0	1.92	0.47
0.54	0.06	2.57	0.22	0.71	2.69	0.61	0.23	0	0.38	0.1
1.6	0.58	6.77	0.22	0.03	2.69	1.48	2.2	0.91	0.38	0.47
0.54	0.58	0.16	0.22	0.03	0.13	0.05	0.27	0	0.38	0.47
0.54	0.06	2.57	0.28	0.03	2.69	0.05	0.27	0	0.38	0.1
0.54	0.06	1.95	0.22	0.03	2.69	1.48	0.27	1.1	0.38	0.1
0.54	1.54	1.95	0.22	0.71	5.58	7.75	2.2	0	1.92	0.1
0.54	0.58	2.57	0.22	0.71	2.69	0.05	0.27	0	0.38	0.1
0.54	0.58	2.57	0.22	0.71	2.69	0.05	2.2	0	0.38	0.47
1.6	0.06	6.77	0.22	1.34	0.13	0.05	0.27	0	0.38	0.1
0.54	0.58	1.95	0.28	0.03	1.85	0.05	2.2	0.91	0.38	0.47
0.54	0.58	2.57	0.22	0.71	2.69	0.05	0.27	0	0.38	0.1
0.54	3.09	1.95	0.22	0.03	0.13	0.05	0.27	0	1.92	0.1
0.54	0.06	2.57	0.22	0.71	0.13	1.48	0.27	0	0.15	0.1
0.54	0.58	2.57	0.22	0.03	2.69	0.05	0.27	1.1	0.38	0.47
1.6	0.06	1.95	0.22	1.34	0.13	0.05	2.2	0.91	0.15	0.1
0.07	0.58	6.77	2.34	0.71	2.69	1.48	0.23	4.2	0.38	0.1
1.6	0.58	2.57	0.22	1.34	2.69	0.05	0.27	0.91	0.38	0.1
0.54	0.06	6.77	0.22	0.71	0.41	0.05	0.27	4.2	0.38	0.1
1.6	1.54	1.95	2.34	9.96	5.58	0.05	0.23	0	1.92	0.47
1.6	0.06	1.95	0.22	0.71	2.69	1.48	0.27	0	0.38	0.1
0.07	3.09	6.77	2.34	0.71	2.69	1.48	0.23	0	0.38	0.1
1.6	0.58	2.57	0.28	0.71	0.13	0.05	0.27	0.91	0.38	0.1
0.54	0.06	6.77	0.22	0.03	0.41	0.05	0.27	4.2	0.15	0.1
0.54	1.54	1.95	2.34	4.65	5.58	0.61	2.2	0.91	1.92	0.47
0.54	3.09	1.95	0.22	0.71	2.69	1.48	0.27	1.1	0.38	0.1
0.54	3.09	2.57	0.22	0.71	2.69	1.48	0.27	1.1	0.38	0.1
0.54	0.58	0.36	0.22	0.03	2.69	0.05	0.27	0	0.15	0.1
1.6	0.06	1.95	0.22	0.03	0.13	0.61	0.23	3.81	1.92	0.47
0.07	0.06	0.16	0.22	1.34	1.85	0.61	0.23	0.91	1.92	0.47
0.54	3.09	6.77	0.28	0.71	2.69	1.48	0.27	1.1	0.38	0.1

Nota. La tabla muestra los valores para el cálculo de la varianza de cada ítem. Fuente: Autores de la investigación.

En la siguiente tabla, se puede apreciar el cálculo de la varianza y en resumen la varianza total de los ítems, que corresponde al valor necesario que se debe introducir en la ecuación de Alfa Cronbach para su determinación.

VALORES DE VARIANZA DE LOS ÍTEMS PARA EL CÁLCULO DEL COEFICIENTE ALFA CRONBACH

Ítems	Varianza $\left(\frac{\sum (x-\bar{x})^2}{N^{\circ} \text{ Encuestas}}\right)$
1	0.749020177
2	0.905791842
3	2.43228335
4	0.731020467
5	0.85498621
6	1.821164175
7	0.965016693
8	0.490637248
9	0.937436493
10	0.791116272
11	0.215125562
Total varianza de los ítems	10.89359849

Nota. La tabla muestra los valores de la media y varianza de cada uno de los ítems y el valor total de los ítems.

Fuente: Autores de la investigación.

Para realizar el cálculo de la varianza de los valores totales de cada encuesta, se realiza el mismo procedimiento realizado para la varianza de los valores por ítems; en la siguiente tabla, se puede apreciar la sumatoria de los ítems que corresponde a la suma de todos los valores obtenidos de los ítems en cada una de las encuestas realizadas, para luego dar a conocer el valor promedio de la suma de todos los ítems.

CALCULO DE LA MEDIA PARA VARIANZA DE LOS VALORES TOTALES DE LAS ENCUESTAS

Nº Encuesta	Sumatoria de ítems	Nº Encuesta	Sumatoria de ítems
1	24	43	31
2	21	44	23
3	33	45	28
4	21	46	29
5	25	47	17
6	22	48	17
7	33	49	27
8	21	50	27
9	15	51	18
10	21	52	31
11	27	53	26
12	23	54	19
13	30	55	21
14	26	56	22
15	20	57	19
16	20	58	19
17	19	59	32
18	23	60	16
19	21	61	19
20	27	62	22
21	27	63	28
22	22	64	16
23	23	65	23
24	28	66	19
25	25	67	17
26	24	68	30
27	27	69	16
28	24	70	21
29	22	71	15
30	33	72	37
31	33	73	21
32	23	74	17
33	29	75	22
34	25	76	17
35	30	77	37
36	26	78	16
37	25	79	13
38	30	80	19
39	28	81	32
40	20	82	31
41	30	83	13
42	23	Media (\bar{x})	23.75903614

Nota. La tabla muestra la varianza de los valores totales de cada encuesta. Fuente: Autores de la investigación.

En la siguiente tabla, se continúa con el cálculo para determinar la varianza de los valores totales de las encuestas al final de la tabla.

VARIANZA DE LOS VALORES TOTALES DE CADA ENCUESTA

Encuesta	$(x - \bar{X})^2$	Encuesta	$(x - \bar{X})^2$
1	0.05806358	43	52.43155756
2	7.612280447	44	0.576135869
3	85.39541298	45	17.98577442
4	7.612280447	46	27.46770213
5	1.53999129	47	45.6845696
6	3.094208158	48	45.6845696
7	85.39541298	49	10.50384671
8	7.612280447	50	10.50384671
9	76.72071418	51	33.16649731
10	7.612280447	52	52.43155756
11	10.50384671	53	5.021919001
12	0.576135869	54	22.64842503
13	38.94962984	55	7.612280447
14	5.021919001	56	3.094208158
15	14.13035274	57	22.64842503
16	14.13035274	58	22.64842503
17	22.64842503	59	67.91348527
18	0.576135869	60	60.20264189
19	7.612280447	61	22.64842503
20	10.50384671	62	3.094208158
21	10.50384671	63	17.98577442
22	3.094208158	64	60.20264189
23	0.576135869	65	0.576135869
24	17.98577442	66	22.64842503
25	1.53999129	67	45.6845696
26	0.05806358	68	38.94962984
27	10.50384671	69	60.20264189
28	0.05806358	70	7.612280447
29	3.094208158	71	76.72071418
30	85.39541298	72	175.3231238
31	85.39541298	73	7.612280447
32	0.576135869	74	45.6845696
33	27.46770213	75	3.094208158
34	1.53999129	76	45.6845696
35	38.94962984	77	175.3231238
36	5.021919001	78	60.20264189
37	1.53999129	79	115.7568588
38	38.94962984	80	22.64842503
39	17.98577442	81	67.91348527
40	14.13035274	82	52.43155756
41	38.94962984	83	115.7568588
42	0.576135869		
		Varianza $\left(\frac{\sum (x - \bar{X})^2}{N^{\circ} \text{ Encuestas}} \right)$	30.88169546

Nota. La tabla muestra la varianza de los valores totales de cada encuesta. Fuente: Autores de la investigación.

Luego despejando la ecuación de Alfa Cronbach se tiene:

$$a = \left[\frac{11}{11 - 1} \right] * \left[1 - \left(\frac{10.89359849}{30.88169546} \right) \right] \rightarrow \gg a = 0.7119721356 \approx 0.71$$

Apéndice C. Registro Fotográfico

Edificación institucional UFPSO



Edificación comercial Circunvalar 2



Edificación Residencial-Mixto Circunvalar



Edificación Comercial Calle 10 No.11- 47-51 B. centro



Edificación Residencial-mixto Calle 10 No. 6-33 B. Milanés



Edificación Residencial-mixto Carrera 14 No. 11-33 B. La Luz



Edificación Residencial-mixto Carrera 14 No. 11-33 B. La Luz

