

Estrategias de gestión para la eficiencia en proyectos de mampostería mediante el uso del cemento tipo S en Neiva huila

Estiven Sneider Tovar Cardozo

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización Gerencia de Proyectos

Mayo 15 del 2026

Estrategias de gestión para la eficiencia en proyectos de mampostería mediante el uso del cemento tipo S

Estiven Sneider Tovar cardozo

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor(a)

Sergio Andrés Zabala Vargas

Título académico

Doctor en Tecnología Educativa

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización Gerencia de Proyectos

Mayo 15 del 2026

Contenido

Lista de Tablas 6

Lista de Ilustración 7

Lista de Figuras 7

Resumen 8

Introducción 12

1 Planteamiento del Problema 14

1.1 Descripción del Problema 14

1.2 La pregunta de Investigación 17

1.3 Los Objetivos de Investigación 17

1.3.1 Objetivo General 17

1.3.2 Objetivos Específicos 17

1.4 Justificación de la Investigación 18

2 Marco de Referencia 20

2.1 Marco de Antecedentes 20

2.2 Marco teórico 23

2.2.1 Mampostería 23

2.2.2 Morteros de pega 24

2.2.3 Cemento mampostero tipo S 24

2.2.4 Eficiencia constructiva 25

2.2.5 Control de calidad en obra 26

2.2.6 Estandarización de procesos constructivos 26

2.2.7 Gestión de proyectos en construcción 27

2.3 Marco Normativo 27

3 Metodología 29

3.1 Enfoque de la Investigación 29

3.1.1 Alcance 30

3.2 Población y Muestra 31

3.2.1 Definición de la Población 31

3.2.2 Cálculo y Selección de la Muestra 32

3.3 Instrumento(s) 33

3.4 Descripción de Procedimientos 33

3.5 Análisis de la información 35

3.6 Consideraciones éticas 37

4 Hipótesis 39

4.1.1 Variable independiente 39

4.1.2 Variable dependiente 40

4.1.3 Relación entre variables 40

4.1.4 Matriz de observación en obra 40

4.1.5 Matriz de revisión documental 41

4.1.6 Encuesta 42

Nota 43

5 Resultados 44

5.1 Presentación de resultados 44

5.1.1 Resultados de la matriz de observación en obra 45

5.1.2 Análisis de resultados 46

5.1.3 Análisis documental 48

5.1.4 Análisis de resultados 49

5.2 Análisis general de resultados 50

5.3 Propuesta al sector 53

5.4 Estrategias técnicas para el uso adecuado del cemento tipo S en morteros de pega 53

5.4.1 Estrategia 1: Estandarización de la dosificación del mortero 54

5.4.2 Estrategia 2: Control técnico del agua de mezclado 56

5.4.3 Estrategia 3: Capacitación del personal de obra 59

5.4.4 Estrategia 4: Control del tiempo de uso del mortero 60

5.4.5 Estrategia 5: Implementación de listas de chequeo en obra 61

6 Discusión 63

7 Conclusión 64

8 Recomendaciones 66

Referencias 67

Lista de Tablas

TABLA 1 *MATRIZ DE OBSERVACIÓN EN OBRA* 41

TABLA 2 *MATRIZ DE REVISIÓN DOCUMENTAL* 42

TABLA 3 *ENCUESTA* 43

Lista de Ilustración

ILUSTRACIÓN 1 *PROCESO CONSTRUCTIVO* 54

ILUSTRACIÓN 2 *TOMA DE MUESTRA* 55

ILUSTRACIÓN 3 *PROCESO CONSTRUCTIVO* 56

ILUSTRACIÓN 4 *MUESTRA DE MORTERO* 57

ILUSTRACIÓN 5 *MUESTRA 2* 58

ILUSTRACIÓN 6 *DISCUSIÓN DE RESULTADOS* 59

ILUSTRACIÓN 7 *APLICACIÓN DEL PRODUCTO* 62

Lista de Figuras

FIGURA 1 GRAFICA CIRCULAR CUMPLIMIENTO GENERAL.....51

FIGURA 2 GRAFICA DE BARRAS POR VARIABLE 51

FIGURA 3 GRAFICA POR BARRAS PRINCIPALES FALLAS 52

FIGURA 4 GRAFICA CIRCULAR CONDICIÓN DEL MORTERO 52

Resumen

El presente trabajo aborda la problemática relacionada con la baja eficiencia en la ejecución de proyectos de mampostería en Colombia, asociada a prácticas empíricas en la dosificación de morteros, variabilidad en la calidad de las mezclas y ausencia de lineamientos técnicos para la estandarización de procesos constructivos. Estas condiciones generan afectaciones en el rendimiento de la mano de obra, incremento en el consumo de materiales y deficiencias en la calidad final de las obras, impactando directamente la productividad del sector construcción (Ofori, 2015).

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, con alcance descriptivo y aplicado. Se emplearon técnicas de observación en obra, revisión documental y análisis comparativo de mezclas elaboradas con cemento mampostero tipo S, evaluando variables relacionadas con la trabajabilidad, adherencia, rendimiento y control de dosificación del mortero. Asimismo, se analizaron antecedentes técnicos y documentos normativos enfocados en la optimización de procesos constructivos y control de calidad en actividades de mampostería (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2014).

Los resultados obtenidos permitieron evidenciar que las mezclas elaboradas con cemento mampostero tipo S presentaron mayor homogeneidad y mejor trabajabilidad en comparación con métodos tradicionales observados en obra. Durante las observaciones realizadas, se identificó que una de las principales problemáticas corresponde a la variabilidad en la cantidad de agua y materiales utilizados en las dosificaciones, generando diferencias en el rendimiento y calidad del mortero aplicado. De igual forma, la revisión documental permitió establecer categorías temáticas relacionadas con estandarización de procesos, control de calidad, capacitación técnica y optimización de recursos constructivos, las cuales fueron recurrentes en los estudios analizados (ACI Committee 530, 2013).

Como resultado de la investigación, se propone un conjunto de lineamientos orientados a la optimización de proyectos de mampostería mediante el uso del cemento mampostero tipo S, enfocados

en estrategias de dosificación controlada, capacitación técnica de la mano de obra, control de calidad y estandarización de procedimientos constructivos. La propuesta busca contribuir al mejoramiento de la eficiencia en obra, reducción de variabilidad en los procesos y fortalecimiento de buenas prácticas constructivas en el sector.

Palabras clave: Mampostería, Cemento Tipo S, Eficiencia Constructiva, Lineamientos Técnicos, Productividad, Control De Calidad.

Abstract

The present study addresses the problem related to low efficiency in masonry construction projects in Colombia, associated with empirical mortar dosing practices, variability in mixture quality, and the absence of technical guidelines for the standardization of construction processes. These conditions affect labor performance, increase material consumption, and reduce the final quality of construction projects, directly impacting productivity in the construction sector (Ofori, 2015).

The research was developed under a mixed-method approach with a descriptive and applied scope. Observation techniques, documentary review, and comparative analysis of mixtures made with type S masonry cement were employed, evaluating variables related to workability, adhesion, performance, and dosage control of mortar. Likewise, technical background studies and regulatory documents focused on the optimization of construction processes and quality control in masonry activities were analyzed (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2014).

The results obtained showed that mixtures made with type S masonry cement presented greater homogeneity and better workability compared to traditional methods observed on construction sites. During field observations, one of the main problems identified was the variability in the quantity of water and materials used in mortar dosing, generating differences in performance and application quality. Likewise, the documentary review allowed the identification of thematic categories related to process standardization, quality control, technical training, and optimization of construction resources, which were recurrent in the analyzed studies (ACI Committee 530, 2013).

As a result of the research, a set of guidelines aimed at optimizing masonry construction projects through the use of type S masonry cement is proposed, focusing on controlled dosing strategies, technical workforce training, quality control, and standardization of construction procedures. The proposal seeks

to contribute to improving on-site efficiency, reducing variability in processes, and strengthening good construction practices within the sector.

Keywords: Masonry, Type S Cement, Construction Efficiency, Technical Guidelines, Productivity, Quality Control.

Introducción

El sector de la construcción en Colombia presenta un alto uso de sistemas de mampostería en proyectos de vivienda y edificaciones de baja y mediana altura, debido a su viabilidad técnica, facilidad constructiva y disponibilidad de materiales. Sin embargo, a pesar de su amplia implementación, la ejecución de la mampostería en obra continúa realizándose en muchos casos bajo prácticas empíricas, especialmente en lo relacionado con la preparación y uso de morteros de pega. Esta situación genera variabilidad en la calidad, bajo control en los procesos y una eficiencia constructiva limitada, afectando directamente el rendimiento de la mano de obra y la calidad final de los elementos construidos (Ofori, 2015).

Diversos estudios han evidenciado que la falta de estandarización en la dosificación de morteros, así como el desconocimiento de las propiedades técnicas de los materiales, inciden negativamente en el desempeño de la mampostería. De acuerdo con ASTM International, las propiedades del mortero, como la trabajabilidad, adherencia y retención de agua, son determinantes para garantizar un adecuado comportamiento en servicio (ASTM International, 2018). Asimismo, el American Concrete Institute establece que el control en la producción y aplicación de morteros es fundamental para asegurar la calidad y durabilidad de los sistemas constructivos (ACI Committee 530, 2013). En el contexto colombiano, la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, a través de la normativa vigente, resalta la importancia de cumplir con criterios técnicos en la ejecución de la mampostería estructural y no estructural (AIS, 2010).

En este sentido, el uso de materiales especializados como el cemento mampostero tipo S representa una alternativa técnica que permite mejorar propiedades del mortero relacionadas con trabajabilidad, adherencia y control de aplicación en obra. Su utilización contribuye a reducir la variabilidad generada por prácticas tradicionales y facilita procesos más uniformes y eficientes durante

la ejecución de actividades de mampostería. Sin embargo, en muchos proyectos constructivos su implementación continúa realizándose sin lineamientos técnicos definidos, limitando su potencial como herramienta de optimización en procesos constructivos (Kosmatka & Wilson, 2016).

A partir de esta problemática, surge la necesidad de formular estrategias orientadas a mejorar la eficiencia en proyectos de mampostería mediante el uso adecuado de materiales especializados y prácticas constructivas estandarizadas. En este contexto, la presente investigación busca proponer lineamientos técnicos que contribuyan a optimizar los procesos de ejecución de mampostería, fortaleciendo aspectos relacionados con control de calidad, dosificación de morteros, capacitación técnica y estandarización de procedimientos constructivos.

La investigación se desarrolla bajo un enfoque metodológico mixto, integrando elementos cualitativos y cuantitativos. Desde el componente cualitativo, se realiza un análisis de prácticas constructivas mediante observación en obra y revisión documental de investigaciones relacionadas con eficiencia constructiva y control de procesos en mampostería. Desde el componente cuantitativo, se analizan variables asociadas al comportamiento técnico del mortero elaborado con cemento mampostero tipo S, considerando aspectos como trabajabilidad, rendimiento y control en la aplicación. Este enfoque permite obtener una visión integral de la problemática y generar propuestas orientadas al contexto real del sector construcción (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2014).

Finalmente, el presente documento se estructura en siete capítulos. El primer capítulo corresponde al planteamiento del problema, donde se desarrolla la descripción de la problemática, la pregunta de investigación, los objetivos y la justificación del estudio. El segundo capítulo presenta el marco de referencia, conformado por los antecedentes, marco teórico y marco normativo relacionados con la investigación. El tercer capítulo describe la metodología empleada, incluyendo el enfoque investigativo, alcance, población y muestra, instrumentos, procedimientos y análisis de la información.

En el cuarto capítulo se desarrolla la hipótesis y las variables de investigación. El quinto capítulo presenta los resultados obtenidos y la propuesta de lineamientos orientados al sector construcción. El sexto capítulo corresponde a la discusión de resultados, relacionando los hallazgos con antecedentes y referentes teóricos. Finalmente, en el séptimo capítulo se presentan las conclusiones derivadas del desarrollo de la investigación

1 Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del Problema

A nivel internacional, los sistemas de mampostería continúan siendo ampliamente utilizados en edificaciones de baja y mediana altura debido a su versatilidad, disponibilidad de materiales y facilidad constructiva. No obstante, diversos estudios han señalado que uno de los principales desafíos en este tipo de sistemas radica en la variabilidad de la calidad del mortero y en la falta de control durante su preparación y aplicación en obra. De acuerdo con la ASTM International, las propiedades del mortero —como la trabajabilidad, retención de agua y adherencia— son determinantes para el desempeño del sistema de mampostería, y su inadecuado control puede comprometer la calidad final de la construcción (ASTM International, 2018). En la misma línea, la American Concrete Institute establece que la ausencia de procedimientos estandarizados en la dosificación y manejo de morteros genera inconsistencias en el comportamiento mecánico y constructivo de los elementos, afectando directamente la eficiencia en obra (ACI Committee 530, 2013).

En países en desarrollo, esta problemática se acentúa debido a la alta dependencia de mano de obra empírica y a la limitada implementación de controles técnicos en campo. Según la United Nations Human Settlements Programme, las deficiencias en los procesos constructivos tradicionales están asociadas a prácticas no estandarizadas y a la falta de capacitación técnica, lo que impacta

negativamente la calidad y sostenibilidad de las edificaciones (UN-Habitat, 2020). En este contexto, la optimización de los procesos constructivos mediante el uso adecuado de materiales y técnicas representa una necesidad clave para mejorar el desempeño de la mampostería a nivel global.

En Colombia, la mampostería es uno de los sistemas constructivos más utilizados en proyectos de vivienda, especialmente en edificaciones de interés social y desarrollos urbanos de mediana escala. Sin embargo, la ejecución de este sistema presenta problemáticas similares a las identificadas a nivel internacional, relacionadas con la falta de control en la preparación de morteros, la variabilidad en las dosificaciones y la ausencia de estandarización en los procesos constructivos. La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, a través de la normativa NSR-10, establece criterios técnicos para la construcción en mampostería, destacando la importancia de garantizar la calidad de los materiales y su adecuada aplicación (AIS, 2010). No obstante, en la práctica, estos lineamientos no siempre se cumplen de manera rigurosa en obra, lo que genera inconsistencias en el desempeño de los sistemas.

Adicionalmente, investigaciones desarrolladas por entidades como el Servicio Nacional de Aprendizaje evidencian que gran parte de la mano de obra en el sector de la construcción en Colombia adquiere sus conocimientos de manera empírica, lo que limita la aplicación de criterios técnicos en actividades como la preparación de morteros (SENA, 2019). Esta situación conlleva a problemas recurrentes como mezclas mal dosificadas, exceso o déficit de agua, baja adherencia y desperdicio de material, afectando la productividad y la calidad de la mampostería.

En el contexto regional, particularmente en el departamento del Huila y la ciudad de Neiva, estas problemáticas se manifiestan de manera evidente en proyectos de construcción que emplean mampostería como sistema principal. A partir de la experiencia en campo y la interacción con maestros de obra y contratistas, se identifican prácticas como la dosificación “al ojo”, la falta de control en la cantidad de agua utilizada y la inexistencia de protocolos estandarizados para la preparación del

mortero. Estas condiciones generan variabilidad en la calidad de la mezcla, dificultades en la colocación de unidades de mampostería y pérdida de eficiencia en los procesos constructivos.

Dentro de este contexto, el uso del cemento tipo S surge como una alternativa técnica que puede contribuir a mejorar las propiedades del mortero, facilitando su trabajabilidad y reduciendo la variabilidad en su desempeño. Sin embargo, su implementación en obra no siempre se realiza bajo lineamientos técnicos claros, lo que limita su potencial para optimizar los procesos constructivos (Kosmatka & Wilson, 2016). Esta situación evidencia la necesidad de desarrollar estrategias que orienten su uso adecuado y permitan aprovechar sus ventajas en términos de eficiencia constructiva.

Las causas del problema identificado se relacionan principalmente con la falta de capacitación técnica de la mano de obra, la ausencia de estandarización en la dosificación de morteros, el desconocimiento de las propiedades de los materiales y la limitada implementación de controles de calidad en obra. Estas condiciones se ven reforzadas por la cultura constructiva tradicional, en la cual prevalecen prácticas empíricas sobre criterios técnicos.

Como consecuencia, se generan múltiples efectos negativos en los proyectos de mampostería, entre los que se destacan la baja productividad en obra, el aumento en los tiempos de ejecución, la variabilidad en la calidad de los elementos construidos y el desperdicio de materiales. Asimismo, estas deficiencias pueden afectar el desempeño a largo plazo de las edificaciones, comprometiendo aspectos como la durabilidad y el comportamiento estructural. Según la American Concrete Institute, las fallas en la calidad del mortero pueden incidir directamente en la resistencia y estabilidad de los sistemas de mampostería (ACI Committee 530, 2013).

La población de interés de esta investigación está conformada por maestros de obra, oficiales de construcción, contratistas y profesionales del sector que participan en la ejecución de proyectos de mampostería, especialmente en contextos donde se emplean prácticas tradicionales. En cuanto a la

delimitación geográfica, el estudio se enfoca en el contexto colombiano, con énfasis en la región del Huila, particularmente en la ciudad de Neiva, donde se evidencian las problemáticas descritas. En términos temporales, la investigación se desarrolla en el periodo comprendido entre 2026, considerando información actual y prácticas vigentes en el sector.

En este sentido, se hace evidente la necesidad de diseñar estrategias técnicas que permitan mejorar la eficiencia constructiva en proyectos de mampostería, a partir del uso adecuado del cemento tipo S, contribuyendo así a la optimización de los procesos en obra y al fortalecimiento de las prácticas constructivas en el sector.

1.2 La pregunta de Investigación

¿Cómo una propuesta de estrategias técnicas para el uso del cemento tipo S en morteros de pega puede mejorar la eficiencia constructiva en proyectos de mampostería en la ciudad de Neiva Huila?

1.3 Los Objetivos de Investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer estrategias técnicas para el uso del cemento mampostero tipo S en morteros de pega, orientadas a la optimización de la eficiencia constructiva en proyectos de mampostería en la ciudad de Neiva (Huila).

1.3.2 Objetivos Específicos

Identificar las falencias y necesidades presentes en los procesos actuales de ejecución de mampostería, mediante la observación en obra y el análisis de prácticas relacionadas con la preparación y aplicación de morteros de pega en la ciudad de Neiva.

Analizar estrategias, metodologías y prácticas técnicas implementadas en contextos nacionales e internacionales para la optimización de la eficiencia constructiva en actividades de mampostería, a partir de la revisión de literatura técnica y referentes normativos.

Formular lineamientos técnicos orientados al uso adecuado del cemento mampostero tipo S en morteros de pega, enfocados en la estandarización de procesos constructivos y control de calidad en proyectos de mampostería.

1.4 Justificación de la Investigación

La presente investigación surge de la necesidad de mejorar la eficiencia constructiva en los procesos de mampostería, los cuales, a pesar de su amplia utilización en Colombia, aún se desarrollan en muchos casos bajo prácticas empíricas que generan variabilidad en la calidad del mortero y deficiencias en su aplicación en obra. Esta problemática afecta directamente el desempeño de los sistemas constructivos, evidenciando la necesidad de implementar estrategias técnicas que permitan optimizar estos procesos. Según la ASTM International, el control de las propiedades del mortero es fundamental para garantizar su adecuado comportamiento (ASTM International, 2018), mientras que la American Concrete Institute resalta la importancia de estandarizar los procedimientos constructivos para mejorar la calidad en obra (ACI, 2013).

Desde el ámbito académico, esta investigación contribuye al fortalecimiento del conocimiento aplicado en ingeniería civil, integrando fundamentos teóricos con situaciones reales de obra. En este sentido, el análisis del comportamiento del cemento tipo S en morteros de pega permite generar criterios técnicos que aportan a la optimización de su uso. De acuerdo con la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, el cumplimiento de lineamientos técnicos en mampostería es clave para asegurar el

adecuado desempeño de las edificaciones (AIS, 2010), lo cual refuerza la importancia de estudios orientados a mejorar los procesos constructivos.

En el ámbito social, los principales beneficiarios de esta investigación son los actores involucrados en la ejecución de obras, como maestros de obra, oficiales y contratistas, quienes podrán aplicar estrategias que mejoren la calidad y consistencia en la preparación de morteros. Asimismo, el fortalecimiento de las prácticas constructivas contribuye a mejorar las condiciones de ejecución en obra y a reducir errores asociados a la falta de estandarización. En este contexto, el Servicio Nacional de Aprendizaje destaca la importancia de promover competencias técnicas en el sector construcción como un factor clave para elevar la calidad de los proyectos (SENA, 2020).

Finalmente, esta investigación tiene un valor propositivo, ya que no solo analiza una problemática existente, sino que plantea estrategias técnicas orientadas al uso adecuado del cemento tipo S para mejorar la eficiencia constructiva en mampostería. Estos aportes pueden ser aplicados en el contexto local y replicados en otros entornos similares, contribuyendo al fortalecimiento de las prácticas técnicas en el sector de la construcción.

.

2 Marco de Referencia

2.1 Marco de Antecedentes

La revisión de antecedentes se desarrolló mediante la consulta de artículos científicos, documentos técnicos e investigaciones relacionadas con eficiencia constructiva en mampostería, propiedades del mortero y uso del cemento mampostero tipo S en procesos constructivos. Para ello, se empleó la siguiente ecuación de búsqueda:

("masonry mortar" OR "type S cement" OR "masonry efficiency" OR "construction productivity" OR "mortar properties") AND ("construction" OR "masonry projects")

Las palabras clave utilizadas fueron: mampostería, mortero, cemento tipo S, eficiencia constructiva, productividad, trabajabilidad, control de calidad y estandarización de procesos constructivos.

La búsqueda documental se realizó en bases de datos académicas y técnicas como ScienceDirect, Scopus, Google Scholar, ASTM International, ACI Library y repositorios universitarios. El rango temporal considerado comprendió investigaciones publicadas entre los años 2015 y 2024, con el propósito de garantizar la actualidad y pertinencia de la información recopilada para el desarrollo de la investigación.

Un estudio desarrollado por el National Institute of Standards and Technology analizó el comportamiento de morteros de mampostería bajo diferentes condiciones de dosificación y contenido de agua, evaluando su impacto en propiedades como adherencia, cohesión y trabajabilidad (NIST, 2016). La investigación empleó ensayos de laboratorio y observaciones en campo para identificar la relación entre la variabilidad en la mezcla y el desempeño del sistema constructivo. Los resultados evidenciaron que la falta de control en la dosificación genera inconsistencias significativas en la calidad del mortero,

afectando directamente la eficiencia en la colocación de unidades de mampostería. Asimismo, el estudio concluyó que la implementación de procedimientos estandarizados permite reducir errores en la preparación de mezclas y mejorar el rendimiento en obra. Este antecedente aporta a la presente investigación al evidenciar la importancia del control técnico en los procesos constructivos asociados a la mampostería.

En 2017, investigaciones publicadas en la revista *Construction and Building Materials* evaluaron el uso de cementos de mampostería tipo S en comparación con morteros tradicionales elaborados manualmente en obra (Construction and Building Materials, 2017). El estudio se centró en analizar propiedades como retención de agua, cohesión, facilidad de aplicación y uniformidad de mezcla mediante pruebas experimentales realizadas en condiciones controladas. Los resultados demostraron que los morteros elaborados con cemento tipo S presentan mayor estabilidad en sus propiedades y una reducción considerable en la variabilidad de las mezclas, mejorando las condiciones de aplicación en obra. Además, se identificó una mejora en la trabajabilidad del mortero, facilitando la ejecución de actividades de mampostería y reduciendo inconsistencias asociadas a procesos empíricos.

Posteriormente, el American Concrete Institute desarrolló una investigación orientada al análisis de la influencia de las propiedades del mortero en el desempeño de sistemas de mampostería estructural (ACI Committee 530, 2018). A través de ensayos experimentales y revisión de normativa técnica, se evaluaron variables relacionadas con resistencia a compresión, adherencia y durabilidad del mortero. Los resultados indicaron que una adecuada selección y control de los materiales empleados en la mezcla es fundamental para garantizar el comportamiento estructural de la mampostería y la calidad constructiva de los elementos ejecutados. Asimismo, el estudio identificó que una de las principales causas de fallas en mampostería corresponde a la ausencia de procedimientos estandarizados durante la preparación y aplicación del mortero en obra.

En 2019, Silva et al. desarrollaron una investigación enfocada en el análisis de la trabajabilidad y rendimiento de morteros utilizados en actividades de mampostería, evaluando la influencia de materiales especializados sobre la eficiencia constructiva (Silva et al., 2019). El estudio incluyó pruebas comparativas entre mezclas tradicionales y morteros con cementos especializados, identificando mejoras significativas en la facilidad de aplicación y homogeneidad de las mezclas. Los autores concluyeron que la utilización de materiales con propiedades controladas permite optimizar tiempos de ejecución y mejorar la calidad de los acabados finales en proyectos constructivos.

Según un estudio publicado por RILEM, se evaluó el desempeño de morteros modificados en condiciones reales de obra, enfocándose en su impacto sobre la productividad y calidad en actividades de mampostería (RILEM, 2020). La investigación incluyó análisis comparativos entre morteros tradicionales y morteros con adiciones controladas, evidenciando que estos últimos presentan mejores propiedades de cohesión, manejabilidad y facilidad de aplicación. Además, se observó una disminución en tiempos de ejecución debido a la mejora en la trabajabilidad del material. Este antecedente resulta relevante para la presente investigación, ya que demuestra cómo la optimización de los materiales puede contribuir directamente al mejoramiento de la eficiencia constructiva.

En 2021, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) desarrolló un análisis sobre prácticas constructivas en mampostería y preparación de morteros en proyectos de vivienda en Colombia (SENA, 2021). El estudio evidenció que gran parte de las actividades relacionadas con dosificación y preparación de mezclas continúan realizándose bajo criterios empíricos, sin controles técnicos definidos. Entre las problemáticas identificadas se encuentran el uso inadecuado de agua, la falta de uniformidad en las mezclas y la ausencia de procesos estandarizados. Los resultados permitieron establecer la necesidad de fortalecer la capacitación técnica y promover lineamientos orientados al mejoramiento de la calidad constructiva.

Finalmente, un estudio desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia analizó las prácticas constructivas en mampostería en proyectos de vivienda de interés social, identificando problemáticas asociadas a la preparación y aplicación de morteros en obra (Universidad Nacional de Colombia, 2022). A través de observaciones en campo y encuestas dirigidas a trabajadores del sector construcción, se evidenció que la mayoría de las mezclas se realizan sin criterios técnicos definidos, generando variabilidad en la calidad del mortero y dificultades durante su aplicación. El estudio concluyó que es necesario implementar estrategias de capacitación, control de calidad y estandarización de procesos constructivos para mejorar el desempeño técnico y la eficiencia en proyectos de mampostería. Este antecedente contextualiza la problemática en el ámbito colombiano y respalda el enfoque de la presente investigación.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Mampostería

La mampostería es uno de los sistemas constructivos más utilizados en edificaciones de vivienda y estructuras de baja y mediana altura debido a su facilidad de ejecución, disponibilidad de materiales y comportamiento estructural. Este sistema está conformado por unidades de mampostería unidas mediante mortero, permitiendo transmitir cargas y garantizar estabilidad en las edificaciones (AIS, 2010).

De acuerdo con la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, la calidad de los elementos de mampostería depende tanto de las propiedades de los materiales como de las prácticas constructivas empleadas durante su ejecución. En este sentido, una adecuada preparación del mortero y control de aplicación resultan fundamentales para garantizar el correcto desempeño del sistema constructivo.

La presente investigación se relaciona con este concepto debido a que busca optimizar procesos asociados a la ejecución de actividades de mampostería mediante estrategias orientadas al uso adecuado del cemento mampostero tipo S.

2.2.2 Morteros de pega

El mortero de pega es un material compuesto generalmente por cemento, agua y agregados finos, utilizado para unir unidades de mampostería y distribuir cargas dentro del sistema constructivo. Sus propiedades influyen directamente en el comportamiento mecánico, adherencia y durabilidad de la mampostería (Neville, 2012).

Entre las propiedades más importantes del mortero se encuentran la trabajabilidad, retención de agua, cohesión y resistencia a compresión. Según Kosmatka y Wilson (2016), un mortero con propiedades controladas facilita la aplicación en obra y mejora la calidad final de los elementos construidos.

En muchos proyectos constructivos, la preparación de morteros continúa realizándose de forma empírica, generando variabilidad en las mezclas y afectaciones en la eficiencia constructiva. Por esta razón, el análisis de los morteros constituye un eje central dentro de la presente investigación.

2.2.3 Cemento mampostero tipo S

El cemento mampostero tipo S es un material hidráulico diseñado específicamente para la elaboración de morteros utilizados en actividades de mampostería y pañete. Este tipo de cemento se caracteriza por presentar propiedades que favorecen la trabajabilidad, retención de agua y adherencia de las mezclas (ASTM International, 2018).

A diferencia de los cementos tradicionales de uso general, el cemento tipo S está formulado para optimizar el desempeño de los morteros en obra, reduciendo la variabilidad asociada a dosificaciones manuales y mejorando la uniformidad de las mezclas. Según estudios técnicos desarrollados por ASTM International, el uso de cementos especializados permite mejorar la consistencia y facilidad de aplicación del mortero.

La relevancia de este concepto dentro de la investigación radica en que el estudio busca proponer estrategias técnicas orientadas al uso adecuado de este material como herramienta para mejorar la eficiencia en proyectos de mampostería.

2.2.4 Eficiencia constructiva

La eficiencia constructiva puede definirse como la capacidad de ejecutar procesos constructivos optimizando recursos, tiempos y calidad durante el desarrollo de una obra. Este concepto involucra factores relacionados con productividad, control técnico, rendimiento de materiales y desempeño de la mano de obra (Ofori, 2015).

En actividades de mampostería, la eficiencia constructiva depende en gran medida de la correcta dosificación de materiales, el uso adecuado de herramientas y la implementación de procedimientos estandarizados. Diversos estudios han evidenciado que la falta de control técnico durante la preparación del mortero genera pérdidas de material, disminución en la calidad y retrasos en la ejecución de actividades.

Por ello, la presente investigación aborda la eficiencia constructiva como uno de los principales ejes temáticos, orientando el análisis hacia la optimización de procesos mediante el uso adecuado del cemento mampostero tipo S.

2.2.5 Control de calidad en obra

El control de calidad en construcción corresponde al conjunto de actividades orientadas a verificar que los materiales, procedimientos y procesos constructivos cumplan con los requisitos técnicos establecidos en normas y especificaciones (ACI Committee 530, 2013).

En proyectos de mampostería, el control de calidad incluye aspectos relacionados con dosificación de mezclas, control de agua, aplicación del mortero y verificación de propiedades técnicas. La ausencia de controles adecuados puede generar inconsistencias en la calidad del mortero y afectar el desempeño del sistema constructivo.

La implementación de estrategias de control de calidad resulta relevante para la presente investigación, debido a que permite reducir variabilidad en los procesos y mejorar el desempeño técnico durante la ejecución de actividades de mampostería.

2.2.6 Estandarización de procesos constructivos

La estandarización de procesos constructivos consiste en la definición de procedimientos técnicos orientados a garantizar uniformidad y control durante la ejecución de actividades en obra. Este concepto busca reducir errores asociados a prácticas empíricas y mejorar la calidad de los procesos constructivos (Torres et al., 2022).

En actividades de mampostería, la falta de estandarización en la preparación del mortero y aplicación de materiales constituye una de las principales problemáticas identificadas en proyectos constructivos. Por esta razón, diferentes investigaciones recomiendan implementar lineamientos técnicos y protocolos de ejecución que permitan mejorar la eficiencia y calidad en obra.

Este concepto se articula directamente con la investigación, ya que la propuesta planteada se enfoca en formular lineamientos orientados a optimizar procesos constructivos mediante prácticas técnicas controladas.

2.2.7 Gestión de proyectos en construcción

La gestión de proyectos en construcción comprende la planificación, organización, control y seguimiento de actividades orientadas al cumplimiento de objetivos relacionados con tiempo, costo, calidad y alcance del proyecto (PMI, 2021).

Dentro de los proyectos constructivos, la eficiencia de los procesos influye directamente en el cumplimiento de metas y en la calidad final de las obras. Por ello, la implementación de estrategias técnicas y controles adecuados permite mejorar el desempeño operativo y optimizar recursos durante la ejecución.

La presente investigación se relaciona con la gestión de proyectos debido a que propone lineamientos técnicos aplicables a procesos de mampostería, contribuyendo al fortalecimiento de prácticas constructivas orientadas a mejorar la eficiencia y control en obra.

2.3 Marco Normativo

El desarrollo de actividades relacionadas con la mampostería y la preparación de morteros en Colombia se encuentra regulado por un conjunto de normas técnicas que establecen los requisitos mínimos para garantizar la calidad, seguridad y desempeño de los sistemas constructivos.

En primer lugar, la NSR-10, expedida por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, establece los lineamientos para el diseño y construcción de edificaciones en el país (AIS, 2010). En su Título D, esta norma regula los aspectos relacionados con la mampostería estructural, definiendo

requisitos para los materiales, morteros y procedimientos constructivos. La NSR-10 resalta la importancia de garantizar la calidad del mortero y su adecuada aplicación como factores determinantes en el comportamiento de los sistemas de mampostería.

Por otra parte, las normas técnicas colombianas (NTC) establecen criterios específicos para los materiales utilizados en la elaboración de morteros (ICONTEC, 2015). Estas normas definen requisitos relacionados con la resistencia, consistencia, retención de agua y adherencia, los cuales deben ser cumplidos para asegurar un adecuado desempeño en obra.

A nivel internacional, la ASTM International ha desarrollado normas ampliamente utilizadas para la evaluación de morteros de mampostería, tales como la ASTM C270, que establece especificaciones para morteros, y la ASTM C780, que define métodos de ensayo en obra (ASTM International, 2018). Estas normas permiten evaluar propiedades fundamentales del mortero y establecer criterios de control de calidad.

Asimismo, el American Concrete Institute proporciona lineamientos técnicos relacionados con el uso de materiales cementantes y la ejecución de procesos constructivos, destacando la importancia del control en la dosificación y aplicación del mortero (ACI, 2013).

En conjunto, este marco normativo proporciona las bases técnicas necesarias para garantizar la calidad en la mampostería y orienta la implementación de buenas prácticas constructivas, las cuales son fundamentales para mejorar la eficiencia en los proyectos de construcción.

3 Metodología

3.1 Enfoque de la Investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, dado que integra elementos cualitativos y cuantitativos con el fin de analizar de manera integral la problemática asociada a la eficiencia constructiva en proyectos de mampostería. Este tipo de enfoque permite combinar la recolección y el análisis de datos numéricos con la comprensión de contextos y prácticas, logrando una visión más completa del fenómeno de estudio (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2014).

Desde el enfoque cualitativo, se busca comprender las prácticas constructivas actuales mediante la observación directa en obra y la identificación de falencias en la preparación y aplicación de morteros de pega. Este componente permite analizar comportamientos, técnicas empleadas por la mano de obra y condiciones reales de ejecución, proporcionando una visión contextualizada del problema. Según Creswell (2014), el enfoque cualitativo es fundamental para interpretar fenómenos en su entorno natural, entendiendo las dinámicas y significados asociados a las prácticas observadas.

Por su parte, el enfoque cuantitativo se orienta a la evaluación de variables técnicas relacionadas con el comportamiento del mortero, tales como trabajabilidad, consistencia, rendimiento y condiciones de aplicación. Estas variables se analizan a partir de registros sistemáticos obtenidos mediante instrumentos de observación y matrices de recolección de datos, lo que permite establecer comparaciones y apoyar el análisis técnico de la investigación. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), el enfoque cuantitativo se caracteriza por la medición de variables y el análisis estadístico para establecer patrones y relaciones entre los datos.

Para el desarrollo del estudio se emplean instrumentos como la observación en obra, matrices de registro de variables técnicas y revisión documental de fuentes académicas y normativas. A través de

estos instrumentos, se busca identificar problemáticas, analizar prácticas existentes y fundamentar la propuesta de estrategias técnicas orientadas al uso adecuado del cemento tipo S. La combinación de diferentes instrumentos fortalece la validez del estudio, al permitir la triangulación de la información (Denzin, 2012).

En este sentido, el enfoque mixto permite no solo describir la problemática desde el contexto real de la construcción, sino también analizarla desde una perspectiva técnica, con el objetivo de diseñar una propuesta que contribuya a mejorar la eficiencia constructiva en proyectos de mampostería. Tal como lo plantean Creswell y Plano Clark (2011), los métodos mixtos permiten integrar diferentes tipos de datos para generar resultados más robustos y aplicables en contextos reales.

3.1.1 Alcance

La presente investigación posee un alcance descriptivo y propositivo, debido a que busca analizar las problemáticas asociadas a la ejecución de actividades de mampostería y, a partir de ello, formular lineamientos técnicos orientados a la optimización de la eficiencia constructiva mediante el uso del cemento mampostero tipo S.

Desde el punto de vista temporal, la investigación se desarrolla en el periodo comprendido entre marzo de 2025 y mayo de 2026, tiempo correspondiente al desarrollo de las asignaturas de Investigación I e Investigación II de la Especialización en Gerencia de Proyectos. Durante este periodo se realizaron actividades de revisión documental, observación en obra, análisis de información y formulación de la propuesta técnica.

En cuanto al alcance espacial, el estudio se centra en proyectos de mampostería ejecutados en la ciudad de Neiva, departamento del Huila, considerando prácticas constructivas relacionadas con la preparación y aplicación de morteros de pega en obras de construcción de vivienda y edificaciones de

baja y mediana altura. La selección de esta zona se relaciona con la importancia que tiene la mampostería dentro de los procesos constructivos desarrollados en la región y con la experiencia profesional del investigador en el sector cementero y constructivo.

Desde el alcance temático, la investigación se enfoca en el análisis de variables relacionadas con eficiencia constructiva, control de calidad, trabajabilidad del mortero, estandarización de procesos constructivos y uso del cemento mampostero tipo S en actividades de mampostería. Asimismo, se abordan aspectos asociados a la gestión de proyectos en construcción y la implementación de estrategias técnicas orientadas al mejoramiento de procesos en obra.

La relevancia de la investigación radica en la necesidad de fortalecer prácticas constructivas más eficientes y controladas en proyectos de mampostería, aportando lineamientos técnicos que permitan reducir variabilidad en los procesos, mejorar la calidad de ejecución y optimizar el desempeño constructivo mediante el uso adecuado de materiales especializados.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Definición de la Población

El desarrollo de los instrumentos de esta investigación será aplicado al sector de la construcción en la ciudad de Neiva (Huila), específicamente a los actores involucrados en la ejecución de actividades de mampostería, hay 200 trabajadores entre maestros de obra, oficiales, ayudantes y contratistas, quienes participan directamente en la preparación y aplicación de morteros de pega.

Esta población se caracteriza por desarrollar procesos constructivos en obra donde, en muchos casos, predominan prácticas empíricas en la dosificación y elaboración de morteros, lo cual influye directamente en la eficiencia constructiva. Asimismo, estos actores operan en proyectos de edificación

que utilizan la mampostería como sistema constructivo principal, lo que los convierte en una fuente relevante de información para el análisis de la problemática planteada.

Adicionalmente, se considera dentro del universo de estudio el entorno de obra como espacio de análisis, dado que es allí donde se desarrollan las actividades relacionadas con la preparación, manejo y aplicación del mortero, permitiendo observar de manera directa las condiciones reales de ejecución.

3.2.2 Cálculo y Selección de la Muestra

La muestra de la investigación estará conformada por un grupo de entre 20 trabajadores del sector de la construcción en la ciudad de Neiva, seleccionados de manera intencional, quienes participan activamente en actividades de mampostería.

Para la selección de la muestra, se establecieron criterios específicos que garantizan la pertinencia de los participantes en relación con el objeto de estudio. En primer lugar, se incluirán trabajadores con experiencia en la ejecución de mampostería, especialmente aquellos que intervienen en la preparación y aplicación de morteros de pega. Asimismo, se priorizarán personas que se encuentren vinculadas a obras en ejecución, lo que permite obtener información actual y contextualizada.

Por otra parte, se excluirán aquellas personas que no tengan experiencia en actividades de mampostería o que no participen directamente en la preparación de morteros, así como personal administrativo o ajeno a los procesos constructivos. De igual forma, se excluirán trabajadores que no deseen participar en el desarrollo de la investigación, con el fin de garantizar la calidad y confiabilidad de la información recolectada.

La selección de los participantes se realizará mediante contacto directo en obras de construcción, con el propósito de asegurar la relevancia de la información y el compromiso de los participantes en el proceso investigativo.

3.3 Instrumento(s)

Para el desarrollo de la investigación se emplearon diferentes instrumentos de recolección de información, orientados a identificar problemáticas asociadas a la ejecución de actividades de mampostería y al uso del cemento mampostero tipo S. Los instrumentos utilizados fueron la matriz de observación en obra, la matriz de revisión documental y una encuesta aplicada a trabajadores y personal relacionado con actividades constructivas. Estos instrumentos permitieron recopilar información tanto cualitativa como cuantitativa para el análisis de la investigación.

3.4 Descripción de Procedimientos

La presente investigación se desarrolló mediante una serie de procedimientos organizados de manera secuencial, orientados a la recolección, organización y análisis de información relacionada con la eficiencia constructiva en actividades de mampostería y el uso del cemento mampostero tipo S.

Inicialmente, se realizó la identificación de la problemática mediante observación directa en proyectos de construcción ubicados en la ciudad de Neiva, Huila. Durante esta etapa se efectuaron visitas a obra con el fin de analizar las actividades relacionadas con la preparación y aplicación de morteros de pega. La observación se enfocó en aspectos como la dosificación de materiales, manejo del agua, consistencia de la mezcla, tiempo de uso del mortero y condiciones de aplicación durante la ejecución de actividades de mampostería.

La información obtenida en campo fue registrada mediante la matriz de observación diseñada para la investigación. Cada observación fue consignada de manera individual, permitiendo registrar variables técnicas y prácticas constructivas identificadas durante el proceso. Posteriormente, la información fue organizada en tablas de registro para facilitar su análisis e interpretación.

De manera complementaria, se aplicó una encuesta a trabajadores y personal relacionado con actividades de mampostería, con el propósito de identificar conocimientos, prácticas y problemáticas asociadas al uso del mortero y del cemento tipo S. La aplicación del instrumento se realizó de manera presencial, registrando las respuestas suministradas por los participantes en la matriz correspondiente. Posteriormente, las respuestas fueron clasificadas y organizadas para identificar tendencias y comportamientos recurrentes.

Asimismo, se desarrolló una revisión documental de literatura académica, artículos científicos, normas técnicas y documentos especializados relacionados con mampostería, morteros y eficiencia constructiva. Para la búsqueda de información se utilizaron bases de datos académicas como Google Scholar, Scopus, ScienceDirect, SciELO y Redalyc. La búsqueda se realizó mediante palabras clave como “mampostería”, “mortero de pega”, “cemento tipo S”, “eficiencia constructiva” y “control de calidad en construcción”.

Como criterios de selección, se priorizaron documentos publicados entre 2015 y 2025, provenientes de fuentes académicas y técnicas reconocidas, que presentaran relación directa con el objeto de estudio. Posteriormente, se realizó la revisión del contenido de cada documento, identificando aportes relevantes, metodologías utilizadas y conclusiones asociadas a la investigación. La información obtenida fue consignada en la matriz de revisión documental diseñada para el estudio.

Una vez finalizada la etapa de recolección de información, los datos obtenidos mediante observación, encuestas y revisión documental fueron organizados y sistematizados utilizando

herramientas digitales como Microsoft Excel. Esta etapa permitió clasificar la información, identificar patrones y realizar comparaciones entre las diferentes variables analizadas.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos, se procedió al análisis integral de la información con el propósito de formular una propuesta de lineamientos técnicos orientados a optimizar la eficiencia constructiva en proyectos de mampostería mediante el uso adecuado del cemento mampostero tipo S. La propuesta fue estructurada considerando los hallazgos identificados en campo, la revisión documental y las necesidades observadas en los procesos constructivos analizados.

3.5 Análisis de la información

El análisis de la información en la presente investigación se desarrolló mediante un proceso estructurado que incluyó las etapas de limpieza, organización, codificación, análisis e interpretación de los datos recolectados a través de los diferentes instrumentos aplicados, diferenciando el tratamiento de la información cualitativa y cuantitativa.

Inicialmente, se realizó la limpieza y depuración de los datos obtenidos mediante observación en obra, encuestas y revisión documental. En el caso de las encuestas, se revisaron los formularios diligenciados con el propósito de identificar respuestas incompletas, inconsistentes o repetidas, descartando aquellos registros que no cumplían con criterios mínimos de calidad y coherencia. Para las observaciones en obra, se verificó que cada matriz estuviera completamente diligenciada y que las variables técnicas registradas presentaran coherencia entre sí. Respecto a la revisión documental, se seleccionaron únicamente documentos académicos y técnicos que cumplieran con los criterios de vigencia, pertinencia temática y confiabilidad de la fuente.

Posteriormente, se efectuó la organización y preparación de los datos mediante la creación de bases de información independientes para cada instrumento aplicado. La información cuantitativa

obtenida mediante observaciones y encuestas fue sistematizada en hojas de cálculo de Microsoft Excel, donde cada fila correspondió a un registro individual y cada columna a una variable específica. Por otra parte, la información cualitativa proveniente de la revisión documental fue organizada en matrices de análisis que incluyeron categorías como autor, año, metodología, aportes relevantes y relación con la investigación.

En relación con la codificación de la información, los datos cuantitativos fueron clasificados mediante categorías de análisis relacionadas con dosificación, control de agua, consistencia del mortero, tiempo de uso y condiciones de aplicación. Esta clasificación permitió agrupar los registros y facilitar el análisis comparativo entre las diferentes observaciones realizadas. Para los datos cualitativos, se efectuó una codificación temática orientada a identificar problemáticas recurrentes, estrategias implementadas y aportes técnicos encontrados en la literatura revisada.

El análisis de la información cuantitativa se realizó mediante técnicas de estadística descriptiva, utilizando frecuencias absolutas, frecuencias relativas y porcentajes con el fin de identificar tendencias en las prácticas constructivas observadas. Este procedimiento permitió analizar comportamientos relacionados con la preparación y aplicación del mortero, así como el nivel de cumplimiento de criterios técnicos durante la ejecución de actividades de mampostería.

Por otra parte, la información cualitativa obtenida mediante la revisión documental y las observaciones en obra fue analizada mediante un proceso interpretativo basado en la comparación de hallazgos, identificación de patrones y relación entre problemáticas observadas y referentes teóricos consultados. Este análisis permitió establecer relaciones entre las prácticas constructivas identificadas en obra y las estrategias técnicas reportadas en investigaciones previas.

El procesamiento y análisis de los datos se desarrolló utilizando Microsoft Excel como herramienta principal, empleando funciones de organización de datos, tablas dinámicas y generación de

gráficos estadísticos. Asimismo, se utilizaron matrices comparativas para facilitar la interpretación de la información obtenida mediante revisión documental.

Finalmente, los resultados fueron presentados mediante tablas de frecuencia, matrices de análisis, gráficos de barras y gráficos circulares, complementados con descripciones analíticas orientadas a interpretar la información en función de los objetivos de la investigación. Este proceso permitió identificar falencias en las prácticas constructivas relacionadas con el uso del cemento mampostero tipo S y sirvió como base para la formulación de lineamientos técnicos orientados a mejorar la eficiencia constructiva en proyectos de mampostería.

3.6 Consideraciones éticas

La presente investigación se desarrolló bajo principios éticos orientados a garantizar el respeto por los participantes, la confidencialidad de la información y la transparencia en el manejo de los datos recolectados, en concordancia con los lineamientos aplicables a investigaciones académicas en el área de la ingeniería y la gestión de proyectos.

En primer lugar, se aplicó el principio de respeto por las personas, garantizando que la participación de los trabajadores y personal vinculado a las actividades de mampostería fuera completamente voluntaria. Antes de la aplicación de los instrumentos, se explicó el propósito de la investigación, los objetivos del estudio y el uso académico de la información recolectada.

Asimismo, se implementó el consentimiento informado, mediante el cual los participantes autorizaron voluntariamente su participación en las actividades de observación y encuesta. Se aclaró que la información obtenida sería utilizada únicamente con fines académicos y que los participantes podían retirarse del estudio en cualquier momento sin ninguna consecuencia.

En cuanto al manejo de la información, se garantizó la confidencialidad de los datos recolectados, evitando registrar información personal sensible que permitiera identificar a los participantes. Los registros obtenidos mediante observación y encuestas se enfocaron exclusivamente en aspectos técnicos y prácticas constructivas relacionadas con la investigación.

Adicionalmente, la información recopilada fue almacenada en medios digitales con acceso restringido, con el propósito de proteger la integridad y seguridad de los datos. Los resultados obtenidos fueron analizados de manera general, evitando emitir valoraciones individuales sobre el desempeño de los participantes o de las organizaciones observadas.

La investigación también se desarrolló bajo el principio de no maleficencia, garantizando que las actividades realizadas no generaran afectaciones físicas, psicológicas o laborales a los participantes. Debido a que el estudio se fundamentó en observación y análisis técnico, no se realizaron intervenciones que alteraran las condiciones normales de trabajo en obra.

Igualmente, se consideró el principio de beneficencia, orientado a generar aportes técnicos al sector de la construcción mediante la formulación de lineamientos que contribuyan a mejorar la eficiencia constructiva en proyectos de mampostería.

Finalmente, el desarrollo de la investigación se realizó bajo criterios de honestidad académica, garantizando el uso de fuentes confiables y la correcta citación de autores y documentos consultados, de acuerdo con las normas APA y los principios éticos de la investigación científica.

4 Hipótesis

La presente investigación plantea como hipótesis que la implementación de estrategias técnicas orientadas al uso adecuado del cemento mampostero tipo S en la preparación y aplicación de morteros de pega permitirá mejorar la eficiencia constructiva en proyectos de mampostería en la ciudad de Neiva, Huila.

Se considera que la aplicación de lineamientos técnicos relacionados con la dosificación de materiales, control del agua, preparación de mezclas y condiciones de aplicación del mortero contribuirá a reducir la variabilidad en los procesos constructivos, optimizando el rendimiento de la mano de obra y disminuyendo problemáticas asociadas a errores en la ejecución de actividades de mampostería.

Asimismo, se plantea que el uso adecuado del cemento tipo S permitirá aprovechar de manera más eficiente propiedades como la trabajabilidad, adherencia y consistencia del mortero, facilitando las actividades constructivas y mejorando el control técnico durante la ejecución de obra.

En este sentido, la investigación sostiene que las principales problemáticas identificadas en los proyectos de mampostería no dependen únicamente del material utilizado, sino de la ausencia de procesos estandarizados y criterios técnicos claros para su aplicación. Por lo tanto, la formulación de estrategias orientadas al control y optimización de estos procesos puede contribuir significativamente al mejoramiento de la eficiencia constructiva en proyectos de construcción.

4.1.1 Variable independiente

Implementación de estrategias técnicas para el uso adecuado del cemento mampostero tipo S.

4.1.2 Variable dependiente

Eficiencia constructiva en proyectos de mampostería.

4.1.3 Relación entre variables

La investigación plantea que la implementación de estrategias técnicas relacionadas con el uso adecuado del cemento tipo S influye directamente en la eficiencia constructiva de los proyectos de mampostería, debido a que permite mejorar el control de los procesos, optimizar la preparación del mortero y reducir problemáticas asociadas a prácticas empíricas durante la ejecución de obra.

4.1.4 Matriz de observación en obra

La matriz de observación en obra constituye el principal instrumento de recolección de información de campo. Este instrumento fue diseñado con el propósito de registrar variables técnicas asociadas a la preparación y aplicación de morteros de pega durante actividades de mampostería.

La matriz está conformada por campos relacionados con número de observación, trabajador evaluado, dosificación de materiales, cantidad de agua utilizada, consistencia de la mezcla, tiempo de uso del mortero, condiciones de aplicación y cumplimiento de criterios técnicos establecidos. La información consignada permite identificar prácticas constructivas recurrentes y posibles falencias en los procesos de preparación y utilización del mortero.

A través de este instrumento se busca recolectar información relacionada con la variabilidad en las mezclas, el manejo empírico de los materiales y las condiciones de ejecución en obra, permitiendo posteriormente realizar comparaciones y análisis orientados a la formulación de estrategias de mejora.

La estructura de la matriz de observación se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Matriz de observación en obra

Variable	Condición observada

4.1.5 Matriz de revisión documental

La matriz de revisión documental fue diseñada con el objetivo de organizar y analizar información proveniente de artículos científicos, normas técnicas, documentos académicos y literatura especializada relacionada con mampostería, morteros y eficiencia constructiva.

Este instrumento se encuentra estructurado mediante campos como autor, año de publicación, tipo de documento, tema principal, aportes relevantes y relación con la investigación. La matriz permite sistematizar la información obtenida durante la búsqueda bibliográfica y facilitar el análisis de antecedentes y fundamentos teóricos.

Mediante este instrumento se espera identificar metodologías, estrategias técnicas y problemáticas previamente estudiadas por otros autores, con el fin de fortalecer el sustento teórico y técnico de la investigación.

La estructura de la matriz de revisión documental se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2

Matriz de revisión documental

Autor	Año	Aporte principal

4.1.6 Encuesta

La encuesta corresponde a un instrumento orientado a recopilar información relacionada con las prácticas constructivas y percepciones de trabajadores vinculados a actividades de mampostería. Este instrumento permite identificar conocimientos, experiencias y problemáticas asociadas al uso del mortero y del cemento mampostero tipo S en obra.

La encuesta está conformada por preguntas relacionadas con dosificación de materiales, control de agua en la mezcla, desperdicio de material, tiempo de uso del mortero y conocimiento del cemento tipo S. La aplicación de este instrumento busca complementar la información obtenida mediante observación directa, permitiendo contrastar las prácticas observadas con las respuestas suministradas por los participantes.

La información recopilada será utilizada para identificar tendencias y necesidades relacionadas con procesos constructivos en mampostería, apoyando el análisis de la investigación y la formulación de lineamientos técnicos orientados a mejorar la eficiencia constructiva.

La estructura de la encuesta se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3

N°	Pregunta	Tipo de respuesta	Variable analizada
1	¿Realiza una dosificación controlada de los materiales en la preparación del mortero?	Sí / No	Dosificación
2	¿Controla la cantidad de agua utilizada durante la mezcla del mortero?	Sí / No	Control del agua
3	¿Considera que existe desperdicio de material durante la preparación del mortero?	Alto / Bajo	Desperdicio
4	¿Cuánto tiempo utiliza el mortero después de preparado?	<1 h / 1-2 h / >2 h	Tiempo de uso
5	¿Conoce las propiedades y usos del cemento mampostero tipo S?	Sí / No	Conocimiento técnico

Nota

Con el propósito de complementar la información obtenida mediante la observación en obra, se aplicó una encuesta estructurada dirigida a trabajadores vinculados a actividades de mampostería en

proyectos de construcción de la ciudad de Neiva (Huila). Este instrumento permitió identificar prácticas relacionadas con la preparación y aplicación de morteros de pega elaborados con cemento mampostero tipo S, así como el nivel de conocimiento técnico asociado a su uso en obra.

La encuesta estuvo conformada por preguntas cerradas orientadas a evaluar variables relacionadas con la dosificación de materiales, control del agua, desperdicio de material, tiempo de uso del mortero y conocimiento del cemento tipo S. La aplicación del instrumento se realizó de manera presencial durante las visitas de observación en obra, garantizando la participación voluntaria y el uso académico de la información recolectada.

Los resultados obtenidos fueron organizados y tabulados en Microsoft Excel, permitiendo realizar análisis descriptivos mediante frecuencias y porcentajes para identificar tendencias y prácticas recurrentes en los procesos constructivos evaluados.

Nota: La encuesta fue aplicada a trabajadores vinculados a actividades de mampostería con el fin de identificar prácticas constructivas relacionadas con la preparación y aplicación del mortero en obra.

5 Resultados

5.1 Presentación de resultados

La presente investigación permitió analizar las prácticas constructivas asociadas a la preparación y aplicación de morteros de pega elaborados con cemento tipo S en proyectos de mampostería en la ciudad de Neiva (Huila). La información fue recolectada mediante instrumentos como observación en obra, encuesta aplicada a trabajadores y revisión documental de fuentes académicas y normativas.

Los resultados obtenidos permitieron identificar falencias técnicas relacionadas con la dosificación de materiales, el manejo del agua, el tiempo de uso del mortero y la ausencia de procesos estandarizados en obra. Asimismo, se evidenció que estas prácticas afectan directamente la calidad del mortero y la eficiencia constructiva de los proyectos.

5.1.1 Resultados de la matriz de observación en obra

La matriz de observación fue aplicada a 20 trabajadores vinculados a actividades de mampostería. Durante el proceso se registraron variables técnicas relacionadas con la preparación y aplicación del mortero.

Para el análisis se establecieron rangos aproximados de referencia utilizados comúnmente en obra para la preparación del mortero de pega con cemento tipo S. En las observaciones se identificó que las mezclas adecuadas presentaban una dosificación aproximada de 1 bulto de cemento por 4 baldes de arena y entre 6 y 7 litros de agua por mezcla. En contraste, las mezclas inadecuadas presentaban exceso o deficiencia de agua y variaciones significativas en las proporciones de materiales.

Tabla 1. Matriz de observación en obra

Variable	Condición observada
Dosificación adecuada	12 trabajadores
Dosificación inadecuada	8 trabajadores
Manejo adecuado del agua	8 trabajadores
Manejo inadecuado del agua	12 trabajadores
Consistencia plástica	6 trabajadores
Consistencia inadecuada (seca o fluida)	14 trabajadores
Tiempo adecuado de uso (< 1 hora)	9 trabajadores
Tiempo inadecuado (> 1 hora)	11 trabajadores
Aplicación correcta	15 trabajadores
Aplicación deficiente	5 trabajadores

5.1.2 Análisis de resultados

Los resultados evidencian que el principal problema identificado en obra corresponde al manejo inadecuado del agua y la variabilidad en la consistencia del mortero. El 60% de los trabajadores observados presentó dificultades en el control del agua durante la preparación de la mezcla, generando morteros excesivamente fluidos o secos.

Asimismo, el 70% de las mezclas observadas no presentó una consistencia adecuada, afectando directamente la trabajabilidad y adherencia del mortero durante la aplicación. Estas condiciones generan pérdida de material, dificultades en la ejecución y disminución en la calidad del proceso constructivo.

En relación con el tiempo de uso del mortero, el 55% de los trabajadores utilizó mezclas por tiempos superiores a una hora, observándose pérdida de plasticidad y disminución de la adherencia del material. Esta práctica incrementa el riesgo de fisuras y retrabajos en la mampostería.

Por otra parte, aunque el 75% de los trabajadores logró realizar una aplicación aceptable del mortero, se evidenció que muchos procesos se ejecutan mediante experiencia empírica y no bajo criterios técnicos definidos. Esto demuestra la necesidad de implementar estrategias de capacitación y estandarización en obra.

Matriz de Revisión Documental

Autor	Año	Aporte principal
ASTM International	2019	Define propiedades y especificaciones técnicas del mortero
ICONTEC	2020	Establece criterios de calidad para materiales
PMI	2021	Relaciona estandarización con eficiencia
Kerzner	2017	Importancia del control de procesos
Construction and Building Materials	2017	Mejora de trabajabilidad con cemento tipo S
Universidad Nacional de Colombia	2022	Problemas de preparación empírica en obra

5.1.3 Análisis documental

La revisión documental permitió identificar que la mayoría de investigaciones coinciden en que la eficiencia constructiva en mampostería depende directamente del control técnico de los procesos y de la correcta preparación del mortero.

Diversos estudios evidencian que el uso de cemento tipo S mejora la trabajabilidad, adherencia y homogeneidad de las mezclas, siempre y cuando exista control en la dosificación y manejo del agua.

Asimismo, las investigaciones revisadas resaltan que la falta de capacitación y la preparación empírica continúan siendo una de las principales problemáticas en proyectos de construcción en América Latina, afectando la calidad y productividad en obra.

Tabla 3. Resultados de la encuesta aplicada

Variable evaluada	Resultado obtenido
Dosificación técnica	70% no realiza dosificación controlada
Control del agua	80% no controla adecuadamente el agua
Desperdicio de material	Predomina un nivel alto de desperdicio
Tiempo de uso del mortero	Uso superior a 2 horas en la mayoría de casos
Conocimiento del cemento tipo S	Conocimiento parcial del material

5.1.4 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos evidencian que la mayoría de los trabajadores realizan la preparación del mortero bajo prácticas empíricas y sin criterios técnicos estandarizados. Se identificó que el 70% de los participantes no utiliza medidas exactas para la dosificación de materiales, mientras que el 80% manifestó no controlar adecuadamente la cantidad de agua empleada en la mezcla.

Asimismo, se observó un alto nivel de desperdicio de material asociado a errores en la preparación, dosificación inadecuada y reutilización del mortero después de tiempos prolongados de uso. Esta situación afecta directamente la calidad de la mezcla y la eficiencia en los procesos constructivos.

En relación con el conocimiento del cemento mampostero tipo S, los resultados muestran que gran parte de los trabajadores posee únicamente un conocimiento parcial sobre sus propiedades y beneficios técnicos, limitando su correcta aplicación en obra y el aprovechamiento de sus características de trabajabilidad y adherencia.

En general, los hallazgos evidencian la necesidad de implementar estrategias de capacitación, control técnico y estandarización de procesos que permitan mejorar la eficiencia constructiva en proyectos de mampostería.

5.2 Análisis general de resultados

de manera general, los resultados permiten concluir que las principales falencias en los proyectos de mampostería se concentran en las etapas de preparación del mortero. Las variables con menor cumplimiento fueron la consistencia de la mezcla (30%) y el manejo del agua (40%).

Estos resultados evidencian que la eficiencia constructiva no depende únicamente del material utilizado, sino del nivel de control técnico aplicado durante su preparación y uso en obra.

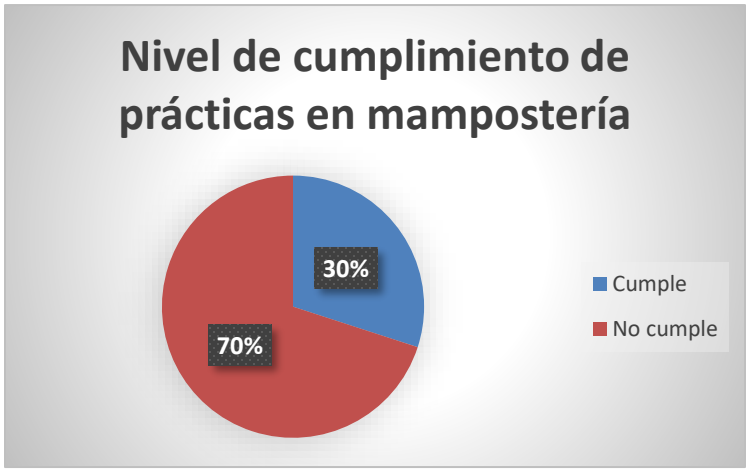
La investigación también permitió identificar que la ausencia de procesos estandarizados genera variabilidad en la calidad del mortero, incremento en desperdicios y disminución del rendimiento de la mano de obra.

De manera general, los resultados permiten concluir que las principales falencias en los proyectos de mampostería se concentran en las etapas de preparación del mortero. Las variables con menor cumplimiento fueron la consistencia de la mezcla (30%) y el manejo del agua (40%).

Estos resultados evidencian que la eficiencia constructiva no depende únicamente del material utilizado, sino del nivel de control técnico aplicado durante su preparación y uso en obra.

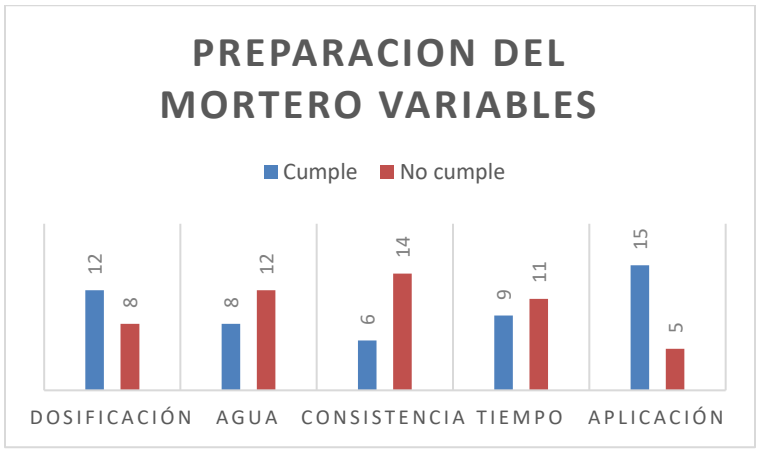
La investigación también permitió identificar que la ausencia de procesos estandarizados genera variabilidad en la calidad del mortero, incremento en desperdicios y disminución del rendimiento de la mano de obra.

Figura 1 Grafica circular cumplimiento General



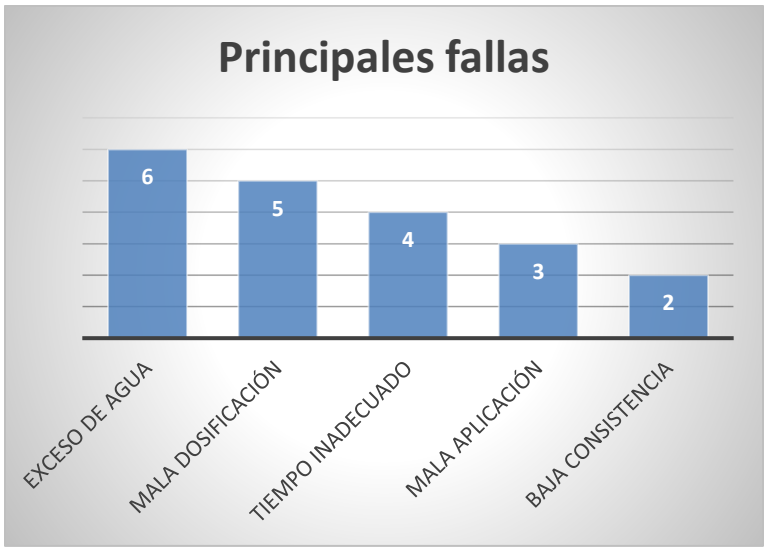
Nota: Esta gráfica permite identificar el porcentaje de cumplimiento de las prácticas técnicas evaluadas, evidenciando que existe una proporción significativa de incumplimiento en los procesos constructivos.

Figura 2 Grafica de barras por variable



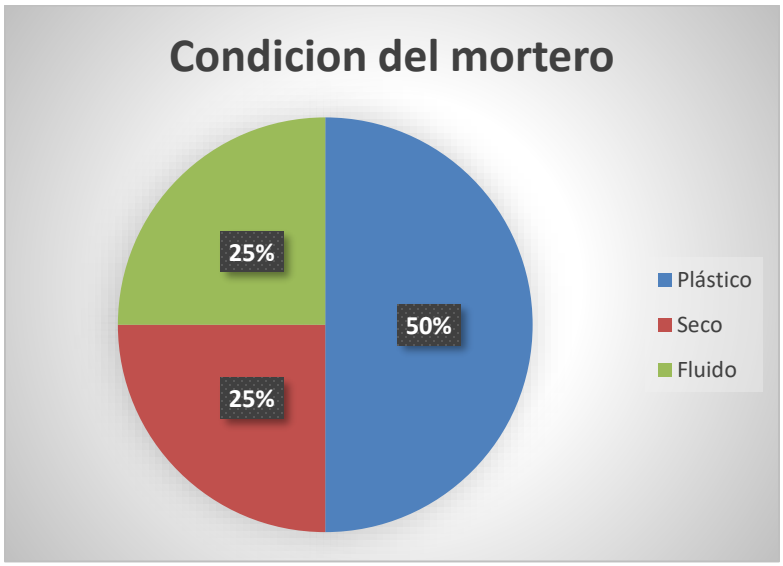
Nota: La gráfica muestra el comportamiento de cada variable evaluada, permitiendo identificar en cuáles se presentan mayores fallas dentro del proceso constructivo.

Figura 3 Grafica por barras principales fallas



Nota: Se identifican las fallas más recurrentes en obra, destacándose el manejo inadecuado del agua como uno de los principales factores que afectan la calidad del mortero.

Figura 4 Grafica circular condición del mortero



Nota: La gráfica muestra la distribución de la consistencia del mortero en las actividades evaluadas, evidenciando que una parte de las mezclas presenta condiciones adecuadas (plásticas), mientras que un porcentaje significativo corresponde a estados inadecuados como mezclas secas o

excesivamente fluidas. Esta variabilidad refleja la falta de control técnico en la preparación del mortero, especialmente en la dosificación de materiales y el manejo del agua, lo cual incide directamente en la trabajabilidad, adherencia y calidad del proceso de mampostería, afectando la eficiencia constructiva en obra.

5.3 Propuesta al sector

Propuesta de estrategias técnicas para mejorar la eficiencia constructiva en mampostería mediante el uso del cemento tipo S

Con base en los resultados obtenidos, se diseñó una propuesta orientada a mejorar la eficiencia constructiva en proyectos de mampostería mediante estrategias técnicas aplicables en obra.

Las estrategias propuestas buscan reducir prácticas empíricas, mejorar el control de los procesos y optimizar el uso del cemento tipo S.

5.4 Estrategias técnicas para el uso adecuado del cemento tipo S en morteros de pega

Con base en los resultados obtenidos en la investigación, se diseñó una propuesta de estrategias técnicas orientadas a mejorar la eficiencia constructiva en proyectos de mampostería en la ciudad de Neiva (Huila), mediante el uso adecuado del cemento tipo S en morteros de pega. Esta propuesta se fundamenta en la identificación de falencias en los procesos actuales, tales como la dosificación empírica, el inadecuado control del agua, la falta de capacitación del personal y la ausencia de estandarización en obra.

La propuesta se estructura en las siguientes estrategias:

5.4.1 Estrategia 1: Estandarización de la dosificación del mortero

Se propone establecer proporciones definidas para la preparación del mortero, utilizando herramientas de medición como baldes o recipientes calibrados en obra, con el fin de garantizar uniformidad en la mezcla.

Acciones:

- Definir dosificaciones recomendadas (ejemplo: 1:4 cemento-arena).

Esta acción consiste en establecer una relación técnica entre los materiales que permita obtener un mortero con propiedades adecuadas de resistencia, adherencia y trabajabilidad. La definición de estas proporciones evita la improvisación en obra y asegura resultados consistentes en la mezcla

- Implementar el uso de recipientes de medición.

El uso de baldes o recipientes calibrados permite controlar con precisión las cantidades de cemento y arena utilizadas en cada mezcla, reduciendo errores humanos y mejorando la repetibilidad del proceso constructivo.

Ilustración 1 *Proceso constructivo*



Ilustración 2 *Toma de muestra*



- Supervisar el cumplimiento en obra.

La verificación constante por parte del maestro de obra o residente garantiza que las proporciones establecidas se respeten, evitando desviaciones que puedan afectar la calidad del mortero.

Impacto esperado:

- Mejora en la calidad del mortero.

Al mantener una dosificación uniforme, el mortero presenta mejores propiedades mecánicas y mayor estabilidad en su comportamiento durante la aplicación.

Ilustración 3 *Proceso constructivo*



- Reducción de variabilidad en la mezcla.

Se disminuyen las diferencias entre mezclas realizadas en distintos momentos, lo que contribuye a una ejecución más homogénea de la mampostería

5.4.2 Estrategia 2: Control técnico del agua de mezclado

Se plantea regular la cantidad de agua utilizada en la mezcla para evitar alteraciones en las propiedades del mortero.

Acciones:

- Establecer rangos adecuados de agua.

Consiste en definir la cantidad óptima de agua que debe utilizarse en la mezcla, permitiendo obtener una consistencia adecuada sin afectar negativamente las propiedades del mortero.

Ilustración 4 *Muestra de mortero*



- Evitar la adición excesiva durante la jornada.

Se busca eliminar la práctica común de agregar agua adicional al mortero para mejorar su manejabilidad, ya que esto debilita la mezcla y reduce su desempeño estructural.

Ilustración 5 *Muestra 2*



- Control por parte del maestro de obra o residente.

El seguimiento por parte del personal técnico permite garantizar que la cantidad de agua utilizada se mantenga dentro de los rangos establecidos, asegurando la calidad del material.

Impacto esperado:

- Mayor resistencia y adherencia.

Un control adecuado del agua permite que el mortero desarrolle mejores propiedades mecánicas, favoreciendo la unión entre los elementos de mampostería

- Mejor trabajabilidad del mortero.

Se logra una mezcla más manejable y fácil de aplicar, lo que mejora la eficiencia del proceso constructivo.

5.4.3 Estrategia 3: Capacitación del personal de obra

Se propone capacitar a maestros de obra y ayudantes en el uso adecuado del cemento tipo S y buenas prácticas constructivas.

Acciones:

- Realizar charlas técnicas en obra.

Estas actividades permiten transferir conocimiento de manera directa al personal, abordando temas clave como la preparación del mortero y errores comunes en su aplicación.

Ilustración 6 *Discusión de resultados*



- Capacitación sobre preparación y uso del mortero.

Se busca enseñar de manera práctica cómo realizar correctamente la mezcla, desde la dosificación hasta su aplicación en obra.

- Sensibilización sobre errores comunes.

Consiste en identificar prácticas inadecuadas frecuentes y explicar sus consecuencias, generando conciencia en el personal sobre la importancia de mejorar los procesos.

Impacto esperado:

- Disminución de prácticas empíricas.

El personal reduce la improvisación en obra al contar con criterios técnicos claros para la ejecución de sus actividades.

- Mejora en la ejecución de la mampostería.

Se logra una mayor calidad en la construcción de muros, reduciendo errores y retrabajos.

5.4.4 Estrategia 4: Control del tiempo de uso del mortero

Se recomienda evitar el uso de morteros con tiempos prolongados después de su preparación.

Acciones:

- Preparar cantidades controladas.

Consiste en producir únicamente el mortero necesario para un periodo corto de trabajo, evitando desperdicios y el deterioro de la mezcla.

- No reutilizar morteros endurecidos.

Se elimina la práctica de reutilizar morteros que han iniciado su fraguado, ya que esto afecta la adherencia y calidad del material.

- Establecer tiempos máximos de uso.

Se definen límites de tiempo para la utilización del mortero (por ejemplo, entre 1 y 2 horas), garantizando su correcto desempeño.

Impacto esperado:

- Mejora en la adherencia.

El uso de mortero fresco permite una mejor unión entre los elementos de mampostería.

- Reducción de fallas en la mampostería.

Se disminuyen problemas como desprendimientos o fisuras causadas por el uso de material en mal estado

5.4.5 Estrategia 5: Implementación de listas de chequeo en obra

Se propone el uso de herramientas de control para verificar el cumplimiento de las buenas prácticas.

Acciones:

- Diseñar formatos de inspección.

Consiste en elaborar listas estructuradas que incluyan aspectos clave como dosificación, agua, consistencia y tiempo de uso del mortero, facilitando la supervisión en obra.

- Supervisión periódica en obra.

Se realizan revisiones constantes utilizando las listas de chequeo para asegurar el cumplimiento de los lineamientos establecidos.

- Registro de cumplimiento.

Se documentan los resultados de las inspecciones, permitiendo hacer seguimiento y detectar oportunidades de mejora en el proceso constructivo.

Ilustración 7 *Aplicación del producto*



Impacto esperado:

- Mayor control del proceso.

Las listas de chequeo permiten un seguimiento sistemático de las actividades, reduciendo errores en obra

- Estandarización de actividades.

Se promueve la ejecución uniforme de los procesos constructivos, mejorando la eficiencia y calidad del proyecto.

6 Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que las principales falencias en la ejecución de mampostería están asociadas al manejo inadecuado del agua, la falta de control en la dosificación y la ausencia de procesos estandarizados. En la investigación se identificó que el 60% de los trabajadores presentó problemas relacionados con el control del agua y el 70% inconsistencias en la preparación del mortero.

Estos resultados coinciden con lo planteado por Construction and Building Materials (2017), donde se establece que la variabilidad en las mezclas elaboradas empíricamente afecta directamente la trabajabilidad y calidad del mortero.

Asimismo, los hallazgos concuerdan con lo expuesto por Koskela (2000), quien afirma que la eficiencia constructiva depende de la reducción de desperdicios y la estandarización de procesos. En esta investigación se evidenció un alto nivel de desperdicio asociado al uso prolongado del mortero y a errores en la preparación de la mezcla.

En relación con la literatura revisada, los resultados también respaldan lo planteado por ASTM International (2019), donde se indica que las propiedades del mortero dependen directamente del control técnico aplicado durante su preparación.

Por otra parte, el estudio permitió identificar que el problema principal no radica en las propiedades del cemento tipo S, sino en la falta de conocimiento técnico sobre su correcta utilización. Este resultado coincide con investigaciones desarrolladas por la Universidad Nacional de Colombia (2022), donde se concluye que gran parte de las prácticas constructivas en mampostería continúan realizándose bajo criterios empíricos.

En este sentido, la propuesta planteada en la investigación representa una alternativa viable para mejorar la eficiencia constructiva mediante la implementación de lineamientos técnicos, capacitación y control de procesos.

7 Conclusión

La presente investigación permitió analizar las principales problemáticas asociadas a la preparación y aplicación de morteros de pega con cemento tipo S en proyectos de mampostería en la ciudad de Neiva (Huila). A través de la observación en obra, la revisión documental y el análisis de prácticas constructivas, se identificó que gran parte de las actividades relacionadas con la mampostería continúan desarrollándose bajo criterios empíricos, sin una adecuada estandarización técnica.

En relación con el primer objetivo específico, se logró identificar las principales falencias presentes en los procesos constructivos, evidenciándose problemas en variables como la dosificación de materiales, el control del agua, la consistencia de la mezcla y el tiempo de uso del mortero. Los resultados obtenidos mostraron que únicamente el 40% de los trabajadores evaluados realizaban un adecuado control del agua y solo el 30% mantenían una consistencia apropiada en la mezcla, lo cual demuestra la existencia de deficiencias técnicas que afectan directamente la calidad y eficiencia en obra.

Respecto al análisis de las propiedades y condiciones de aplicación del cemento tipo S, se concluyó que este material presenta ventajas técnicas importantes relacionadas con la trabajabilidad, adherencia y uniformidad del mortero. Sin embargo, se evidenció que dichos beneficios no son aprovechados adecuadamente debido a la falta de capacitación y control en los procesos constructivos. Esto confirma que la problemática no radica en el material, sino en la forma en que es utilizado en obra.

De igual manera, la revisión documental permitió establecer que diversos estudios y normativas coinciden en la importancia de implementar procesos estandarizados y controles técnicos en la

preparación de morteros. Los antecedentes consultados evidencian que la correcta dosificación, el manejo adecuado del agua y la capacitación del personal son factores fundamentales para mejorar la productividad y calidad en proyectos de mampostería.

En cumplimiento del objetivo general de la investigación, se diseñó una propuesta de estrategias técnicas orientadas al uso adecuado del cemento tipo S en morteros de pega, enfocada en la estandarización de la dosificación, el control técnico del agua, la capacitación del personal, el control del tiempo de uso del mortero y la implementación de listas de chequeo en obra. Estas estrategias constituyen una alternativa viable y aplicable para mejorar la eficiencia constructiva, reducir desperdicios y optimizar la calidad de los procesos de mampostería.

Asimismo, se concluye que la implementación de lineamientos técnicos y mecanismos de control permite disminuir la variabilidad en la ejecución de actividades constructivas, facilitando una mejor organización y gestión de los recursos en obra. Esto contribuye no solo a mejorar la calidad del producto final, sino también a fortalecer la productividad y el desempeño general de los proyectos de construcción.

Finalmente, la investigación aporta al sector de la construcción una propuesta práctica fundamentada en observaciones reales y referentes técnicos, la cual puede ser utilizada como base para promover mejores prácticas constructivas en proyectos de mampostería. De igual forma, se recomienda que futuras investigaciones desarrollen evaluaciones experimentales y ensayos de laboratorio que permitan complementar técnicamente los resultados obtenidos en este estudio.

8 Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, se plantean las siguientes recomendaciones orientadas a mejorar la eficiencia constructiva en proyectos de mampostería mediante el uso adecuado del cemento mampostero tipo S:

* Implementar procesos de capacitación periódica dirigidos a maestros de obra, oficiales y ayudantes, enfocados en la correcta preparación y aplicación de morteros de pega, especialmente en aspectos relacionados con la dosificación de materiales, control del agua y tiempo de uso del mortero.

* Establecer procedimientos estandarizados para la preparación del mortero en obra, utilizando recipientes de medición y lineamientos técnicos definidos que permitan reducir la variabilidad en las mezclas y mejorar la calidad del proceso constructivo.

* Fortalecer el control técnico en las actividades de mampostería mediante el uso de listas de chequeo y supervisión continua por parte del personal encargado, garantizando el cumplimiento de buenas prácticas constructivas.

* Promover el uso adecuado del cemento mampostero tipo S en proyectos de construcción, aprovechando sus propiedades de trabajabilidad, adherencia y homogeneidad, con el fin de optimizar el rendimiento y reducir desperdicios de material.

* Desarrollar futuras investigaciones orientadas a la evaluación experimental del desempeño mecánico del mortero elaborado con diferentes dosificaciones de cemento tipo S, así como estudios comparativos entre morteros tradicionales y morteros industrializados.

* Incentivar en las empresas constructoras la implementación de programas de mejora continua y control de calidad en los procesos de mampostería, permitiendo aumentar la productividad y eficiencia en obra.

* Continuar fortaleciendo la articulación entre la gerencia de proyectos y los procesos constructivos, de manera que las decisiones técnicas contribuyan al cumplimiento de objetivos relacionados con calidad, tiempo y optimización de recursos.

Referencias

Abdelhamid, T. S., & Everett, J. G. (2001). Identifying root causes of construction accidents. *Journal of Construction Engineering and Management, 127*(1), 52–60. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2001)127:1(52)

Abioye, S. O., Oyedele, L. O., Akanbi, L., Ajayi, A., Delgado, M. D., Bilal, M., & Akinade, O. O. (2021). Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. *Journal of Building Engineering, 44*, 103299. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103299

American Concrete Institute (ACI). (2020). *ACI 530/530.1-20: Building code requirements and specification for masonry structures*. ACI.

ASTM International. (2019). *ASTM C270-19: Standard specification for mortar for unit masonry*. ASTM International.

ASTM International. (2020). *ASTM C109/C109M-20: Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars*. ASTM International.

ASTM International. (2021). *ASTM C780-21: Standard test method for preconstruction and construction evaluation of mortars for plain and reinforced unit masonry*. ASTM International.

Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (2001). *Principles of biomedical ethics* (5th ed.). Oxford University Press.

Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Pearson Educación.

Bernal, C. A. (2016). *Metodología de la investigación* (4.ª ed.). Pearson Educación.

CEMEX. (2020). *Manual técnico de morteros para mampostería*. CEMEX Colombia.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). SAGE.

Denzin, N. K. (2012). Triangulation 2.0. *Journal of Mixed Methods Research, 6*(2), 80–88.

Fortecem. (s.f.). *Cemento mampostero*. https://fortecem.co/cemento-mampostero/

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

ICONTEC. (2017). *NTC 3329: Morteros para mampostería*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

ICONTEC. (2018). *NTC 121: Cemento Portland. Especificaciones físicas y mecánicas*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

ICONTEC. (2019). *NSR-10: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente*. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

Ivanova, I., Sacks, R., & Barak, R. (2023). Artificial intelligence in construction safety and quality improvement. *Automation in Construction, 145*, 104597. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104597

Kerzner, H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (12th ed.). Wiley.

Klashanov, F. (2016). Artificial intelligence in construction management. *Procedia Engineering, 165*, 165–172.

Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. VTT Technical Research Centre of Finland.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2020). *Guía de buenas prácticas constructivas en mampostería estructural*. Gobierno de Colombia.

Moreno, J. (2020). Implementación de tecnologías en proyectos de construcción. *Revista Ingeniería Civil, 12*(1), 33–48.

Na, S., Heo, S., & Lee, G. (2022). Technology acceptance model in construction innovation. *Sustainability, 14*(3), 1456. https://doi.org/10.3390/su14031456

Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa, cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U.

Pan, Y., & Zhang, L. (2021). Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends. *Automation in Construction, 122*, 103517. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103517

Patil, A. (2019). Artificial intelligence and construction efficiency. *International Journal of Engineering Research, 8*(5), 112–118.

Portland Cement Association (PCA). (2018). *Masonry mortar design and control*. PCA.

Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). PMI.

Sika Colombia. (2021). *Manual técnico de morteros y soluciones para mampostería*. Sika.

Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Limusa.

Thomas, H. R., & Horman, M. J. (2006). Fundamental principles of workforce management. *Journal of Construction Engineering and Management, 132*(1), 97–104. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:1(97)

Westin, A. F. (1968). Privacy and freedom. *Washington and Lee Law Review, 25*(1), 166–170.

Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2022). Industry 4.0 and construction: Applications of artificial intelligence in smart buildings. *Journal of Cleaner Production, 330*, 129890. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129890

Zhang, J., & El-Gohary, N. (2016). Semantic NLP-based information extraction for construction. *Journal of Computing in Civil Engineering*.