

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

***INDICADORES DE GESTION EN EL ÁREA DE
ALBAÑILERÍA PARA EL SEGUIMIENTO Y
CONTROL DE UNA OBRA DE EDIFICACIONES***

Proyecto del trabajo de grado para optar al grado de
Especialista en Gerencia de la Construcción de Edificaciones

www.bdigital.ula.ve

Autor: Arq. Alfredo Ulises Márquez Duque

Tutor: Prof. Theisy Marilyn Ybarra Dugarte

Mérida, abril 2026

Reconocimiento

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Por medio de la presente hago constar que he leído el proyecto del Trabajo de Grado presentado por el ciudadano Alfredo Ulises Márquez Duque, para optar al Grado de **Especialista en Gerencia de la Construcción de Edificaciones**, cuyo título tentativo es: **INDICADORES DE GESTIÓN EN EL ÁREA DE ALBAÑILERÍA PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE UNA OBRA DE EDIFICACIONES**. Y que acepto asesorar al aspirante, durante la etapa del desarrollo del Trabajo hasta su presentación y evaluación.

En la ciudad de Mérida, a los 9 días del mes de abril del año 2025


www.bdigital.ula.ve

Firma

Prof. Theisy Marilyn Ybarra Dugarte

Cedula de Identidad: 18.966.103

Reconocimiento

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso.

A la Santísima Virgen María.

En especial al esfuerzo y tesón con que hemos tenido que desenvolvernos en esta disyuntiva, perseverando en el tiempo.

Y a todas aquellas personas que contribuyeron para que hoy el fruto de este esfuerzo se haya materializado, Dios les bendiga.

www.bdigital.ula.ve

AGRADECIMIENTO

La culminación de este trabajo de investigación es un logro que no habría sido posible sin el valioso apoyo de diversas personas e instituciones, a quienes expreso mi más sincera gratitud.

Mi primer agradecimiento es para la Universidad de Los Andes, por el entorno académico y los recursos que me permitieron cursar mis estudios de posgrado. A la Comisión de Posgrado de la Facultad de Arquitectura, por la formación de excelencia y el rigor profesional que sentaron las bases de esta tesis.

www.bdigital.ula.ve

Extiendo mi gratitud a mis profesores, cuya experiencia enriqueció mi visión, y de manera especial a mi tutora de tesis, Prof. Arq. Theisy Marilín Ybarra Dugarte, por su paciencia, guía y constante motivación, cruciales para la consolidación de este trabajo. Agradezco también a los jurados evaluadores por su tiempo y dedicación en el análisis de este documento.

Finalmente, este logro es también el resultado del apoyo incondicional de mi familia y amigos, especialmente de mi madre, Margarita Duque de Márquez, y a María Isabel Rojas Polanco cuyo aliento me sirvieron de pilar para perseverar hasta el final.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	3
Planteamiento del problema.....	3
Justificación de la investigación.....	9
Objetivos del estudio.....	11
Alcance y Limitaciones.....	11
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	13
Antecedentes.....	13
Bases Teóricas.....	18
La Albañilería.....	29
Bases Legales.....	48
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	50
Marco Teórico.....	50
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	55
RESULTADOS.....	55
4.1 Indicadores de albañilería en paredes de Bloques.....	57
4.2 Indicadores de albañilería en colocación de frisos.....	69
4.3 Indicadores de albañilería en colocación de Sobrepiso.....	77
4.4 Indicadores de albañilería en colocación de Cerámica.....	86
4.5 Indicadores de albañilería en Dinteles.....	94

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
Conclusiones.....	100
Recomendaciones.....	102
BIBLIOGRAFIA.....	104

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	P.p
Gráfico 1 Diagrama de Flujo: Colocación de Paredes de Bloques.....	39
Gráfico 2 Diagrama de Flujo: Colocación de Frisos.....	40
Gráfico 3 Diagrama de Flujo: Colocación de Sobrepisos.....	41
Gráfico 4 Diagrama de Flujo: Colocación de Cerámica.....	43
Gráfico 5 Diagrama de Flujo: Colocación de Dinteles.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Indicadores para Colocaciones de Paredes de Bloques.....	57
Cuadro 2 Planilla de Registro de Colocación de Paredes de Bloques.....	68
Cuadro 3 Indicadores para Colocación de Frisos.....	69
Cuadro 4 Planilla de Registro para Colocación de Frisos.....	76
Cuadro 5 Indicadores para Colocación de Sobrepisos.....	77
Cuadro 6 Planilla de Registro para Colocación de Sobrepisos.....	85
Cuadro 7 Indicadores para Colocación de Cerámica.....	86
Cuadro 8 Planilla de Registro para Colocación de Cerámica.....	93
Cuadro 9 Indicadores para la Elaboración y Colocación de Dinteles.....	94
Cuadro 10 Planilla de registro Elaboración y Colocación de Dinteles.....	99

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
Especialización en Gerencia de la Construcción de Edificaciones

**INDICADORES DE GESTIÓN EN EL ÁREA DE ALBAÑILERÍA PARA EL
SEGUIMIENTO Y CONTROL DE UNA OBRA DE EDIFICACIONES**

Autor: Arq. Alfredo Ulises Márquez Duque

Tutor: Prof. Theisy Marilyn Ybarra Dugarte

Fecha: Mérida, abril 2026

RESUMEN

El sector de la construcción, enfrenta desafíos persistentes en la productividad y calidad en obras de edificaciones. La falta de indicadores de gestión claros y sistemáticos impide un seguimiento y control efectivo de las actividades clave de albañilería, como la colocación de bloques, frisos, sobrepisos, cerámica y dinteles. Esta situación a menudo deriva en retrasos, sobrecostos y re-trabajos, afectando la eficiencia global de los proyectos. La presente investigación busca abordar esta problemática mediante el diseño de un **sistema de indicadores de gestión** sustentado en un riguroso análisis documental y un diseño descriptivo. Basándose en una revisión sistemática de literatura, y experticia profesional, el estudio identificará y estructurará los parámetros de rendimiento y calidad para las actividades mencionadas. Se propondrán fórmulas de cálculo y valores de referencia los cuales serán presentados en un formato práctico de hoja de cálculo y planillas de registro para facilitar su aplicación en campo. El objetivo es ofrecer una herramienta viable que permita a los profesionales de la construcción, monitorear, evaluar y optimizar sus procesos, impulsando la toma de decisiones basada en datos y contribuyendo a la mejora continua del desempeño en albañilería.

Palabras Clave: Indicadores de Gestión, Productividad, Calidad, Albañilería, Obras de Edificación, Planillas de registro.

ABSTRACT

The construction sector faces persistent challenges in productivity and quality in building projects. The lack of clear and systematic management indicators impedes effective monitoring and control of key masonry activities, such as the placement of blocks, friezes, overlays, ceramic tiles, and lintels. This situation often results in delays, cost overruns, and rework, affecting the overall efficiency of projects. This research seeks to address this problem by designing a **system of management indicators** supported by rigorous documentary analysis and a descriptive design. Based on a systematic literature review and professional expertise, the study will identify and structure performance and quality parameters for the aforementioned activities. Calculation formulas and reference values will be proposed and presented in a practical spreadsheet and registration form, format to facilitate their application in the field. The objective is to offer a viable tool that allows construction professionals to monitor, evaluate, and optimize their processes, driving data-driven decision-making and contributing to continuous performance improvement in masonry.

Keywords: Management Indicators, Productivity, Quality, Masonry, Construction Work, Registration Form.

INTRODUCCION

Los indicadores de gestión se han convertido en herramientas de medición en el sector de la construcción, y su aplicación en el área de albañilería no es una excepción. Estas herramientas, a través de la medición y el análisis de diversos aspectos clave como el avance de los trabajos, la productividad del talento humano, los equipos, la calidad de los materiales y la eficiencia en el uso de los recursos, ofrecen una visión clara y detallada del panorama de la obra.

Esta visión integral permite a los responsables de la construcción identificar áreas de mejora, optimizar procesos, prevenir problemas y garantizar que los trabajos cumplan con los más altos estándares de calidad y se entreguen en los plazos establecidos. En este contexto, la aplicación de indicadores de gestión en la albañilería se muestra como una estrategia fundamental para alcanzar una serie de objetivos cruciales que contribuyen directamente al éxito de cualquier proyecto de construcción.

Entre estos objetivos destacan el seguimiento y control del progreso de los trabajos, que permite verificar el cumplimiento del cronograma y tomar medidas correctivas en caso de desviaciones; particularmente en el área de albañilería, a fin de lograr la optimización de la eficiencia y la productividad, que busca maximizar el rendimiento de los recursos y minimizar los costos; la garantía de la calidad de los trabajos, que asegura la satisfacción del cliente y evita costosas correcciones; la toma de decisiones informadas, que se basa en datos objetivos y confiables para elegir las mejores estrategias; y la comunicación efectiva entre los diferentes interesados en la obra, que facilita la coordinación y el trabajo en equipo.

En la presente investigación se consideran cada uno de estos objetivos, analizando cómo los indicadores de gestión pueden ser aplicados de manera efectiva en el área de albañilería para alcanzar mejores resultados en cada proyecto de construcción, para lo cual la tesis propuesta está estructurada en

(5) cinco capítulos, y sus contenidos concretan los detalles del proceso de la investigación:

Capítulo I. Se expone la problemática de la investigación, la justificación, objetivos generales y específicos, así como los alcances y limitaciones del estudio.

Capítulo II. Los antecedentes de los indicadores de gestión y cuáles guardan relación con el rendimiento y desempeño de la mano de obra de albañilería.

Capítulo III. En este capítulo, se expone el diseño metodológico que fundamentó el desarrollo del presente estudio.

Capítulo IV. Se presenta como resultados, los indicadores de gestión elaborados, los cuales servirán para dar cumplimiento a los procesos de planificación y toma de decisiones, en los trabajos de construcción en el área de albañilería.

Capítulo V. Las conclusiones y recomendaciones a que haya lugar en la en el estudio propuesto.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

“El mundo no paga a los hombres por lo que saben. Les paga por hacer lo que hacen o inducen a otros a hacer”.

Napoleón Hill

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector de la albañilería es crucial para la construcción de infraestructuras civiles, siendo una de las disciplinas más antiguas y esenciales en la ingeniería y arquitectura. No obstante, este ámbito enfrenta varios desafíos que pueden afectar la calidad, el costo y la duración de los proyectos. En este contexto, la albañilería, como componente vital de cualquier obra de construcción, puede enfrentar diferentes problemas que impactan el progreso y éxito de los trabajos. Estos inconvenientes pueden agruparse en diversas categorías: mano de obra, materiales, planificación y seguridad, que a su vez presentan retos únicos que requieren soluciones específicas y una gestión efectiva, en relación a:

Problemas relacionados con la mano de obra

- **Falta de personal cualificado:** La escasez de albañiles con la experiencia y habilidades necesarias genera retrasos y errores (Cardoso, 2006).
- **Baja productividad:** La falta de motivación y supervisión inadecuada disminuyen el rendimiento (Arboleda López, 2014).
- **Ausentismo y rotación:** La inasistencia frecuente interrumpe el flujo de trabajo y afecta la calidad (Serpell & Heredia, 2002).
- **Problemas de comunicación:** La falta de comunicación clara genera errores y retrasos operativos (Project Management Institute PMI, 2021).

- **Motivación:** Es un factor clave para el desempeño óptimo y resultados de la empresa (Herzberg, 1968).

Problemas relacionados con los materiales

- **Falta de materiales:** La escasez por suministro o mala planificación detiene la obra y genera sobrecostos (Pons, 2014).
- **Materiales de baja calidad:** Comprometen la durabilidad y seguridad de la edificación (Botero & Álvarez, 2004).
- **Almacenamiento inadecuado:** El manejo incorrecto daña los insumos haciéndolos inutilizables (Pons, 2014).
- **Desperdicio de materiales:** La falta de control aumenta los costos significativamente (Lean Construction Institute, 2015).

Problemas relacionados con la planificación y gestión

- **Planificación deficiente:** Genera errores en diseño, retrasos y sobrecostos (Koskela, 1992).
- **Falta de coordinación:** La carencia de sinergia entre contratistas genera conflictos (Guzmán, 2012).
- **Supervisión inadecuada:** La falta de presencia en sitio compromete la calidad (Serpell, 2002).
- **Falta de control de calidad:** La ausencia de sistemas de control permite la aceptación de trabajos deficientes (Norma ISO 9001:2015).

Problemas relacionados con la seguridad

- **Falta de equipos de protección:** La carencia de EPP pone en riesgo la integridad del trabajador (Organización Internacional del Trabajo, OIT, 2015).

- **Condiciones inseguras:** Obstáculos e iluminación deficiente aumentan el riesgo de accidentes (Organización Internacional del Trabajo, OIT, 2015).
- **Falta de capacitación:** La ausencia de formación en seguridad eleva la tasa de lesiones (Heinrich, 1968).

Problemas relacionados con el diseño

- **Errores de diseño:** Generan fallas estructurales y funcionales críticas, (Construction Specifications Institute CSI, 2011).
- **Diseño inadecuado:** El incumplimiento de normativas o necesidades del cliente afecta la viabilidad (Pons, 2014).
- **Falta de comunicación con el diseñador:** Los malentendidos entre constructor y diseñador derivan en errores de ejecución (Project Management Institute, PMI, 2021).

Así mismo, es necesario resaltar que, en el ámbito de la albañilería, el éxito de un proyecto de construcción depende en gran medida de la gestión del tiempo y la calidad de los procesos. Una planificación deficiente, que incluya estimaciones incorrectas de tiempos y recursos, con una secuencia inadecuada de actividades y falta de flexibilidad, puede derivar en retrasos significativos y sobrecostos, afectando la rentabilidad y la entrega oportuna de la obra, (Ballard y Howell, 2003).

Por otra parte, es fundamental tener en cuenta que las obras de construcción se ven influenciadas por factores externos, conocidos como externalidades, (Serpell y Alarcón, 2003). Estos factores, ajenos a las actividades de construcción en sí, pueden tener un impacto tanto positivo como negativo en el desarrollo del proyecto. Dada su diversidad, es crucial tenerlas en cuenta para una planificación y ejecución exitosa del proyecto. Entre las externalidades con mayor incidencia en él se contemplan:

1. Factores ambientales:

- **Clima:** El clima en Venezuela impacta severamente la construcción: las lluvias torrenciales y ondas tropicales causan retrasos e inundaciones, y las altas temperaturas obligan a adoptar pausas de seguridad, exigiendo una planificación muy flexible y protocolos estrictos.
- **Condiciones del suelo:** La estabilidad del terreno impacta directamente en el desempeño de la albañilería, ya que, según la Norma Técnica E.070, los asentamientos diferenciales son la causa principal de fisuras y grietas en muros. Una gestión deficiente en la evaluación del suelo genera una planificación de riesgos incompleta, derivando en reparaciones no programadas, reprocesos y sobrecostos que afectan los indicadores de tiempo y costo del proyecto (Gallegos & Casabonne, 2005; SENCICO, 2006).
- **Contaminación:** Niveles de contaminación preexistentes en el sitio o restricciones ambientales pueden limitar ciertas actividades o requerir medidas de control.

2. Factores sociales:

- **Comunidad local:** La oposición de la comunidad a un proyecto, ya sea por ruido, impacto visual o preocupaciones ambientales, puede generar retrasos o incluso la paralización de la obra.
- **Disponibilidad de mano de obra:** La escasez de trabajadores calificados en la zona, si no es prevista en la planificación inicial del recurso humano, aumenta los costos por movilidad o genera retrasos críticos en el cronograma (Cardoso, 2006).
- **Seguridad:** Las tasas de criminalidad en la zona requieren una gestión de riesgos proactiva. La falta de previsión de medidas adicionales de protección (seguridad privada, cerramientos reforzados) deriva en sobrecostos no presupuestados y

paralizaciones por incidentes (Project Management Institute PMI, 2021).

- **Tráfico y acceso:** La congestión vehicular o dificultades de acceso al sitio deben ser integradas en la planificación logística de suministros. Una gestión ineficiente de las rutas y horarios de entrega provoca tiempos muertos y retrasa el desplazamiento de la mano de obra (Pons, 2014).

3. Factores económicos:

- **Inflación:** Aumentos en los precios de materiales o mano de obra pueden generar sobrecostos si no se han previsto en el presupuesto.
- **Tasas de interés:** Variaciones en las tasas de interés pueden afectar el financiamiento del proyecto, incrementando los costos.
- **Disponibilidad de materiales:** La escasez de ciertos materiales o el aumento en sus precios pueden generar retrasos o sobrecostos.
- **Fluctuación de la moneda:** Variaciones en el tipo de cambio pueden afectar el costo de materiales importados o la rentabilidad del proyecto.

4. Factores políticos y legales:

a. Regulaciones

- **Nuevas normativas de construcción:** Un cambio inesperado en los códigos de construcción, como los requisitos de eficiencia energética o de materiales ignífugos, puede obligar a rediseñar partes del proyecto, lo que se traduce en un aumento de costos y tiempo.
- **Leyes ambientales:** Normativas más estrictas sobre la gestión de residuos, la protección de la fauna o las emisiones pueden requerir estudios de impacto ambiental adicionales, lo que genera demoras y la necesidad de implementar soluciones más costosas.
- **Cambios en las leyes laborales:** Nuevas leyes sobre salarios mínimos, horas de trabajo o condiciones de seguridad pueden

incrementar los costos de mano de obra y afectar el cronograma de la obra.

b. Conflictos Políticos

- **Inestabilidad política:** Un cambio de gobierno o la inestabilidad en la región pueden llevar a la suspensión de proyectos de infraestructura o a la reasignación de fondos, lo que podría poner en riesgo la continuidad de la obra.
- **Conflictos sociales:** Las protestas o disturbios en la zona del proyecto pueden interrumpir el acceso a la obra, afectar el transporte de materiales y poner en riesgo la seguridad de los trabajadores, lo que causa importantes retrasos.

c. Expropiaciones

- **Procesos legales:** Los procesos de expropiación de terrenos son largos y complejos. La falta de acuerdo con los propietarios, las apelaciones o los errores en los procedimientos legales pueden demorar el inicio o la continuación de la obra por meses o incluso años.
- **Compensación y reubicación:** La necesidad de compensar a los propietarios y reubicarlos puede generar disputas legales y un aumento imprevisto en los costos del proyecto.

Es importante resaltar que toda la problemática presentada no es exclusiva del área de la albañilería, ya que puede aparecer en cualquier proyecto de construcción. No obstante, es fundamental que los profesionales del sector conozcan estos posibles inconvenientes y adopten las medidas necesarias para prevenirlos o mitigarlos, con el fin de optimizar el resultado final de la obra.

Para el desarrollo de esta investigación se plantearon las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuáles son los factores predominantes (mano de obra, materiales, equipos) que influyen o inciden directamente en el rendimiento y la calidad de la etapa de albañilería?
2. ¿Cómo se llevan a cabo las tareas y los procesos constructivos de albañilería en una obra de edificaciones tipo?
3. ¿Qué indicadores de gestión se requieren en el área de albañilería para la evaluación y control efectivo de una obra de edificaciones?
4. ¿Qué estructura y componentes debe tener una planilla de registro operativa que permita monitorear, evaluar y asegurar el cumplimiento de los indicadores de rendimiento propuestos?

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El sector de la construcción civil es una industria dinámica y compleja que enfrenta serios problemas, como se mencionó anteriormente.

Por ello, es valioso definir indicadores de gestión en el sector albañilería para evaluar la capacidad y desempeño del recurso humano, los equipos y herramientas disponibles en la empresa para esta actividad, con el objetivo de evaluar la calidad y rendimiento en el proceso constructivo de una edificación.

Para alcanzar este propósito y fundamentar la toma de decisiones gerenciales, esta investigación abordará sistemáticamente los elementos clave del proceso de albañilería. Entre los aspectos esenciales que se abordarán, se incluyen:

- **Factores predominantes en la etapa de albañilería** que inciden en el rendimiento y la calidad.
- **Indicadores de gestión requeridos** en el área de albañilería para una evaluación y control efectivo de una obra de edificaciones.
- **Tareas de albañilería** en una obra tipo edificación.
- **Factores y rendimientos** en la etapa de albañilería de una obra tipo.
- **Sistemas de indicadores** adaptados a la etapa de albañilería en una obra.

- **Planilla de registro operativa por índice.**

Si bien al crear y ejecutar indicadores de gestión, pueden surgir desaciertos; estos indicadores permiten analizar los procesos desde una perspectiva gerencial, impactando directamente las ganancias o pérdidas de una empresa. El éxito o fracaso de un proyecto de construcción no solo se refleja en la calidad del producto final, sino también en factores internos y externalidades que determinan la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

Un rendimiento deficiente en una obra puede causar demoras en la entrega del proyecto, lo que implica costos adicionales en mano de obra, materiales y equipos. Estas demoras pueden resultar en penalizaciones contractuales, pérdida de reputación ante los clientes y posibles litigios, afectando negativamente la imagen de la empresa y su capacidad para conseguir nuevos proyectos.

En contraste, un rendimiento óptimo en una obra, caracterizado por la eficiencia en la gestión de recursos, el cumplimiento de plazos y presupuestos, y la satisfacción del cliente, puede generar beneficios significativos para la empresa. Una ejecución exitosa puede traer recomendaciones positivas, fidelización de clientes y nuevas oportunidades de negocio. Además, una buena reputación en el mercado puede mejorar las relaciones con proveedores y subcontratistas, así como atraer talento calificado al equipo.

El rendimiento en una obra es un factor crítico que puede determinar el éxito financiero de una empresa en el sector de la construcción. Por lo tanto, es fundamental para la gerencia garantizar una gestión eficaz de los proyectos, utilizando indicadores que permitan monitorear de cerca el desempeño, identificar y mitigar posibles riesgos, y promover una cultura de excelencia operativa que contribuya al crecimiento y rentabilidad sostenible de la organización. Esta necesidad de optimización cobra una relevancia especial en el contexto nacional actual. A pesar del complejo escenario económico que ha enfrentado la industria, la construcción en Venezuela vislumbra un horizonte de reactivación fundamentado en la alta demanda de infraestructura

y vivienda acumulada. Según Genpar (2024), este futuro prometedor requiere que las empresas asuman el desafío de la profesionalización y la eficiencia operativa como pilares estratégicos. En este sentido, la presente investigación no solo busca resolver deficiencias técnicas inmediatas, sino preparar las bases de gestión necesarias ante el inminente repunte del sector.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo General

- Proponer indicadores de gestión para evaluar procedimientos constructivos en el área de albañilería para el seguimiento y control de una obra de edificaciones.

Objetivos Específicos

- Conocer las actividades que se desarrollan en el sector albañilería y sus procesos de ejecución.
- Identificar los indicadores de gestión que influyen en el rendimiento y desempeño en las actividades de albañilería.
- Diseñar un instrumento de evaluación para asegurar el cumplimiento del rendimiento y calidad de los trabajos de albañilería (Planilla de registro).

ALCANCE Y LIMITACIONES

Alcance

Este estudio se centra en el diseño de indicadores de gestión que permitan, mediante su implementación, optimizar los procesos de albañilería, incluyendo mampostería, frisos, sobrepisos, revestimientos cerámicos y dinteles. La propuesta se fundamenta en el desarrollo de procedimientos estandarizados, indicadores de desempeño (KPI) y controles para monitorear productividad, calidad y eficiencia material.

Metodológicamente, es de carácter documental, apoyándose en el análisis de fuentes bibliográficas especializadas y en la experticia profesional del investigador.

El resultado será un modelo conceptual, quedando fuera de este estudio la implementación práctica o validación empírica del sistema propuesto.

Limitaciones

En el análisis del sector, se consideran aspectos derivados de la crisis en Venezuela, la cual afecta profundamente la construcción. Durante el período 2024-2025, el sector se ha visto impactado por una crisis estructural evidenciada en una marcada dualidad operativa. Según la Cámara Venezolana de la Construcción, CVC. (2024), el sector privado presenta una parálisis casi total que alcanzó el 98.4% al cierre del primer semestre de 2024.

Esta situación ha provocado una drástica contracción económica y una pérdida significativa de capital humano. La fuerza laboral se ha reducido a poco más de 40,000 profesionales activos, lo que revela el impacto de las persistentes trabas estructurales y la migración de mano de obra calificada (Confederación de Trabajadores de Venezuela, CTV, 2023; CVC, 2024). Aunque esta contracción persiste, las tendencias globales hacia la sostenibilidad y la tecnología perfilan el futuro del sector a nivel mundial, si bien su impacto local permanece condicionado a la reactivación de la inversión técnica y financiera (Consejo Nacional del Comercio y los Servicios, Consecomercio, (2024).

Finalmente, la falta de financiamiento personal y la dificultad de acceso a campos de prueba para levantar data primaria, justifican que la presente investigación se fundamente en una revisión bibliográfica sistemática y en la experiencia profesional documentada del investigador.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

"La eficiencia es hacer las cosas bien; la efectividad es hacer las cosas correctas."

Peter F. Drucker

ANTECEDENTES

A continuación, se enumeran algunas de las fuentes bibliográficas clave que constituyen la base teórica de la presente investigación, destacadas por su influencia y frecuente citación:

Jaramillo J. (1992). **"Indicadores de Gestión"**. Señala que el estudio y aplicación de los indicadores de gestión resulta particularmente poderoso en la industria de la construcción, un sector caracterizado por su complejidad, altos costos, múltiples variables interdependientes y riesgos constantes. Para Jaramillo, el error común en este sector es medir sólo el resultado final, como el cumplimiento de fechas de entrega o el costo total del proyecto, lo cual es reactivo y solo sirve para contar la historia de lo que ya pasó, (often) cuando ya es demasiado tarde para corregir desviaciones.

La esencia de su aplicación en construcción radica en el uso estratégico de indicadores de gestión (o lead) que miden las actividades críticas del proceso, no solo el resultado (lag). Estos indicadores actúan como un sistema de alerta temprana. Por ejemplo, en lugar de sólo medir si se cumplió el cronograma al final del mes (un resultado), Jaramillo propone medir semanalmente el avance físico real vs. el programado en cada partida, la productividad de las cuadrillas (m² de muro construido por día/hombre), o el porcentaje de actividades entregadas con cero defectos. Si estos indicadores de gestión comienzan a desviarse, el gerente del proyecto puede identificar de inmediato cuellos de botella, falta de recursos o problemas de calidad, y tomar

acciones correctivas antes de que impacten irremediablemente el costo o la fecha de entrega final.

Jaramillo enfatiza que el éxito de este sistema depende de la creación de un Tablero de Comando visual y sencillo para cada proyecto o para la gerencia general. Este tablero debe concentrarse en los Pocos Vitales: los indicadores clave de rendimiento (KPIs) más críticos para el éxito, como el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI), el Índice de Desempeño del Costo (CPI), la Tasa de Accidentabilidad, y los indicadores de calidad y avance antes mencionados. La visualización clara permite que todos, desde el capataz hasta el director, entiendan el estado del proyecto de un vistazo y alineen sus esfuerzos, permitiendo a los gerentes de proyecto pasar de una gestión reactiva ("el proyecto se atrasó") a una gestión proactiva ("el SPI está bajando, necesito reforzar la cuadrilla en la partida X la próxima semana")

Finalmente, un pilar fundamental de su enfoque aplicado a la construcción es la cultura de la medición. No se trata de usar los indicadores para buscar culpables, sino para aprender, mejorar procesos y empoderar a los equipos. Medir la productividad debe llevar a preguntar "¿qué necesitan los operarios para ser más eficientes?" en lugar de solo presionar por más rendimiento. Al adoptar esta visión, las compañías constructoras transforman los datos en decisiones proactivas, gestionan proactivamente los riesgos, optimizan recursos de manera continua y, en última instancia, aseguran la rentabilidad y sostenibilidad de sus proyectos en un mercado altamente competitivo.

Arcudia, Solís y Baeza (2004). **"Determinación de los factores que afectan la productividad de la mano de obra de la construcción"**. Investigaron los factores que afectan la productividad de la mano de obra en la construcción de viviendas de interés social en Yucatán, México. Frente al rezago habitacional y la escasez de mano de obra —agravada por la competencia de otros sectores económicos—, el estudio aplicó un modelo que analizó factores de insumo (diseño), proceso (gestión humana y

administrativa) y contexto (clima), centrándose específicamente en la construcción de muros de bloque de concreto y tomando como unidad de análisis a las cuadrillas de albañiles.

Los resultados demostraron que la gestión de materiales (almacenamiento, disponibilidad) y la estabilidad del recurso humano (ausentismo, rotación de personal) impactan significativamente en la productividad. La rotación constante en las cuadrillas redujo el rendimiento, mientras que el clima no resultó ser un factor determinante en el contexto tropical.

El estudio concluye que es crucial mejorar la logística de materiales mediante planificación detallada, capacitar a los obreros —dada la facilidad de adquirir habilidades prácticas— y reducir el ausentismo para garantizar estabilidad laboral. Estas medidas no solo elevan la productividad, sino que también aseguran el cumplimiento de plazos. La investigación valida la relevancia de monitorear mediante indicadores la gestión de materiales, la rotación de personal y la capacitación en el sector de la albañilería

Villagarcía (2005), en su estudio: **“Indicadores de Productividad y Calidad en Edificaciones. Por la Pontificia Universidad Católica del Perú”**, aborda los graves problemas de desperdicio de recursos y baja eficiencia en la construcción peruana. Ante un mercado altamente competitivo y con bajos márgenes de utilidad, impulsado por la demanda de vivienda, pero con heterogeneidad en la calificación de las empresas, propone un sistema de indicadores como herramienta gerencial clave para la supervivencia empresarial.

La investigación se desarrolló en tres fases: revisión bibliográfica, estudio de campo en obras reales y definición de indicadores. Estos se clasifican en: a) Indicadores de productividad: miden eficiencia (ejemplo: hh/m², pérdidas de materiales). b) Indicadores de calidad: evalúan satisfacción del cliente y procesos (ejemplo: reclamos, re-trabajos). Pueden ser globales

(estratégicos) o específicos (operativos), y deben ser simples, accesibles y trazables.

La metodología incluye formatos estandarizados para recolección de datos (cuestionarios, fichas de campo) y enfatiza la capacitación del personal para garantizar confiabilidad. El estudio concluye que la implementación de estos indicadores permite diagnosticar el sector, reducir desperdicios, mejorar la calidad y tomar decisiones informadas, esencial para la competitividad y mejora continua en la construcción.

Blas Méndez, Jorge Roy Alexander y Guzmán Guzmán Juan Carlos (2015), realizaron la investigación titulada: **“Análisis de los factores que inciden en la productividad de la industria de la construcción y la elaboración de un modelo de gestión que permite optimizarla, en el Distrito de Trujillo”. Perú.** Esta investigación se centra en la gestión de la construcción en Trujillo, identificando y analizando los factores que inciden en la productividad de los proyectos para proponer un modelo de optimización.

El estudio resalta la importancia de abordar elementos que limitan la eficiencia, tales como la planificación deficiente, la comunicación ineficaz, la escasez de personal calificado, el uso inadecuado de equipos y tecnología, la falta de capacitación, una cultura laboral negativa y un liderazgo débil. La metodología incluyó encuestas aplicadas en obras activas a profesionales clave (ingenieros residentes, supervisores, asistentes de ingeniería y maestros de obra) durante 2015, quienes valoraron el impacto de cada factor en la productividad.

Este estudio guarda una relación directa y fundamental con la albañilería, ya que este oficio constituye una parte crucial de la mano de obra en la construcción de viviendas, siendo altamente susceptible a los factores de productividad analizados. Los albañiles y sus ayudantes son actores principales en estas obras; su perfil, a menudo de origen rural y con formación empírica, es característico del sector. Una planificación o comunicación deficiente, por ejemplo, resultan en tiempos muertos o la necesidad de

reprocesos para los albañiles. La falta de capacitación y la alta rotación del personal impactan negativamente sus técnicas y eficiencia, mientras que la escasez de personal calificado afecta directamente la calidad y velocidad de sus tareas. Además, las deficiencias en la logística de materiales, como la falta de disponibilidad de insumos esenciales (ladrillos, cemento, mortero) o el manejo precario de almacenes, generan interrupciones que merman directamente la capacidad del albañil para trabajar sin pausas.

Este modelo de gestión propuesto ofrece un marco práctico para que los maestros de obra y las empresas constructoras puedan identificar ineficiencias, mejorar la planificación, optimizar el uso de recursos y desarrollar las habilidades del personal. El estudio enfatiza la importancia del control de ejecución y los procesos constructivos, áreas donde la albañilería juega un rol central al ser responsable directo o coordinador de tareas como la cimentación, el armado y retiro de formaletas, la colocación de armaduras, y el mezclado, transporte, colocación y curado de concretos, morteros, colocación de frisos y bloques. En resumen, esta tesis se convierte en una herramienta fundamental para comprender y mejorar la eficiencia en la albañilería, dado que todos los factores analizados, desde la capacitación y la planificación de materiales hasta la rotación del personal, tienen un impacto directo y significativo en el rendimiento y la calidad del trabajo de los albañiles en proyectos de vivienda. Los hallazgos de esta investigación son pertinentes para establecer indicadores que midan la incidencia de estos factores en la productividad y calidad de la albañilería.

La investigación de Morocho T. (2018), **“Gestión de la Calidad en los Procesos constructivos, Situación Actual de la Mano de Obra Civil Ecuatoriana”**. Realizada en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Ecuador, analizó la gestión de calidad en procesos constructivos con foco en la mano de obra civil ecuatoriana, donde albañiles y obreros representan más del 85% del personal en obra. Pese a la mecanización creciente, el factor humano incide directamente en el 30-35% del costo total de ejecución.

El estudio detectó una falta generalizada de formación técnica, atribuida a inestabilidad laboral, bajos salarios y escasos incentivos, pero identificó un alto interés de los trabajadores por capacitarse. Esto impulsó la creación de un programa teórico-práctico coordinado por residentes de obra, enfocado en seguridad, técnicas constructivas y cultura de calidad.

Se documentaron pérdidas materiales críticas: 52% en concreto y 77% en morteros, vinculadas a fallas en modulación, gestión y capacitación técnica. Como soluciones, se propusieron indicadores de productividad, control de desperdicios, incentivos por desempeño y capacitación continua. La investigación concluye que la profesionalización de la mano de obra es indispensable para elevar la eficiencia, calidad y sostenibilidad de los proyectos constructivos.

BASES TEÓRICAS

Fundamentos Conceptuales: De la Eficiencia a la Efectividad

Inspirado en la distinción de Drucker (1967) entre "hacer las cosas bien" (eficiencia) y "hacer las cosas correctas" (efectividad), este capítulo establece los fundamentos teóricos para evaluar ambos principios mediante un sistema de indicadores de gestión. El marco integra contribuciones clave que permiten identificar cómo, qué, cuándo y dónde medir los procesos críticos de albañilería, facilitando el diseño de un sistema confiable para el seguimiento y control de obras.

Teoría de Indicadores de Gestión Aplicada a Construcción

Fundamentos teóricos de los Indicadores de Gestión Aplicada a Construcción

La Teoría de los Indicadores de Gestión postula que la medición es un requisito fundamental para el control y la mejora continua de los procesos organizacionales. Como afirma Drucker (1954), "lo que no se mide, no se puede gestionar". Deming (1986) sostiene que la medición es la única vía para

reducir la variabilidad de los procesos; sin datos estadísticos, la gerencia carece de una base sólida para identificar si los fallos provienen del trabajador o del sistema mismo. Por lo tanto, la medición es el único mecanismo que permite transformar datos aislados en información útil para la toma de decisiones. Un indicador de gestión se define formalmente como la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya función principal es la de servir como herramienta de comparación contra un nivel de referencia preestablecido, (Kaplan & Norton, 1996). Esta comparación permite la identificación de desviaciones, facilitando la activación de acciones correctivas o preventivas. En este sentido, cada objetivo o resultado esperado debe estar asociado a, al menos, un indicador que sea claro, específico y que refleje fielmente el progreso deseado, (Beltrán, 1998). El diseño de un indicador requiere una definición precisa y no ambigua, que especifique sin lugar a dudas la métrica, los datos involucrados y la población objeto de medición. Su utilidad trasciende a la descripción del estado actual, ya que, al reflejar las consecuencias de acciones pasadas, se constituye en la base fundamental para la toma de decisiones informadas en el presente y la planificación futura, (Serna, 2006).

Es de destacar que la confiabilidad y veracidad de los datos que alimentan el indicador son, por tanto, altamente importantes ya que su ausencia invalida el análisis y conduce a interpretaciones erróneas.

De acuerdo con lo anteriormente expresado, la función primordial de un indicador es transformar conjuntos de datos primarios de alta complejidad y volumen en métricas cuantitativas estandarizadas, comprensibles y comparables. Este proceso de reducción dimensional de la realidad permite la comprensión y el análisis de sistemas complejos mediante una representación simplificada.

En su esencia conceptual, un indicador robusto constituye una herramienta estratégica de gestión que trasciende su valor nominal,

funcionando como un instrumento para el diagnóstico, la evaluación de estados y la planificación estratégica.

Su utilidad y eficacia técnica se determinan mediante la evaluación de sus atributos métricos fundamentales: relevancia (alineación con el fenómeno medido), validez (precisión en la medición de lo que pretende medir), confiabilidad (consistencia y estabilidad de los resultados) y sensibilidad (capacidad de detectar cambios en el sistema subyacente). En conjunto, estos atributos garantizan que el indicador provea una representación fidedigna y concisa de los fenómenos bajo estudio.

Características de los indicadores

Según el Departamento Nacional de Estadística, Colombia (DANE, 2018), las características más relevantes de los indicadores, son los siguientes:

- **Confiable:** consistentemente medible a lo largo del tiempo, de la misma forma, por diferentes observadores.
- **Medible:** cuantificable usando las herramientas y métodos disponibles.
- **Oportuno:** aporta una medida a intervalos relevantes y apropiados en términos de las metas y actividades del programa.
- **Preciso:** definido en términos operacionalmente claros.
- **Válido:** la medición exacta de un comportamiento, práctica, tarea, que es el producto o resultado esperado de la intervención.

Tipologías de Indicadores para Construcción

- **Cuantitativos:** Expresados numéricamente (ejemplo. Número de horas trabajadas, porcentaje de avance).
- **Cualitativos:** Describen cualidades o atributos (ejemplo. nivel de satisfacción del cliente, percepción de seguridad).
- **De gestión:** Miden el desempeño de procesos o actividades (ejemplo. tiempo de respuesta, número de errores).

- **De impacto:** Evalúan los efectos a largo plazo de una intervención (ejemplo. reducción de la huella de carbono, porcentaje de residuos reciclados).

La selección de un indicador apropiado depende del objetivo que se persiga. Es vital que sean pertinentes, medibles, accesibles, relevantes y temporales (SMART, por sus siglas en inglés).

Evolución Histórica fundamentalista de los Indicadores

La teoría de los indicadores se fundamenta en los estudios pioneros de Frederick Winslow Taylor (1856–1915), considerado el padre de la administración científica. A partir de 1878, Taylor desarrolló un enfoque sistemático para optimizar la eficiencia productiva mediante el análisis de tiempos y movimientos en la industria siderúrgica. Sus contribuciones incluyen cuatro principios fundamentales: desarrollo científico de las operaciones, selección y capacitación metódica de trabajadores, cooperación entre gerencia y operarios, y distribución equilibrada de responsabilidades, (Taylor, 1911). Esta metodología incorporó la medición de tiempos productivos e improductivos, así como la implementación de incentivos y condiciones laborales óptimas para asegurar los resultados deseados.

Posteriormente, Henry Fayol (1916), Estambul, 1841 - París, 1925, Ingeniero y teórico de la administración de empresas, complementó estos aportes con sus principios administrativos, orientados a la gestión del personal y la eficiencia organizacional. Entre sus contribuciones destacan la división del trabajo, disciplina, autoridad, unidad de mando, centralización, remuneración justa, estabilidad laboral, trabajo en equipo e iniciativa. Fayol enfatizó que la función administrativa debía centrarse exclusivamente en la gestión del recurso humano, diferenciándola de otras funciones operativas.

La integración de estos fundamentos permitió establecer sistemas de indicadores para evaluar el desempeño, estandarizar procesos y garantizar la calidad en diversos ámbitos laborales. En el contexto de la construcción y

específicamente en albañilería, estos principios han ofrecido herramientas para medir la eficiencia, productividad y calidad de las actividades, mediante la aplicación de parámetros cuantificables. La teoría destaca que la medición sistemática es la base para la mejora continua y la excelencia operativa, permitiendo el control efectivo de los procesos productivos.

Caracterización general de los Indicadores de Productividad en la Construcción.

Los indicadores de productividad son métricas clave que evalúan la eficiencia con la que una organización convierte sus recursos (mano de obra, materiales, capital) en productos o servicios de valor. En el contexto empresarial actual, son esenciales para optimizar el rendimiento y asegurar el crecimiento a largo plazo. Aunque figuras históricas como Henry Ford ya aplicaban los principios de eficiencia al estandarizar procesos y reducir desperdicios, y economistas como Paul Krugman (1990) destacan la productividad como motor del desarrollo económico, el concepto formal se define como una fórmula simple:

$$\textbf{Productividad} = \text{Salida (Output)} / \text{Entrada (Input)}$$

Este indicador muestra cuántos bienes o servicios se producen por cada unidad de recurso utilizado. Expertos en calidad, como Kaoru Ishikawa, también demostraron cómo la mejora continua, Kaizen, (1986), al reducir errores y defectos, lleva intrínsecamente a una mayor eficiencia y productividad. En esencia, los indicadores de productividad no son solo herramientas de contabilidad, sino una brújula vital para la salud económica y la capacidad de mejora de cualquier empresa. En el ámbito de la construcción, la salida representa las unidades de obra terminadas, tales como metros cuadrados de bloques asentados o frisos ejecutados, mientras que la entrada corresponde a los recursos invertidos, principalmente las horas-hombre consumidas por la cuadrilla.

Indicadores de Calidad en la Construcción

En el sector de la construcción, la calidad se considera como un pilar fundamental para garantizar la seguridad, funcionalidad y durabilidad de las obras. Lejos de ser una abstracción, su gestión requiere de un enfoque cuantitativo basado en indicadores de desempeño (KPIs) que transformen los atributos cualitativos en métricas objetivas y accionables. Estos indicadores constituyen el núcleo de un sistema de gestión de calidad proactivo, permitiendo la monitorización, el control y la mejora continua de los procesos constructivos, (ISO 9001, 2015).

Entre los indicadores clave se destaca el Índice de Defectos por Unidad, que cuantifica la frecuencia de no conformidades en una muestra de trabajo, funcionando como un termómetro sensible de la habilidad operativa y el control de ejecución. Paralelamente, el Cumplimiento de Tolerancias Dimensionales evalúa la precisión geométrica respecto a las especificaciones de diseño, siendo crucial para la integridad estructural y la correcta interfaz entre componentes, (Serpell, 2002). Finalmente, el Índice de Reproceso emerge como la métrica financiera más crítica, al cuantificar el porcentaje de esfuerzo dedicado a corregir deficiencias, revelando directamente el costo de la no-calidad y la eficiencia del proceso, (Crosby, 1979).

La implementación sistemática de estos indicadores, alineada con los principios de la ISO 9001:2015, trasciende la mera inspección final. Se consolida como una estrategia integral que fomenta una cultura de excelencia, donde la medición metódica es el cimiento para la optimización de recursos, la reducción de desviaciones y la construcción de una ventaja competitiva sostenible basada en la confiabilidad.

Origen y teoría de las Planillas de Registro (Checklist)

El origen de las planillas de registro o checklist se popularizó en el ámbito moderno gracias al renombrado cirujano y escritor Atul Gawande (2010), en su libro "El Manifiesto del Checklist: Cómo hacer las cosas bien".

En su obra, argumenta que, en un mundo de creciente complejidad, los errores no se deben tanto a la ignorancia (no saber qué hacer), sino a la ineptitud (no aplicar correctamente el conocimiento). La teoría detrás de esto, a menudo vinculada a la carga cognitiva, es que incluso los expertos pueden olvidar pasos cruciales en tareas complejas debido a distracciones, presiones o la simple falla de la memoria. Una lista de verificación actúa como una red de seguridad, liberando la mente para concentrarse en la ejecución de la tarea en sí, al asegurar que los pasos esenciales y críticos no se pasen por alto. Es una herramienta simple pero poderosa para disciplinar la mente y garantizar la consistencia y la calidad, sin importar la experiencia del profesional, (Nasir, 2010).

Una lista de verificación es una herramienta invaluable para garantizar la calidad y la seguridad en cada fase del proceso. Por ejemplo, al iniciar la construcción de un muro, un albañil podría utilizar una checklist para el control de calidad. Esta lista detallada podría incluir: a) Verificar el replanteo y la verticalidad de las reglas, b) Asegurar que la dosificación del mortero sea la correcta, c) Confirmar que la traba de los bloques esté alineada y uniforme, d) Limpiar el exceso de mortero de las juntas y e) Comprobar el plomo y el nivel del muro cada tres hiladas. Al marcar cada paso, no solo se minimizan los errores de omisión, sino que también se crea un registro documentado de que el trabajo se realizó de acuerdo con los estándares. Esto asegura la coherencia en la ejecución, facilita las inspecciones y, en última instancia, contribuye a la solidez, durabilidad y seguridad de la estructura, reduciendo la necesidad de re-trabajos costosos y mejorando la eficiencia general del proyecto.

El Diagrama de Flujo: Una Herramienta para la Eficiencia de un sistema de indicadores de gestión en construcción

El Diagrama de Flujo es una herramienta fundamental para diseñar, implementar y mejorar un sistema de indicadores de gestión en construcción,

ya que articula de manera visual y secuencial los procesos operativos —como la construcción de un muro de bloques— con los puntos críticos de medición. Al desglosar cada etapa, permite identificar con precisión dónde y qué indicadores deben monitorearse, garantizando que la recolección de datos sea pertinente y esté alineada con los objetivos y asignando responsabilidades claras para asegurar confiabilidad y oportunidad, (Ishikawa, 1986).

Según Giani (2025), el diagrama de flujo permite simplificar la representación de procesos complejos al mostrarlos gráficamente con pocos elementos, lo que facilita la comunicación y el análisis para la toma de decisiones.

Su integración transforma métricas abstractas en un sistema de gestión visualmente accesible, que facilita la comunicación entre todos los niveles de la organización —desde operarios hasta gerentes— y crea un lenguaje común para comprender y comprometerse con las metas. Además, el flujograma posibilita un análisis causal eficiente: cuando un indicador se desvía, funciona como un mapa para rastrear el origen del problema, apoyando la toma de decisiones correctivas de manera rápida y dirigida, (Harrington, 1991) En esencia, esta herramienta no solo optimiza la medición del desempeño, sino que sirve como puente entre la teoría de los indicadores y su aplicación práctica, impulsando la mejora continua y la eficiencia operativa en los proyectos constructivos.

Ventajas de Usar Diagramas de Flujo para los Indicadores

Visualización de la Complejidad	Convierte procesos largos y complicados en un mapa visual fácil de entender para todos los niveles (desde el albañil hasta el gerente).
Identificación de Cuellos de Botella	Permite ver fácilmente dónde hay demoras, reprocesos o acumulaciones. Estos puntos son candidatos ideales para un indicador de gestión,

	ejemplo: "Tiempo de espera promedio en X etapa", (Rother & Shook, 1999).
Estandarización	Al tener un proceso mapeado, se puede estandarizar la manera de trabajar. Un proceso estandarizado es medible y comparable en el tiempo.
Mejora Comunicación y Capacitación	Es una herramienta excelente para explicar al equipo no solo qué se mide, sino por qué se mide en ese punto específico y cómo su trabajo impacta en los resultados.
Facilita el Análisis de la Causa Raíz	Cuando un indicador se desvía (ej: baja productividad), el diagrama permite retroceder paso a paso por el proceso para encontrar el origen real del problema, no solo el síntoma.
Sistema de Alerta Temprana	Al integrar los puntos de medición en el flujo, se convierte en un sistema de monitoreo en tiempo real, permitiendo acciones correctivas inmediatas, no al final del proyecto, (Ishikawa, 1986).

Marco Conceptual Integrado para Diseño del Sistema de Indicadores.

El diseño de un sistema de indicadores de gestión en la construcción exige un marco conceptual integral que sintetice la administración científica, el control estadístico y la teoría de sistemas para crear una herramienta estratégica de gobierno. La complejidad de los proyectos constructivos demanda que el sistema capture las interacciones sistémicas entre procesos y recursos, permitiendo una gestión adaptativa y basada en evidencia que trascienda la mera recopilación de datos, (Senge, 1990).

El principio rector inicial establece un enfoque dual que armoniza la eficiencia microeconómica de los procesos (maximizando la relación output/input) con la efectividad macro (la alineación de resultados intermedios con los objetivos estratégicos terminales del proyecto). Además, la arquitectura del sistema se sustenta en un equilibrio dinámico entre indicadores Lead (predictivos, que monitorean el desempeño en tiempo real para la prognosis) e indicadores Lag (resultantes, que auditan los resultados consumados para la validación ex-post), facilitando la transición de una gestión reactiva a una predictiva y prescriptiva, (McChesney et al., 2012).

Para la operatividad práctica, el diseño se garantiza mediante el principio de visualización, donde la información crítica debe sintetizarse en tableros de mando integrales diseñados con ergonomía cognitiva, asegurando la asimilación expedita de indicadores por los distintos niveles jerárquicos. Es crucial que el diseño defina las dimensiones críticas a medir o dominios de performance, incluyendo la productividad de mano de obra (trabajo productivo vs. improductivo), la gestión de materiales y desperdicios, la calidad de ejecución (no conformidades e índices de re-trabajo), el cumplimiento de plazos y la seguridad operativa, (Kaplan & Norton, 1996).

En conclusión, el marco conceptual establece una arquitectura sistémica y normativa para el diseño de un sistema de indicadores de gestión. Este sistema se concibe como el núcleo de inteligencia operativa del proyecto, adquiriendo capacidades avanzadas de diagnóstico de desviaciones y prognosis de tendencias desde su concepción, con el fin fundamental de optimizar de manera continua el desempeño integral de la ejecución constructiva.

Definición de Indicadores propuestos

Indicadores de Productividad de Mano de Obra (PMO)

El PMO es una métrica de eficiencia técnica fundamental. Se define como el cociente entre el esfuerzo laboral invertido y el resultado físico

obtenido. Mide la eficiencia con la que la mano de obra transforma tiempo en producción.

- **Definición Operacional:** Expresa la cantidad de Horas-Hombre (HH) consumidas para completar una unidad de medida de obra (output), típicamente metros cuadrados (m²) o metros lineales. Un valor menor en este indicador denota una mayor productividad y eficiencia en la ejecución de la actividad.

Indicadores de Nivel de Calidad en Ejecución (NCE)

El NCE se enfoca en la validación de que los resultados intermedios y finales del proyecto cumplen con los requisitos y especificaciones técnicas preestablecidas.

- **Definición Operacional:** Mide el grado de cumplimiento de los estándares de diseño, tolerancias geométricas y especificaciones de materiales. Se cuantifica a menudo a través de la tasa de aceptación en la primera inspección, el número de fallas por unidad de obra o la conformidad con los protocolos de control de calidad. Su objetivo es garantizar la durabilidad y la funcionalidad de la estructura.

Indicadores de Índice de Desperdicio de Mortero (IDM)

El IDM es una herramienta de control económico y logístico. Monitorea la gestión de recursos para asegurar que el consumo se mantenga dentro de los límites esperados.

- **Definición Operacional:** Cuantifica la diferencia entre el consumo estándar teórico de materiales (según el presupuesto y las especificaciones) y el consumo real registrado en la obra. Se expresa generalmente como un porcentaje de merma o como un factor de rendimiento. Controlar el IDM es crucial para optimizar el costo directo del proyecto.

Indicadores de Índice de Re-trabajo (IR)

El IR es un indicador clave de la ineficiencia generada por fallos o errores durante la ejecución inicial, lo que exige esfuerzo adicional no planificado.

- **Definición Operacional:** Mide el esfuerzo, tiempo (HH) y/o costo adicional invertido para corregir una actividad que no cumplió con los estándares de calidad en el primer intento. Puede expresarse como el porcentaje de HH dedicadas a reparaciones sobre el total de HH productivas. Un valor alto en este indicador señala problemas sistémicos en la calidad de la ejecución, la supervisión o la capacitación.

LA ALBAÑILERÍA

Introducción

El desarrollo de este capítulo se fundamenta en una investigación de tipo documental, ya que los objetivos del estudio se abordan mediante la recopilación, análisis e interpretación sistemática de fuentes de información preexistentes. Por ende, la "población de estudio" de esta investigación la constituye el universo de la literatura técnica especializada sobre albañilería, normativas de construcción vigentes y la experiencia profesional del investigador. Este enfoque metodológico permite sintetizar el conocimiento fundamental, identificar las patologías recurrentes en la disciplina y proponer soluciones basadas en estándares técnicos comprobados.

Definición de albañilería y su importancia en la construcción.

La albañilería es una disciplina técnica dedicada a la edificación de estructuras y obras civiles, utilizando materiales como ladrillos, bloques, piedras y cemento, unidos mediante mortero. Constituye uno de los sistemas constructivos más antiguos y esenciales, siendo la base para la ejecución de elementos cruciales como muros de carga, divisorios y cimientos. Esta

disciplina demanda un conocimiento técnico profundo sobre patologías constructivas y requiere de capacitación continua para asegurar la materialización de proyectos seguros y funcionales, (Gálvez & Casals, 2010), por lo que sus principios, procesos y problemáticas constituyen la población de estudio de esta investigación.

Su relevancia es insustituible y se fundamenta en su capacidad de conferir estabilidad, durabilidad y funcionalidad a las edificaciones por varias razones:

- **Función Estructural:** Sistemas como la albañilería confinada o armada emplean muros de mampostería para absorber cargas verticales y horizontales, incluyendo las sísmicas. Configuración Espacial: Permite definir y organizar ambientes interiores y exteriores mediante la construcción de muros y divisiones.
- **Robustez y Permanencia:** Los materiales utilizados, como el ladrillo y el cemento, ofrecen alta resistencia a la compresión, lo que asegura una gran durabilidad y bajo requerimiento de mantenimiento.
- **Aislamiento:** Los cerramientos de albañilería actúan como eficaces barreras térmicas y acústicas, contribuyendo al confort interior y al ahorro energético.
- **Valor Estético:** La variedad de materiales y acabados permite que la albañilería se adapte a múltiples estilos arquitectónicos, enriqueciendo el aspecto visual de la edificación.

Breve historia y evolución de las técnicas de albañilería.

La albañilería es una práctica milenaria, intrínsecamente ligada al desarrollo de la humanidad. Sus inicios, que datan de hace más de seis milenios, se evidencian en construcciones primitivas de Jericó (7350 a.C.), donde se empleaban piedras unidas con barro, (Gallegos & Casabonne, 2005). Este arte se refinó en Mesopotamia y el antiguo Egipto, civilizaciones

que perfeccionaron la fabricación de ladrillos de adobe y barro cocido, permitiendo erigir colosales estructuras como las pirámides, (Heyman, 1995).

- **Antigüedad clásica:** Griegos y Romanos elevaron esta disciplina. Los primeros son célebres por sus imponentes templos de caliza y mármol. Los romanos revolucionaron la construcción con el mortero de cemento puzolánico, que fraguaba incluso bajo el agua, una innovación que hizo posibles obras de ingeniería sin precedente como acueductos, arcos, cúpulas y el Coliseo.
- **Medievo y Renacimiento:** En la Edad Media, la técnica en piedra tallada fue fundamental para edificar castillos y catedrales fortificadas. Posteriormente, el Renacimiento introdujo un mayor refinamiento estético, buscando la simetría y ornamentación en los edificios con el uso de mármol y yeso.
- **Industrialización y actualidad:** La Revolución Industrial mecanizó la producción de ladrillos e introdujo materiales como el acero y el hormigón, permitiendo construir a mayor escala y con más eficiencia. En la era moderna, la albañilería ha integrado tecnología y automatización, dando pie a sistemas avanzados como la albañilería prefabricada y reforzada, diseñadas para optimizar tiempos y ofrecer mayor resistencia sísmica.

Esta trayectoria demuestra, como señala Ching (2014), que la evolución de la construcción es, en esencia la historia del dominio de los materiales. Para el autor, cada hito tecnológico ha sido una respuesta a la búsqueda constante de integridad estructural y eficiencia en el uso de los recursos, sentando las bases de la gestión técnica que rige las obras contemporáneas.

Tipos de albañilería

La albañilería se clasifica en función de su rol estructural y del sistema de refuerzo empleado para resistir solicitaciones. Al respecto, San Bartolomé (1994), sostiene que la selección del sistema no es solo una decisión de diseño, sino un compromiso con la seguridad estructural, donde el control

riguroso de la calidad de los materiales y la mano de obra determina la capacidad de respuesta sísmica de la edificación. Para el autor, la albañilería debe ser tratada como un material compuesto donde la interacción entre unidad y mortero es el factor crítico de éxito. Bajo esta premisa, los sistemas principales se describen a continuación:

a. Albañilería Simple o No Reforzada:

- **Principio Estructural:** Su capacidad portante se deriva exclusivamente de la resistencia a compresión de las unidades de mampostería (ladrillos, bloques) y del mortero de pega.
- **Refuerzo:** Carece de armadura de acero para resistir esfuerzos de tracción o flexión.
- **Aplicación:** Se restringe a muros no portantes (de cerramiento o tabiquería) o a estructuras de baja altura en zonas de bajo riesgo sísmico, según lo estipulado en normativas sismo-resistentes.

b. Albañilería Confinada:

- **Principio Estructural:** Los muros de mampostería simple se encapsulan perimetralmente con un pórtico de hormigón armado (concreto reforzado), compuesto por columnas de amarre (elementos verticales) y vigas soleras (elementos horizontales).
- **Proceso Constructivo:** Se construyen primero los muros, que actúan como encofrado de pérdida para luego vaciar el concreto de los elementos de confinamiento, logrando un comportamiento monolítico.
- **Comportamiento:** El confinamiento proporciona ductilidad, resistencia a cargas laterales (sísmicas) y aumenta la capacidad de carga vertical del conjunto.

c. Albañilería Armada:

- **Principio Estructural:** Incorpora refuerzo de acero embebido dentro de la propia sección del muro para resistir esfuerzos de tracción y flexión.

- **Configuración del Refuerzo:** Utiliza barras de acero (corrugadas) en dirección vertical (tensores) y horizontal. El refuerzo se aloja en las celdas (alvéolos) de las unidades y se ancla con lechada de cemento (grout), formando un compuesto integral.
- **Ventaja:** Mejora significativamente la resistencia a momento flector y fuerza cortante, siendo adecuada para estructuras en zonas de mayor actividad sísmica.

d. Albañilería Prefabricada o Modular:

- **Principio Constructivo:** Los muros o paneles completos se fabrican industrialmente en un entorno controlado (planta), para su posterior transporte y montaje in situ.
- **Características:** Los módulos pueden ser de albañilería simple, armada o compuestos. El sistema prioriza la optimización de recursos, la reducción de plazos de obra, la minimización de residuos y el control de calidad estricto durante la fabricación.
- **Aplicación:** Se emplea en sistemas constructivos industrializados que requieren alta productividad y precisión.

La albañilería en Venezuela.

En Venezuela, la albañilería constituye un sistema estructural fundamental dentro del sector de la construcción, con aplicaciones predominantes en el desarrollo de edificaciones de mediana altura e infraestructura. La evolución histórica de sus técnicas—desde sistemas vernáculos como el bahareque y el adobe hasta los sistemas contemporáneos—evidencia una transición hacia métodos con mayor capacidad portante y desempeño sísmico.

Dada la ubicación geográfica del país en una región de alta amenaza sísmica, la albañilería confinada se ha establecido como el sistema constructivo predominante y de carácter normativo obligatorio para estructuras de hasta cuatro (4) niveles. Este sistema se compone de:

- **Muros de Mampostería:** Que actúan como elementos de cerramiento y aportan resistencia a compresión.
- **Elementos de Confinamiento (Concreto Armado):** Compuestos por columnas de amarre (elementos verticales) y vigas soleras (elementos horizontales), los cuales generan un pórtico perimetral que confina a la mampostería.

La interacción de estos componentes confiere a la estructura ductilidad, rigidez y una mayor capacidad de disipación de energía sísmica, mitigando el riesgo de colapso frágil.

El marco regulatorio venezolano está definido principalmente por la Norma COVENIN 1753-2006 "Edificaciones Sismo-resistentes", la cual establece los requisitos mínimos para el diseño, cálculo y construcción de obras en concreto estructural, principios que se extienden y aplican de manera integral a los sistemas de albañilería confinada y armada para garantizar su resistencia, estabilidad y durabilidad.

A pesar de las contingencias del entorno macroeconómico, el sector mantiene una demanda sostenida centrada en la rehabilitación y refuerzo estructural del parque edificado existente, así como en nuevos proyectos. La capacitación técnica especializada de la mano de obra y la implementación de tecnologías y prácticas constructivas eficientes se identifican como factores críticos para la evolución y sostenibilidad técnica de la industria de la albañilería en el país.

Materiales Básicos en Albañilería

Los materiales básicos en albañilería son la base de cualquier construcción, y su conocimiento es fundamental para garantizar la durabilidad y estabilidad de las estructuras. A continuación, se detalla cada capítulo solicitado.

Ladrillos y Bloques

Los ladrillos y bloques son elementos prefabricados, utilizados principalmente para construir muros, divisiones y elementos estructurales. Se diferencian por el material de fabricación, sus características y usos específicos.

Tipos:

- **Ladrillos Cerámicos:** Fabricados con arcilla cocida a altas temperaturas. Son ligeros, porosos y ofrecen buen aislamiento térmico.
 - **Usos:** Muros portantes, tabiques y fachadas.
- **Bloques de Concreto:** Producidos con una mezcla de cemento, arena y agregados. Son muy resistentes a la compresión.
 - **Usos:** Muros de carga, cimentaciones y muros de contención.
- **Ladrillos de Arcilla:** Similares a los cerámicos, pero con menor cocción. A menudo se utilizan por su estética rústica.
 - **Usos:** Muros decorativos, jardineras y elementos paisajísticos.
- **Bloques de Hormigón Celular Curado en Autoclave (HCCA):** Ligeros y con alta capacidad de aislamiento térmico.
 - **Usos:** Muros exteriores e interiores, especialmente en zonas con climas extremos.

Características y Usos:

- **Resistencia:** La capacidad de soportar cargas. Varía según el tipo y la calidad del material.
- **Aislamiento:** Propiedad para aislar el calor y el frío. Los materiales porosos como los ladrillos cerámicos y el HCCA son excelentes aislantes.
- **Durabilidad:** Resistencia al desgaste y a las condiciones ambientales.

- **Absorción de Agua:** Es una característica importante para la resistencia a la humedad y la correcta adhesión del mortero.

Morteros y Cementos

El mortero es una mezcla de aglomerante (cemento o cal), agua y arena, utilizada para unir ladrillos y bloques, y para recubrir superficies. El cemento es el aglomerante principal.

Componentes:

- **Cemento:** Actúa como el aglomerante principal que, al mezclarse con agua, crea una pasta que endurece y une los agregados.
- **Arena:** Proporciona volumen y evita las grietas por contracción. Debe ser limpia y libre de impurezas.
- **Cal:** Aumenta la plasticidad del mortero y su capacidad de retención de agua, mejorando la trabajabilidad y la adhesión.
- **Agua:** Necesaria para la hidratación del cemento y la cal, permitiendo la reacción química y la formación de la pasta.

Proporciones y Mezclas según su Aplicación:

Las proporciones varían según la aplicación. Un mortero típico puede ser 1 parte de cemento por 3 a 5 partes de arena.

- **Muros de Carga:** Se utiliza un mortero más resistente con mayor proporción de cemento (por ejemplo, 1:3).
- **Revoques y Enlucidos:** Se prefiere un mortero más plástico con cal para una mejor trabajabilidad (por ejemplo, 1:1:6 de cemento, cal y arena).
- **Solado y Mampostería:** Se utiliza un mortero con buena cohesión y resistencia a la humedad (por ejemplo, 1:4).

Aditivos y Complementos

Los aditivos son sustancias químicas que se añaden al mortero o al concreto para modificar sus propiedades.

- **Impermeabilizantes:** Reducen la porosidad del mortero, haciéndolo resistente al paso del agua. Son esenciales en cimientos, muros de sótanos y áreas húmedas.
- **Acelerantes:** Aumentan la velocidad de fraguado del cemento, permitiendo una mayor rapidez en la obra, útil en climas fríos o cuando se requiere una alta resistencia inicial.
- **Fibras:** Materiales sintéticos o metálicos que, al ser mezclados en el mortero, mejoran su resistencia a la tracción y reducen la formación de grietas por contracción.
- **Retardantes:** Retrasan el fraguado del cemento, lo que es útil en climas cálidos o para transportar el mortero a largas distancias.
- **Plastificantes:** Mejoran la trabajabilidad del mortero sin necesidad de añadir más agua, lo que aumenta su resistencia final.

Técnicas Constructivas

Las técnicas constructivas son los procedimientos y métodos utilizados para ejecutar las obras de albañilería, garantizando la correcta aplicación de los materiales y la integridad estructural.

Colocación de Bloques de Mampostería

La colocación de bloques de mampostería es un proceso fundamental en la construcción de muros y tabiquería. Este procedimiento se ejecuta siguiendo una secuencia técnica rigurosa para asegurar la estabilidad y la nivelación, —que incluye la preparación de la cimentación, primera hilada, aplicación del mortero, alineación y nivelación, corte y amarre— asegurando la estabilidad estructural y la nivelación de la unidad edificada (SENCICO, 2005).

- **Preparación de la Cimentación:** El cimiento debe estar limpio, nivelado y libre de escombros. Se coloca una primera capa de mortero (cama) sobre la cimentación.
- **Primera Hilada (Arrancada):** Es la hilada más importante, ya que define la alineación y el nivel del muro. Se utiliza una cuerda o un hilo de albañil para guiar la colocación de los bloques, asegurando que estén perfectamente alineados y nivelados.
- **Aplicación del Mortero:** El mortero se aplica tanto en la base del bloque como en los extremos que se unen a otros bloques. El grosor de la junta de mortero debe ser uniforme (generalmente entre 1 cm y 1.5 cm).
- **Alineación y Nivelación:** Con la ayuda de un nivel de burbuja y la cuerda guía, se golpea suavemente el bloque con un martillo de goma para ajustarlo, asegurando que esté a plomo (vertical) y nivelado (horizontal).
- **Corte y Amarre:** Para las esquinas o para completar las hiladas, se cortan los bloques a la medida. Los amarres son las uniones o juntas escalonadas entre hiladas, que evitan que el muro se fisure verticalmente.

En este contexto, la colocación de bloques es un proceso esencial, y para asegurar su correcta ejecución, se ilustra de manera secuencial y gráfica el proceso de ejecución de esta actividad, en un diagrama de flujo que detalla los pasos típicos y los controles clave que garantizan la calidad en la colocación de bloques.

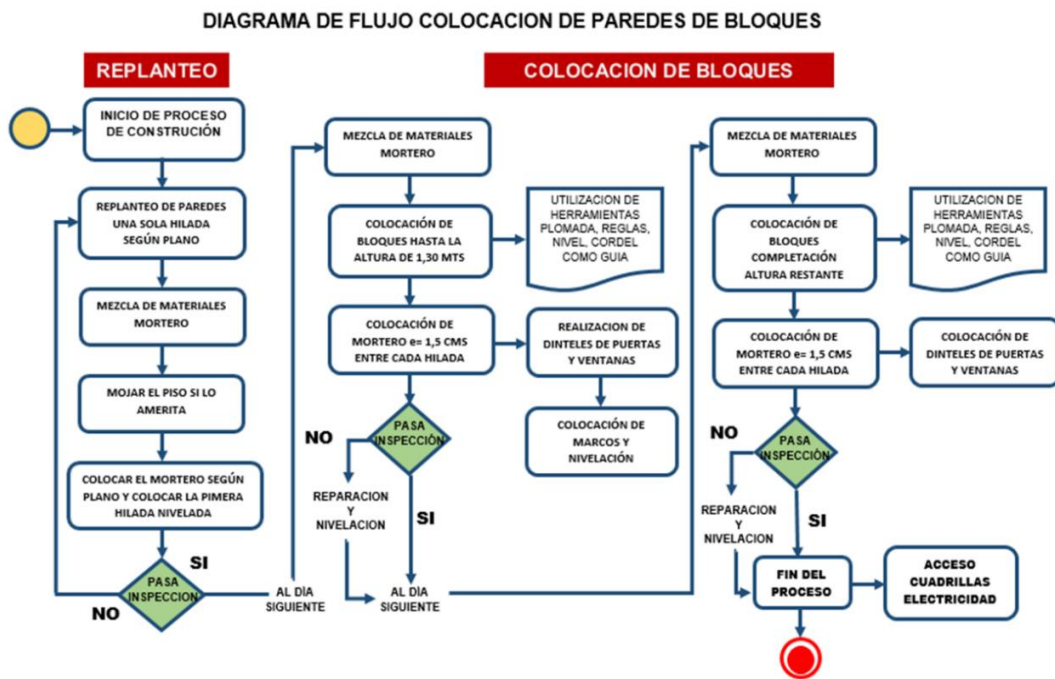


Gráfico. 1 Diagrama de Flujo: Colocación de Paredes de Bloques

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

www.bdigital.ula.ve

Aplicación de Frisos

El friso, revoque o enlucido es una capa de mortero que se aplica sobre un muro para protegerlo y darle un acabado estético. Según la Norma COVENIN 2000-2 (1992), la ejecución de revestimientos exteriores e interiores debe garantizar la adherencia mecánica al soporte mediante la preparación previa de la superficie y el uso de mezclas dosificadas que eviten la retracción hídrica.

- **Preparación de la Superficie:** El muro debe estar limpio y húmedo para asegurar una buena adherencia del mortero.
- **Colocación de Guías (Fajas):** Se instalan listones o reglas de madera o metal en el muro para establecer el espesor del friso y garantizar un acabado plano y uniforme.
- **Proyección del Mortero:** El mortero se proyecta sobre la superficie con una llana o una pala, cubriendo toda el área entre las guías.

- **Nivelación y Alisado:** Con una regla metálica se nivela y se retira el exceso de mortero, deslizando la regla sobre las guías. Luego, con una llana se alisa la superficie.
- **Acabado:** Dependiendo del acabado deseado, se puede utilizar una esponja para un acabado rústico, una llana de goma para un acabado liso, o herramientas especiales para texturas.

En el caso de la aplicación de frisos, que involucra múltiples etapas y controles de calidad, se presenta a continuación un diagrama de flujo que detalla desde la preparación de la superficie hasta el curado final.

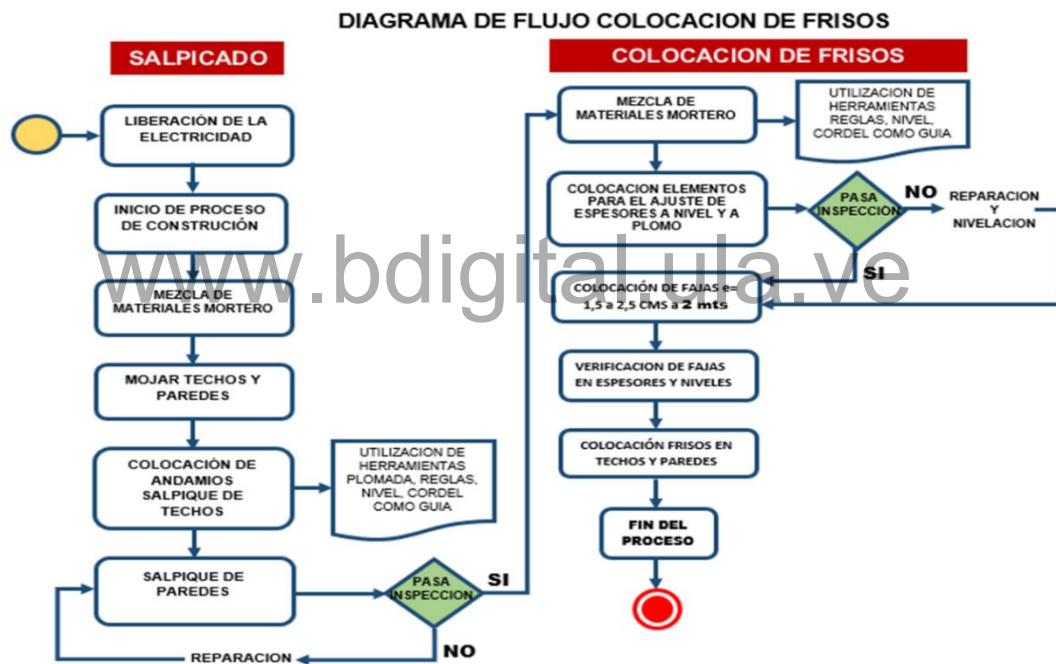


Gráfico. 2 Diagrama de Flujo: Colocación de Frisos

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

Construcción de Sobrepisos

El sobrepiso es la capa de mortero que se coloca sobre el forjado o la losa de concreto para nivelar la superficie y preparar la base para el revestimiento final (porcelanato, cerámica, etc.).

- **Limpieza y Humedecimiento:** La losa base debe estar limpia y humedecida para asegurar una buena adherencia del mortero.
- **Colocación de Reglas de Nivelación:** Se instalan reglas maestras a lo largo del área para determinar el espesor del sobrepiso.
- **Preparación y Colocación del Mortero:** El mortero se prepara con una proporción de cemento y arena, generalmente 1:3 o 1:4. Se vierte entre las reglas y se distribuye uniformemente.
- **Reglaje y Fratasado:** Con una regla de aluminio o madera se alisa el mortero, eliminando los desniveles. Luego, se utiliza un fratás para compactar la superficie y dejarla lisa.
- **Curado:** Es fundamental mojar el sobrepiso durante los primeros días para evitar fisuras y garantizar la resistencia final.

Más allá de su función estética, el sobrepiso es esencial para la estabilidad, planicidad y correcta nivelación de la superficie, lo que garantiza la durabilidad y el rendimiento óptimo del revestimiento. Su correcta ejecución es un factor determinante para el éxito de la obra. Para la construcción de sobrepisos, el siguiente diagrama de flujo destaca las verificaciones de nivelación y vaciado para garantizar una base óptima para revestimientos.

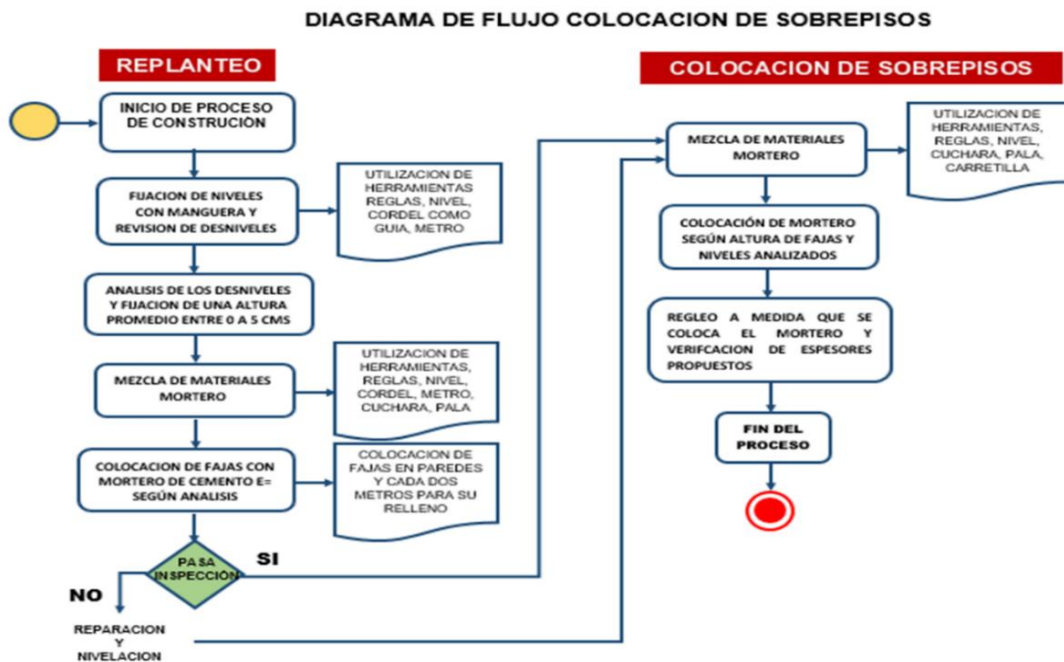


Gráfico. 3 Diagrama de Flujo: Colocación de Sobrepisos

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

www.bdigital.ula.ve

Instalación de Revestimientos Cerámicos

La instalación de revestimientos cerámicos es un proceso de acabado que requiere precisión para lograr un resultado estético y duradero.

- **Preparación de la Superficie:** La base (sobrepiso o muro) debe estar limpia, seca, nivelada y libre de grasa.
- **Planificación y Medición:** Se planifica la disposición de las baldosas para minimizar los cortes. Se trazan líneas guía para asegurar una alineación perfecta.
- **Aplicación del Adhesivo:** El adhesivo (cemento cola) se aplica sobre la base con una llana dentada, extendiéndolo de manera uniforme.
- **Colocación de las Baldosas:** Las baldosas se colocan sobre el adhesivo, presionando y girando ligeramente para asegurar el

contacto total. Se utilizan separadores de plástico para mantener la uniformidad de las juntas.

- **Corte y Relleno de Juntas:** Las baldosas se cortan con una cortadora manual o eléctrica. Una vez seco el adhesivo, se limpia la superficie y se aplica la lechada o pasta de juntas con una espátula de goma.

Este proceso se ilustra detalladamente en el siguiente diagrama de flujo, desde la preparación de la superficie hasta el rejuntado final. El éxito en la colocación de cerámica depende de una preparación minuciosa. La superficie base debe estar limpia, seca, nivelada y libre de cualquier residuo que pueda comprometer la adhesión.

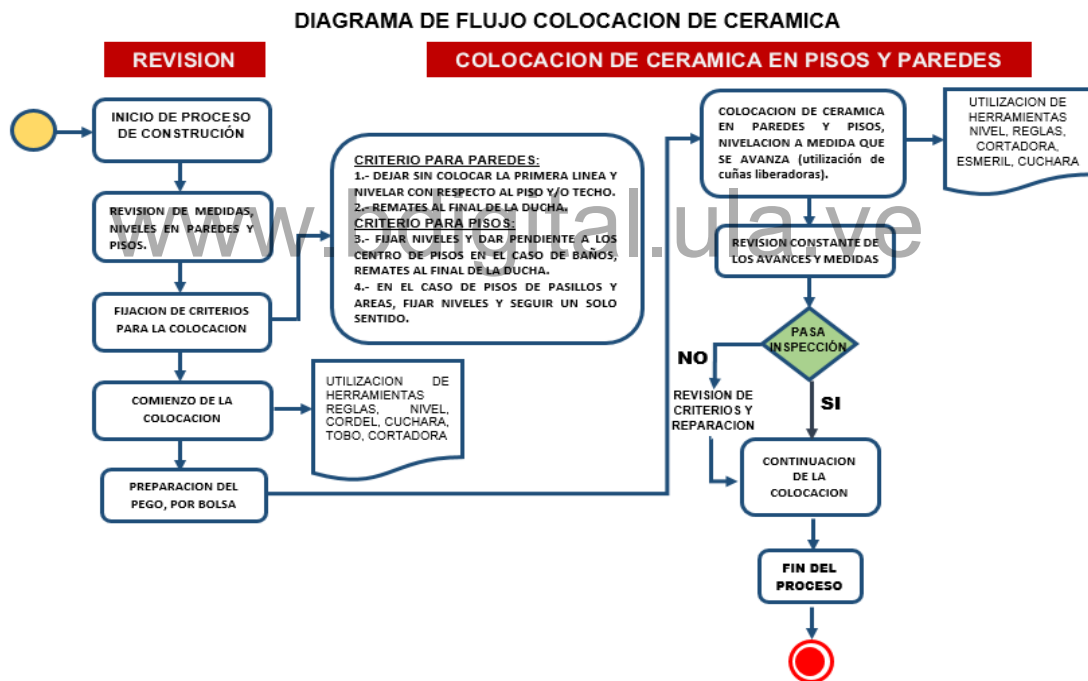


Gráfico. 4 Diagrama de Flujo: Colocación de Cerámica

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

Construcción de Dinteles

Un dintel es un elemento estructural horizontal que soporta el peso de un muro o carga superior sobre una abertura, como una ventana o una puerta.

- **Cálculo de la Carga:** Se determina el peso que el dintel deberá soportar para elegir el material y las dimensiones adecuadas.
- **Encofrado:** Se construye una estructura temporal de madera o metal (encofrado) para dar forma al dintel. Debe ser resistente y estar bien nivelado.
- **Armado del Dintel:** Se coloca el refuerzo de acero (cabillas o varillas) dentro del encofrado, de acuerdo con el cálculo estructural. El acero es fundamental para resistir las fuerzas de tracción.
- **Vaciado del Concreto:** Se vierte el concreto en el encofrado, compactándolo para eliminar burbujas de aire.
- **Curado y Desencofrado:** Una vez que el concreto ha fraguado y alcanzado la resistencia necesaria (generalmente después de 7 a 28 días), se retira el encofrado.

Para una comprensión clara de la secuencia constructiva y los puntos críticos en la realización de dinteles, a continuación, se presenta un diagrama de flujo que desglosa cada paso, desde la preparación del encofrado hasta el curado del elemento estructural.

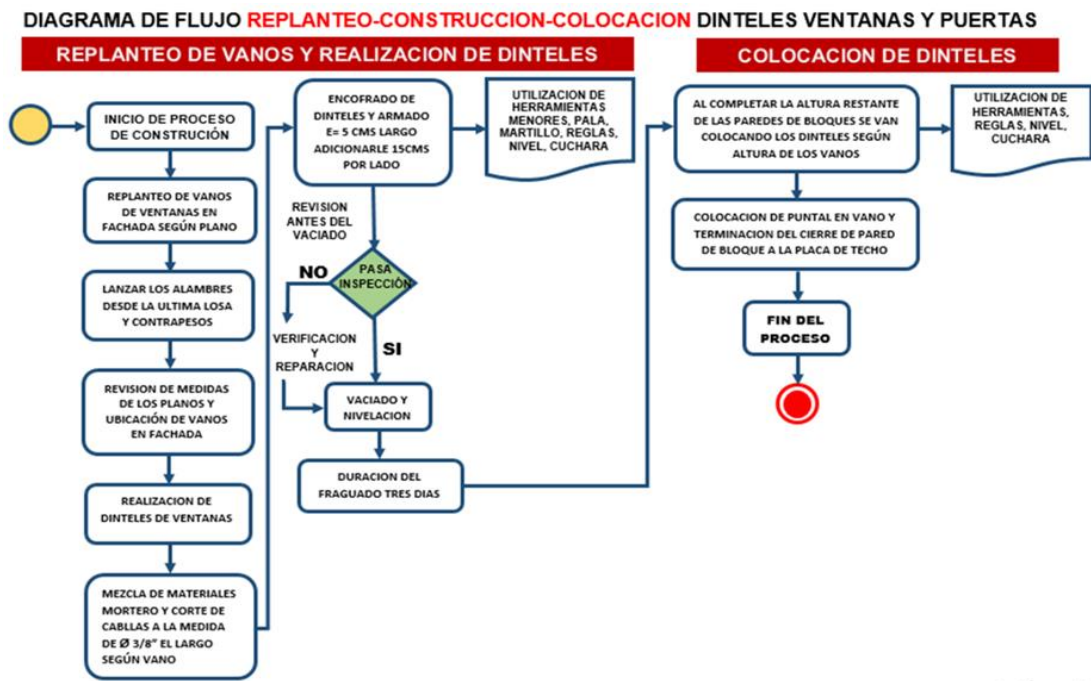


Gráfico. 5 Diagrama de Flujo: Colocación de Dinteles

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

www.bdigital.ula.ve

Problemas Comunes y Soluciones en Albañilería

En todo proyecto de albañilería, es crucial anticipar y corregir desafíos que comprometen la calidad final de la obra. Los problemas más comunes, como fisuras, humedades y desprendimientos, suelen ser el resultado directo de errores en la fase de diseño, la elección de materiales o la técnica de ejecución.

Fisuras, Humedades, Desprendimientos

Las Fisuras se originan por asentamientos o falta de juntas; las menores se sellan, pero las estructurales exigen ingeniería. Las Humedades son causadas por fallas de impermeabilización o fugas; se corrigen aplicando barreras de vapor o impermeabilizantes y reparando la fuente de agua. Los Desprendimientos se deben a la mala adherencia del mortero; la solución es retirar el material flojo y reaplicar la mezcla correctamente.

Errores Frecuentes en la Ejecución y Cómo Evitarlos

De acuerdo con la observación directa del investigador en proyectos de edificación, la mayoría de los problemas de calidad y durabilidad en albañilería pueden prevenirse mediante una planificación rigurosa y una supervisión constante de la obra, es vital evitar los errores de ejecución. En la mezcla de mortero, se deben usar proporciones exactas (en paladas, en carretilla o baldes de medición) y sólo agua potable. Una mala nivelación se previene asegurando que la primera hilada esté a plomo y nivel, verificando cada hilada. Las juntas incorrectas se evitan manteniendo un grosor uniforme con espaciadores. Finalmente, la falta de curado—un error crítico—se resuelve cubriendo la superficie y mojándola regularmente para protegerla del sol y el viento, asegurando la resistencia final del material.

Bajo esta perspectiva, la colocación de bloques, la ejecución de frisos y la construcción de sobrepisos encuentran su fundamento técnico en las Normas para la Construcción de Edificios del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 1962). Para la mampostería, dicha normativa exige el humedecido previo de las unidades y el control riguroso de la traba y espesor de las juntas para garantizar la estabilidad estructural. En cuanto a los frisos, establece el uso obligatorio de maestras o reglas para asegurar la planeidad y un proceso de aplicación por capas que favorezca la adherencia. Finalmente, para los sobrepisos, la norma prescribe la preparación de bases limpias y niveladas, definiendo acabados específicos según el uso final de la superficie, asegurando así la calidad y durabilidad de los revestimientos en el contexto de la construcción venezolana.

Condiciones Necesarias para Ser un Trabajador en Albañilería

Un buen trabajador en albañilería no solo debe poseer habilidades prácticas,

sino también una serie de cualidades personales y conocimientos técnicos que garanticen la calidad y seguridad en la obra.

- **Habilidades Físicas:** La albañilería es un trabajo físicamente exigente. Se requiere fuerza para levantar y transportar materiales, resistencia para trabajar largas jornadas y destreza manual para la colocación precisa de ladrillos, bloques y acabados.
- **Conocimiento de Materiales y Herramientas:** Es fundamental conocer los diferentes tipos de ladrillos, morteros, cementos y aditivos, así como el uso correcto de herramientas como la llana, la paleta, el nivel, la plomada y la cortadora de baldosas.
- **Precisión y Atención al Detalle:** La precisión es vital. Un error de unos pocos milímetros en la colocación de un bloque puede afectar la estabilidad y la estética de todo un muro.
- **Seguridad en el Trabajo:** Un trabajador debe conocer y aplicar las normas de seguridad, como el uso de equipo de protección personal (casco, guantes, botas de seguridad), el manejo adecuado de maquinaria y la prevención de caídas.
- **Trabajo en Equipo:** La mayoría de los proyectos se realizan en equipo, por lo que la comunicación efectiva y la colaboración con otros trabajadores, ingenieros y arquitectos son esenciales.

Línea de Procedimientos en Albañilería

La construcción de un muro, una losa o cualquier elemento de albañilería sigue una secuencia lógica de pasos, que puede variar según la complejidad del proyecto, pero que generalmente incluye las siguientes etapas:

- **Planificación y Diseño:** Se revisan los planos del proyecto, se calculan las cargas y se selecciona el tipo de material y el mortero adecuados.
- **Preparación del Terreno y Cimentación:** Se excava el terreno, se colocan las bases y se construye la cimentación que soportará la estructura.

- **Colocación de la Mampostería:** Se colocan los ladrillos o bloques, hilada por hilada, con la ayuda de un hilo de albañil, asegurando la nivelación y el plomo.
- **Armado y Vaciado de Concreto:** Se arman los elementos estructurales de concreto, como dinteles o columnas, con sus respectivos refuerzos de acero.
- **Acabados y Revestimientos:** Se aplican los revoques, frisos o revestimientos cerámicos, se instalan las ventanas y puertas, y se realizan los acabados finales.
- **Control de Calidad:** Se realizan pruebas y se inspecciona la obra en cada etapa para verificar que cumple con los estándares de calidad y seguridad.
- **Limpieza Final:** Se retiran los escombros y se limpia la zona de trabajo.

www.bdigital.ula.ve

BASES LEGALES

Normativas y Consideraciones Técnicas

La aplicación de normativas y la realización de cálculos básicos son esenciales en la albañilería para garantizar la seguridad, la estabilidad y la calidad de las construcciones. Estos aspectos técnicos aseguran que la obra cumpla con los estándares de diseño y desempeño.

Reglamentos de Construcción Aplicables

La aplicación de normativas técnicas y el apego a reglamentos de construcción son pilares esenciales en la albañilería, pues garantizan la seguridad, la estabilidad y la calidad de las edificaciones. Estos aspectos legales y técnicos aseguran que la obra cumpla con los estándares de diseño y desempeño mínimos para proteger el bienestar público.

- **Normativa Nacional:** En el contexto venezolano, el presente estudio se alinea con las Normas COVENIN (Comisión Venezolana de

Normas Industriales), las cuales rigen aspectos como el diseño sísmico y los requisitos de materiales y procesos constructivos, siendo las siguientes:

- **COVENIN 42:1982.** Bloques de arcilla cocida.
 - **COVENIN 255:1977.** Arena para morteros y concreto.
 - **COVENIN 484:1993.** Agregados para concreto, determinación de la composición granulométrica.
 - **COVENIN 633:2001.** Bloques de Concreto (Especificaciones de resistencia y dimensiones). de Concreto Armado
 - **COVENIN 1753:2006** Proyecto y construcción de obras de concreto estructural. (Si la albañilería es confinada).
 - **COVENIN 1756:2001:** Edificaciones Sismo-resistentes (Fundamental para albañilería).
 - **COVENIN 2000-2:1992** Sector Construcción. Mediciones y Codificación. Parte II: Edificaciones.
- **Normativa Internacional:** Se consideran también estándares globales de referencia, como las Normas ISO (ejemplo., ISO 9001 para Gestión de Calidad), que influyen en la definición de los indicadores y protocolos de control.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

“Es sencillo hacer que las cosas sean complicadas, pero es difícil hacer que sean sencillas”.

Friedrich Nietzsche.

MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo describe el marco metodológico que sustenta esta investigación, cuyo objetivo principal es la formulación de una propuesta de un Sistema de Indicadores de Gestión para el seguimiento y control de obras de edificación, con aplicación específica en las actividades de albañilería: colocación de bloques, aplicación de frisos, vaciado de sobrepisos, instalación de cerámica, elaboración montaje de dinteles.

Este marco metodológico, sustentado en un riguroso análisis documental y un diseño descriptivo fundamentado en la experticia profesional del autor, garantiza la solidez y pertinencia de la propuesta de un sistema de indicadores de gestión para la albañilería. La sistematización en la recolección, análisis y diseño permitirá obtener una herramienta válida para la mejora continua de la productividad, calidad y eficiencia en obras de edificación.

Tipo y Diseño de la Investigación

La investigación se enmarca en un diseño no experimental, de carácter documental y descriptivo. Este enfoque se fundamenta en:

1. Revisión sistemática y crítica de fuentes bibliográficas especializadas.
2. La experticia profesional del investigador en el sector de la construcción.

Su propósito es describir el estado del arte y generar las bases para proponer un sistema de indicadores de gestión para procedimientos constructivos en albañilería.

Investigación Documental

Se sustenta en el análisis de fuentes secundarias, que incluyen:

- Tesis académicas y manuales técnicos.
- Normativas (especialmente COVENIN 2000-92).
- Literatura especializada en gestión de proyectos, productividad, control de calidad e indicadores.

Su fortaleza radica en la capacidad de consolidar el conocimiento preexistente para construir una propuesta sólida, superando las limitaciones de la recolección de datos primarios.

Enfoque Descriptivo

A partir del análisis documental, este enfoque se materializa en:

- El diseño de indicadores de gestión.
- La determinación de parámetros de rendimiento de referencia (métricas, rangos de desempeño, porcentajes de desperdicio y fórmulas de cálculo) para las actividades de albañilería bajo estudio.

Enfoque Metodológico

Se adopta un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), derivado exclusivamente del análisis documental:

- Enfoque Cuantitativo: Se manifiesta en la identificación y estructuración de parámetros numéricos para los indicadores (rendimientos de mano de obra, porcentajes de desperdicio, tolerancias dimensionales). La propuesta de indicadores tendrá una naturaleza cuantitativa para permitir futuras mediciones en obra.

- Enfoque Cualitativo: Se aplica en la interpretación y contextualización de la información, analizando procedimientos constructivos, factores influyentes en la productividad y modelos de sistemas de gestión.

Fuentes de Información

Se utilizan exclusivamente fuentes secundarias de rigor académico y técnico, obtenidas de:

- Bases de datos científicas (Google Scholar, SciELO, Academia.edu).
- Repositorios universitarios (tesis de pregrado y posgrado nacionales e internacionales).

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnica: Revisión documental sistemática y análisis de contenido.

Instrumentos:

- Registro Bibliográfico: Resumen de cada fuente consultada.
- Matrices de Análisis de Contenido: Herramientas tabulares para extraer datos específicos por actividad de albañilería (bloques, frisos, sobrepisos, cerámica, dinteles), categorizando:
 - Procedimientos, materiales, mano de obra.
 - Rendimientos (HH/unidad), porcentajes de desperdicio.
 - Criterios de calidad, tolerancias, factores de productividad.
 - Indicadores de gestión propuestos en la literatura.

Procedimiento para la Recolección y Análisis de Datos

El proceso se desarrolla en cinco fases secuenciales:

1. Definición del Protocolo de Búsqueda: Establecimiento de palabras clave y criterios de inclusión.
2. Búsqueda y Selección de Documentos: Ejecución de búsquedas en plataformas definidas y selección de textos completos.

3. Lectura Crítica y Extracción de Información: Uso de matrices de análisis para extraer datos cuantitativos y cualitativos.
4. Análisis y Síntesis de la Información: Consolidación de información por actividad y tipo de indicador, identificando rangos representativos y modelos aplicables.
5. Diagramas de flujo por cada actividad de albañilería.
6. Diseño del Sistema de Indicadores de Gestión: Formulación detallada de cada indicador, definiendo:
 - Nombre, objetivo, fórmula de cálculo, unidad de medida.
 - Frecuencia de medición, fuente de datos, valor de referencia.
 - Responsable, criterios de calidad, acciones correctivas.

Diseño Estructura del Sistema de Indicadores Propuesto

El sistema se concibe como un conjunto de métricas clave para transformar datos en información accionable. Los indicadores se estructuran en cuatro categorías para cada actividad:

1. Indicadores de Productividad de Mano de Obra (PMO): Eficiencia de la mano de obra (HH/m²).
2. Indicadores de Nivel de Calidad en Ejecución (NCE): Cumplimiento de estándares y tolerancias.
3. Indicadores de Índice de Desperdicio de Mortero (IDM): Control de consumo y desperdicio de recursos.
4. Indicadores de Índice de Re-trabajo (IR): Esfuerzo adicional por errores.

Cada indicador se diseña para ser relevante, medible, alcanzable, oportuno y trazable.

Aplicación Contextual: La Albañilería y su Normativa

La investigación se contextualiza en el sector de la construcción venezolano, regido por la Norma COVENIN 2000-92, que establece los

criterios para la ejecución, medición y control de calidad de las obras de albañilería. La elección de materiales (bloques de concreto vs. arcilla), los procedimientos constructivos y las técnicas de supervisión se alinean con esta normativa, garantizando la pertinencia y aplicabilidad de la propuesta de indicadores en el entorno local.

www.bdigital.ula.ve

Capítulo IV Resultados

"No es el resultado de la investigación científica que ennoblece a los seres humanos y enriquece su naturaleza, sino la lucha por entender mientras realiza un trabajo intelectual creativo y de mente abierta".

Albert Einstein.

RESULTADOS

Como resultado de la investigación documental y descriptiva, se presenta un sistema de indicadores de gestión diseñado para evaluar la productividad, calidad y eficiencia de los materiales en las actividades clave de la albañilería. Este sistema, estructurado en categorías funcionales, ofrece un marco de referencia objetivo para el control de la obra.

Indicadores de Productividad

Estas métricas se proponen para cuantificar el rendimiento de la fuerza laboral en unidades medibles de producción, permitiendo monitorear el avance real frente al planificado:

- Productividad mano de obra Bloque (PMOB)
- Productividad mano de obra Frisos (PMOF)
- Productividad mano de obra Sobrepisos (PMOS)
- Productividad mano de obra Cerámica (PMOC)
- Productividad mano de obra Dinteles (PMOD)

Indicadores de Calidad y Gestión de Materiales

Complementariamente, se han desarrollado métricas para identificar desviaciones técnicas y cuantificar el uso ineficiente de insumos, específicamente en lo que respecta al desperdicio de mezclas y revestimientos:

Nivel de Calidad en Ejecución: Diseñados para evaluar la conformidad del trabajo terminado.

- Nivel de calidad en ejecución Bloque (NCEB)
- Nivel de calidad en ejecución Frisos (NCEF)
- Nivel de calidad en ejecución Sobrepisos (NCES)
- Nivel de calidad en ejecución Cerámica (NCEC)
- Nivel de calidad en ejecución Dinteles (NCED)

Índices de Desperdicio y Re-trabajo: Orientados a la optimización de materiales mediante la identificación de mermas en morteros, piezas cerámicas y re-trabajos en la colocación de bloques.

- Índice de desperdicio de mortero de bloques IDMB
- Índice de desperdicio de mortero Frisos IDMF
- Índice de desperdicio de mortero Sobrepiso IDMS
- Índice de desperdicio de Cerámica IDC
- Índice de Re-trabajo en bloques (IRB)

La creación de estas métricas, respaldadas por la literatura técnica y la experiencia profesional del investigador, constituye la aportación principal de este estudio. Este conjunto de herramientas analíticas proporciona a los profesionales de la construcción una base sólida para la toma de decisiones informadas y la implementación de una cultura de mejora continua en la gestión de proyectos.

4.1 INDICADORES DE ALBAÑILERÍA EN COLOCACIÓN DE BLOQUES

- El indicador principal es la productividad (rendimiento) HH/m2. Se obtiene de registrar la cantidad horas-hombre entre metros cuadrados de muro de bloque que un equipo (o una persona) es capaz de levantar en una jornada de trabajo. La información se recoge con el conteo de las horas-hombre productivas entre m2 de bloques instalados.
- La calidad se mide con indicadores de nivel de calidad en ejecución. Se verifica que el plomo, el nivel y la alineación de los muros sean correctos (desviaciones fuera de la tolerancia). La fuente de estos datos son las fichas de inspección de calidad que se llenan durante o después de la ejecución.

www.bdigital.ula.ve											
ID	INDICADOR	OBJETIVO	FÓRMULA DE CÁLCULO	UNIDAD	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	FUENTE DE DATOS	VALOR DE REFERENCIA / Meta	RESPONSABLE	CRITERIOS DE CALIDAD/ OBSERVACIONES	ACCIONES CORRECTIVAS / PREVENTIVAS	
BLOQUE	B1	Productividad Mano de Obra en BLOQUE (PMOB)	Medir la eficiencia de la cuadrilla en la colocación de bloques.	HH/Productivas)/m2 muro colocado	HH/m2	Diaria / Semanal	Parte diario de trabajo, Metrado de área.	0.15 - 0.25 HH/m2	Maestro de Obra / Residente	Verificación de avance diario vs. Programado - Tiempo efectivo de trabajo del personal	Capacitación en técnicas de pegado - Revisión de logística de materiales - Eliminación de tiempos muertos
	B2	Nivel de Calidad en Ejecución (NCEB)	Asegurar plomada, nivel y alineación de muros.	(m2 con desviaciones fuera de tolerancia / m2 (total inspeccionado)) * 100%	%	Por lotes de avance	Ficha de inspección de calidad.	< 5% (con 3mm en 3m)	Supervisor de Calidad / Residente	Plomada y Nivel (verticalidad y horizontalidad) - Alineación (rectitud del muro) - Espesor y uniformidad de juntas.	Reforzar uso de reglas y niveles - Supervisión constante de la cuadrilla - Capacitación en lectura de planos y tolerancias
	B3	Índice de Re-trabajo en Bloques (IRB)	Cuantificar el esfuerzo adicional por errores.	(HH dedicadas a Re-trabajo / HH Productivas Totales de la actividad) * 100%	%	Mensual / Por partida	Partes diarios de trabajo con detalle de actividades.	< 5%	Residente / Maestro de Obra	Causas de re-trabajo (plomada, nivel, alineación, demoliciones)	Análisis de causa raíz de los defectos - Mejora en la capacitación y supervisión
	B4	Índice de Desperdicio de Mortero Bloques (IDMB)	Controlar el consumo de mortero y minimizar pérdidas.	((Volumen Real Usado - Volumen Teórico Requerido) / Volumen Teórico Requerido) * 100%	%	Semanal / Por partida	Vales de materiales (cemento, arena), Cálculo de volumen teórico.	< 8 % (aceptable, algunos hasta 10%)	Residente	Dosificación correcta de la mezcla - Preparación adecuada de la superficie - Evitar caídas y excesos.	Capacitación en dosificación - Mejora en el manejo y transporte del mortero - Revisión de especificaciones de junta

Cuadro 1 Indicadores para colocaciones de paredes de Bloques

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

Colocación de Bloques

B1 - Productividad

Para medir y gestionar la eficiencia de todos estos procesos, es indispensable contar con indicadores cuantitativos. En la colocación de bloques, el principal indicador de productividad es el Rendimiento de Mano de Obra de Bloque (PMOB) que cuantifica las horas-hombre invertidas entre cada metro cuadrado de muro levantado. Este valor se obtiene al registrar la cantidad de bloques instalados en una jornada y el número de trabajadores involucrados, lo que proporciona una visión clara de la eficiencia de la cuadrilla. Por ejemplo, la fórmula para el PMOB sería:

$$PMOB = \frac{\text{Horas – hombre Totales (Productivas)}}{\text{Metros Cuadrados de Muro Colocado}}$$

La fórmula del PMOB es una de las métricas más fundamental. Su objetivo principal es cuantificar la eficiencia de la mano de obra en la ejecución de un trabajo específico, como la colocación de bloques, mediante una relación directa entre el esfuerzo invertido y el resultado obtenido.

El análisis de esta fórmula revela lo siguiente:

- ¿Qué mide? El PMOB mide la productividad laboral en unidades de tiempo por unidad de obra. Es decir, nos dice cuántas horas de trabajo de una persona (Horas-Hombre) se requieren para colocar un metro cuadrado de muro de bloques. A diferencia de otros indicadores que miden defectos o desperdicio, el PMOB se enfoca en la eficiencia. Por lo tanto, un valor bajo es deseable, ya que indica que se necesita menos tiempo para completar la misma cantidad de trabajo, lo que se traduce en mayor productividad y menor costo de mano de obra.
- Componentes de la fórmula:
 - Numerador (Horas–Hombre Totales (Productivas): Representa el esfuerzo. Es la suma de las horas de trabajo dedicadas por todos los operarios a la actividad específica de colocar bloques. El término "productivas" es crucial, pues excluye el tiempo que

no añade valor, como el dedicado a re-trabajo, demoras por falta de materiales o tiempos de espera.

- Denominador (Metros Cuadrados de Muro Colocado):

Representa el resultado o el producto. Es la cantidad tangible de trabajo que se ha completado. Esta métrica es objetiva y fácil de verificar mediante un metrado en el sitio.

- Interpretación del resultado:

- Si el PMOB es de 0.5 HH/m², significa que se necesita media hora de trabajo de un albañil para colocar un metro cuadrado de muro.

- Si el PMOB de un proyecto es mayor que el valor esperado o que el promedio histórico, indica que la productividad es baja. Esto podría deberse a problemas como la falta de experiencia del equipo, herramientas inadecuadas o interrupciones en el flujo de trabajo.

- Si el PMOB es menor que el valor esperado, la productividad es alta, lo que es un indicador de un proceso eficiente.

- Importancia para la gestión del proyecto:

- Planificación y Presupuesto: El PMOB es la base para estimar los costos y la duración de la mano de obra en futuros proyectos, un valor preciso permite crear presupuestos y cronogramas realistas.

- Monitoreo y Control: Durante la ejecución, se compara el PMOB real con el PMOB planificado para detectar desviaciones. Si la productividad está por debajo de lo esperado, se pueden tomar acciones correctivas a tiempo.

- Evaluación de Productividad (Rendimiento): Sirve para evaluar el desempeño de diferentes cuadrillas, comparar la eficiencia entre proyectos y justificar la inversión en capacitación o en nuevas tecnologías de construcción.

El PMOB no es solo un cálculo matemático, sino una herramienta de gestión fundamental que traduce la eficiencia laboral en un número claro y accionable, permitiendo un control más riguroso y una mejora continua en los procesos de construcción.

Ejemplo: Un equipo de 3 albañiles trabajó 8 horas y levantó 48 metros cuadrados de muro.

- Horas-Hombre (HH): 3 albañiles x 8 horas = 24 HH
- Metros cuadrados levantados: 48 m²
- Fórmula de PMO: $PMO(HH/m^2) = \frac{24 \text{ HH}}{48 \text{ m}^2} = 0,5 \text{ HH/m}^2$

Esto significa que se necesita media hora de trabajo de tres albañiles para levantar 0,5 metro cuadrado de muro.

B2 - Calidad

En cuanto a la calidad, los indicadores se centran en la precisión. Se verifican elementos como el plomo, el nivel y la alineación de los muros. Estos datos se obtienen de las fichas de inspección o listas de control de calidad. Este indicador de Nivel de Calidad en Ejecución Bloque (NCEB), mide la cantidad de muros que cumplen o no con el plomo, nivel y alineación requerida.

$$NCEB(\%) = \frac{(m^2 \text{ con desviaciones fuera de tolerancia})}{m^2 \text{ (total inspeccionado)}} \times 100\%$$

La fórmula proporcionada para el Nivel de Calidad en Ejecución de Bloques (NCEB) es una métrica valiosa que busca cuantificar la calidad del trabajo en la albañilería. Sin embargo, es crucial entender su interpretación correcta, ya que, tal como está formulada, mide el índice de defectos o la tasa de no-conformidad en lugar del nivel de calidad per se.

El análisis de esta fórmula revela los siguientes puntos:

- ¿Qué mide realmente? La fórmula mide el porcentaje de la superficie inspeccionada que presenta defectos o desviaciones fuera de las tolerancias aceptadas. Es una métrica que cuantifica la magnitud de los errores de ejecución, como muros que no cumplen

con el plomo, el nivel o la alineación. En este sentido, un valor bajo es deseable, ya que indica una menor cantidad de trabajo defectuoso.

- Componentes de la fórmula:
- Numerador (m² con desviaciones fuera de tolerancia): Este valor representa el trabajo no-conforme. Es la superficie total que, después de ser inspeccionada, no cumple con los estándares de calidad establecidos. Este es el área que requerirá re-trabajo y, por lo tanto, es una fuente directa de ineficiencia y costos adicionales.
- Denominador (m² (total inspeccionado)): Este valor es la cantidad de m² que se está evaluando. Es la superficie total de muro que se ha revisado para determinar su calidad. Su uso permite contextualizar las desviaciones, evitando que un pequeño error en un área grande parezca insignificante.
- Interpretación del resultado:
- Un NCEB cercano a 0% indica una alta calidad de ejecución. Significa que casi todo el trabajo inspeccionado cumple con los estándares. Es pasable hasta un 5% tomando en cuenta que en 3 m^l halla una tolerancia de 3mm.
- Un NCEB elevado (por ejemplo, 15% o más) es una señal de alerta. Sugiere que una parte significativa del trabajo no cumple con las especificaciones. Esto puede deberse a la falta de habilidad del personal, errores de supervisión o problemas con los materiales. Este resultado justifica la inversión en acciones correctivas y preventivas, como capacitación y revisión de procesos.
- Importancia para la gestión de la obra: Esta métrica es fundamental por varias razones:
 - Cuantifica la calidad: Convierte una evaluación subjetiva de "bueno" o "malo" en un porcentaje objetivo y medible.

- Identifica problemas: Permite detectar patrones de falla. Si el NCEB es consistente alto en una cuadrilla o en una actividad, se puede investigar la causa o raíz.
- Relación con el costo y el tiempo: Un NCEB alto está directamente relacionado con un alto Índice de Re-trabajo (IRB) y, por lo tanto, con un aumento en los costos y una prolongación de los plazos de entrega del proyecto.

Aunque la fórmula mide los defectos en lugar del "nivel de calidad" en el sentido más intuitivo, es una herramienta poderosa para la toma de decisiones. Su valor reside en su capacidad para señalar con precisión dónde y en qué magnitud se están produciendo fallos, permitiendo a la gerencia actuar de manera proactiva para mejorar el rendimiento del proyecto.

Ejemplo: Se inspeccionaron 20 m2 levantados por un equipo. Con un nivel manual y regla, se verificó que 9 m2 de ellos no cumplieron con el plomo y el nivel requerido.

$$\text{NCEB (\%)} = \frac{9 \text{ m2}}{20 \text{ m2 (total inspeccionado)}} * 100\% = 45 \%$$

Esto indica que el 45% de los muros no cumplió con el estándar de calidad, lo que es una meta no aceptable, indicándose la realizar de los correctivos, Generando un Re-trabajo.

B3 - Re-trabajo

Este Indicador, índice de Re-trabajo de bloque (IRB), La fórmula es una herramienta clave en la gestión de la construcción que permite cuantificar la ineficiencia generada por los errores en la ejecución de una actividad, siendo:

$$\text{IRB(\%)} = \frac{\text{HH dedicadas a Re – trabajo}}{\text{HH Productivas Totales de la actividad}} \times 100\%$$

El análisis de esta fórmula:

- ¿Qué mide? El IRB mide el porcentaje de tiempo productivo que se pierde en corregir errores. No mide la productividad bruta, sino la calidad del trabajo desde la perspectiva de la eficiencia de la mano

de obra. Un valor bajo en el IRB es ideal, ya que indica que se dedicó muy poco o ningún esfuerzo adicional a corregir fallas.

- Componentes de la fórmula:
- Numerador (HH dedicadas a Re-trabajo): Este valor representa la ineficiencia. Es el total de horas-hombre que el equipo tuvo que invertir para demoler, reconstruir o corregir una sección de la obra que no cumplió con los estándares de calidad. Este tiempo no aporta valor nuevo al proyecto, sino que corrige un déficit del trabajo anterior.
- Denominador (HH Productivas Totales de la actividad): Este valor representa el esfuerzo total e inicial invertido en la actividad. Es la suma de las horas-hombre que se planificaron y ejecutaron para la construcción del muro, sin incluir las horas de re-trabajo.
- Interpretación del resultado:
- Un IRB del 0% significa que no hubo re-trabajo, lo que indica una ejecución perfecta y un alto nivel de calidad desde el primer intento.
- Un IRB alto (por ejemplo, 15% o más) es una señal de alarma. Sugiere que una parte significativa del tiempo se está desperdiciando. Un alto IRB puede deberse a múltiples factores, como falta de supervisión, personal sin la capacitación adecuada, errores en la interpretación de planos, o deficiencias en el control de calidad del mortero o los materiales.
- Importancia para la toma de decisiones: El IRB es un indicador fundamental para la mejora continua. Permite a los gerentes de obra:
 - Identificar problemas: Un aumento repentino en el IRB puede señalar la causa de un problema en un equipo o en un proceso específico.

- Evaluar el rendimiento: Sirve para comparar la eficiencia de diferentes cuadrillas o la efectividad de los cambios implementados en los procedimientos de trabajo.
- Cuantificar los costos ocultos: El re-trabajo no solo implica pérdida de tiempo, sino también un aumento en los costos de mano de obra y materiales. El IRB permite monetizar esta pérdida para justificar la inversión en capacitación o en nuevos sistemas de control de calidad.

Por lo que IRB no es solo un número, sino un reflejo directo de la calidad y eficiencia de la ejecución en la obra. Es una métrica valiosa que convierte la pérdida de tiempo en un dato medible y analizable, facilitando así la gestión estratégica del proyecto.

Ejemplo: Supongamos que un equipo de tres albañiles está construyendo un muro de bloques.

- Horas productivas totales: El equipo trabajó una jornada completa de 8 horas para levantar el muro.
- Horas-Hombre (HH) Productivas Totales: 3 albañiles × 8 horas/día = 24 HH.
- Horas dedicadas a re-trabajo: Durante la inspección de calidad, se encontró que un tramo del muro no estaba perfectamente aplomado y las juntas de mortero eran irregulares. Para corregirlo, el equipo tuvo que demoler y volver a construir esa sección, lo que les tomó 1.5 horas.
- Horas-Hombre (HH) dedicadas a Re-trabajo: 3 albañiles × 1.5 horas = 4.5 HH.

Aplicación de la Fórmula:

Ahora, aplicamos la fórmula del Índice de Re-trabajo (IRB) con estos datos:

$$\text{IRB (\%)} = \frac{4.5 \text{ HH}}{24 \text{ HH}} \times 100$$

$$IRB (\%) = 0,1875 \times 100 \quad IRB (\%) = 18,75\%$$

El resultado del 18,75% indica que casi una quinta parte del tiempo de trabajo productivo en esa actividad se gastó en corregir errores. Este porcentaje es un indicador clave de ineficiencia. Un resultado así podría señalar la necesidad de una mejor supervisión, capacitación en el uso de herramientas como la plomada y el nivel, o una revisión de la técnica de mezcla del mortero, lo que demuestra la importancia del indicador para la mejora continua del proceso.

B4 - Mortero

Tomando en cuenta de una revisión técnica del mortero se genera el Indicador de desperdicio de mortero que por uso excesivo o por la pérdida al realizar los re-trabajos, tomando en cuenta lo anterior se genera el Indicador de Desperdicio de Mortero.

$$IDMB(\%) = \frac{\text{Volumen Real Usado} - \text{Volumen Teórico Requerido}}{\text{Volumen Teórico Requerido}} \times 100\%$$

Análisis de la fórmula:

- Volumen Teórico Requerido: Es la cantidad de mortero que se calcula en el papel, según las dimensiones del muro, el espesor de las juntas y las especificaciones técnicas. Es el volumen ideal, el que se debería usar sin ningún tipo de desperdicio.
- Volumen Real Usado: Es la cantidad total de mortero que se consumió en la obra para construir el mismo muro. Este volumen siempre será mayor que el teórico, debido a las pérdidas, el exceso en las juntas o el desperdicio al caer material al suelo.
- La diferencia (Volumen Real - Volumen Teórico): Este valor representa la cantidad de mortero que se desperdició.
- División por el Volumen Teórico Requerido: Al dividir el desperdicio entre la cantidad que se necesitaba, se obtiene una ratio. Multiplicar por 100 lo convierte en un porcentaje, lo que permite comparar el rendimiento entre diferentes obras o equipos.

La fórmula es una herramienta fundamental para la gestión de recursos en la albañilería, ya que traduce las pérdidas de material en un número claro y comparable.

Ejemplo: Supongamos que una empresa de construcción está evaluando el consumo de mortero para un muro de bloques de 10 metros de largo por 3 metros de alto. Las especificaciones técnicas del proyecto indican que se necesitan 0.025 m³ de mortero por cada metro cuadrado de muro.

1. Cálculo del Volumen Teórico Requerido:

- Área del muro: 10 m × 3 m = 30 m²
- Volumen Teórico Requerido: 30 m² × 0.025 m³/m² = 0.75 m³

2. Determinación del Volumen Real Usado:

- Al finalizar la construcción del muro, el supervisor de obra registra que se consumieron 0.9 m³ de mortero en total, incluyendo las pérdidas por derrame y el exceso en las juntas.

3. Aplicación de la Fórmula:

Ahora, aplicamos la fórmula del Indicador de Desperdicio de Mortero (IDM)

$$\text{IDMB (\%)} = \frac{0.9 \text{ m}^3 - 0.75 \text{ m}^3}{0.75 \text{ m}^3} \times 100\%$$

$$\text{IDMB (\%)} = \frac{0.15 \text{ m}^3}{0.75 \text{ m}^3} \times 100\%$$

$$\text{IDMB (\%)} = 0.2 \times 100\%$$

$$\text{IDMB (\%)} = 20\%$$

El resultado del 20% indica que se desperdició un 20% del mortero que teóricamente era necesario. Esto significa que, por cada m³ de mortero requerido, se usó un 20% más. Un IDMB elevado es una señal de alerta, ya que las pérdidas de material se traducen directamente en costos adicionales para la obra, justificando la necesidad de acciones correctivas como la capacitación del personal en el uso eficiente de los materiales y un mejor control del proceso de mezcla y aplicación.

Planilla de Registro

Para complementar el rigor en la ejecución de los procedimientos y asegurar la calidad en cada etapa, a continuación, se presenta una planilla de registro. Esta herramienta, basada en la teoría de la reducción de errores por omisión, funciona como un mecanismo de control sistemático que permite verificar, paso a paso, que todas las actividades críticas hayan sido realizadas de manera correcta. Su implementación, junto a los diagramas de flujo, refuerza el control de calidad, minimiza los riesgos de fallas constructivas y asegura que los trabajos de albañilería cumplan con los estándares técnicos, necesarios para garantizar la durabilidad y estabilidad de la obra.

Una vez establecida la secuencia de trabajo a través del diagrama de flujo para la colocación de bloques, la implementación de una Planilla de registro para la Colocación de Mampostería se convierte en el complemento indispensable para asegurar la calidad y la precisión en cada paso. Este instrumento de control permite una revisión sistemática, garantizando que se cumplan todos los requisitos esenciales, desde la preparación del área de trabajo hasta la correcta nivelación de cada hilada.

Planilla de registro Colocación de Paredes de Bloque

PROYECTO:

REPORTE No:

UBICACIÓN:

INFORMACION GENERAL DEL REPORTE BLOQUE

FECHA DE INSPECCION:

HORA DE INSPECCION:

PERSONAL EN ACTIVIDAD:

SECTOR:

ID	PUNTOS DE VERIFICACION (Checklist)	¿CONFORME?		OBSERVACIONES / DESVIACIONES (Detallar)																												
		SI	NO																													
B.1	Superficie de base limpia y nivelada.																															
B.2	Bloques humedecidos (según tipo).																															
B.3	Dosificación de mortero correcta.																															
B.4	Replanteo																															
B.5	Espesor de juntas horizontal uniforme (ej. 1.0-1.5 cm).																															
B.6	Espesor de juntas vertical uniforme y trabadas.																															
B.7	Plomada y nivel de muros.(Desviación)																															
B.8	Alineación de muros.																															
B.9	Limpieza de exceso de mortero.																															
B-1 PRODUCTIVIDAD: ÁREA DE BLOQUES COLOCADA HH/m2 0.15 - 0.25		m2		<table border="1"> <tr> <td>Productividad Mano de Obra en BLOQUE (PMOB)</td> <td>PMOB (CALCULADO) HH(Productivas)/m2 muro colocado</td> <td>HH/m2</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>HORAS-HOMBRE UTILIZADAS</td> <td>HH</td> <td>24</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTAL m2 LEVANTADOS</td> <td>m2</td> <td>48</td> <td></td> </tr> </table>	Productividad Mano de Obra en BLOQUE (PMOB)	PMOB (CALCULADO) HH(Productivas)/m2 muro colocado	HH/m2	0,5	HORAS-HOMBRE UTILIZADAS	HH	24		TOTAL m2 LEVANTADOS	m2	48																	
Productividad Mano de Obra en BLOQUE (PMOB)	PMOB (CALCULADO) HH(Productivas)/m2 muro colocado	HH/m2	0,5																													
HORAS-HOMBRE UTILIZADAS	HH	24																														
TOTAL m2 LEVANTADOS	m2	48																														
B-2 DESVIACIONES (Tolerancia < 5% (con 3mm en 3m))		m2	9	Nivel de Calidad en Ejecución NCEB (m2 con desviaciones fuera de tolerancia / m2 (total inspeccionado) * 100%) 45% OBSERVACIONES:																												
M2 de Bloque que no cumplieron		m2	20																													
B-3 RE-TRABAJO < 5%				<table border="1"> <tr> <td>Índice de Re-trabajo en Bloques</td> <td colspan="2">IRB (HH dedicadas a Re-trabajo / HH Productivas Totales de la actividad) * 100%</td> <td>18,75%</td> </tr> <tr> <td>HORAS-HOMBRE UTILIZADAS</td> <td>H * H/DIA</td> <td>24</td> <td></td> </tr> <tr> <td>HH Dedicadas a RE-TRABAJO</td> <td>H * H RE-TRABAJO</td> <td>4,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">OBSERVACIONES:</td> </tr> </table>	Índice de Re-trabajo en Bloques	IRB (HH dedicadas a Re-trabajo / HH Productivas Totales de la actividad) * 100%		18,75%	HORAS-HOMBRE UTILIZADAS	H * H/DIA	24		HH Dedicadas a RE-TRABAJO	H * H RE-TRABAJO	4,5		OBSERVACIONES:															
Índice de Re-trabajo en Bloques	IRB (HH dedicadas a Re-trabajo / HH Productivas Totales de la actividad) * 100%		18,75%																													
HORAS-HOMBRE UTILIZADAS	H * H/DIA	24																														
HH Dedicadas a RE-TRABAJO	H * H RE-TRABAJO	4,5																														
OBSERVACIONES:																																
PERSONAL (H)		No	3																													
HORAS / DIA		No / horas	8																													
HORAS / RE-TRABAJO		No	1,5																													
B-4 DESPERDICIO < 8 % (aceptable, algunos hasta 10%)				<table border="1"> <tr> <td>Índice de Desperdicio de Mortero</td> <td colspan="2">IDMB ((Volumen Real Usado - Volumen Teórico Requerido) / Volumen Teórico Requerido) * 100%</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Volumen Teorico Requerido</td> <td>L * A * Volumen de Mortero/m2</td> <td>0,75</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">OBSERVACIONES:</td> </tr> <tr> <td>AREA DEL MURO</td> <td>LARGO</td> <td>ml</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ALTURA</td> <td>ml</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VOLUMEN DE MORTERO / m2 según especificaciones</td> <td>m3/m2</td> <td>0,025</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VOLUMEN DE MORTERO REAL USADO</td> <td>m3</td> <td>0,9</td> </tr> </table>	Índice de Desperdicio de Mortero	IDMB ((Volumen Real Usado - Volumen Teórico Requerido) / Volumen Teórico Requerido) * 100%		20%	Volumen Teorico Requerido	L * A * Volumen de Mortero/m2	0,75		OBSERVACIONES:				AREA DEL MURO	LARGO	ml	10		ALTURA	ml	3	VOLUMEN DE MORTERO / m2 según especificaciones		m3/m2	0,025	VOLUMEN DE MORTERO REAL USADO		m3	0,9
Índice de Desperdicio de Mortero	IDMB ((Volumen Real Usado - Volumen Teórico Requerido) / Volumen Teórico Requerido) * 100%		20%																													
Volumen Teorico Requerido	L * A * Volumen de Mortero/m2	0,75																														
OBSERVACIONES:																																
AREA DEL MURO	LARGO	ml	10																													
	ALTURA	ml	3																													
VOLUMEN DE MORTERO / m2 según especificaciones		m3/m2	0,025																													
VOLUMEN DE MORTERO REAL USADO		m3	0,9																													

Cuadro 2 Planilla de Registro de Colocación de Paredes de Boques

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

4.2 INDICADORES DE ALBAÑILERÍA EN COLOCACIÓN DE FRISOS

- El indicador clave es la productividad (Rendimiento) en metros cuadrados de friso por jornada HH (productivas)/m2 friso aplicado. Para obtener este dato, se mide las horas-hombre utilizadas y se divide por la superficie de friso aplicado. La información se obtiene de los partes diarios de obra, donde se registran las tareas realizadas y el tiempo dedicado.
- La calidad del friso se verifica con el control de nivel y planicidad. Se utiliza una regla o un nivel para asegurarse de que la superficie no tenga ondulaciones. Además, se controla que la mezcla del mortero sea la adecuada (por ejemplo, con la relación de cemento/arena/cal). Los datos provienen de inspecciones visuales y pruebas de materiales. El indicador podría ser el "Porcentaje de Superficies Planas (Niveladas)".

ID	INDICADOR	OBJETIVO	FÓRMULA DE CÁLCULO	UNIDAD	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	FUENTE DE DATOS	VALOR DE REFERENCIA / Meta	RESPONSABLE	CRITERIOS DE CALIDAD/ OBSERVACIONES	ACCIONES CORRECTIVAS / PREVENTIVAS	
FRISO	F1	Productividad Mano de Obra FRISO (PMOF)	Evaluar la eficiencia en la aplicación de frisos.	HH(Productivas)/m2 friso aplicado	HH/m2	Diaria / Semanal	Parte diario de trabajo, Metrado de área.	0.20 - 0.40 HH/m2 (Friso liso, 1.5-2cm espesor)	Maestro de Obra / Residente	Verificación de avance diario vs. programado. (Consistencia en la calidad de la aplicación)	Optimización de la preparación del mortero - Mejora de técnicas de extendido y regleado - Distribución eficiente de zonas de trabajo.
	F2	Nivel de Calidad de Ejecucion Friso (NCEF)	Asegurar la planicidad y espesor correcto del friso.	m2 (con desviaciones fuera de tolerancia) / m2 (total inspeccionado) * 100%	%	Por lotes de avance	Ficha de inspección de calidad.	< 5% (desviación 3mm en 2 mL regla con nivel)	Supervisor de Calidad / Residente	Planicidad (uso de regla y nivel) - Verticalidad y horizontalidad - Espesor uniforme - Ausencia de fisuras.	Reforzar uso de reglas - Control de la humedad de la base - Pruebas de adherencia si es necesario.
	F3	Índice de Desperdicio de Mortero Friso (IDMF)	Minimizar las pérdidas de mortero.	((Volumen Real Usado - Volumen Teórico Requerido) / Volumen Teórico Requerido) * 100%	%	Semanal / Por partida	Vales de materiales (cemento, arena), Cálculo de volumen teórico.	< 10%	Residente	Evitar excesos en la preparación - Reducir caídas durante la aplicación - Almacenamiento adecuado de materiales.	Capacitación en dosificación y mezclado - Mejora de las herramientas de aplicación - Reducción de distancias de transporte.

Cuadro 3 Indicadores para colocaciones de Frisos

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

Colocación de Frisos

F1 - Productividad

La productividad se mide con el mismo principio: Productividad (Rendimiento) de Mano de Obra Friso (**PMOF**) en horas-hombre entre metro cuadrado de friso aplicado.

La fórmula del PMOF es una métrica esencial para cuantificar la eficiencia de la mano de obra en una de las actividades de acabado más importantes de la construcción: la aplicación de frisos. Su objetivo es relacionar el esfuerzo de la mano de obra con la cantidad de trabajo realizado.

$$PMOF (HH/m^2) = \frac{Horas - hombre Totales (Productivas)}{Metros Cuadrados de Friso Aplicado}$$

- ¿Qué mide? El PMOF mide la productividad laboral en unidades de tiempo por unidad de superficie. Es decir, nos indica cuántas horas de trabajo de una persona (Horas-Hombre) se necesitan para aplicar un metro cuadrado de friso. Como en otros indicadores de productividad, un valor bajo es el objetivo, ya que significa una mayor eficiencia y un menor costo de mano de obra por metro cuadrado.
- Componentes de la fórmula:
 - Numerador (Horas-Hombre Totales (Productivas): Representa el insumo o esfuerzo de la mano de obra. Es la suma total de las horas dedicadas por todos los operarios a la actividad específica de aplicar el friso, excluyendo el tiempo no productivo como el re-trabajo, los tiempos de espera o los descansos.
 - Denominador (Metros Cuadrados de Friso Aplicado): Representa el resultado o el producto del trabajo. Es la superficie total de friso que se ha aplicado y completado, medida de manera objetiva.

- Interpretación del resultado:
 - Un valor de 0.25 HH/m² significa que se necesita un cuarto de hora de trabajo de un operario para aplicar un metro cuadrado de friso.
 - Si el PMOF real de un proyecto es superior al valor planificado, indica que la cuadrilla está siendo menos productiva de lo esperado. Esto puede deberse a problemas con la mezcla del mortero, falta de herramientas adecuadas o una metodología de trabajo ineficiente.
 - Un PMOF inferior al valor planificado es un signo de alta eficiencia y puede ser un punto de referencia para futuros proyectos.
- Importancia para la gestión del proyecto:
 1. Planificación y Presupuesto: El PMOF es fundamental para estimar con precisión el costo de la mano de obra y la duración de la fase de frisos.
 2. Monitoreo y Control: Permite a los gerentes de obra comparar el rendimiento en tiempo real con los objetivos establecidos, facilitando la identificación de desviaciones.
 3. Mejora Continua: Al analizar el PMOF, se pueden identificar las causas de la baja productividad y aplicar acciones correctivas, como optimizar los procesos de mezcla de mortero o mejorar la capacitación del personal.

PMOF es una herramienta de gestión crucial que convierte la eficiencia de la mano de obra en una métrica cuantificable, lo que permite un control más riguroso y una gestión más estratégica de la obra.

Ejemplo: Supongamos que una cuadrilla de 2 frisadores trabajó una jornada completa de 8 horas para aplicar friso en un área de la obra. Al final del día, el supervisor de obra midió que lograron completar 40 metros cuadrados de superficie.

1. Cálculo de las Horas-Hombre (HH) Totales:

- Número de trabajadores: 2 frisadores
- Horas trabajadas: 8 horas
- Cálculo: 2 frisadores × 8 horas = 16 HH

2. Identificación de la Producción:

- Metros cuadrados de friso aplicado: 40 m²

3. Aplicación de la Fórmula del PMOF:

$$\text{PMOF (HH/m}^2\text{)} = \frac{16 \text{ HH}}{40 \text{ m}^2}$$

$$\text{PMOF (HH/m}^2\text{)} = 0.4 \text{ HH/m}^2$$

Análisis del Resultado:

El resultado de 0.4 HH/m² significa que, en promedio, se necesitó 0.4 horas de trabajo de dos personas para aplicar un metro cuadrado de friso en esa jornada. Este valor se convierte en un punto de referencia clave para el proyecto, permitiendo a los gerentes:

- Comparar la productividad de esta cuadrilla con la de otros equipos.
- Estimar el tiempo y el costo de la mano de obra para las futuras áreas que requieran friso.
- Identificar oportunidades de mejora si el rendimiento está por debajo de las metas establecidas.

F2 - Calidad

La calidad de los frisos se evalúa a través de indicadores de nivel de Calidad en ejecución de Friso (NCEF), asegurando la planicidad y el espesor, que se obtiene al verificar que la superficie no tenga desviaciones fuera de la tolerancia.

$$\text{NCEF}(\%) = \frac{(\text{m}^2 \text{ con desviaciones fuera de tolerancia})}{\text{m}^2 \text{ (total inspeccionado)}} \times 100\%$$

La fórmula del NCEF es una métrica de calidad que se utiliza para cuantificar el grado de conformidad del acabado de los frisos. Su objetivo es

medir la proporción de la superficie que presenta desviaciones y, por lo tanto, no cumple con los estándares de diseño.

- ¿Qué mide? La fórmula mide la tasa de no-conformidad o el índice de defectos. Es una métrica que indica el porcentaje del trabajo que está mal hecho y, por consiguiente, necesita ser corregido. Por esta razón, un valor bajo de NCEF es deseable, ya que significa que la mayoría del trabajo cumple con los estándares de calidad.
- Componentes de la fórmula:
 - Numerador (m² con desviaciones fuera de tolerancia): Representa el área total de friso que no superó la inspección de calidad (por ejemplo, por no estar plano, nivelado o aplomado). Este valor es una medida del trabajo defectuoso.
 - Denominador (m² total inspeccionado): Es la superficie total de friso que se ha revisado, sirviendo como la base para calcular el porcentaje de defectos.
- Importancia: Esta fórmula es crucial para la gestión de la calidad. Permite a los gerentes de obra:
 - Cuantificar los defectos: Transforma una evaluación subjetiva en un porcentaje objetivo.
 - Justificar el re-trabajo: Un CAF alto demuestra la necesidad de invertir tiempo y recursos en corregir errores.
 - Identificar problemas: Ayuda a detectar si la baja calidad es un problema del equipo, de los materiales o de la metodología de trabajo.

Ejemplo: Un supervisor de obra inspeccionó un área de 60 m² de friso recién aplicado. Utilizando una regla de nivel, identificó y marcó todas las áreas que no estaban perfectamente planas. El área total de estas imperfecciones sumó 9 m².

$$\text{NCEF (\%)} = \frac{9 \text{ m}^2}{60 \text{ m}^2} \times 100\%$$

$$\text{NCEF (\%)} = 0,15 \times 100\%$$

$$\text{NCEF (\%)} = 15\%$$

El resultado de 15% indica que el 15% del área inspeccionada presenta defectos que requieren corrección. Este porcentaje es una señal de que la calidad de la ejecución no es óptima, lo que inevitablemente llevará a un re-trabajo significativo. Este dato puede ser utilizado para establecer un estándar de calidad, capacitar al personal o ajustar los procesos de trabajo en futuros proyectos.

F3 - Desperdicio Mortero

A partir de una revisión técnica del mortero, se genera el Indicador de Desperdicio de Mortero Friso (IDMF), una métrica que cuantifica la pérdida de material debido al uso excesivo o a los desperdicios generados durante los re-trabajos.

$$\text{IDMF (\%)} = \frac{\text{Volumen Real Usado} - \text{Volumen Teórico Requerido}}{\text{Volumen Teórico Requerido}} \times 100\%$$

La fórmula del IDMF es una métrica clave en la gestión de la construcción que cuantifica la ineficiencia en el uso de los materiales. Su objetivo es medir el porcentaje de mortero que se desperdicia durante el proceso de aplicación de frisos, ya sea por uso excesivo, derrames o pérdidas.

- ¿Qué mide? El IDMF mide la tasa de desperdicio de material en función de la cantidad ideal que se necesitaba. En este sentido, un valor bajo es altamente deseable, ya que se traduce en un menor costo de materiales y una mayor rentabilidad para el proyecto.
- Componentes de la fórmula:
 - Numerador
(Volumen Real Usado–Volumen Teórico Requerido): Esta diferencia representa la cantidad exacta de mortero que se ha perdido o desperdiciado. Un valor de cero sería ideal.
 - Denominador (Volumen Teórico Requerido): Es la cantidad de mortero que, en teoría, debería haberse utilizado para completar

el trabajo, sin considerar ninguna pérdida. Es el volumen base sobre el que se calcula el desperdicio.

- Importancia: El IDMF es una herramienta crucial para el control de costos. Permite a los gerentes de obra:
 1. Cuantificar las pérdidas: Convierte el desperdicio en un porcentaje objetivo y fácil de entender.
 2. Identificar ineficiencias: Un IDMF alto puede señalar problemas en la dosificación de la mezcla, en la técnica de aplicación o en el manejo del material.
 3. Optimizar recursos: Ayuda a tomar decisiones informadas para reducir las pérdidas y mejorar la rentabilidad del proyecto.

Ejemplo: Un equipo de trabajo tiene que aplicar friso en una superficie total de 120 m². Según las especificaciones técnicas, el consumo teórico de mortero para esta área es de 3.0 m³. Sin embargo, al finalizar el trabajo, se registra que el volumen real de mortero consumido fue de 3.8 m³.

$$\text{IDMF (\%)} = \frac{3.8 \text{ m}^3 - 3.0 \text{ m}^3}{3.0 \text{ m}^3} \times 100\%$$

$$\text{IDMF (\%)} = \frac{0.8 \text{ m}^3}{3.0 \text{ m}^3} \times 100\%$$

$$\text{IDMF (\%)} = 0,2667 \times 100\%$$

$$\text{IDMF (\%)} = 26.67\%$$

El resultado de 26,67% indica que se desperdició un 26.67% del mortero que teóricamente se necesitaba. Este alto porcentaje es una señal de alerta, pues se traduce directamente en un sobre costo de materiales para el proyecto. Este dato puede ser utilizado para investigar las causas del desperdicio, como la preparación de mortero en exceso, la aplicación de juntas demasiado gruesas o el derramamiento de material.

Avanzando en el proceso de acabados, la siguiente etapa crítica es la aplicación de frisos. Para asegurar un acabado superficial de alta calidad y durabilidad, se presenta la planilla de registro para la Aplicación de Frisos. Esta

herramienta detalla los puntos clave a inspeccionar, desde la preparación de la superficie hasta la textura final, garantizando una ejecución precisa y estéticamente uniforme.

Planilla de Registro Colocación de frisos

PROYECTO:

REPORTE No:

UBICACIÓN:

INFORMACION GENERAL DEL REPORTE FRISO

FECHA DE INSPECCION:

HORA DE INSPECCION:

PERSONAL EN ACTIVIDAD:

SECTOR:

ID	PUNTOS DE VERIFICACION (Checklist)	¿CONFORME?		OBSERVACIONES / DESVIACIONES (Detallar)												
		SI	NO													
F.1	Superficie limpia, rugosa y humedecida.															
F.2	Dosificación de mortero correcta.															
F.3	Salpique (acabadode base)															
F.4	Colocación de maestras y reglas (plomada y nivel).															
F.5	Espesor de friso uniforme (según especificaciones).															
F.6	Planicidad del friso (uso de regla y nivel manual).															
F.7	Acabado superficial (liso, rústico) conforme.															
F.8	Ausencia de fisuras, ampollas, descascarillados.															
F.9	Curado del friso (si aplica, humedad adecuada).															
F-1 PRODUCTIVIDAD: ÁREA DE FRISO COLOCADA 0.20 - 0.40 HH/m2 (Friso liso, 1.5-2cm espesor)		m2		<table border="1"> <tr> <td>Productividad Mano de Obra FRISO (PMOF)</td> <td>HH(Productivas)/m2 friso aplicado</td> <td>HH/m2</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>HORAS-HOMBRE UTILIZADAS</td> <td>HH</td> <td>16</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTAL m2 LEVANTADOS</td> <td>m2</td> <td>40</td> <td></td> </tr> </table>	Productividad Mano de Obra FRISO (PMOF)	HH(Productivas)/m2 friso aplicado	HH/m2	0,4	HORAS-HOMBRE UTILIZADAS	HH	16		TOTAL m2 LEVANTADOS	m2	40	
Productividad Mano de Obra FRISO (PMOF)	HH(Productivas)/m2 friso aplicado	HH/m2	0,4													
HORAS-HOMBRE UTILIZADAS	HH	16														
TOTAL m2 LEVANTADOS	m2	40														
PERSONAL (H)		No	2													
HORAS / DIA		No	8													
F-2 DESVIACIONES (Tolerancia < 5% (desviación 3mm en 2 mL regla con nivel))				<table border="1"> <tr> <td>Nivel de Calidad de Ejecucion de Friso (NCEF)</td> <td>m2 (con desviaciones fuera de tolerancia) / m2 (total inspeccionado) * 100%</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td colspan="3">OBSERVACIONES:</td> </tr> </table>	Nivel de Calidad de Ejecucion de Friso (NCEF)	m2 (con desviaciones fuera de tolerancia) / m2 (total inspeccionado) * 100%	15%	OBSERVACIONES:								
Nivel de Calidad de Ejecucion de Friso (NCEF)	m2 (con desviaciones fuera de tolerancia) / m2 (total inspeccionado) * 100%	15%														
OBSERVACIONES:																
M2 de FRISO con desviaciones fuera de la tolerancia		m2	9													
M2 de FRISO Inspeccionados		m2	60													
F-3 DESPERDICIO < 10%)				<table border="1"> <tr> <td>Índice de Desperdicio de Mortero Friso (IDMF)</td> <td colspan="2">((Volumen Real Usado - Volumen Teórico Requerido) / Volumen Teórico Requerido) * 100%</td> <td>26,67%</td> </tr> <tr> <td>Volumen Teorico Requerido</td> <td>L * A * Volumen de Mortero</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">OBSERVACIONES:</td> </tr> </table>	Índice de Desperdicio de Mortero Friso (IDMF)	((Volumen Real Usado - Volumen Teórico Requerido) / Volumen Teórico Requerido) * 100%		26,67%	Volumen Teorico Requerido	L * A * Volumen de Mortero	3		OBSERVACIONES:			
Índice de Desperdicio de Mortero Friso (IDMF)	((Volumen Real Usado - Volumen Teórico Requerido) / Volumen Teórico Requerido) * 100%		26,67%													
Volumen Teorico Requerido	L * A * Volumen de Mortero	3														
OBSERVACIONES:																
AREA DEL FRISO	LARGO	ml	40													
	ALTURA	ml	3													
VOLUMEN DE MORTERO / m2 según especificaciones		m3/m2	0,025													
VOLUMEN DE MORTERO REAL USADO		m3	3,8													

Cuadro 4 Planilla de Registro para Colocación de frisos

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

4.3 INDICADORES DE ALBAÑILERÍA EN COLOCACIÓN DE SOBREPISOS

- En la productividad El indicador, Productividad Mano de Obra Sobrepiso (PMOS) se centra en el área por jornada/persona (HH/m2). Se mide la superficie de sobrepiso vaciada y se compara con la mano de obra utilizada. La fuente de información son los reportes de avance.
- La calidad es fundamental y se evalúa a partir del control de nivelación. Se usan herramientas como niveles de manguera o nivel manual para verificar que la superficie sea perfectamente horizontal y plana, sin irregularidades. El indicador es el Calidad de Nivelación y Planicidad (CNP), "Número de Irregularidades Detectadas por m2" o el "Porcentaje de Sobrepisos Nivelados".

	ID	INDICADOR	OBJETIVO	FÓRMULA DE CÁLCULO	UNIDAD	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	FUENTE DE DATOS	VALOR DE REFERENCIA / Meta	RESPONSABLE	CRITERIOS DE CALIDAD/ OBSERVACIONES	ACCIONES CORRECTIVAS / PREVENTIVAS
SOBREPISO	S1	Productividad Mano de Obra SOBREPISO (PMOS)	Medir la eficiencia en la colocación y nivelación.	HH(Productivas)/m2 sobre piso colocado	HH/m2	Diaria / Semanal	Parte diario de trabajo, Metrado de área.	0.10 - 0.20 HH/m2 (sobrepiso 0 - 5cm espesor)	Maestro de Obra / Residente	Verificación de avance diario vs programado - Uniformidad en el extendido y regleado.	Optimización de la mezcla y transporte - Capacitación en técnicas de nivelación - Asegurar la disponibilidad de la superficie
	S2	Nivel de Calidad de Ejecucion sobrepiso (NCES)	Controlar la planicidad y nivelación de la superficie.	(No puntos con desnivel fuera de tolerancia / Total de puntos inspeccionados) * 100%	%	Por lotes de avance	Ficha de inspección de calidad.	< 3% (desviación 5mm en 3m regla)	Supervisor de Calidad / Residente	Nivelación (uso de nivel láser/mira, reglas) - Planicidad (ausencia de baches y salientes) - Espesor uniforme	Reforzar el uso de maestras y guías - Asegurar correcta compactación - Revisión de la técnica de acabado
	S3	Indice de Desperdicio de Mortero (IDMS)	Minimizar las pérdidas de material en sobrepisos.	((Volumen Real Usado - Volumen Teórico Requerido) / Volumen Teórico Requerido) * 100%	%	Semanal / Por partida	Vales de materiales (cemento, arena, agregados), Cálculo de volumen teórico.	< 8%	Residente	Control de dosificación - Evitar derrames durante el vaciado - Compactación adecuada sin exceso	Capacitación en dosificación y vibrado - Mejora en el transporte y colocación - Revisión del diseño de mezcla

Cuadro 5 Indicadores para colocación de Sobrepisos

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

Colocación de sobrepisos

S1 - Productividad

En la colocación de sobrepisos, la productividad se basa en el área vaciada por persona en una jornada. El PMOS se calcula de la siguiente manera:

$$PMOS (HH/m^2) = \frac{Horas - hombre Totales (Productivas)}{Metros Cuadrados de Sobrepiso Colocado}$$

La fórmula del PMOS es una métrica clave para evaluar la eficiencia de la mano de obra en la ejecución de sobrepisos. Su objetivo es relacionar directamente el esfuerzo de los trabajadores con la superficie de trabajo completada. La fuente de los datos es el parte diario de trabajo, Metrado de área.

- ¿Qué mide? El PMOS mide la productividad laboral en unidades de tiempo por unidad de superficie. Nos indica cuántas horas de trabajo de una persona (Horas-Hombre) se requieren para vaciar y terminar un metro cuadrado de sobrepiso. Como en otros indicadores de productividad, un valor bajo es el objetivo, ya que se traduce en una mayor eficiencia y un menor costo de mano de obra por metro cuadrado.
- Componentes de la fórmula:
 - Numerador (Horas-Hombre Totales): Representa el esfuerzo o insumo de la mano de obra. Es la suma total de las horas dedicadas por todos los operarios a la actividad, incluyendo el tiempo de preparación, vaciado, nivelación y acabado del sobrepiso. Aunque no lo especifique, se entiende que se refiere a las horas productivas, excluyendo el re-trabajo o las pérdidas de tiempo.
 - Denominador (Metros Cuadrados de Sobrepiso Vaciado): Representa el resultado o producto del trabajo. Es la superficie total de sobrepiso que ha sido vaciada y completada, medida de manera objetiva.

- Interpretación del resultado:
 - Un valor de 0.20 HH/m² significa que se necesitan 0.20 horas de trabajo de un operario para vaciar un metro cuadrado de sobrepiso.
 - Si el PMOS real de un proyecto es superior al valor planificado, indica que la cuadrilla está siendo menos productiva de lo esperado. Esto puede deberse a problemas logísticos, una mezcla deficiente o herramientas inadecuadas.
 - Un PMOS inferior al valor planificado es un signo de alta eficiencia y un punto de referencia positivo.
- Importancia para la gestión del proyecto:
 1. Planificación y Presupuesto: El PMOS es fundamental para estimar con precisión el costo de la mano de obra y el tiempo necesario para completar la fase de sobrepisos.
 2. Monitoreo y Control: Permite a los gerentes de obra comparar el rendimiento en tiempo real con los objetivos establecidos, facilitando la identificación de desviaciones.
 3. Mejora Continua: Al analizar el PMOS, se pueden identificar cuellos de botella y aplicar acciones correctivas, como optimizar los procesos de mezcla o mejorar la logística de suministro de material.

Ejemplo: Supongamos que una cuadrilla de 3 albañiles trabajó una jornada completa de 8 horas para vaciar y terminar el sobrepiso de una planta en una edificación. Al final del día, el supervisor de obra midió que lograron completar una superficie total de 120 m².

1. Cálculo de las Horas-Hombre (HH) Totales:
 - Número de trabajadores: 3
 - Horas trabajadas: 8 horas
 - Cálculo: 3 albañiles × 8 horas = 24 HH

2. Identificación de la Producción:

- Metros cuadrados de sobrepiso vaciado: 120 m²

3. Aplicación de la Fórmula del PMOS:

Ahora, aplicamos la fórmula con los datos del ejemplo:

$$\text{PMOS}(\text{HH}/\text{m}^2) = \frac{24 \text{ HH}}{120 \text{ m}^2}$$

$$\text{PMOS}(\text{HH}/\text{m}^2) = 0.2 \text{ HH}/\text{m}^2$$

Análisis del Resultado:

El resultado de 0.2 HH/m² significa que, en promedio, se necesitaron 0.2 horas (12 minutos) de trabajo de tres albañiles para vaciar y terminar un metro cuadrado de sobrepiso en esa jornada. Este valor se convierte en una referencia fundamental para planificar el tiempo y los recursos en las próximas fases del proyecto.

S2 - Calidad

La calidad es fundamental y se evalúa a partir de la Calidad de Nivelación y Planicidad (NCES). Se usan niveles de manguera y niveles manuales, además de reglas para asegurar que la superficie sea perfectamente horizontal y plana, sin irregularidades. La información se documenta en fichas de control de calidad. El NCES se calcula de la siguiente manera:

$$\text{NCES} = \frac{(\text{N}^{\circ} \text{ de puntos con desnivel fuera de tolerancia})}{\text{Total de dinteles inspeccionados}} \times 100\%$$

La fórmula del **NCES** es un indicador de calidad diseñado para evaluar la precisión de la nivelación en superficies horizontales, como pisos y sobrepisos. Su objetivo es cuantificar la proporción de puntos de una muestra que no cumplen con la tolerancia de nivelación requerida.

- ¿Qué mide? La fórmula mide el índice de no-conformidad en la nivelación. Al basarse en un muestreo de puntos en lugar de la totalidad de la superficie, proporciona una medida rápida y representativa de la calidad de la ejecución. Un valor bajo del NCES

es el objetivo, ya que indica que la superficie está bien nivelada y cumple con los estándares de calidad.

- Componentes de la fórmula:
 - Numerador (No Puntos con desnivel fuera de tolerancia): Es el número de puntos de inspección donde la medición de desnivel excede el margen de error permitido (por ejemplo, ± 5 mm). Este valor es una medida directa de los defectos de nivelación.
 - Denominador (Total de puntos inspeccionados): Es el número total de puntos que se revisaron en la superficie para la prueba de nivelación.
- Importancia: Esta fórmula es crucial para el control de calidad en trabajos de pisos. Permite:
 1. Cuantificar la calidad: Transforma una evaluación visual en una métrica objetiva.
 2. Facilitar la toma de decisiones: Un NCES alto puede justificar la necesidad de corregir la superficie (mediante pulido o aplicación de un auto-nivelante o demolición) antes de continuar con la siguiente etapa de la obra, como la colocación de un revestimiento final.
 3. Validar la ejecución: Sirve como una métrica de aceptación o rechazo del trabajo por parte del cliente o la supervisión.

Ejemplo: Un supervisor de obra realiza un control de calidad en un sobrepiso recién vaciado en un área de 80 m². Para verificar la nivelación, decide inspeccionar 50 puntos distribuidos en una cuadrícula representativa. Con un nivel manual y una regla, mide el desnivel en cada punto y registra que 7 puntos de ellos se encuentran fuera de la tolerancia establecida en los planos. Ahora, aplicamos la fórmula del NCES con los datos del ejemplo:

$$\text{NCES (\%)} = \frac{7}{50} \times 100\%$$

$$\text{NCES (\%)} = 0,14 \times 100\%$$

$$\text{NCES (\%)} = 14\%$$

Análisis del Resultado:

El resultado de 14% indica que el 14% de la muestra de la superficie del sobrepiso no cumple con los criterios de nivelación. Este porcentaje es una señal de alerta y, dependiendo de los estándares del proyecto, podría ser un valor inaceptable que requiera una corrección inmediata de la superficie para evitar problemas futuros en los acabados.

S3 – Índice de desperdicio de mortero

El Índice de Desperdicio de Mortero de sobrepiso (IDMS). Su propósito es cuantificar la ineficiencia al comparar el volumen de material realmente consumido con la cantidad teórica que se necesitaba para la obra. Al calcular el porcentaje de material perdido o desperdiciado, este indicador proporciona una visión clara de la efectividad en el uso de insumos.

$$\text{IDMS(\%)} = \frac{\text{Volumen Real Usado} - \text{Volumen Teórico Requerido}}{\text{Volumen Teórico Requerido}} \times 100\%$$

- ¿Qué mide? El IDMS mide el desperdicio de material en función de la cantidad ideal que se necesitaba. En este sentido, un valor bajo es el objetivo, ya que un desperdicio mínimo se traduce directamente en un menor costo de materiales y en una mayor rentabilidad para el proyecto.
- Componentes de la fórmula:
 - Numerador
(Volumen Real Usado–Volumen Teórico Requerido):
Esta diferencia representa la cantidad exacta de material que se ha perdido o usado en exceso, lo cual es el desperdicio real.
 - Denominador (Volumen Teórico Requerido): Es la cantidad de material que, en teoría, debería haberse utilizado para completar la obra, sin considerar ninguna pérdida. Es el volumen base sobre el que se calcula el porcentaje de desperdicio.

- **Importancia:** El IDMS es una herramienta fundamental para el control de costos y la optimización de recursos. Permite:
 1. **Cuantificar las pérdidas:** Convierte el desperdicio en un porcentaje objetivo y fácil de entender.
 2. **Identificar ineficiencias:** Un IDMS alto puede señalar problemas logísticos, de dosificación, o de técnicas de aplicación.
 3. **Mejorar la rentabilidad:** Ayuda a tomar decisiones informadas para reducir las pérdidas y mejorar la eficiencia en futuras obras.

Ejemplo: Se va a vaciar un área de sobrepiso de mortero de 10 metros de largo por 5 metros de ancho, con un espesor de 0.05 metros (5 cms). El volumen del mortero teóricamente requerido es de 2.5 m³. Sin embargo, debido a la irregularidad de la losa, la obra solicitó y consumo de 3 m³ de mortero.

Ahora, aplicamos la fórmula del IDMS con los datos del ejemplo:

Ejecución de la Fórmula:

$$\text{IDMS (\%)} = \frac{3 \text{ m}^3 - 2.5 \text{ m}^3}{2.5 \text{ m}^3} \times 100\%$$

$$\text{IDMS (\%)} = \frac{0.5 \text{ m}^3}{2.5 \text{ m}^3} \times 100\%$$

$$\text{IDMS (\%)} = 0.2 \times 100\%$$

$$\text{IDMS (\%)} = 20 \%$$

Análisis del Resultado:

El resultado es un 20% de desperdicio de mortero. Esto indica que un 20% del material consumido fue un excedente sobre la cantidad teóricamente necesaria para la obra. Este porcentaje se traduce directamente en un sobrecosto para el proyecto. Este dato puede ser utilizado para establecer un estándar de control y tomar medidas correctivas para futuras vaciadas de losas.

Una vez completada la estructura vertical de muros y la colocación de frisos, se procede a la preparación de las superficies horizontales. La siguiente etapa es la Planilla de Registro para la Construcción de Sobrepisos, una guía indispensable para asegurar una base nivelada y adecuada para la instalación de revestimientos. Esta herramienta garantiza que se sigan los procedimientos correctos, desde la preparación del mortero y vaciado, hasta el curado del mismo, lo que es fundamental para evitar problemas futuros.

www.bdigital.ula.ve

Planilla de registro colocación de sobrepisos

PROYECTO:

REPORTE No:

UBICACIÓN:

INFORMACION GENERAL DEL REPORTE SOBREPISO

FECHA DE INSPECCION:

HORA DE INSPECCION:

PERSONAL EN ACTIVIDAD:

SECTOR:

ID	PUNTOS DE VERIFICACION (Checklist)	¿CONFORME?		OBSERVACIONES / DESVIACIONES (Detallar)
		SI	NO	
S.1	Superficie limpia, humedecida			
S.2	Colocación de niveles con manguera			
S.3	Dosificación de mezcla correcta (mortero/concreto).			
S.4	Espesor del sobrepiso/contrapiso uniforme.			
S.5	Nivelación y planicidad general. (uso de reglas y nivel manual)			
S.6	Pendientes (si aplica) correctas.			
S.7	Acabado superficial conforme (listo para acabado final).			
S.8	Juntas de dilatación/contracción (si aplica) ejecutadas.			

S-1 PRODUCTIVIDAD: ÁREA DE SOBREPISO COLOCADO 0.10 - 0.20 HH/m2 (sobrepiso 0 - 5cm espesor)		m2		Productividad Mano de Obra SOBREPISO (PMOS)	HH(Productivas)/m2 sobre piso colocado	HH/m2	0,20
PERSONAL (H)		No	3	HORAS-HOMBRE UTILIZADAS	HH	24	
HORAS / DIA		No	8	TOTAL m2 LEVANTADOS	m2	120	

S-2 DESVIACIONES (Tolerancia < 3% (desviación 5mm en 3m regla)				Nivel de Calidad de Ejecucion de sobrepiso (NCES)	(No puntos con desnivel fuera de tolerancia / Total de puntos inspeccionados) * 100%	14%
Puntos con desnivel fuera de la tolerancia	pto	7	OBSERVACIONES:			
Puntos a revisar	pto	50				
M2 de SOBREPISO Inspeccionados	m2	80				

S-3 DESPERDICIO < 8%				Índice de Desperdicio de Mortero (IDMS)	((Volumen Real Usado - Volumen Teórico Requerido) / Volumen Teórico Requerido) * 100%	20,00%
AREA DEL SOBREPISO	LARGO	ml	10	Volumen Teorico Requerido	L * A * Volumen de Mortero (0,05)	2,5
	ALTURA	ml	5	OBSERVACIONES:		
VOLUMEN DE MORTERO REAL USADO		m3	3,0			

Cuadro 6 Planilla de registro para Colocación de Sobrepisos

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

4.4 INDICADORES DE ALBAÑILERÍA EN COLOCACIÓN DE CERAMICA

- El indicador principal es el rendimiento de instalación por Horas-hombre/m2 (HH/m2). Se calcula dividiendo las horas-hombre dedicadas / la superficie de cerámica instalada m2. La información se obtiene del parte diario del área y metrado.
- La calidad es muy detallada en este proceso. Se verifica la uniformidad de las juntas usando espaciadores, la planicidad de las piezas y la correcta adherencia al sustrato (técnica de doble encolado). Se realizan inspecciones visuales para chequear que no haya piezas mal colocadas o vacíos (defectos).

ID	INDICADOR	OBJETIVO	FÓRMULA DE CÁLCULO	UNIDAD	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	FUENTE DE DATOS	VALOR DE REFERENCIA / Meta	RESPONSABLE	CRITERIOS DE CALIDAD/ OBSERVACIONES	ACCIONES CORRECTIVAS / PREVENTIVAS	
CERAMICA	C1	Productividad Mano de Obra Ceramica (PMOC)	Medir la eficiencia en la instalación de revestimientos	HH/Productivas)/m2 cerámica colocada	HH/m2	Diaria / Semanal	Parte diario de trabajo, Metrado de área.	0.25 - 0.30 HH/m2 (Formato mediano, diseño simple)	Maestro de Obra / Residente	Avance diario vs programado - Precisión en cortes y colocación	Optimización de diseño de instalación - Capacitación en técnicas de corte y pegado - Mejora de herramientas (cortadoras, llanas)
	C2	Nivel de Calidad de Ejecucion Ceramica (NCEC)	Asegurar uniformidad de juntas y planicidad de revestimiento	No de defectos de junta o nivelación / m2 total inspeccionado	No defectos/m2	Por lotes de avance	Ficha de inspección de calidad.	< 0.5 defectos /m2 (5 defectos cada 10 m2)	Supervisor de Calidad / Residente	Uniformidad en ancho y alineación de juntas - Nivelación de piezas - Ausencia de piezas sueltas o mal adheridas	Reforzar el uso de separadores y niveles - Control de la adherencia del pegamento - Revisión de la superficie base
	C3	Indice de Desperdicio de Cerámica (IDC)	Minimizar la pérdida de material cerámico	((Cantidad Comprada m2 - Cantidad Instalada m2) / Cantidad Instalada m2) * 100%	%	Por partida / Mensual	Vales de materiales (registro de entrada), Metrado de área neta.	< 5% - 8% (según complejidad de cortes)	Residente	Reducción de roturas por manipulación - Optimización de cortes - Almacenamiento adecuado	Mejor capacitación en corte y manipulación - Planificación de cortes para minimizar desperdicio - Inspección de material al recibirlo

Cuadro 7 Indicadores para colocación de Cerámica

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

Colocación de Cerámica

C1 – Productividad

La productividad en la colocación de cerámica se mide con el PMOC (HH/m2), que se enfoca en productividad (rendimiento) de instalación:

$$PMOC = \frac{\text{Horas – hombre Totales (Productivas)}}{\text{Metros Cuadrados de Cerámica Colocada}}$$

La fórmula es una métrica clave para evaluar la eficiencia de la mano de obra en la colocación de cerámicas y otros revestimientos. Su objetivo es relacionar directamente el esfuerzo de los trabajadores con la superficie de trabajo terminada.

- ¿Qué mide? El PMOC mide la productividad laboral en unidades de tiempo por unidad de superficie. Es decir, nos indica cuántas horas de trabajo de una persona (Horas-Hombre) se necesitan para colocar un metro cuadrado de cerámica. Como en otros indicadores de productividad, un valor bajo es el objetivo, ya que se traduce en una mayor eficiencia y un menor costo de mano de obra por metro cuadrado.
- Componentes de la fórmula:
 - Numerador (Horas–Hombre Totales): Representa el esfuerzo o insumo de la mano de obra. Es la suma total de las horas dedicadas por todos los albañiles a la actividad, incluyendo el tiempo de preparación, corte, aplicación de adhesivo y colocación. Se refiere a las horas productivas, excluyendo el tiempo de re-trabajo o los descansos.
 - Denominador (Metros Cuadrados de Cerámica Colocada): Representa el resultado o producto del trabajo. Es la superficie total de cerámica que ha sido instalada y completada.
- Importancia: Esta fórmula es fundamental para la gestión de proyectos, ya que permite:

1. Planificar y presupuestar: Estimar con precisión el costo de la mano de obra y el tiempo necesario para la fase de revestimientos.
2. Monitorear el rendimiento: Comparar la productividad real del equipo con los objetivos planificados.
3. Identificar ineficiencias: Detectar cuellos de botella en el proceso, como problemas de logística de materiales o técnicas de instalación deficientes.

Ejemplo: Supongamos que una cuadrilla de 2 albañiles trabajó una jornada completa de 8 horas para colocar cerámica en un piso. Al final del día, el supervisor de obra midió que lograron completar una superficie total de 64 m².

1. Cálculo de las Horas-Hombre (HH) Totales:

- Número de trabajadores: 2
- Horas trabajadas: 8 horas
- Cálculo: 2 albañiles × 8 horas = 16 HH

2. Identificación de la Producción:

- Metros cuadrados de cerámica colocada: 64 m²

3. Aplicación de la Fórmula del PMOC:

Ahora, aplicamos la fórmula con los datos del ejemplo:

$$\text{PMOC (HH/m}^2\text{)} = \frac{16 \text{ HH}}{64 \text{ m}^2}$$

$$\text{PMOC(HH/m}^2\text{)} = 0.25 \text{ HH/m}^2$$

Análisis del Resultado:

El resultado de 0.25 HH/m² significa que, en promedio, se necesitaron 0.25 horas (15 minutos) de trabajo de una persona para colocar un metro cuadrado de cerámica. Este valor se convierte en una referencia clave para la planificación y el control de los futuros trabajos de revestimiento en el proyecto.

C2 - Calidad

La calidad es vital y se mide con indicadores como Nivel de calidad de ejecución Cerámica (**NCEC**), que verifica la uniformidad de las separaciones entre piezas, La adecuada adherencia e evaluando que no existan piezas sueltas o con fallas en la instalación.

$$NCEC(\%) = \frac{N^o \text{ de defectos de juntas o nivelacion}}{m2 \text{ Total inspeccionado}} \times 100\%$$

La fórmula del NCEC es un indicador de calidad diseñado para evaluar la precisión en la instalación de revestimientos cerámicos, centrándose específicamente en los defectos de nivelación y el acabado de las juntas.

- ¿Qué mide? El NCEC mide la tasa de defectos por metro cuadrado. Su objetivo es proporcionar una métrica objetiva y cuantificable de la calidad de la mano de obra en el acabado de las superficies. En este caso, un valor de NCEC bajo es el ideal, ya que indica que se han encontrado menos defectos por cada metro cuadrado de cerámica inspeccionado.
- Componentes de la fórmula:
 - Numerador (No de defectos de juntas o nivelación):
Representa el total de defectos individuales que se han identificado. Estos defectos pueden incluir juntas de ancho irregular, piezas desniveladas o cualquier otra irregularidad que afecte la planicidad o el patrón de las juntas.
 - Denominador (m2 total inspeccionado): Es la superficie total de cerámica que ha sido revisada para el control de calidad.
- Importancia: Esta fórmula es fundamental para la supervisión de la calidad en la construcción. Permite:
 1. Cuantificar los defectos: Proporciona un número concreto que facilita la comunicación entre supervisores y contratistas.

2. Garantizar la calidad final: Una tasa alta de defectos (un NCEC alto) justifica la necesidad de un re-trabajo antes de que la obra sea entregada, evitando futuros problemas y reclamos.
3. Identificar la causa raíz: Un análisis de los tipos de defectos (juntas vs. nivelación) puede ayudar a determinar si el problema es la preparación de la superficie, la técnica de aplicación o la destreza del equipo.

Ejemplo: Un supervisor de obra realiza una inspección de calidad en un baño con una superficie de 10 m² de cerámica. Al revisar meticulosamente el trabajo, el supervisor encuentra los siguientes defectos:

- 2 baldosas que no están a la misma altura que las adyacentes.
- 3 juntas con un ancho que excede la tolerancia.

1. Cálculo de los defectos:

- Total de defectos encontrados: 2 (por nivelación) + 3 (por juntas)

= 5 defectos

2. Aplicación de la Fórmula del CJN:

Ahora, aplicamos la fórmula con los datos del ejemplo:

NCEC = 5 defectos

10 m²

NCEC = 0.5 defectos/m²

Análisis del Resultado:

El resultado de 0.5 defectos/m² significa que, en promedio, se encontró medio defecto por cada metro cuadrado de cerámica instalado. Este es un dato objetivo que le permite al supervisor documentar el trabajo, discutir con el contratista la necesidad de corregir las imperfecciones y asegurar que la calidad final cumpla con los estándares del proyecto.

C3 – Índice de Desperdicio Cerámica

La fórmula del **IDC** es una métrica clave para la gestión de materiales contables, como baldosas. Su objetivo es cuantificar el porcentaje de material que se pierde o desperdicia durante el proceso de una actividad de

construcción, comparando lo que se compró con lo que realmente se necesitaba instalar.

$$IDC(\%) = \frac{Cantidad\ comprada\ m2 - Cantidad\ Instalada\ m2}{Cantidad\ Instalada\ m2} \times 100\%$$

¿Qué mide?

El IDC mide la tasa de desperdicio de material. Un valor bajo es el objetivo, ya que se traduce directamente en un menor costo de materiales y en una mayor rentabilidad para el proyecto. Un desperdicio nulo (0%) indicaría una eficiencia perfecta en la planificación y ejecución, aunque esto es poco común en la práctica.

Componentes de la fórmula:

- Numerador (Cantidad Comprada m2 – Cantidad instalada m2): Esta diferencia representa la cantidad exacta de material que se ha perdido por roturas, cortes incorrectos o un excedente en la compra.
- Denominador (Cantidad Instalada m2): Es la cantidad de material que, en teoría, debería haberse utilizado para completar la obra, sin considerar ninguna pérdida. Se calcula directamente a partir de las dimensiones del área a cubrir y las especificaciones del material.

Importancia:

El IDC es una herramienta fundamental para el control de costos y la optimización de inventarios. Permite:

Cuantificar las pérdidas: Convierte el desperdicio en un porcentaje objetivo que se puede comparar con los estándares del sector.

Identificar ineficiencias: Un IDC alto puede señalar problemas en el manejo del material, la técnica de corte, la planificación de la compra o el diseño del trabajo.

Mejorar la rentabilidad: Ayuda a tomar decisiones informadas para reducir las pérdidas y mejorar la eficiencia en futuras obras.

Ejemplo: Un proyecto requiere la instalación de baldosas de cerámica en una superficie total de 60 m2. Para cubrir esta área, se calcula que la cantidad teórica de material necesario es de 60 m2. Sin embargo, para tomar

en cuenta las pérdidas por cortes, roturas y errores, la obra compró 68 m² de baldosas.

1. Aplicación de la Fórmula:

Ahora, aplicamos la fórmula con los datos del ejemplo:

$$\text{IDC (\%)} = \frac{68 \text{ m}^2 - 60 \text{ m}^2}{60 \text{ m}^2} \times 100\%$$

$$\text{IDC (\%)} = \frac{8 \text{ m}^2}{60 \text{ m}^2} \times 100\%$$

$$\text{IDC (\%)} = 0.1333 \times 100\%$$

$$\text{IDC (\%)} = 13.33\%$$

Análisis del Resultado:

El resultado indica que se desperdició un 13.33% de las baldosas compradas. Este porcentaje representa el costo de la ineficiencia y es una métrica clave para el control de inventario y la planificación de compras en futuros proyectos.

Tras asegurar la base con el sobrepiso, se aborda la fase final de revestimiento de superficies. A continuación, se presenta la Planilla de Registro para la Instalación de Revestimientos Cerámicos, una herramienta diseñada para garantizar la precisión y la calidad en la colocación de baldosas. Desde la preparación de la superficie hasta el acabado final, esta lista asegura que cada detalle sea inspeccionado para lograr un resultado estético, duradero y profesional.

Planilla de registro colocación de cerámica

PROYECTO:

REPORTE No:

UBICACIÓN:

INFORMACION GENERAL DEL REPORTE CERAMICA

FECHA DE INSPECCION:

HORA DE INSPECCION:

PERSONAL EN ACTIVIDAD:

SECTOR:

ID	PUNTOS DE VERIFICACION (Checklist)	¿CONFORME?		OBSERVACIONES / DESVIACIONES (Detallar)
		SI	NO	
C.1	Superficie limpia, humedecida			
C.2	Trazado inicial y guía de colocación correctos.			
C.3	Preparación del adhesivo (según especificaciones).			
C.4	Uso de llana dentada adecuada y verificación de equipos de corte.			
C.5	Cobertura de adhesivo en pieza y base.			
C.6	Nivelación de piezas (uso de espaciadores y niveladores).			
C.7	Ancho y alineación de juntas uniformes.			
C.8	Cortes limpios y ajustados.			
C.9	Caraeo y limpieza			

C-1 PRODUCTIVIDAD: ÁREA DE CERAMICA COLOCADA 0.25 - 0.30 HH/m2 (Formato mediano, diseño simple)	m2		Productividad Mano de Obra Ceramica (PMOC)	HH(Productivas)/m2 cerámica colocada	HH/m2	0,25
PERSONAL (H)	No	2	HORAS-HOMBRE UTILIZADAS	HH	16	
HORAS / DIA	No	8	TOTAL m2 LEVANTADOS	m2	64	

C-2 DESVIACIONES (Tolerancia < 0.5 defectos /m2 (5 defectos cada 10 m2))			Nivel de Calidad de Ejecucion Cerámica (NCEC)	No de defectos de junta o nivelación / m2 total inspeccionado	No defectos/m2	0,50
No de defectos de junta o nivelacion	Def.	5	OBSERVACIONES:			
M2 de Ceramica inspeccionados	m2	10				

C-3 DESPERDICIO < 5% - 8% (según complejidad de cortes)			Índice de Desperdicio de Cerámica (IDC)	((Cantidad Comprada m2 - Cantidad Instalada m2) / Cantidad Instalada m2) * 100%	13,33%
CANTIDAD COMPRADA DE CERAMICA	M2	68	OBSERVACIONES:		
CANTIDAD INSTALADA	M2	60			

Cuadro 8 Planilla de registro para Colocación de Cerámica

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

4.5 INDICADORES DE ALBAÑILERÍA EN DINTELES

- Productividad: El indicador mide (Horas-Hombre / ML). Se registra el tiempo que tarda un equipo en armar el encofrado, colocar el acero de refuerzo, vaciar y curar el concreto para una longitud de dintel por ml
- La calidad: La calidad es crítica por ser un elemento estructural. Se evalúa el cumplimiento de las especificaciones de diseño, la correcta colocación del acero de refuerzo (cantidad, diámetro y posición), el nivel y alineación del encofrado, Los indicadores se extraen de los reportes de inspección de obra. El indicador clave es el Porcentaje de Dinteles que Cumplen.

ID	INDICADOR	OBJETIVO	FÓRMULA DE CÁLCULO	UNIDAD	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	FUENTE DE DATOS	VALOR DE REFERENCIA / Meta	RESPONSABLE	CRITERIOS DE CALIDAD/ OBSERVACIONES	ACCIONES CORRECTIVAS / PREVENTIVAS
----	-----------	----------	--------------------	--------	------------------------	-----------------	----------------------------	-------------	-------------------------------------	------------------------------------

DINTELES	D1	Productividad Mano de Obra Dinteles (PMOD)	Medir la eficiencia en la construcción de dinteles	HH(Totales)/ml de dintel construido	HH/ml	Semanal / Por partida	Parte diario de trabajo, Metrado de dinteles	0.50 - 1.00 HH/ml (Dintel simple, en sitio)	Maestro de Obra / Residente	Avance en la construcción de formalelas y vaciado - Cumplimiento de tiempos de desencofrado - acero de refuerzo	Mejora en el diseño y montaje de formalelas - Coordinación de suministro de concreto o mortero - Capacitación en técnicas de vaciado y curado
	D2	Nivel de Calidad de Ejecución Dinteles (NCED)	Controlar dimensiones, nivel y plomada de dinteles	((No dinteles con desviaciones fuera de tolerancia / Total de dinteles inspeccionados) * 100%	%	Por lotes / Al finalizar	Ficha de inspección de calidad	< 5% (desviación 10mm en dimensiones, 5mm)	Supervisor de Calidad / Residente	Largo, ancho y alto conforme a planos - Nivelación (horizontalidad) - Plomada (verticalidad, si aplica) - Curado adecuado del concreto.	Reforzar lectura de planos - Ajuste y revisión de formalela - Control de calidad del concreto o mortero - acero de refuerzo

Cuadro 9 Indicadores para la elaboración y colocación de Dinteles

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

Dinteles

D1 - Productividad

La fórmula del **PMOD** es una métrica clave para evaluar la eficiencia de la mano de obra en la construcción de dinteles. Su objetivo es relacionar directamente el esfuerzo de los trabajadores con la longitud de dintel construido. A diferencia de otras métricas de productividad basadas en áreas o volúmenes, esta utiliza los metros lineales, lo cual es ideal para este tipo de elemento estructural.

$$PMOD (HH/ml) = \frac{Horas - hombre Totales}{Metros Lineales de Dintel Construido}$$

- ¿Qué mide? El PMOD mide la productividad laboral por unidad de longitud. Es decir, nos indica cuántas horas de trabajo de una persona (Horas-Hombre) que necesitan para construir un metro lineal de dintel, incluyendo todas las etapas del proceso. Como en otros indicadores de productividad, un valor bajo es el objetivo, ya que se traduce en una mayor eficiencia y un menor costo de mano de obra.
- Componentes de la fórmula:
 - Numerador (Horas-Hombre Totales): Representa el esfuerzo de la mano de obra. Es la suma total de las horas productivas dedicadas por todos los albañiles a la actividad, incluyendo el encofrado, la colocación del acero de refuerzo, el vaciado de concreto y el curado.
 - Denominador (Metros Lineales de Dintel Construido): Representa el resultado o producto del trabajo. Es la longitud total de dintel que se ha completado, medida de manera objetiva.
- Importancia: Esta fórmula es fundamental para la gestión de proyectos, ya que permite:

1. Planificar y presupuestar: Estimar con precisión el costo de la mano de obra y el tiempo necesario para la fase de construcción de dinteles.
2. Monitorear el rendimiento: Comparar la productividad real del equipo con los objetivos planificados.
3. Identificar ineficiencias: Detectar cuellos de botella en el proceso, como problemas en el manejo de materiales o técnicas deficientes en el encofrado.

Ejemplo: Supongamos que una cuadrilla de 2 albañiles trabajó una jornada completa de 8 horas para construir una serie de dinteles en una obra. Al final del día, el supervisor de obra midió que lograron completar una longitud total de 10 metros lineales.

1. Cálculo de las Horas-Hombre (HH) Totales:

- Número de trabajadores: 2
- Horas trabajadas: 8 horas
- Cálculo: 2 albañiles × 8 horas = 16 HH

2. Identificación de la Producción:

- Metros lineales de dintel construido: 10 ml

3. Aplicación de la Fórmula del PMOD:

Ahora, aplicamos la fórmula con los datos del ejemplo:

$$\text{PMOD (HH/ml)} = \frac{16 \text{ HH}}{10 \text{ ml}}$$

$$\text{PMOD (HH/ml)} = 1.6 \text{ HH/ml}$$

Análisis del Resultado:

El resultado de 1.6 HH/ml significa que, en promedio, se necesitaron 1.6 horas de trabajo de una persona para construir un metro lineal de dintel. Este valor sirve como un punto de referencia clave para la planificación y el control de los futuros trabajos de este tipo en el proyecto.

D2 – Nivel de calidad de Ejecución Dinteles

La fórmula del **NCED** es un indicador de calidad diseñado para evaluar la conformidad de los dinteles construidos. Su objetivo es cuantificar el porcentaje de elementos que no cumplen con los estándares de diseño y tolerancia, ya sea por fallos en sus dimensiones, nivelación o acabado.

$$NCED(\%) = \frac{(N^o \text{ Dinteles fuera de tolerancia})}{\text{Total de dinteles Inspeccionados}} \times 100\%$$

- ¿Qué mide? El NCED mide por unidad de dintel. Proporciona una métrica objetiva y cuantificable de la calidad de la mano de obra y el proceso de construcción. Un valor bajo es el ideal, ya que indica que la mayoría de los dinteles han sido ejecutados correctamente.
- Componentes de la fórmula:
 - Numerador
(No dinteles con desviaciones fuera de tolerancia): Es el número de dinteles que, al ser inspeccionados, no cumplen con las tolerancias establecidas en los planos (por ejemplo, en su altura, ancho o nivel).
 - Denominador (Total de dinteles inspeccionados): Es el número total de dinteles que se revisaron en la obra.
- Importancia: Esta fórmula es crucial para la supervisión de la calidad en la construcción. Permite:
 - Cuantificar la calidad: Proporciona un porcentaje claro de los elementos defectuosos, lo que facilita la toma de decisiones.
 - Identificar problemas estructurales: Las desviaciones en los dinteles pueden afectar la estabilidad de la estructura o la correcta instalación de elementos futuros como ventanas o bloques.

Ejemplo: Un supervisor de obra realiza una inspección de calidad en un total de 25 dinteles construidos en una planta de un edificio. Al revisarlos con una cinta métrica y un nivel, el supervisor encuentra los siguientes defectos:

- 1 dintel que no está a nivel.
- 3 dinteles con dimensiones incorrectas (ancho o altura).

1. Cálculo de los defectos:

- Total, dinteles con desviaciones: 1 (por nivel) + 3 (por dimensiones) = 4 dinteles

2. Aplicación de la Fórmula del NCED:

Ahora, aplicamos la fórmula con los datos del ejemplo:

$$\text{NCED (\%)} = \frac{4}{25} \times 100\%$$

$$\text{NCED (\%)} = 0.16 \times 100\%$$

$$\text{NCED (\%)} = 16\%$$

Análisis del Resultado:

El resultado de 16% indica que el 16% de los dinteles inspeccionados presentan defectos. Este porcentaje es una señal de alerta que puede justificar la intervención inmediata para corregir los elementos defectuosos o incluso para detener temporalmente el proceso si la tasa de fallos se considera inaceptable.

Para concluir con los elementos estructurales clave, lo siguiente es la Planilla de Registro para la Construcción de Dinteles. Esta herramienta de control es fundamental para asegurar que este componente crítico, que soporta las cargas sobre puertas y ventanas, sea construido de forma segura y precisa. La lista guía la supervisión desde el cálculo y el armado del refuerzo hasta el vaciado y curado del concreto.

Planilla de Registro Dinteles

PROYECTO:

REPORTE No:

UBICACIÓN:

INFORMACION GENERAL DEL REPORTE DINTELES

FECHA DE INSPECCION:

HORA DE INSPECCION:

PERSONAL EN ACTIVIDAD:

SECTOR:

ID	PUNTOS DE VERIFICACION (Checklist)	¿CONFORME?		OBSERVACIONES / DESVIACIONES (Detallar)
		SI	NO	
D.1	Ubicación y dimensiones del dintel (según planos).			
D.2	Formaleta (encofrado) limpia, aplomada y nivelada.			
D.3	Limpieza y humectación de la formaleta.			
D.4	Acero de refuerzo, diámetro, cantidad y posición correctos.			
D.5	Vaciado de concreto/mortero (si aplica) sin segregación.			
D.6	Vibrado adecuado (si aplica) para eliminar burbujas de aire.			
D.7	Nivelación final del dintel.			
D.8	Curado del concreto/mortero (si aplica).			
D.9	Retiro de formaleta en tiempo adecuado.			

D-1 PRODUCTIVIDAD: 0.50 - 1.00 HH/ml (Dintel simple, en sitio)	ml		Productividad Mano de Obra Dinteles (PMOD)	HH(Totales)/ml de dintel construido	HH/ml	1,6
PERSONAL (H)	No	2	HORAS-HOMBRE UTILIZADAS	HH	16	
HORAS / DIA	No	8	TOTAL ml EJECUTADOS	ml	10	

D-2 DESVIACIONES (< 5% (desviación 10mm en dimensiones, 5mm)			Nivel de Calidad de Ejecucion Dinteles (NCED)	((No dinteles con desviaciones fuera de tolerancia / Total de dinteles inspeccionados) * 100%	16%
No de Dinteles con desviaciones fuera de la tolerancia	No	4	OBSERVACIONES:		
total dinteles inspeccionados	und	25			

Cuadro 10 Planilla de registro Elaboración y Colocación de Dinteles

Fuente: Elaboración propia A. Márquez (2025)

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

"La victoria más difícil es la victoria sobre uno mismo."

Aristóteles.

CONCLUSIONES

El desarrollo de esta investigación culmina en la formulación de un Sistema de Indicadores de Gestión que proporciona un marco metodológico robusto, medible y adaptable para la optimización de los procesos de albañilería en la construcción venezolana.

- Se concluye que el marco conceptual desarrollado provee la arquitectura necesaria para diseñar un sistema de indicadores que trasciende la función básica de medición. Al integrar principios de administración científica, control estadístico de procesos y teoría de sistemas, el sistema se convierte en el núcleo de inteligencia operativa del proyecto, capaz de diagnosticar desviaciones, predecir tendencias y prescribir acciones correctivas.
- La función esencial del sistema es transformar datos complejos en métricas estandarizadas, comprensibles y comparables, actuando como una herramienta estratégica para el diagnóstico, la evaluación y la planificación, en línea con la necesidad de garantizar la rentabilidad y competitividad empresarial.
- La eficacia del sistema depende de la aplicación rigurosa de atributos métricos fundamentales (relevancia, validez, confiabilidad y sensibilidad) y de la distinción crucial entre eficiencia (hacer las cosas bien) y efectividad (hacer las cosas correctas).

- El Sistema de Indicadores de Gestión propuesto para actividades de albañilería (colocación de bloques, frisos, sobrepisos, cerámica y dinteles) es integral, medible y aplicable para mejorar la productividad, controlar la calidad y optimizar el uso de materiales.
- Los indicadores están diseñados para cubrir de forma balanceada las dimensiones críticas del desempeño en construcción, permitiendo una gestión proactiva y prescriptiva (lead indicators):
 - Productividad: Medición de la eficiencia de mano de obra, representada por métricas como el PMOB, PMOF, PMOS, PMOC y PMOD.
 - Calidad: Evaluación de defectos y re-trabajos, utilizando indicadores como el NCEB, NCEF, NCES, NCEC, NCED
 - Desperdicio: Cuantificación de la ineficiencia en el uso de materiales IDMB, IDMF, IDMS, IDC y el re-trabajo (IRB).
 - El diseño del sistema se alinea con la normativa venezolana COVENIN 2000-92, garantizando su aplicabilidad inmediata y contribuyendo a la optimización efectiva de los procesos constructivos en el contexto local.
 - La implementación práctica del sistema se potencia mediante el uso de herramientas de apoyo indispensables como Planillas de Registro, para asegurar la consistencia y seguridad en la ejecución, y Diagramas de Flujo para identificar puntos críticos de medición y asignar responsabilidades.
 - Se establece que el éxito del sistema no depende solo de su diseño técnico, sino de la adopción estructural de una cultura de medición orientada a la mejora continua y el aprendizaje, no a la fiscalización. Esto implica empoderar a los equipos y utilizar los datos para optimizar procesos y recursos.
 - El Sistema de Indicadores de Gestión presentado constituye una aportación significativa para la gestión de proyectos de

construcción en Venezuela, ofreciendo un marco metodológico robusto, adaptable y orientado a resultados, cuyo éxito final dependerá de su utilidad práctica y su adopción cultural.

RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las recomendaciones consideradas de manera prospectivas y correctivas en relación con el trabajo de investigación y la implementación del sistema propuesto:

- Se recomienda que la implementación del Sistema de Indicadores de Gestión se realice de manera gradual y con participación activa de todos los niveles de la obra. Es fundamental capacitar al personal en el uso e interpretación de las métricas para fomentar una cultura de mejora continua y aprendizaje, evitando que el sistema se perciba como una herramienta de fiscalización.
- Es crucial integrar herramientas tecnológicas que faciliten la recolección, el procesamiento y la visualización de los datos en tiempo real. El uso de software especializado, aplicaciones móviles o dashboards interactivos agilizará el cálculo de indicadores (como se especifican en cada planilla diseñada en cada una de las actividades en obra), permitiendo una toma de decisiones más ágil y fundamentada en datos.
- Se debe asegurar que los indicadores estén alineados con los objetivos estratégicos del proyecto, equilibrando mediciones de eficiencia (productividad) con las de efectividad (calidad y cumplimiento de plazos). Además, se sugiere establecer valores de referencia realistas basados en la normativa COVENIN, experiencias previas y estándares de la industria, revisándolos periódicamente.

- La implementación de planilla de registro (checklists) y diagramas de flujo es altamente recomendable para estandarizar procedimientos, reducir errores por omisión y clarificar las responsabilidades en cada etapa constructiva. Estas herramientas deben complementarse con los indicadores para facilitar su aplicación práctica en campo.
- Se debe promover una comunicación transparente y basada en datos, donde los resultados se compartan abiertamente con el equipo para identificar causas raíz de las desviaciones y diseñar acciones correctivas de manera colaborativa. El sistema debe ser utilizado como una palanca de mejora continua que contribuya a la rentabilidad y sostenibilidad de los proyectos.

www.bdigital.ula.ve

BIBLIOGRAFIA

- Arboleda López, S. A. (2014). Análisis de productividad y consumo de mano de obra en el sector de la construcción. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia. Repositorio Institucional UNAL.
- Arcudin C. & Solís R. & Baeza J. (2004). Universidad Autónoma de Yucatán México. Determinación de los factores que afectan la productividad de la mano de obra de la construcción. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46780212.pdf>
- Blas Mendez, J. R. A., & Guzman Guzman, J. C. (2015). Análisis de los factores que inciden en la productividad de la industria de la construcción y la elaboración de un modelo de gestión que permita optimizarla, en el distrito de Trujillo. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2048>
- Ballard, G., & Howell, G. (2003). Lean project management. Building Research & Information.
- Beltrán, J. M. (1998). Indicadores de gestión: Herramientas para lograr la competitividad. 3R Editores. (Es la fuente clásica para la definición de "expresión cuantitativa").
- Botero, L. F., & Álvarez, M. E. (2004). Guía de mejoramiento de procesos para la construcción: Identificación de pérdidas. Revista Universidad EAFIT, 40 (136), 62-73.
- Cámara Venezolana de la Construcción, CVC. (2024). Encuesta de Coyuntura del Sector Construcción: Primer Semestre 2024. Caracas, Venezuela. Disponible en: <https://cvc.com.ve/indicadores/situacion-empresarial-de-la-construccion/>
- Cardoso, F. (2006). Gestión de la mano de obra en la construcción: Desafíos y oportunidades en la formación profesional. Journal of Construction Engineering and Management, 132 (4), 285-290.
- Confederación de Trabajadores de Venezuela, CTV. (2023). Informe sobre la situación del empleo técnico y profesional en el sector infraestructura.

- Consejo Nacional del Comercio y los Servicios Consecomercio. (2024). Análisis de entorno económico y perspectivas de inversión en el sector inmobiliario.
- Construction Specifications Institute, CSI. (2011). The Project Resource Manual: CSI Manual of Practice. McGraw-Hill Professional.
- Crosby, P. B. (1979). Quality is Free: The Art of Making Quality Certain. McGraw-Hill.
- Ching, F. D. (2014). Diccionario visual de arquitectura. Editorial Gustavo Gili.
- Dane. (2018). Guía para el Diseño, construcción e interpretación indicadores https://www.dane.gov.co/files/planificacion/fortalecimiento/cuadernillo/Guia_construccion_interpretacion_indicadores.pdf
- Deming, W. E. (1986). Salir de la crisis. MIT Press. Disponible en: https://www.academia.edu/37495998/Fuera_de_crisis_deming
- Drucker, P. F. (1954). The Practice of Management. Harper & Row. (Sustenta la necesidad de medir para controlar).
- Drucker, P. F. (1967). The Effective Executive. Harper & Row.
- Fayol, H. (1916). Administration Industrielle et Générale. Dunod et Pinat. (Obra original donde define los 14 principios de la administración y las funciones de la empresa).
- Gálvez, J., & Casals, J. (2010). Tratado de albañilería y procesos constructivos. Editorial Paraninfo.
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). Albañilería Estructural. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gawande A. (2010). El Manifiesto del Checklist: Cómo hacer las cosas bien. Disponible en: <https://atulgawande.com/book/the-checklist-manifesto/>
- Genpar. (2024). La construcción en Venezuela: Un futuro prometedor a pesar de los desafíos. Recuperado de <https://genpar.com.ve/la-construccion-en-venezuela-un-futuro-prometedor-a-pesar-de-los-desafios/>
- Giani, C. (2024). Diagrama de flujo. Enciclopedia Concepto. Disponible en: <https://concepto.de/diagrama-de-flujo/>

- Guzmán, R. (2012). Coordinación de contratistas y gestión de interfaces en proyectos de edificación. Ediciones Técnicas.
- Heyman, J. (1995). The Stone Skeleton: Structural Engineering of Masonry Architecture. Cambridge University Press.
- Herzberg, F. (1968). One more time: How do you motivate employees? [Una vez más: ¿Cómo motiva usted a sus empleados?]. Harvard Business Review, 46(1), 53-62.
- ISO 9001:2015 (Organización Internacional de Normalización). (Estándares sobre sistemas de gestión de la calidad). Requisitos. Disponible en: https://repositorio.buap.mx/rcontraloria/public/inf_public/2019/0/NOM_ISO_9001-2015.pdf
- Ishikawa, K. (1986). Guide to Quality Control (2.^a ed. rev.). Asian Productivity Organization.
- Jaramillo, J. (s.f.). Indicadores de Gestión: Una Herramienta para Lograr Competitividad. Disponible en: https://www.academia.edu/11512823/Beltran_Jaramillo_Indicadores_de_Gestion
- Kaizen (1986) - La clave de la ventaja competitiva japonesa
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Harvard Business Review Press. (Sustenta la comparación contra niveles de referencia).
- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. Stanford University.
- Krugman, P. (1990). The Age of Diminished Expectations: U.S. Economic Policy in the 1990s. MIT Press.
- Lean Construction Institute. (2015). Transforming Design and Construction: A Lean Approach. LCI Publications.
- McChesney, C., Covey, S., & Huling, J. (2012). The 4 Disciplines of Execution: Achieving Your Wildly Important Goals. Free Press.
- Morocho T. (2015). Universidad de las Fuerzas Armadas – Espe. “Gestión de la calidad en los procesos constructivos, situación actual de la mano de

obra civil ecuatoriana”. Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/515>

Nasir, L. (2010). The Checklist Manifesto: How to Get Things Right Reseña del libro The Checklist Manifesto, por A. Gawande. London Journal of Primary Care, 3(2), 124. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC_3960713/

Normas para la construcción de edificios, MOP acabados (1962). Disponible en: https://www.fau.ucv.ve/idec/normasconstruccion/MOP_62_ACABA_DOS.pdf

Norma COVENIN 42 (1982). Bloques de arcilla cocida.

Norma COVENIN 255 (1977). Arena para morteros y concreto.

Norma COVENIN 484 (1993). Agregados para concreto. Determinación de la composición granulométrica.

Norma COVENIN 633 (2001). Bloques de Concreto (Especificaciones de resistencia y dimensiones). de Concreto Armado

Norma COVENIN 1753 (2006) Proyecto y construcción de obras de concreto estructural.

Norma COVENIN 1756 (2001): Edificaciones Sismo-resistentes

Norma COVENIN (2000-2), (1992) Sector Construcción. Mediciones y Codificación. Parte II: Edificaciones. Caracas, Venezuela.

Organización Internacional del Trabajo, OIT. (2015). Seguridad y Salud en la Construcción. Ginebra, Suiza: Oficina Internacional del Trabajo.

Pons, J. (2014). Introducción a Lean Construction. Fundación Confemetal.

Project Management Institute, PMI. (2021). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) (7.^a ed.). Project Management Institute, Inc.

San Bartolomé, A. (1994). Construcciones de albañilería: Diseño, investigación y control de calidad. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

SENCICO. (2005). Manual del Maestro Constructor. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.

- SENCICO. (2006). Norma Técnica de Edificación E.070: Albañilería. Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Senge, P. M. (1990). The Fifth Discipline: The Art & Practice of the Learning Organization. Doubleday.
- Serpell, A. (2002). Administración de Operaciones de Construcción (2.^a ed.). Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Serpell, A., & Alarcón, L. F. (2003). Planificación y Control de Proyectos. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Serpell, A., & Heredia, R. (2002). Administración de Operaciones de Construcción (2.^a ed.). Alfaomega.
- Serna, H. (2006). Gerencia Estratégica: Teoría, metodología, alineamiento, implementación y mapas estratégicos. 3R Editores. (Sustenta la toma de decisiones basada en indicadores).
- Taylor, F. W. (1911). The Principles of Scientific Management. Harper & Brothers. (Esta es la obra donde establece los cuatro principios y el análisis de tiempos y movimientos).
- Villagarcía S. (2005). Indicadores de Productividad y Calidad en Edificaciones. Por la Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: [https://www.academia.edu/2606017/Indicadores de Productividad y Calidad en Edificaciones](https://www.academia.edu/2606017/Indicadores_de_Productividad_y_Calidad_en_Edificaciones)
- Wikipedia. (s.f.). Albañilería. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Albañilería>