

## Análisis de los rendimientos de mano de obra en rubros de mampostería en viviendas de dos plantas en la ciudad de Cuenca

*Analysis of labor performance in masonry work in two-story houses in the city of Cuenca*

- <sup>1</sup> Luis Alberto Cruz Espinoza  <https://orcid.org/0000-0003-1004-3904>  
Maestría en Construcciones con Mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[luis.cruz.65@ucacue.edu.ec](mailto:luis.cruz.65@ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> José David Quizhpe Campoverde  <https://orcid.org/0000-0002-6322-4699>  
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[jose.quizhpe@ucacue.edu.ec](mailto:jose.quizhpe@ucacue.edu.ec)
- <sup>3</sup> Nayra Mendoza Enríquez  <https://orcid.org/0000-0002-6673-2306>  
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[nayra.mendoza@ucacue.edu.ec](mailto:nayra.mendoza@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/10/2022

Revisado: 25/11/2022

Aceptado: 19/12/2022

Publicado: 16/01/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i1.1.2462>

### Cítese:

Cruz Espinoza, L. A., Quizhpe Campoverde, J. D., & Mendoza Enríquez, N. (2023). Análisis de los rendimientos de mano de obra en rubros de mampostería en viviendas de dos plantas en la ciudad de Cuenca. *ConcienciaDigital*, 6(1.1), 35-61. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i1.1.2462>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia *Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International*. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras****claves:**

productividad  
laboral,  
construcción,  
rendimiento de  
mano de obra,  
mampostería,  
capacitación

**Resumen**

**Introducción.** El presente artículo se basa en el análisis de los rendimientos de mano de obra en rubros de mampostería en viviendas de la ciudad de Cuenca, éstos influyen directamente en la productividad y es la parte crucial de la economía de una nación. Los rendimientos utilizados en los presupuestos y programación de obras deben estar fundamentados en múltiples observaciones y análisis estadísticos, en las empresas dedicadas a la construcción muchas de las pérdidas económicas se ven afectadas principalmente por el factor humano y muchas veces no están identificados y cuantificados. **Objetivo.** Analizar los rendimientos de mano de obra en rubros de mampostería en viviendas de hasta dos plantas en la ciudad de Cuenca, comparando los resultados con la información de la Cámara de la Construcción de Cuenca para generar estrategias de mejora del rendimiento. **Metodología.** Este estudio se realizó en cuatro etapas: en la primera el levantamiento de información de datos y el cálculo de los rendimientos de mano de obra en rubros de mampostería, en la segunda etapa se realizó la comparación y análisis de datos con la Cámara de la Construcción de Cuenca, en la tercera etapa se realizó una revisión bibliográfica y se definió la estrategia para mejorar los rendimientos de mano de obra en rubros de mampostería, en la cuarta etapa se da recomendaciones de especificaciones técnicas y el correcto proceso constructivo de mampostería. **Resultados.** A través de la metodología aplicada los resultados resaltan que de los cinco rubros de mampostería en estudio: ladrillo industrial, ladrillo artesanal, ladrillo visto, bloque de pómez y bloque mixto (pómez-hormigón) los rendimientos de mano de obra son inferiores a los de la Cámara de la Construcción de Cuenca, a excepción de ladrillo industrial. **Conclusión.** Los rendimientos de mano de obra se ven afectados por algunos factores que inciden negativamente en la productividad, pero de los cuales, implementando la estrategia de capacitación a los obreros de la construcción, se espera una mejora significativa.

**Keywords:**

Labor  
productivity,  
construction,  
labor  
performance,

**Abstract**

**Introduction.** This article is based on the analysis of labor performance in masonry in housing in the city of Cuenca, which directly influences productivity and is a crucial part of the economy of a nation. The yields used in the budgets and programming of works, must be based on multiple observations and statistical

masonry,  
training

---

analysis, in the companies dedicated to the construction many of the economic losses are affected by the human factor and many times they are not identified and quantified. **Objective.** To analyze the labor yields in masonry items in houses of up to two floors in the city of Cuenca, comparing the results with the information of the Chamber of Construction of Cuenca to generate strategies to improve performance. **Methodology.** This study was conducted in four stages: in the first stage, the collection of data and the calculation of labor performance in masonry items, in the second stage, the comparison and analysis of data with the Chamber of Construction of Cuenca, in the third stage, a literature review was conducted and a strategy was defined to improve labor performance in masonry items, in the fourth stage, recommendations of technical specifications and the correct masonry construction process are given. **Results.** Through the methodology applied, the results show that for the five masonry items under study: industrial brick, handmade brick, exposed brick, pumice block and mixed block (pumice-concrete), the labor yields are lower than those of the Cuenca Chamber of Construction, except for industrial brick. **Conclusion.** Labor yields are affected by some factors that negatively affect productivity, but by implementing the strategy of training construction workers, a significant improvement is expected.

---

## Introducción

Según las estimaciones del Banco Central del Ecuador (BCE), el sector de la construcción crecerá en 2,9% en 2022, manteniendo su aporte al PIB en un 6,4%, lo que lo convierte en el séptimo sector más importante en términos de producción nacional (Zabala, 2021), la productividad laboral en la industria de la construcción se ha convertido en una palabra de moda y uno de los temas más investigados en la mayoría de países, los costos de mano de obra representan el 30-50% del costo total de un proyecto (Jarkas et al., 2012).

La productividad de la construcción es crucial para el crecimiento del sector y de la economía del país en su conjunto (Naoum, 2016). La industria de la construcción sirve de manera significativa como fuente de empleo y hace una contribución notable al desempeño de la economía general (Giang & Sui, 2011). El recurso más importante y versátil empleado en los proyectos de construcción es la mano de obra, y conjuntamente con la productividad está estrechamente correlacionada (Muqeem et al., 2011). Dado que

la mano de obra se emplea en enormes cantidades en los proyectos de construcción y que el esfuerzo humano, la eficiencia y el rendimiento dependen en gran medida de la productividad de la construcción, la mano de obra puede considerarse el principal recurso productivo (Jarkas, 2010).

La productividad se puede definir como la relación entre lo producido y los recursos utilizados para generar un producto en específico, por lo general estamos hablando de la productividad de los materiales, equipos y mano de obra, el último aspecto es una de las consideraciones más importantes debido a la mejora de la eficiencia del trabajo, requiere una gran contribución de las partes que pueden influir en ella (Serpell, 1986).

La productividad es inversamente proporcional a los recursos y directamente proporcional a los productos, de forma que cuando se quiere mejorar la eficiencia en la productividad, se debe equilibrar los recursos, es decir, optimizar los recursos. Se lo puede cuantificar con la ecuación 1:

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos} \quad (1)$$

En las subastas de diversos proyectos existe una feroz rivalidad debido a la abundancia de empresas relacionadas con la construcción. Las empresas de la construcción se ven obligadas por ello a poner en marcha iniciativas de mejora que les permitan rendir más eficazmente en las distintas licitaciones. Según el argumento, "la productividad es uno de los factores más significativos y determinantes de las actividades de producción económica" (Krishna et al., 2016). Las empresas de la construcción pueden aumentar su rentabilidad, competitividad y capacidad para pagar más a los trabajadores cuando la productividad es elevada (Krishna, 2015).

Las importantes disparidades en la productividad básica de la mampostería en Estados Unidos, el Reino Unido y Jordania son atribuibles sobre todo a las capacidades de los empleados y a las técnicas de construcción empleadas en el proyecto, según el revelador hallazgo de Sweis et al. (2008) y Sanders & Thomas (1992), propusieron un método para identificar y cuantificar las características relacionadas con el proyecto que repercuten en la productividad de la albañilería basándose en 11 proyectos de construcción en el centro de Pensilvania. Según las conclusiones de este estudio, la productividad de los trabajos de albañilería se ve influida significativamente por elementos como el tipo de obra, el elemento constructivo, las técnicas de construcción, las especificaciones de diseño y el entorno. Además Sweis et al. (2008), verificaron que los factores asociados al lugar de trabajo resultan en una pérdida sustancial de la productividad diaria en la industria de la construcción. Según Castro-Lacouture (2014), el número de cuadrillas y la utilización ineficaz de la composición de cada equipo durante el proceso de construcción son los retos a los que se enfrentan los contratistas de mampostería.

Por último, pero no menos importante Florez & Cortissoz (2016), identificaron tres variables de compatibilidad, adecuación y mano de obra que tienen un impacto en la productividad en la construcción de mampostería. Según El-Gohary & Aziz (2014) y Pornthepkasemsant & Charoenpornpattana (2015), la experiencia y las habilidades de los empleados se han destacado como una de las variables más importantes sobre la productividad en la construcción de mampostería (Tam, 2018). La productividad de todos los insumos en un proyecto de construcción puede aumentar considerablemente si se controla eficazmente a los trabajadores (Khanh & Kim, 2014).

Se han realizado muy pocos estudios previos en todo el mundo para pronosticar la productividad de las obras de mampostería. Según los datos recopilados de 11 proyectos de mampostería (Sanders & Thomas, 1992), propuso un modelo de regresión aditiva para pronosticar la productividad de las actividades de mampostería influenciada por factores relacionados con el proyecto. El resultado principal indicó que siete de los 11 proyectos se pronosticaron correctamente con una desviación del 10% de la productividad real. Más recientemente Florez & Cortissoz (2016), utilizó técnicas estandarizadas de recopilación de datos para combinar datos de tres sitios de mampostería y definió una función matemática para estimar la productividad laboral en la construcción en función de las características del trabajador, las interrelaciones entre las cuadrillas y las condiciones del sitio.

Los efectos de los factores mencionados anteriormente sobre la productividad de la mampostería deben cuantificarse correctamente (Sanders & Thomas, 1992). Anand & Ramamurthy (2003), señaló tres conclusiones importantes: (1) los trabajos repetitivos pueden hacer que la productividad de la mampostería mejore significativamente a un nivel del 30%; (2) los diseños que requieren una gran distribución de la construcción pueden afectar negativamente la productividad hasta en un 40%; y (3) se ignoran los impactos del clima adverso en la productividad de la mampostería.

El recurso humano es la base de la productividad, y es imposible desarrollar una estrategia de crecimiento en una empresa constructora sin tener en cuenta la baja productividad del recurso humano. Los trabajadores altamente calificados perciben honorarios diferenciados y poseen un gran potencial para aumentar la productividad. La falta de personal calificado obliga a emplear a personal no calificado, lo que conduce a una disminución de la productividad.

Una de las tareas de los recursos humanos es la capacitación, que mejora los conocimientos, habilidades y actitudes de los trabajadores (Holton et al., 2008). Según la investigación académica, otra función de los recursos humanos que afecta al comportamiento de los empleados y, a la larga, impulsa la rentabilidad y la productividad de una empresa es la motivación (Puplampu, 2019; Sweis et al., 2008).

En la construcción, las técnicas y los procesos de trabajo avanzan continuamente, por lo que los niveles de habilidad de los empleados siempre deben actualizarse teniendo en cuenta que el objetivo final es mantener la productividad y crear resultados de alta calidad (Abdelmasseh et al., 2022).

El rendimiento de los trabajadores de obra civil es el factor clave del éxito de cualquier empresa constructora. Las empresas constructoras que cuentan con recursos humanos competentes tienen más probabilidades de tener éxito en sus proyectos. Por lo tanto la inversión en capacitación en el lugar de trabajo que permita a la clase obrera desarrollar, adquirir y mejorar sistemáticamente sus habilidades, es una práctica esencial para el éxito duradero y sostenible de cualquier empresa de construcción.

### Metodología

En la tabla 1, que se observa, se describe el tipo y nivel de investigación del presente artículo.

**Tabla 1**

*Tipo y nivel de investigación*

Según su finalidad	Básica	Mediante la obtención de los rendimientos de mano de obra en rubros de mampostería, se podrá conocer su falta de productividad
Según su alcance	Retrospectiva y Prospectiva	Se analizarán los datos del presente, proyectando los resultados a futuro
Según su profundidad	Exploratoria	El estudio pretende explorar los rendimientos de mano de obra en rubros de mampostería, no se requiere hipótesis
Según sus fuentes	Mixta	Se utilizarán fuentes primarias y secundarias
Según su carácter	Cuantitativa	Se analizarán datos cuantitativos
Según su naturaleza	Experimentales	Se apoya en la observación de datos tomados en sitio
	Fichas de observación	Los datos manejados proceden de las manifestaciones verbales o escritas de los sujetos observados

**Etapa 1. Levantamiento de Información:** En esta etapa, se recopiló información sobre los rendimientos de mano de obra en las viviendas objeto de la investigación que forman parte del proyecto de vinculación de la Universidad Católica de Cuenca mediante fichas de observación; se realizó también, el cálculo de los rendimientos de mano de obra aplicando fórmulas.

**Etapa 2. Comparación y análisis:** Como primer punto de la información obtenida se tabulan los datos sobre el cálculo de los rendimientos y los factores que los afectan en el

normal desempeño laboral, luego se analizó y comparó los resultados con los datos proporcionados por la Cámara de la Construcción de Cuenca.

Etapa 3. Revisión Bibliográfica y búsqueda de estrategias: Una vez ejecutadas las etapas 1 y 2 de la presente investigación, se procede al compendio de información de estudios similares en artículos, investigaciones y trabajos de distintos autores que realizan en diferentes países sobre estrategias de cómo mejorar los rendimientos de mano de obra.

Etapa 4. Recomendaciones: La etapa final comprende plantear estrategias generales que permitan un correcto proceso constructivo de los rubros de mampostería.

#### Población y muestra

En este caso, consideramos un grupo de empresas constructoras que forman parte del proyecto Vinculación de la Universidad Católica de Cuenca; estas empresas están construyendo 48 viviendas de hasta dos pisos y se encuentran en la etapa de mampostería. Según Espinoza (2016), “utilizamos el muestreo por conglomerados cuando las muestras no se seleccionan a partir de sujetos, sino de grupos de individuos, como familias, casas, ciudades, escuelas, municipios, etc.” (p.14). El muestreo por conglomerados es adecuado cuando las unidades de investigación están separadas geográficamente.

Para el cálculo de la muestra se utiliza la siguiente ecuación:

$$n = \frac{O^2 \times P \times Q \times N}{E^2(N - 1) + O^2 \times P \times Q} \quad (2)$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

N: Tamaño Poblacional : 48

P: Probabilidad de ocurrencia :80%

Q: Probabilidad de no ocurrencia :20%

O: Nivel de confiabilidad :95%

E: Error de muestreo :5

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.8 \times 0.2 \times 48}{0.05^2(48 - 1) + 1.96^2 \times 0.8 \times 0.2} \quad (3)$$

$$n = 40.29$$

el tamaño de la muestra sería = **40 viviendas**.

## Resultados

Se diseñó una ficha de observación para la recolección de datos, estudiantes de grado de la Carrera de Arquitectura de la Universidad Católica de Cuenca recolectaron los datos sobre rendimientos de mano de obra de los rubros de mampostería en viviendas de la ciudad de Cuenca.

En la figura 1 se observa un ejemplo del instrumento diseñado para la recopilación de datos.

**Figura 1**

*Ejemplo de ficha de observación*

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA										
FICHA DE OBSERVACIÓN A PERSONAL CIVIL DE LA CONSTRUCCIÓN										
PROYECTO DE VINCULACIÓN: DESARROLLO INTEGRAL DEL PERSONAL DE CONSTRUCCIÓN CIVIL EN EL CANTÓN CUENCA- PROVINCIA DEL AZUAY										
LUGAR:		CHAULLABAMBA			RESPONSABLE:		PABLO AUQUILLA - HENRY ZAMORA			
SUJEITO DE OBSERVACIÓN:				JUAN ARIAS			CODIGO:			
RECOLECCIÓN DE DATOS DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN RUBRO DE ENLUCIDOS										
DATOS GENERALES										
Rubro - Actividad:		Unidad:			Ambiente:		Empresa Contratista:			
MAMPOSTERIA		M2			MUROS EXT. 1ra PLANTA		GABRIEL REYES			
N°		Fecha			Factores		Aspectos Laborales			
		Día/Mes/Año			Clima		Nivel o Altura		Obra (Semana)	Sub-contrato
		01/13/2022			DESPEJADO		1er PISO			X
Cuadrilla			Herramientas o equipos			Observaciones				
Maestro de obra		Albañil	Peón		Nivel					
		X	X		Vailejo					
					Plomada					
					Nivel					
					Tanque de agua					
					Piola					
					Pala					
					Flexómetro					
					Soga					
					Andamio					
Horas		Inicio		Fin		Descanso / Paralización		Total Horas		
		07:00AM		17:00PM		12:00-14:00		8 Horas		
Rendimiento		Cantidad		Cantidad/Hora						
		3 M2		Todo el día		0.375 M2/H				
TIPO DE MAMPOSTERÍA:		Detalle de andamio:			Detalle de acabado :			Fotografía tomada a las 08:00AM		
										

En el caso de los rendimientos, las mediciones se realizaron en distintas viviendas a lo largo de varios días y horas de trabajo, con el objetivo de poder medir e identificar las variaciones en diversas condiciones.

Los tipos de mampostería que forman parte de este estudio son:

- ladrillo industrial
- ladrillo artesanal

- ladrillo visto
- bloque de pómez
- bloque mixto (hormigón -pómez).

Para el cálculo de los rendimientos se utilizó las siguientes ecuaciones:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Cantidad ejecutada (m}^2\text{)}}{\text{horas laborales (h)}} \quad (4)$$

$$R = \frac{t \times n}{c} \quad (5)$$

Donde:

R= Rendimiento en horas hombre/m<sup>2</sup>

t= Tiempo de duración de la actividad

n= Número de obreros que participan en dicha actividad

C= Cantidad ejecutada

$$R = \frac{c}{t \times n} \quad (6)$$

La inversa de Ec2 es Ec3 donde se calcula m<sup>2</sup>/hora-hombre

#### Análisis de datos

La precisión y la validez de los valores dependen directamente del número de mediciones. La validez se calcula mediante una técnica estadística creada por Mundel, que establece el número necesario de observaciones con un error del  $\pm 5\%$  y un nivel de confianza del 95%.

#### Presentación de los datos

##### *Etapa 1*

*Ficha de observación:* Con la ayuda de estudiantes de grado de la Carrera de Arquitectura de la Universidad Católica de Cuenca, se recogieron datos in situ a través de fichas de observación, concretamente datos sobre rendimientos de mano de obra en las construcciones de las empresas constructoras que forman parte del proyecto de vinculación con la Universidad Católica de Cuenca, las fichas de registro son unos de los métodos de registro y sistematización más flexibles y útiles para la observación directa en la investigación arquitectónica, ya que permiten mantener unificado, ordenado y organizado el proceso de revisión, registro y archivo de la información gráfica y/o escrita. La estructura del registro varía mucho según el tipo de observaciones a registrar, y la tarea

del estudio en sí es desarrollar un esquema adaptado a las necesidades y requisitos específicos. La ficha fue aplicada a las 40 construcciones seleccionadas.

En la siguiente etapa se tabularon los datos obtenidos en obra con el software Excel, en donde se analizó el número de obreros que participan en la actividad, cantidad de obra ejecutada, el tiempo que tardaron en realizarla, para posteriormente aplicar Ec1 del cálculo de los rendimientos en m<sup>2</sup>/hora, también aplicando la Ec2 el cálculo de los rendimientos en hora-hombre/m<sup>2</sup>.

En la tabla 2, se ilustra el cálculo de los rendimientos de mano de obra en rubros de mampostería aplicando las fórmulas indicadas.

**Tabla 2**

*Rendimientos de mano de obra en rubros de mampostería*

N.º	Tipo de mampostería	N.º de obreros	Cantidad ejecutada (m <sup>2</sup> )	Tiempo (horas)	Rendimiento (m <sup>2</sup> /h)	Rendimiento m <sup>2</sup> /hora-hombre	Rendimiento hora-hombre/m <sup>2</sup>
1	ladrillo industrial	2	5	8	0.63	0.31	3.20
2	ladrillo industrial	2	13.2	8	1.65	0.83	1.21
3	ladrillo industrial	1	9.75	3	3.25	3.25	0.31
4	ladrillo industrial	1	8.64	3	2.88	2.88	0.35
5	ladrillo industrial	1	5.5	4	1.38	1.38	0.73
6	ladrillo industrial	1	6.25	3.5	1.79	1.79	0.56
7	ladrillo industrial	3	7.2	5.5	1.31	0.44	2.29
8	ladrillo industrial	3	11.53	7	1.65	0.55	1.82
9	ladrillo industrial	4	4.9	4	1.23	0.31	3.27
10	ladrillo industrial	3	4.9	3.5	1.40	0.47	2.14
11	ladrillo artesanal	2	3.5	8	0.44	0.22	4.57
12	ladrillo artesanal	2	3.8	8	0.48	0.24	4.21
13	ladrillo artesanal	2	6.48	8	0.81	0.41	2.47
14	ladrillo artesanal	2	2.8	8	0.35	0.18	5.71
15	ladrillo artesanal	2	11.2	9	1.24	0.62	1.61
16	ladrillo artesanal	1	1.89	3	0.63	0.63	1.59
17	ladrillo artesanal	2	4.46	3	1.49	0.74	1.35
18	ladrillo artesanal	2	8.2	9	0.91	0.46	2.20
19	ladrillo artesanal	1	6.08	9	0.68	0.68	1.48
20	ladrillo artesanal	5	9.09	9	1.01	0.20	4.95

**Tabla 2**
*Rendimientos de mano de obra en rubros de mampostería (continuación)*

N.º	Tipo de mampostería	N.º de obreros	Cantidad ejecutada (m2)	Tiempo (horas)	Rendimiento (m2/h)	Rendimiento m2/hora-hombre	Rendimiento hora-hombre/m2
21	ladrillo artesanal	3	27	9	3.00	1.00	1.00
22	ladrillo artesanal	3	12.17	9	1.35	0.45	2.22
23	ladrillo artesanal	3	14.68	9	1.63	0.54	1.84
24	ladrillo artesanal	3	20.3	6	3.38	1.13	0.89
25	ladrillo artesanal	3	15.72	9	1.75	0.58	1.72
26	ladrillo artesanal	1	6.5	7	0.93	0.93	1.08
27	ladrillo artesanal	1	7.8	7	1.11	1.11	0.90
28	ladrillo artesanal	4	5.7	4	1.43	0.36	2.81
29	ladrillo artesanal	5	5	4.5	1.11	0.22	4.50
30	ladrillo visto	3	5.3	5.5	0.96	0.32	3.11
31	ladrillo visto	2	7	8	0.88	0.44	2.29
32	bloque pómez	2	2.4	8	0.30	0.15	6.67
33	bloque pómez	2	3	8	0.38	0.19	5.33
34	bloque pómez	2	11.75	4.25	2.76	1.38	0.72
35	bloque pómez	2	10.8	9	1.20	0.60	1.67
36	bloque pómez	2	11.53	4	2.88	1.44	0.69
37	bloque pómez	2	6.7	7	0.96	0.48	2.09
38	bloque mixto	2	10	5	2.00	1.00	1.00
39	bloque mixto	4	4.8	4	1.20	0.30	3.33
40	bloque mixto	5	7.8	3.5	2.23	0.45	2.24

### Etapa 2

La tabla 3, muestra los datos estadísticos de resumen de los diferentes rubros de mampostería, expresadas en m2/hora-hombre, en donde se observa que el rendimiento promedio del ladrillo industrial es 1.221 m2/hora-hombre, con una variación de 1.18390 m2/hora-hombre, y un rango de 2.94; el promedio del rendimiento del rubro de ladrillo artesanal es de 0.563 m2/hora-hombre, con una variación de 0.3079 m2/hora-hombre, y un rango de 0.95; en tanto que el promedio del rubro de ladrillo visto es de 0.380, con una

variación de 0.0072 m<sup>2</sup>/hora-hombre, y un rango de 0.32; el promedio del rubro de bloque de pómez es de 0.707 m<sup>2</sup>/hora-hombre, con una variación de 0.32615 m<sup>2</sup>/hora-hombre, con un rango de 0.15; mientras que para el rubro de bloque mixto el promedio es de 0.583 m<sup>2</sup>/hora-hombre con una variación de 0.13583 m<sup>2</sup>/hora-hombre, con un rango de 0.30.

**Tabla 3**

*Rendimiento (m<sup>2</sup>/hora-hombre)*

Tipo de mampostería	N.º	Media	Mediana	Moda	SD	Varianza	Rango	Mínimo	Máximo
ladrillo industrial	10	1.221	0.690	0.310	1.0881	1.1839	2.940	0.310	3.250
ladrillo artesanal	19	0.563	0.540	0.220	0.3079	0.09478	0.950	0.180	1.130
ladrillo visto	2	0.380	0.380	0.320 <sup>a</sup>	0.0849	0.00720	0.120	0.320	0.440
bloque pómez	6	0.707	0.540	0.150 <sup>a</sup>	0.5711	0.32615	0.1290	0.150	1.440
bloque mixto	3	0.583	0.450	0.300 <sup>a</sup>	0.3686	0.13583	0.700	0.300	1.000

<sup>a</sup> Existe más de una moda, sólo se informa la primera

En la tabla 4, observamos una comparación de los datos de la investigación con los datos de la Cámara de la Construcción de Cuenca

**Tabla 4**

*Comparación de Resultados*

Tipo de Mampostería	(Investigación) Rendimiento m <sup>2</sup> /hora-hombre	(Cámara de la Construcción de Cuenca) Rendimiento m <sup>2</sup> /hora- hombre	% Diferencia
ladrillo industrial	1.22	0.88	39%
ladrillo artesanal	0.56	0.68	-18%
ladrillo visto	0.38	0.88	-57%
bloque de pómez	0.70	0.75	-7%
bloque mixto	0.58	0.75	-23%

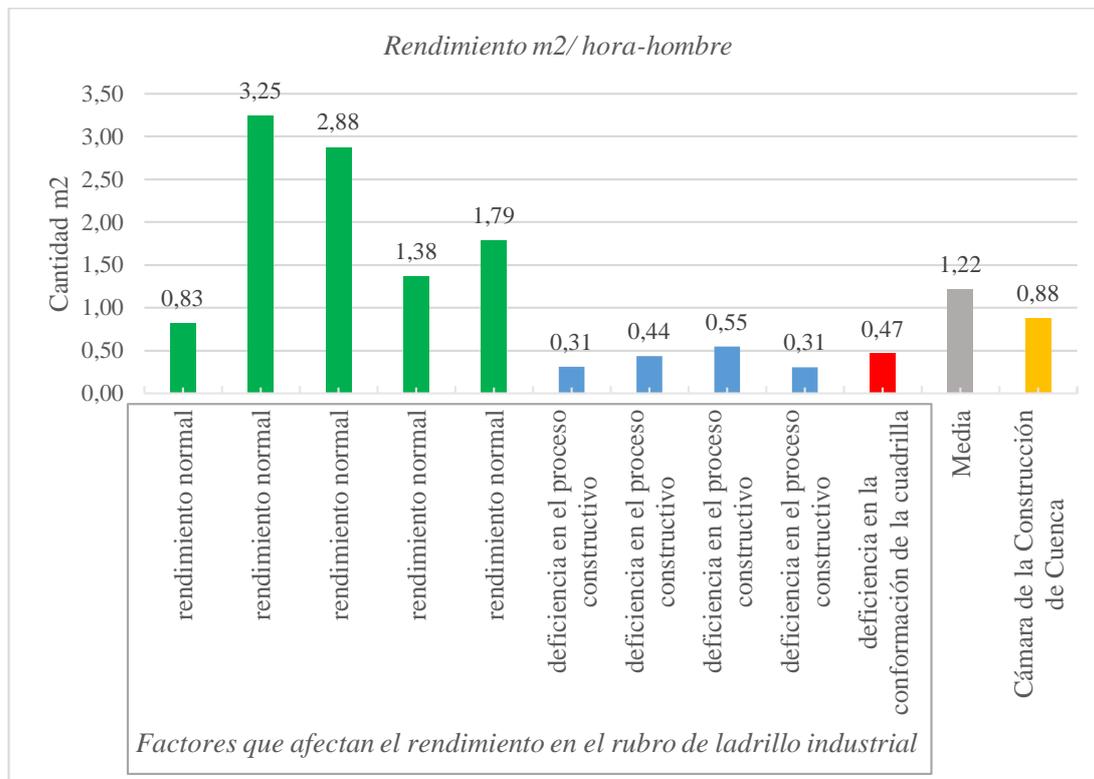
En todos los rubros de mampostería de la presente investigación, el rendimiento de mano de obra es inferior a los proporcionados por la Cámara de la Construcción de Cuenca, a continuación, se expone un análisis de todos los rubros en mención:

En la figura 2, se observa el gráfico de barras del rendimiento en m<sup>2</sup>/hora-hombre del rubro de ladrillo industrial, en el cual, de las cuarenta muestras de la investigación, diez corresponden al rubro de ladrillo industrial, de estos datos cuatro corresponden a rendimiento normal, cuatro tienen deficiencia en el proceso constructivo y uno deficiencia en la conformación de la cuadrilla, a más de esto consta la media del rendimiento que

corresponde a 1.22 m<sup>2</sup>/hora-hombre y el dato de la Cámara de la Construcción de Cuenca que es 0.88 m<sup>2</sup>/hora-hombre.

**Figura 2**

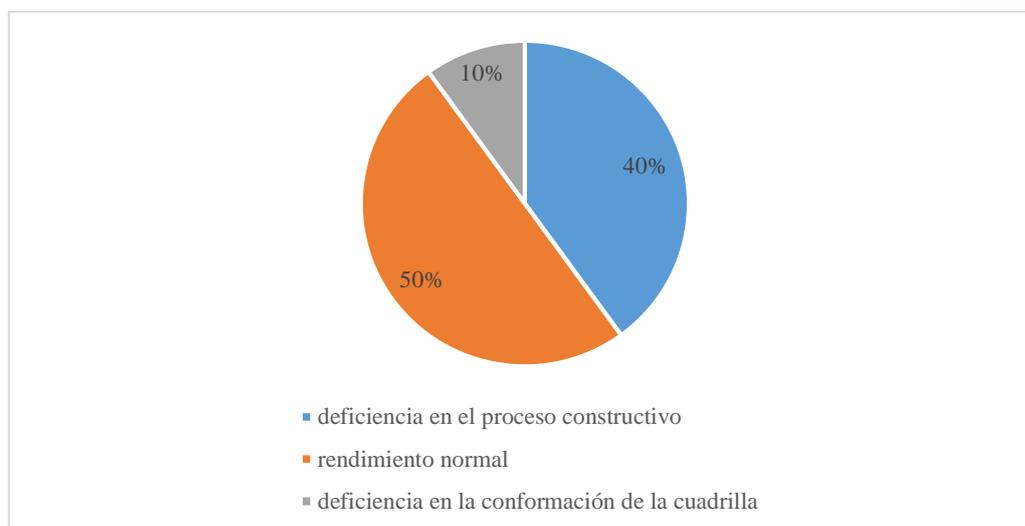
*Ladrillo industrial*



En la figura 3, se observa el porcentaje de incidencia de los factores que afectan el rendimiento de mano de obra en el rubro de mampostería de ladrillo industrial, en el cual los resultados son: 50% rendimiento normal, 40% deficiencia en el proceso constructivo y un 10% deficiencia en la conformación de la cuadrilla.

**Figura 3**

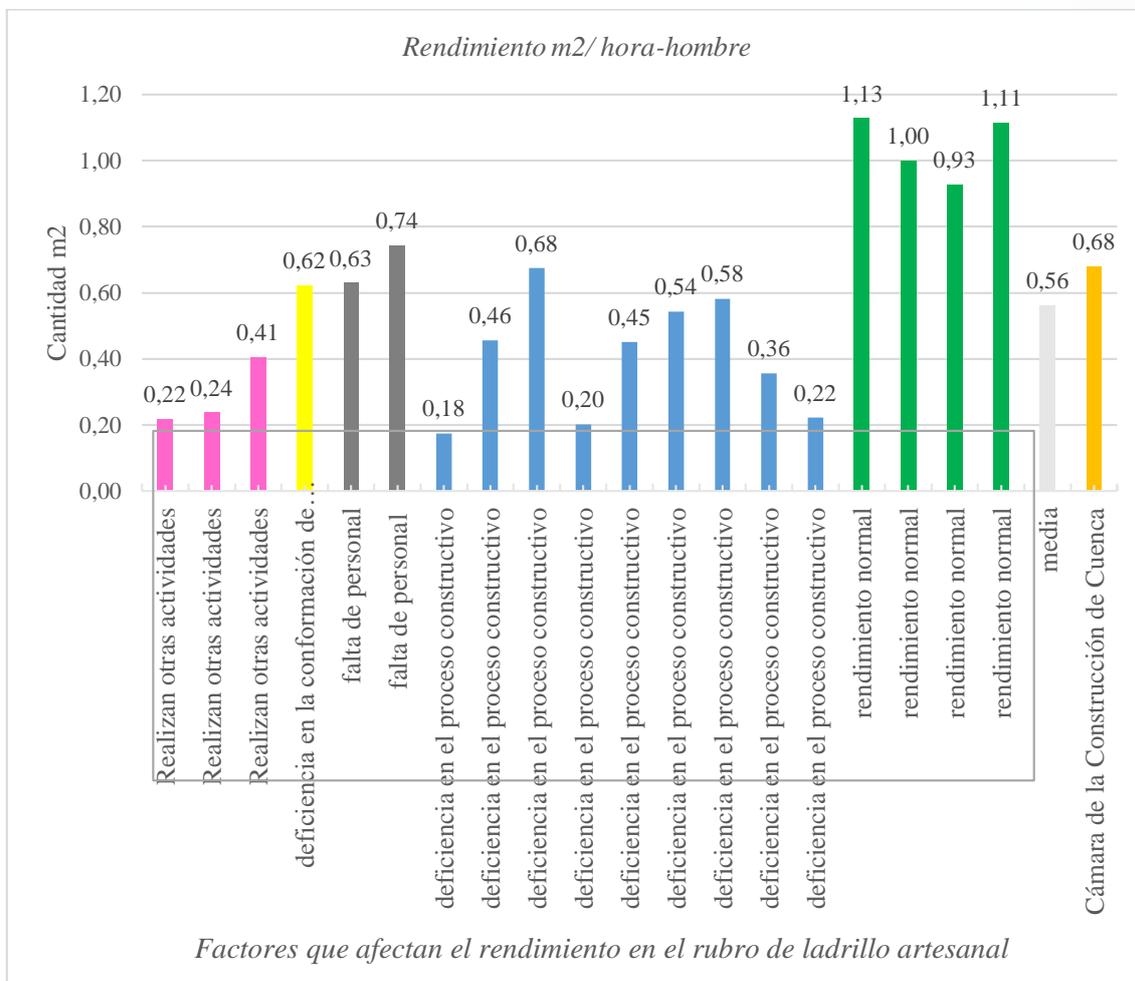
*Porcentaje de los factores que afectan el rendimiento de mano de obra en el rubro de ladrillo industrial*



En la figura 4, se observa el gráfico de barras del rendimiento en m<sup>2</sup>/hora-hombre del rubro de ladrillo artesanal, en el cual, de las cuarenta muestras de la investigación, diecinueve corresponden al rubro de ladrillo artesanal, de estos datos tres realizan otras actividades, uno tiene deficiencia en la conformación de la cuadrilla, dos tienen falta de personal, nueve deficiencia en el proceso constructivo y cuatro corresponden a rendimiento normal, también en el gráfico consta la media del rendimiento que corresponde a 0.56 m<sup>2</sup>/hora-hombre y el dato de la Cámara de la Construcción de Cuenca que es 0.68 m<sup>2</sup>/hora-hombre.

Figura 4

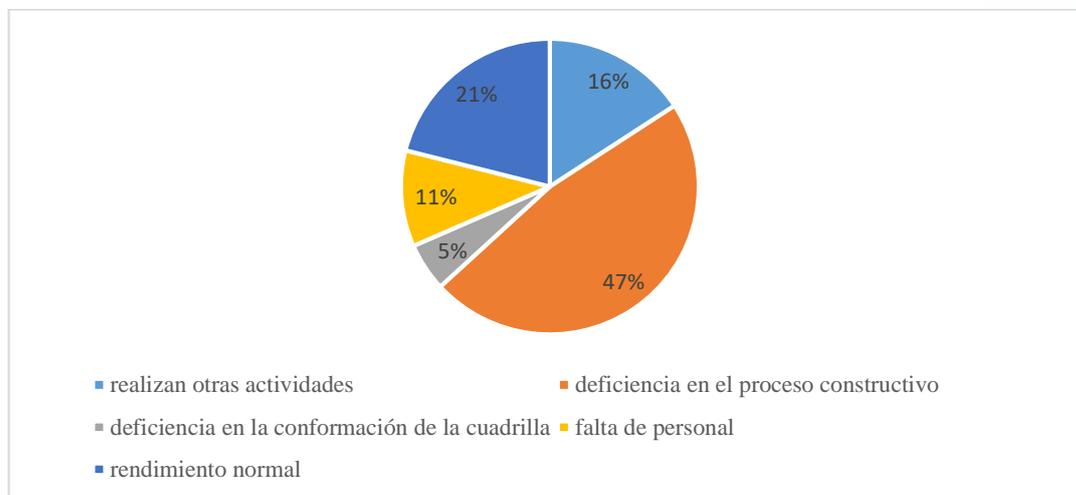
Ladrillo artesanal



En la figura 5, se observa el porcentaje de incidencia de los factores que afectan el rendimiento de mano de obra en el rubro de mampostería de ladrillo artesanal, en el cual los resultados son: 47% deficiencia en el proceso constructivo, 21% rendimiento normal, 16% realizan otras actividades, 11% falta de personal y un 5% deficiencia en la conformación de la cuadrilla.

**Figura 5**

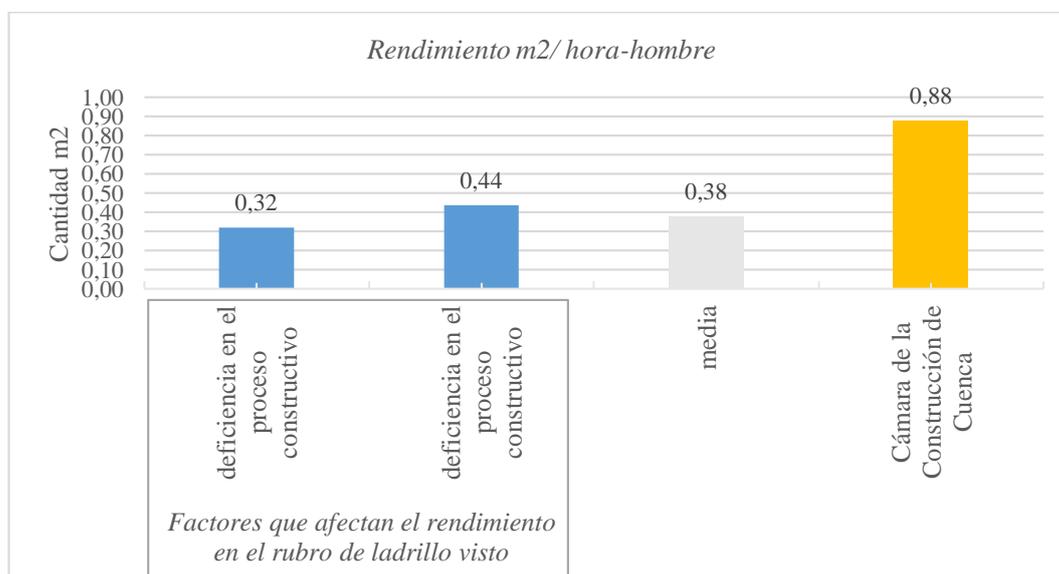
*Porcentaje de los factores que afectan el rendimiento de mano de obra en el rubro de ladrillo artesanal*



En la figura 6, se observa el gráfico de barras del rendimiento en m<sup>2</sup>/hora-hombre del rubro de ladrillo visto, en el cual, de las cuarenta muestras de la investigación, dos corresponden al rubro de ladrillo visto, de estos datos los dos tienen una deficiencia en el proceso constructivo, también en el gráfico consta la media del rendimiento que corresponde a 0.38 m<sup>2</sup>/hora-hombre y el dato de la Cámara de la Construcción de Cuenca que es 0.88 m<sup>2</sup>/hora-hombre.

**Figura 6**

*Ladrillo visto*



En la figura 7, se observa el porcentaje de incidencia de los factores que afectan el rendimiento de mano de obra en el rubro de mampostería de ladrillo visto, en el cual los resultados son: 100% deficiencia en el proceso constructivo.

**Figura 7**

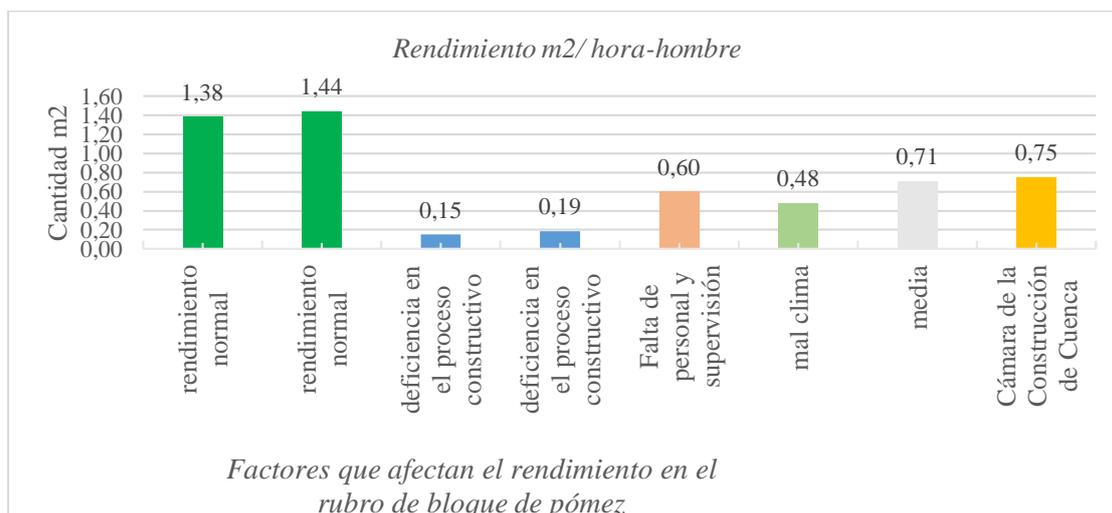
*Porcentaje de los factores que afectan el rendimiento de mano de obra en el rubro de ladrillo visto*



En la figura 8, se observa el gráfico de barras del rendimiento en m<sup>2</sup>/hora-hombre del rubro de bloque de pómez, en el cual, de las cuarenta muestras de la investigación, seis corresponden al rubro de bloque de pómez, de estos datos los dos tienen un rendimiento normal, dos tienen deficiencia en el proceso constructivo, uno falta de personal y supervisión y uno mal clima, también en el gráfico consta la media del rendimiento que corresponde a 0.71 m<sup>2</sup>/hora-hombre y el dato de la Cámara de la Construcción de Cuenca que es 0.75 m<sup>2</sup>/hora-hombre.

**Figura 8**

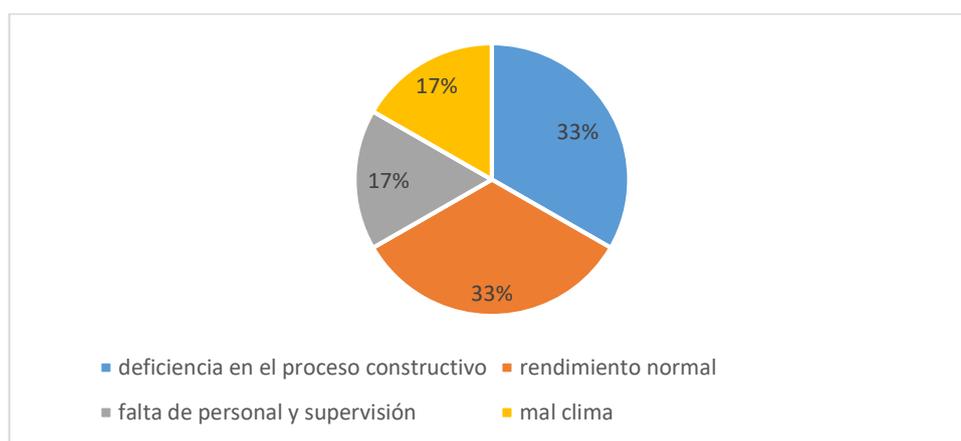
*Bloque de pómez*



En la figura 9, se observa el porcentaje de incidencia de los factores que afectan el rendimiento de mano de obra en el rubro de mampostería de bloque de pómez, en el cual los resultados son: 33% rendimiento normal, 33% deficiencia en el proceso constructivo, 17% falta de personal en el proceso constructivo y 17% mal clima.

**Figura 9**

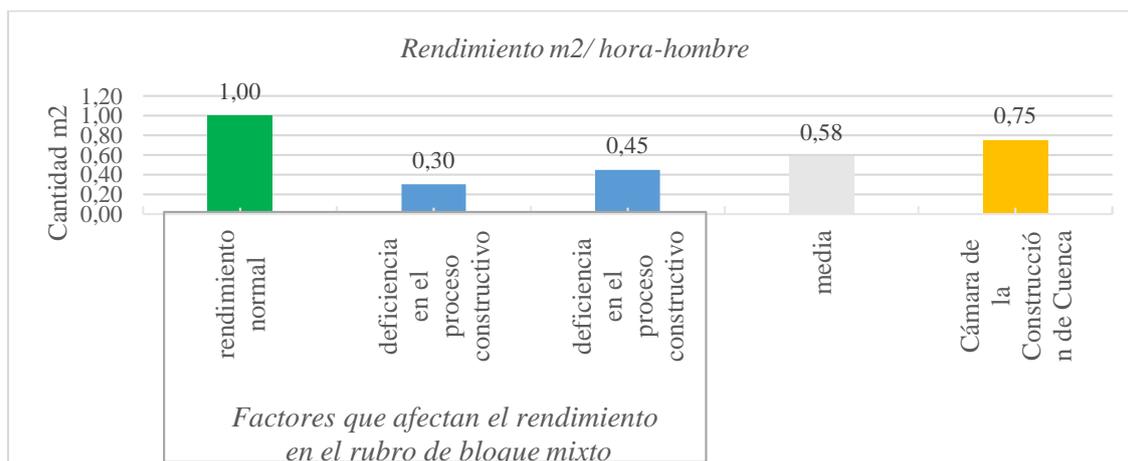
*Porcentaje de los factores que afectan el rendimiento de mano de obra en el rubro de bloque de pómez*



En la figura 10, se observa el gráfico de barras del rendimiento en m<sup>2</sup>/hora-hombre del rubro de bloque mixto (pómez-concreto), en el cual, de las cuarenta muestras de la investigación, tres corresponden al rubro de bloque mixto, de estos datos uno tiene un rendimiento normal y dos tienen deficiencia en el proceso constructivo, también en el gráfico consta la media del rendimiento que corresponde a 0.58 m<sup>2</sup>/hora-hombre y el dato de la Cámara de la Construcción de Cuenca que es 0.75 m<sup>2</sup>/hora-hombre.

**Figura 10**

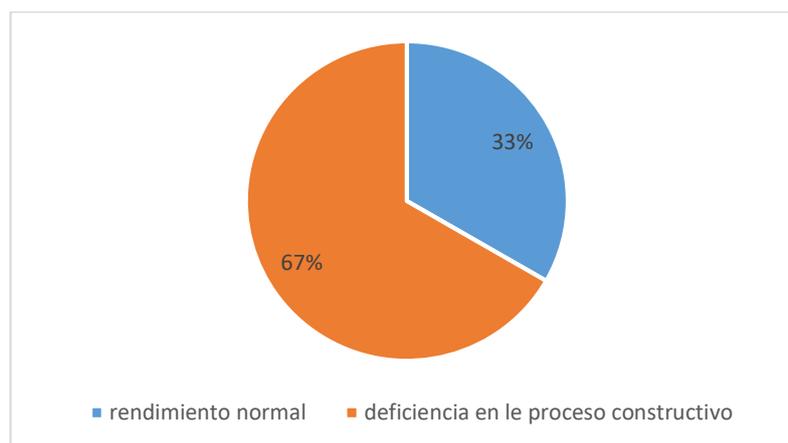
*Bloque mixto*



En la figura 11, se observa el porcentaje de incidencia de los factores que afectan el rendimiento de mano de obra en el rubro de mampostería de bloque mixto (pómez-concreto), en el cual los resultados son: 33% rendimiento normal y el restante 67% deficiencia en el proceso constructivo.

**Figura 11**

*Porcentaje de los factores que afectan el rendimiento de mano de obra en el rubro de bloque mixto*



### *Etapa 3*

Las bases de datos indexadas internacionalmente SCOPUS, WEB OF SCIENCE y SCIELO, que son las fuentes de publicaciones de alta calidad en el campo de la ingeniería y la gestión de la construcción, fueron el foco principal de la búsqueda de la literatura y la tarea de recopilación de datos. Utilizando filtros de investigación como el idioma (inglés) y tipo (solo artículos de revistas).

En este sentido, para mejorar el desempeño laboral, en todos los rubros de la presente investigación el principal problema o factor que incide directamente, es la deficiencia en el proceso constructivo, seguido de la deficiencia en la conformación de las cuadrillas y en un porcentaje bajo realizar otras actividades, que son los factores más representativos; el camino más viable para lograr el objetivo que es mejorar el rendimiento de la mano de obra, es capacitar de los empleados sobre el correcto proceso constructivo de los rubros de mampostería.

El rendimiento de los procesos debe mejorarse para aumentar la productividad. Los siguientes objetivos deben servir de base para aplicar un enfoque de mejora:

- Mejorar el rendimiento del proceso definiendo e identificando las tareas implicadas (eficacia).
- Aumentar la eficiencia de los recursos activos.

- Garantizar que el proceso sea de mayor calidad y que el resultado sea valioso (eficiencia).
- Para aumentar la productividad del equipo de trabajo, mejore el entorno de trabajo.
- Mejore sus capacidades y su entorno para que pueda beneficiarse de la curva de aprendizaje.
- En la creación de tareas, mejore las circunstancias de trabajo para aumentar la seguridad.

Un PMP es un programa sistemático que facilita el aumento de la productividad de un proyecto, mediante: el mejoramiento de los sistemas de información y retroalimentación, los sistemas de suministro de recursos y las técnicas de construcción.

Para ello, se crearon las siete actividades siguientes:

- Un programa de motivación
- Un programa de capacitación
- Un programa de personal
- Mejora de las prácticas de trabajo
- Reducción de los tiempos de espera,
- Proceso de evaluación y retroalimentación
- Compromiso de la dirección.

En la construcción, las técnicas y los procesos de trabajo avanzan continuamente, por lo que los niveles de habilidad de los empleados siempre deben actualizarse teniendo en cuenta que el objetivo final es mantener la productividad y crear resultados de alta calidad (Edum-Fotwe & McCaffer, 2000).

El consejo que se da a las empresas de construcción es que inviertan dinero en capacitar al personal de cada área para que conozcan metódicamente la tarea. La competitividad de la empresa aumentará seguramente como consecuencia de esta inversión porque los resultados son precisos y representativos (González, 2009).

La falta de mano de obra calificada es uno de los retos a los que se enfrenta el sector de la construcción y que, en última instancia, podría tener importantes repercusiones en el proceso constructivo. Para lograrlo, el sector de la construcción debería dar prioridad a los siguientes objetivos en materia de recursos humanos:

- Para garantizar un mayor rendimiento laboral, los proyectos de construcción necesitan mejorar la capacitación y el entrenamiento de los empleados.
- Aumentar la concienciación de los empleados sobre la productividad de los proyectos de construcción.

- Desarrollar estrategias para perfeccionar la productividad de la mano de obra.
- Garantizar que todas las partes que participan en los proyectos de construcción tengan las mejores condiciones de trabajo posibles.

Para la industria de la construcción, la capacitación de la mano de obra es crucial; de lo contrario, la productividad de los proyectos disminuirá drásticamente. Por lo tanto, los participantes en proyectos de construcción deben tener experiencia previa y verificable, así como los conocimientos necesarios para completar cualquier tipo de proyecto.

El objetivo primordial en el sector de la construcción es maximizar los recursos, los costos y el tiempo, concentrándose al mismo tiempo en obtener resultados satisfactorios a lo largo de toda la obra. Debido a la complejidad del trabajo que conlleva la construcción, es esencial que todos los empleados, independientemente de su campo de especialización, tengan los conocimientos técnicos necesarios para desempeñar sus funciones. Los recursos humanos desempeñan un papel crucial para lograrlo. Incluso hoy en día, la mano de obra de la industria de la construcción emplea procedimientos convencionales, establecidos empíricamente, que a menudo resultan insuficientes para impulsar la productividad. Desde hace tiempo se reconoce que la capacitación de los trabajadores de la industria de la construcción es necesaria.

Los investigadores australianos generalmente están de acuerdo en que las empresas de construcción se están dando cuenta cada vez más del importante papel que juega la capacitación en el lugar de trabajo para aumentar la productividad, mejorar la retención del personal, facilitar el compromiso de los empleados y cambiar la cultura organizacional.

Un plan de capacitación de los trabajadores de la construcción no calificados es una estrategia que va a definir un proceso a seguir que facilite el aprendizaje y el uso adecuado de los recursos y herramientas de la construcción, con esto se va a corregir el otro factor importante que es la deficiencia en la conformación de la cuadrilla, ya que al estar el personal capacitado va a estar preparado para realizar un correcto proceso constructivo y a su vez, tener la capacidad de optimizar el factor humano que es lo primordial en la construcción.

#### *Etapa 4*

En cuanto a los rendimientos de mano de obra analizados en esta investigación, para el ladrillo industrial no se realiza ninguna recomendación, ya que, al comparar con la Cámara de la Construcción de Cuenca, el rendimiento es superior.

En los demás rubros de mampostería los datos son inferiores a los de la referencia, para ello se recomienda capacitar a los obreros en el correcto proceso constructivo, siguiendo las siguientes estrategias generales:

Mano de obra: un mampostero y un oficial para levantar el muro, la cuadrilla puede variar según las necesidades.

Equipo y herramientas: bailejo, nivel, plomada, piola, pala, flexómetro, cortadora, escuadra, clavos, cajón para preparar el mortero.

Durante el proceso constructivo en las juntas de construcción dentro de mampostería deberá colocarse el mortero pegante tanto en la dirección horizontal como vertical, con el propósito de unir las piezas y colocar adecuadamente los elementos. Los espesores recomendados de las juntas son de 10 mm hasta 15 mm.

Los bloques mixtos (pómez-concreto) deben colocarse en seco, es decir no deben ser humedecidas previamente, porque estos producirán dilatación y contracciones que generarán problemas a futuro, los ladrillos en cambio deberán colocarse húmedos para evitar absorber el agua del mortero.

El mortero deberá garantizar la adherencia de las unidades de mampostería, para ello deben tener buena plasticidad, consistencia y ser capaces de tener un porcentaje pequeño de agua para hidratar el cemento.

La dosificación para el mortero en juntas de mampostería de ladrillo industrial, ladrillo artesanal, ladrillo visto y bloque de pómez es 1:4 (1 de cemento), (4 de arena mediana) y 30 litros de agua, en tanto que para el bloque mixto (pómez-concreto) la dosificación es 1:3 (1 saco de cemento), (3 sacos de arena mediana), y 27 litros de agua.

Se detalla a continuación un correcto proceso constructivo de mampostería:

- Suministro de bloque o ladrillo
- Sumergir los bloques o ladrillos en agua a excepción de los bloques mixtos
- Suministro de mortero
- Colocación de niveles de guía o maestras
- Pagado de bloques o ladrillos con el mortero, verificación del plomo y correcto alineamiento de las piezas
- Detallar las juntas
- Colocar “chicotes” o acero de refuerzo, estos deberán ser insertados cada tres filas
- Es importante levantar un muro solo hasta el nivel de 1.20m por día, porque puede asentarse por el peso de las piezas y el mortero

### Conclusiones

Tras la recopilación de datos en la presente investigación, se ofrecen a continuación las siguientes conclusiones:

- A excepción del rubro de ladrillo industrial, que se sitúa un 39% por encima de las cifras de la Cámara de la Construcción de Cuenca, los rendimientos de mano de obra rubros de mampostería parte de esta investigación son inferiores a los de la referencia.
- En el análisis de los resultados de las fichas de observación se reveló que en el rendimiento de mano de obra se ven afectados por diferentes factores relacionados con la etapa de construcción, es decir, el no contar con personal calificado en mampostería, deficiencia en el proceso constructivo, deficiencia en la conformación de la cuadrilla de trabajadores, realizar a la par otras actividades, y la falta de supervisión y personal.
- La deficiencia en el proceso constructivo, es decir la falta de capacitación al personal de la construcción al iniciar esta actividad, es la principal razón para el bajo rendimiento en las actividades mencionadas; sin embargo, pero con la sustancial implementación de la estrategia del plan de capacitación, como resultado se espera que el rendimiento escale de manera considerable, a más de ello se corregirán errores durante el proceso constructivo.
- Las universidades del Ecuador juntamente con entidades de la construcción tanto públicas como privadas, deben comprometerse y organizar capacitaciones al personal de la construcción, no solo en el tema de mampostería, sino en todos los temas relacionados con la construcción, ya que un personal capacitado y calificado mejorará notablemente la calidad en la productividad y el rendimiento de mano de obra y por lo tanto ganan tanto las empresas y los empleados.

### Agradecimiento

El presente artículo es parte de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcción con mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, articulados al Proyecto de Vinculación: ANÁLISIS DE LOS RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN RUBROS DE MAMPOSTERÍA EN VIVIENDAS DE DOS PLANTAS EN LA CIUDAD DE CUENCA, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación: Ciudad, Ambiente y Tecnología (CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflictos de interés.

## Referencias Bibliográficas

- Abdelmasseh, R. M., Bassioni, H. A., & Gaid, E. F. (2022). Project Manager Skills affecting Construction Projects in Egypt. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1056(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1056/1/012038>
- Anand, K. B., & Ramamurthy, K. (2003). Laboratory-Based Productivity Study on Alternative Masonry Systems. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(3), 237–242. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(2003\)129:3\(237\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2003)129:3(237))
- Castro-Lacouture, F. (2014). Optical Crew Design for Masonry Construction Projects Considering Contactor's Requirements and Workers' Needs. *Construction Research Congress 2014, 2008*, 140–149.
- Edum-Fotwe, F. T., & McCaffer, R. (2000). Developing project management competency: Perspectives from the construction industry. *International Journal of Project Management*, 18(2), 111–124. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(98\)90075-8](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(98)90075-8)
- El-Gohary, K. M., & Aziz, R. F. (2014). Factors Influencing Construction Labor Productivity in Egypt. *Journal of Management in Engineering*, 30(1), 1–9. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000168](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000168)
- Espinoza, E. (2016). Universo, muestra y muestreo, UIC, 1–23. Biblioteca Virtual en Salud de Honduras. <http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/UNIVERSO.MUESTRA.Y.MUESTREO.pdf>
- Florez, L., & Cortissoz, J. C. (2016). Defining a Mathematical Function for Labor Productivity in Masonry Construction: A Case Study. *Procedia Engineering*, 164(June), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.590>
- Giang, D. T. H., & Sui Pheng, L. (2011). Role of construction in economic development: Review of key concepts in the past 40 years. *Habitat International*, 35(1), 118–125. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2010.06.003>
- González Jorge, B. M. (2009). Capacitación en obra para obtener la polivalencia de los operarios y verificación de sus efectos en la construcción civil. *Ca*, 4(1), 88–100.
- Holton, E. F., Swanson, R. A., & Naquin, S. S. (2008). Andragogy in Practice: Clarifying the Andragogical Model of Adult Learning. *Performance Improvement Quarterly*, 14(1), 118–143. <https://doi.org/10.1111/j.1937-8327.2001.tb00204.x>

- Jarkas, A. M. (2010). Analysis and measurement of buildability factors affecting edge formwork labor productivity. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 3(1), 142–150. <https://doi.org/10.25103/jestr.031.24>
- Jarkas, Abdulaziz, M., & Bitar, C. G. (2012). Factors Affecting Construction Labor Productivity in Kuwait. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(7), 811–820. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0000501](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000501)
- Khanh, H. D., & Kim, S. Y. (2014). Determining labor productivity diagram in high-rise building using straight-line model. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 18(4), 898–908. <https://doi.org/10.1007/s12205-014-0521-3>
- Krishna Prasad, Kisi. (2015). Estimation of Optimal Productivity in Labor- Intensive Construction Operations. *Doctoral Dissertation, Graduate College of the University of Nebraska*. <http://digitalcommons.unl.edu/constructiondiss%5Cnhttp://digitalcommons.unl.edu/constructiondiss/19>
- Krishna, Prasad. Kisi., Nirajam, Mani., Rojas, E. M., & Terence Foster, E. (2016). A Case Study on Estimating Optimal Labor Productivity. *Construction Research Congress 2016: Old and New Construction Technologies Converge in Historic San Juan - Proceedings of the 2016 Construction Research Congress, CRC 2016, May 1762–1771*. <https://doi.org/10.1061/9780784479827.176>
- Muqem, S., Idrus, A., Khamidi, M. F., Bin Ahmad, J., & Bin Zakaria, S. (2011). Construction labor production rates modeling using artificial neural network. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 16(June), 713–726.
- Naoum. S. G. (2016). Article information: Factors influencing labor productivity on construction sites. A state-of-the-art literature review and a survey. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- Pornthepkasemsant, P., & Charoenpornpattana, S. (2015). Factor affecting construction labor productivity in Thailand. *IEOM 2015 - 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding*, 3–8. <https://doi.org/10.1109/IEOM.2015.7093749>
- Puplampu, B. B. (2019). A Critical Look at Ghana's Human Capital Development Agenda: Where Do We Go from Here? *Contemporary Journal of African Studies*, 6(2), 108–126. <https://doi.org/10.4314/contjas.v6i2.5>
- Sanders, Steve., & Thomas, R. (1992). *Factors Affecting Masonry-Labor Productivity*. 117(4), 626–644.

Serpell, A. (1986). Productividad en la construcción. In *Revista Ingeniería de Construcción* (Vol. 1, pp. 53–59).

Sweis, G., Sweis, R., Abu Hammad, A., & Shboul, A. (2008). Delays in construction projects: The case of Jordan. *International Journal of Project Management*, 26(6), 665–674. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.09.009>

Tam, N. Van. (2018). Factors Affecting Laboure Productivity of Construction Worker on Construction Site: A Case of Hanoi. *Construction Research Congress, Winds of Change: Integration and Innovation in Construction, Proceedings of the Congress*, 12(5), 25–32. [https://doi.org/10.1061/40671\(2003\)4](https://doi.org/10.1061/40671(2003)4)

Zabala, J. (2021, noviembre 30). Maestro seguro: capacitación de calidad a través del micro learning. *Primicias*. <https://www.primicias.ec/noticias/patrocinado/maestro-seguro-capacitacion-de-calidad-a-traves-del-telefono-celular/>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones

