



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Rendimiento y productividad de la mano de obra en la construcción
de edificaciones de la ciudad de Riobamba

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

Vargas Barriga, Mateo Tomas

Tutor:

Ing. Jaramillo Galarza Kleber Augusto.

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Mateo Tomas Vargas Barriga, con cédula de ciudadanía 1805033303, autor del trabajo de investigación titulado: Rendimiento y productividad de la mano de obra en la construcción de edificaciones de la ciudad de Riobamba, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a la fecha de su presentación.



Mateo Tomas Vargas Barriga

C.I: 1805033303

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Kleber Augusto Jaramillo Galarza catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación 'Rendimiento y productividad de la mano de obra en la construcción de edificaciones de la ciudad de Riobamba', bajo la autoría de Mateo Tomas Vargas Barriga; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 26 días del mes de noviembre de 2024


Kleber Augusto Jaramillo Galarza
C.I: 0703748939

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación 'Rendimiento y productividad de la mano de obra en la construcción de edificaciones de la ciudad de Riobamba', presentado por Mateo Tomas Vargas Barriga, con cédula de identidad número 1805033303, bajo la tutoría del Ing. Kleber Augusto Jaramillo Galarza; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba el día Viernes 17 de enero del 2025



Javier Palacios, Ing
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Tito Castillo, Ing
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Carlos Saldaña, Ing
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

UNACH-RGF-01-04-08.15

VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **VARGAS BARRIGA MATEO TOMAS** con CC: **1805033303**, estudiante de la Carrera de **INGENIERIA CIVIL**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE LA CUIDAD DE RIOBAMBA**", cumple con el 2 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 12 de diciembre de 2024



Ing. Kleber Jaramillo
TUTOR(A)

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y felicidad, por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad. Por ser mi apoyo, mi luz y mi camino.

Gracias a mis padres Tomás y Rosa, y a mi abuela Victoria, por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

A Tatiana quien ha sido mi más fiel compañera en el transcurso de mi vida, de mi preparación académica y mis labores diarias.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, a la Facultad de Ingeniería Civil por haberme brindado la oportunidad de formarme moral y científicamente con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos a la sociedad. Mis más sinceros agradecimientos a todos los docentes que imparten las cátedras que conforman la carrera de Ingeniería Civil, muchísimas gracias por brindarme sus conocimientos valiosos, consejos y sugerencias durante el desarrollo de mi vida estudiantil y de este proyecto de Tesis.

A todos quienes de una u otra forma fueron parte de este proyecto.

Mateo Tomas Vargas Barriga

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi padre, porque creyó en mí cuando quería cumplir una meta más en mi vida, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a él, hoy puedo ver alcanzado este logro, ya que siempre estuvo impulsándome en los momentos más difíciles de mi vida y de mi profesión, porque el orgullo que siente por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes padre, madre y hermanos, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí. Así también a mi mujer y su familia, gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

Mateo Tomas Vargas Barriga

ÍNDICE

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 Planteamiento del problema	17
1.2 Objetivos	18
1.2.1 Objetivo General	18
1.2.2 Objetivos Específicos	18
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	19
2.1 Conceptos Generales.....	19
2.1.1 Mano de Obra	19
2.1.2 Cuadrilla Tipo	20
2.1.3 Tiempo de Ejecución.....	20
2.1.4 Rendimiento de mano de obra	21
2.1.5 Productividad de mano de obra.....	21
2.1.6 Edificaciones.....	23
2.1.7 Base de datos.....	24
2.2 Aportación de la Mano de Obra	24
2.2.1 Factores que Afectan la aportación de la Mano de Obra.....	25
2.2.1.1 Aspectos socioeconómicos	25
2.2.1.2 Aspectos Laborales	25
2.2.1.3 Clima..	25
2.2.1.4 Actividad.....	25
2.2.1.5 Equipamiento	25
2.2.1.6 Supervisión	25

2.3 Estado del Arte	25
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	27
3.2 Esquema Metodológico.....	27
3.3 Métodos de recolección y procesamiento de datos.....	29
3.3.1 Observación directa.....	29
3.3.2 Procesamiento y análisis de datos	29
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1 Mampostería de ladrillo macizo	31
4.2 Masillado de piso.....	34
4.3 Enlucido vertical.....	37
4.4 Instalación de agua fría	40
4.5 Instalación sanitaria en baños.....	43
4.6 Vertido de hormigón en columnas.....	46
4.7 Montaje de columnas y vigas en estructura metálica	49
4.8 Análisis del montaje de acero estructural en columnas y vigas de una edificación a gran escala.	55
4.9 Discusión de rendimientos y la productividad respecto a los datos obtenidos en campo con los impartidos por la CAMICON.....	57
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1 Conclusiones.....	60
5.2 Recomendaciones	61
6 REFERENCIAS.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra.....	22
Tabla 2. Rango de valores recomendados del rendimiento y la productividad en campo	54
Tabla 3. Rendimiento y productividad del montaje de acero estructural en columnas y vigas	56
Tabla 4. Valores de rendimientos obtenidos en campo vs CAMICON	57
Tabla 5. Valores de productividad obtenidos en campo vs CAMICON	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema conceptual del estudio de rendimientos como técnica de mejoramiento de la productividad	22
Figura 2. <i>Esquema sobre la metodología de la investigación</i>	27
Figura 3. Caja de bigotes del rendimiento en mampostería con ladrillo macizo	32
Figura 4. Histograma y curva de densidad del rendimiento en mampostería con ladrillo macizo.	33
Figura 5. Caja de bigotes de la productividad en mampostería con ladrillo macizo.	33
Figura 6. Histograma y curva de densidad de la productividad en mampostería con ladrillo macizo	34
Figura 7. Caja de bigotes del rendimiento en Masillado de piso.....	35
Figura 8. Histograma y curva de densidad del rendimiento en Masillado de piso.	35
Figura 9. Caja de bigotes de la productividad en Masillado de piso.	36
Figura 10. Histograma y curva de densidad de la productividad en Masillado de piso.	37
Figura 11. Caja de bigotes del rendimiento en Enlucido vertical.....	38
Figura 12. Histograma y curva de densidad del rendimiento en Enlucido vertical.	38
Figura 13. Caja de bigotes de la productividad en Enlucido vertical.	39
Figura 14. Histograma y curva de densidad de la productividad en Enlucido vertical.	39
Figura 15. Caja de bigotes del rendimiento en Instalaciones de agua fría.	40
Figura 16. Histograma y curva de densidad del rendimiento en Instalaciones de agua fría.	41
Figura 17. Caja de bigotes de la productividad en Instalaciones de agua fría.	42
Figura 18. Histograma y curva de densidad de la productividad en Instalaciones de agua fría.	42
Figura 19. Caja de bigotes del rendimiento en Instalaciones sanitarias en baños.	43
Figura 20. Histograma y curva de densidad del rendimiento en Instalaciones sanitarias en baños.....	44
Figura 21. Caja de bigotes de la productividad en Instalaciones sanitarias en baños. ..	45
Figura 22. Histograma y curva de densidad de la productividad en Instalaciones sanitarias en baños	45
Figura 23. Caja de bigotes del rendimiento mostrado en el vertido de hormigón en columnas.....	46

Figura 24. Histograma y curva de densidad del rendimiento el vertido de hormigón en columnas.....	47
Figura 25. Caja de bigotes de la productividad en el vertido de hormigón en columnas.	48
Figura 26. Histograma y curva de densidad de la productividad en el vertido de hormigón en columnas.	48
Figura 27. Caja de bigotes del rendimiento mostrado en el montaje de acero en columnas	49
Figura 28. Caja de bigotes del rendimiento mostrado en el montaje de acero en vigas	50
Figura 29. Histograma y curva de densidad del rendimiento en el montaje de acero en columnas.....	50
Figura 30. Histograma del rendimiento en el montaje de acero en vigas	51
Figura 31. Caja de bigotes de la productividad en el montaje de acero en columnas ...	52
Figura 32 Caja de bigotes de la productividad en el montaje de acero en vigas.....	52
Figura 33. Histograma y curva de densidad de la productividad en el montaje de acero en columnas	53
Figura 34. Histograma y curva de densidad de la productividad en el montaje de acero en vigas.....	53

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Plantilla tipo para recolección de datos Unidad m3	64
Anexo 2. Plantilla tipo para recolección de datos Unidad m2	64
Anexo 3. Plantilla tipo para recolección de datos Unidad Kg	65
Anexo 4. Plantilla tipo para recolección de datos Unidad Pts	65
Anexo 5. Recolección de datos mampostería de ladrillo macizo.....	65
Anexo 6. Recolección de datos enlucido horizontal.....	66
Anexo 7. Recolección de datos enlucido vertical.....	66
Anexo 8. Recolección de datos sobre el vaciado de hormigón en columnas.....	66
Anexo 9. Recolección de datos en instalación de agua fría	66
Anexo 10. Recolección de datos en instalación sanitaria de baños.....	67
Anexo 11. Recolección de datos del montaje de acero estructural en columnas y vigas	67
Anexo 12. Recolección de datos UNACH campus norte del montaje de acero estructural en columnas	67
Anexo 13. Recolección de datos UNACH campus norte del montaje de acero estructural en columnas – juntas de soldadura	68
Anexo 14. Recolección de datos UNACH campus norte del montaje de acero estructural en vigas.....	68
Anexo 15. Recolección de datos UNACH campus norte del montaje de acero estructural en vigas – filete de soldadura	68
Anexo 16. Recolección de datos UNACH Grúa torre flat-top de 30,0 m	69
Anexo 17. Recolección de datos UNACH campus norte Maquina de núcleo fundente Lincoln	69
Anexo 18. Rubro: Mampostería de jaboncillo	70
Anexo 19. Rubro: Masillado en losa impermeabilizante.....	70
Anexo 20. Rubro: Enlucido vertical interior, paleteado	71
Anexo 21. Rubro: Hormigón simple columnas F'C=240	71
Anexo 22. Rubro: Punto de desagüe de PVC, 75MM.....	72
Anexo 23. Rubro: Acero estructural A-36, montaje con grúa	72

RESUMEN

Este trabajo de investigación inicia con la identificación de pérdidas asociadas a la mano de obra en términos de costos y tiempos dentro del proceso de construcción de edificaciones en la ciudad de Riobamba. El objetivo es desarrollar una base de datos de rendimientos que sea acorde a las condiciones locales, analizando la productividad de diversas actividades constructivas. La metodología aplicada para la recolección de datos incluyó un muestreo en campo de edificaciones en construcción en el sector, lo cual permitió obtener datos fiables sobre los principales rendimientos que provocan pérdidas significativas en presupuestos y plazos. Estos datos se analizaron conforme a la normativa vigente en el país. La productividad se considera uno de los indicadores clave que mide el desempeño de una gestión eficiente. El enfoque de esta investigación se centra en los procesos, donde prevalece la verificación y aseguramiento del procedimiento constructivo y su resultado. A través del análisis del rendimiento real del personal de mano de obra en una localidad específica, se obtiene una medida precisa de la productividad. Este análisis también permitió identificar las cuadrillas de trabajo más eficientes. Finalmente, los datos recopilados permitieron un análisis exhaustivo de la gestión de la construcción de edificaciones en términos de productividad. Esto proporcionó información valiosa para poder debatir con instituciones que proporcionan datos que no siempre reflejan la realidad de cada sector del país. De esta manera, se busca alinear los datos institucionales con la realidad local para mejorar la gestión y eficiencia en los proyectos de construcción.

Palabras clave

MANO DE OBRA, RENDIMIENTO, PRODUCTIVIDAD, CUADRILLA TIPO, TIEMPO DE EJECUCIÓN, EDIFICACIONES.

Abstract

This research work begins with the identification of losses associated with labor in terms of costs and times within the building construction process in the city of Riobamba. The objective is to develop a performance database that is consistent with local conditions, analyzing the productivity of various construction activities. The methodology applied for data collection included field sampling of buildings under construction in the sector, which allowed obtaining reliable data on the main performances that cause significant losses in budgets and deadlines. These data were analyzed in accordance with current regulations in the country. Productivity is considered one of the key indicators that measures the performance of efficient management. The focus of this research focuses on processes, where verification and assurance of the construction procedure and its result prevail. By analyzing the actual performance of labor personnel in a specific location, an accurate measure of productivity is obtained. This analysis also allowed us to identify the most efficient work crews. Finally, the data collected allowed for a comprehensive analysis of building construction management in terms of productivity. This provided valuable information to be able to debate with institutions that provide data that does not always reflect the reality of each sector of the country. In this way, the aim is to align institutional data with local reality to improve management and efficiency in construction projects.

Keywords: LABOR, PERFORMANCE, PRODUCTIVITY, TYPICAL CREW, EXECUTION TIME, BUILDINGS.

Reviewed by:



Lic. Eduardo Barreno Freire. Msc.
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 0604936211

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Para generar una correcta planificación de una obra de construcción es esencial garantizar los estándares de calidad, la productividad y rendimiento laboral, esto es de notable interés en la industria de la construcción debido a su impacto en el tiempo y costo de un proyecto (Golchin y Kim, 2018). Diversos factores socioeconómicos y culturales de cada zona afectan la conformación de las cuadrillas de trabajo (Vaux y Kirk, 2018), por lo tanto, es necesario la estimación de la productividad y rendimiento de la mano de obra en cada localidad, respecto a ciertos rubros de trabajo, especialmente donde la mayor parte de la construcción de edificios se realiza de forma manual (Chaturvedi et al., 2018).

Un informe realizado por la Oficina Regional para América Latina y el Caribe, de la Organización Internacional del Trabajo — OIT argumenta que, Latino América no ha mejorado la productividad laboral significativamente, a pesar del desarrollo económico mostrado en las últimas décadas. Nos muestra un comportamiento de rezago al compararse con los países asiáticos y europeos, este comportamiento es reflejo de la lenta inversión económica y el pausado desarrollo tecnológico mostrado por los diferentes sectores productivos, como es el caso del sector constructivo (OIT, 2006).

En el Ecuador, para elaborar estimaciones de presupuestos comúnmente en la región Sierra en la parte Norte hasta el centro del país, se hace uso del rendimiento de la mano de obra dado por la Cámara de la industria de la construcción (CAMICON) y/o valores empíricos estimados por expertos en el tema con relación a su experiencia laboral, en varios casos las instituciones públicas o privadas debidamente consolidadas ya manejan una base de datos propia la cual no está disponible para cualquier profesional. La CAMICON se muestra como un gremio de cobertura nacional, autorregulado, ampliamente representativo y sólido en su organización interna, en interacción permanente con sus afiliados, con capacidad de generar iniciativas empresariales, e influir en la construcción de las políticas públicas relacionadas con el sector (CAMICON, 2024).

La construcción se muestra como uno de los principales motores de la economía de muchos países en desarrollo, por lo cual este sector está en búsqueda de métodos que permitan planear y desarrollar proyectos eficientes, que no incurran en sobrecostos ni reprocesos y que disminuya su nivel de incertidumbre, pero se ha evidenciado la carencia de ética y profesionalismo de las partes políticas encargadas de financiar el progreso constructivo (FRECOM, 2022).

La mala planificación de los proyectos por estimaciones inadecuadas del rendimiento de mano de obra, nos dan un presupuesto referencia equivocado, y mala estimación del plazo. Para una optimización de los recursos, costos y tiempos, la identificación y eliminación de errores y todo aquello que no genere valor dentro del proceso de producción, debe contar con datos de buena calidad sobre rendimientos y productividades (A. Serpell & L. F. Alarcón, 2009).

En este proyecto de investigación se obtendrán datos sobre el rendimiento y la productividad de la mano de obra por medio del método de muestreo de campo, toma de datos en base a diferentes rubros principales de edificaciones de construcción y entrevistas a la mano de obra para conocer las diferentes cuadrillas de trabajo y su tiempo de ejecución en cada actividad a realizarse, generando una base de datos online. Luego por medio de softwares estadísticos, se analizará los datos de rendimientos y la productividad del proceso constructivo de diferentes edificaciones locales en su etapa de estructura involucrando actividades de armado de acero y montaje de acero estructural, colocación de mampostería y encofrados, y vaciado de concreto en vigas, columnas y losas para una estimación presupuestaria eficiente de una edificación acorde a la realidad de cada sector.

1.1 Planteamiento del problema

Al existir una gran diferencia de datos respecto a cada edificación con estimaciones que no se asemejan a la realidad de cada localidad, necesitamos emplear datos específicos para cada actividad constructiva que nos garanticen la productividad deseada mediante estimaciones de obras similares gracias a la experiencia del constructor ó por medio de instituciones como la CAMICON, mostrándose inadecuados a cada realidad, haciendo que se emplee una relación con respecto a los valores estimados por la experiencia, pero para que la misma pueda servir como una referencia relevante se requiere de múltiples mediciones bien documentadas en edificaciones anteriores en circunstancias similares, al no contar con información clara y puntual, ocasiona que las estimaciones del presupuesto de acuerdo a cada rubro, arrojen un costo y tiempo por cada actividad erróneo. Al no tener una estimación real respecto a los rendimientos de la mano de obra y al no tener establecida claramente la integración de la cuadrilla tipo y su categoría de empleados para cada actividad constructiva en específico hace que la

productividad y por ende la calidad, tiempo y costo se vean alterados significativamente para el desarrollo de una gestión eficiente en el proceso de construcción de edificaciones.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Crear una base de datos que nos permita analizar valores de rendimiento y productividad que tiene la mano de obra en la construcción de edificaciones de la ciudad de Riobamba para estimaciones futuras.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el rendimiento y la productividad en campo de la mano de obra en 8 actividades constructivas en edificaciones de la ciudad de Riobamba para compararlos con el rendimiento establecido por CAMICON.
- Determinar un rango recomendado de valores del rendimiento y la productividad de la mano de obra en 8 actividades constructivas en edificaciones de la ciudad de Riobamba mediante softwares estadísticos para sugerir una base de datos que se asemeje a la realidad del sector.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptos Generales

2.1.1 Mano de Obra

Persona que se dedica tanto a tareas físicas como mentales en la creación de un producto o servicio, ya sea como técnico, administrativo, supervisor u otro rol, ya sea contratado temporalmente para el proyecto o como empleado permanente de la empresa constructora (Mejía, 2017).

La mano de obra se refiere al conjunto de trabajadores involucrados en actividades constructivas, abarcando tanto a aquellos que realizan labores físicas como intelectuales en el proyecto. Dado que este recurso humano es crucial, es fundamental seleccionar a personas que cumplan con los requisitos necesarios. El personal en el área de construcción se organiza en cuadrillas, que son agrupaciones específicas necesarias para llevar a cabo ciertas tareas. Estas cuadrillas están compuestas por individuos con diversas habilidades y niveles jerárquicos, cuya colaboración armoniosa permite la ejecución eficiente de las actividades (Muñoz, 2020).

La mano de obra es un componente esencial en el proceso constructivo y una variable importante que impacta la productividad. Dado que uno de los objetivos de todas las empresas es mejorar su competitividad aumentando la productividad de sus procesos, es crucial identificar y clasificar los factores que afectan a la mano de obra, así como establecer una metodología para medir su impacto en los rendimientos y consumos en diferentes procesos de producción (Botero, 2002). En nuestro país existe una categorización ocupacional en la construcción la cual se rige por el Ministerio de Trabajo, gracias a eso la contraloría general del estado nos brinda valores de salarios mínimos de mano de obra en construcción y servicios técnicos y arquitectónicos mediante una tabla proporcionada por la cámara de la industria de la construcción, nos sugieren los salarios en jornal/h así como el sueldo unificado de cada tipo de personal requerido para cada actividad en específico (CAMICON, 2024).

Según la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE), los trabajadores de la construcción deben estar en la categoría 5B para ser considerados como mano de obra calificada en la prestación de servicios. Esta clasificación implica la finalización de programas terciarios enfocados en la práctica profesional (Aragodabay & Moyón, 2018).

2.1.2 Cuadrilla Tipo

Grupo específico de trabajadores que se asignan juntos para realizar tareas específicas dentro del proceso constructivo, tales como albañilería, carpintería, instalaciones eléctricas, entre otras (Storch, Storch, LLamas, & Salete, 2018).

Un estudio realizado en Quito (zona 9) revela que, en el país, la mayoría de los trabajadores que participan en la construcción de edificaciones no tienen la capacitación adecuada y realizan su trabajo de manera empírica (Rivera, 2012). Además, la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción (ALCONPAT-Ecuador) (Morocho, 2016) ha determinado que solo el 7% del total de trabajadores de la construcción han recibido alguna capacitación técnica en su área. La mayoría de los trabajadores sin preparación técnica se encuentran en el área de albañilería, mientras que en las áreas de plomería y electricidad predominan aquellos que sí han sido capacitados. (Aragodobay & Moyón, 2018).

2.1.3 Tiempo de Ejecución

Período necesario para completar una tarea específica dentro de un proyecto de construcción. Esta duración se incluye en el Programa de Ejecución de Obra (PEO), que es la secuencia lógica de actividades que se llevan a cabo en un plazo determinado (Narro, 2022).

La gestión del tiempo incluye los procedimientos necesarios para garantizar que el proyecto se ejecute conforme al plan establecido. Esto implica definir todas las actividades requeridas para la creación de los subproductos del proyecto, organizándolas en una secuencia lógica y en relación con otras actividades planificadas, y estimar el tiempo y los recursos necesarios para su ejecución. Posteriormente, es crucial elaborar un cronograma tanto físico como financiero, que facilite el monitoreo de las actividades y la implementación de ajustes en el proyecto (Meprosa Construcciones, 2022).

Un control meticuloso del tiempo del proyecto y su monitoreo están estrechamente relacionados con la efectividad y el éxito de este. Este enfoque ofrece una visión clara del desempeño del proyecto y permite a los gestores realizar ajustes oportunos para prevenir retrasos y costos adicionales. Además, facilita la comparación entre el tiempo planificado y el tiempo realmente utilizado, lo que establece una base sólida para futuras planificaciones y estimaciones (TimeCamp. Inc, 2023).

2.1.4 Rendimiento de mano de obra

Cantidad de trabajo realizado por el personal de obra durante un período específico en la construcción de edificaciones, medido generalmente en términos de unidades de trabajo por unidad de tiempo (Neila, 2012).

A menudo nos preguntamos si existe algún método o fórmula para calcular el rendimiento de la mano de obra. La dificultad de establecer estos rendimientos surge porque los trabajos se realizan en espacios abiertos, donde es complicado mantener condiciones controladas. Incluso cuando se trata del mismo tipo de trabajo, si se lleva a cabo en distintos lugares, el rendimiento puede verse influenciado por factores físico-meteorológicos, condiciones sociales, experiencia individual, capacidad de gestión, personal, entre muchos otros factores (Zamora, 2019).

El rendimiento de mano de obra es esencial para evaluar el progreso de un proyecto de construcción ya que se define como la cantidad de trabajo realizado por un grupo de trabajadores, que puede incluir obreros de diversas especialidades. Este rendimiento está estrechamente vinculado al progreso o al porcentaje de avance de un proyecto y se mide mediante evaluaciones directas en el lugar de trabajo, considerando las condiciones que pueden impactar a cada obrero (Lascano, 2015).

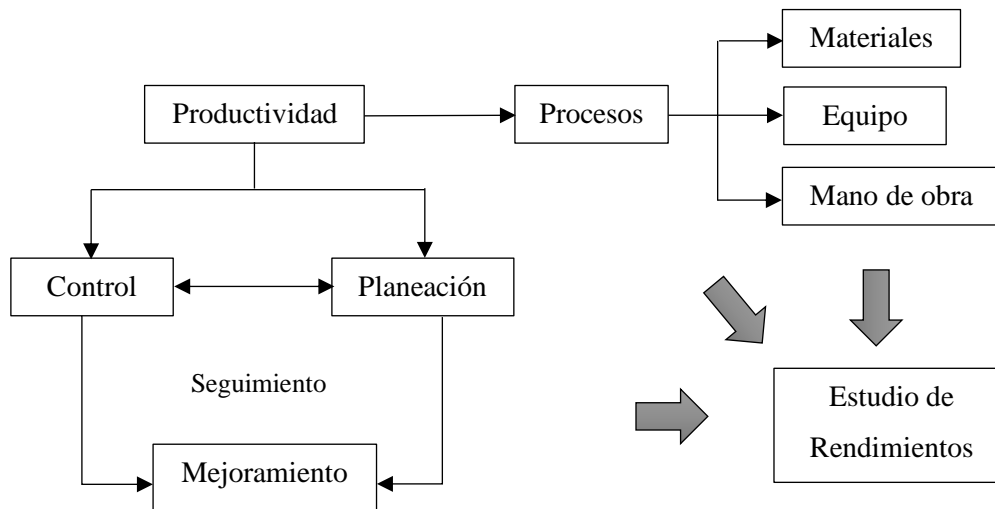
En conclusión, el rendimiento de mano de obra no solo refleja la cantidad de trabajo realizado, sino que también sirve como un indicador del progreso del proyecto y de la efectividad en la utilización de recursos. Evaluar este rendimiento permite ajustar las estrategias de ejecución para mejorar la eficiencia general. Por tanto, una correcta medición y análisis del rendimiento es clave para el éxito en la gestión de proyectos de construcción.

2.1.5 Productividad de mano de obra

La productividad es un indicador fundamental en la evaluación de proyectos de construcción. Este concepto se refiere a la eficiencia con la que se emplean los recursos (tiempo, materiales, mano de obra) para realizar las tareas

y cumplir los objetivos del proyecto (Mejía & Hernández, 2007).

Figura 1. Esquema conceptual del estudio de rendimientos como técnica de mejoramiento de la productividad



La ecuación 1 es la relación entre el valor de la producción generada sobre el tiempo ejecutado y el esfuerzo humano empleado, considerando factores como la eficiencia, la calidad y la utilización de recursos durante la ejecución de proyectos de construcción (Medina, 2019).

$$PRODUCTIVIDAD_{mano_de_obra} = \frac{cantidad_de_obra}{hora-cuadrilla} \quad \text{Ec. (1)}$$

La eficiencia en la productividad de la mano de obra puede oscilar significativamente, desde el 0% (sin actividad) hasta el 100% (eficiencia máxima teórica). Dentro de estos límites se encuentran los rendimientos y consumos reales de mano de obra, los cuales pueden clasificarse en diferentes rangos según su eficiencia productiva, tal como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 1. Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra.

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

Nota: Se muestra la clasificación de la eficiencia en la productividad, cuadro tomado de Estimator's General Construction man-hour manual, John S. Page

2.1.6 Edificaciones

El término edificación se refiere a cualquier construcción planificada y ejecutada por el ser humano en un espacio específico. Estas estructuras pueden variar en tamaño, forma y función, y generalmente requieren una planificación conforme a la legislación, además de tiempo, materiales y recursos financieros. Su desarrollo debe garantizar que cumpla con los requisitos necesarios para ser habitable (Ferrovial S.E, 2024).

Proceso de planificación, diseño, ejecución y entrega de estructuras físicas como viviendas, edificios comerciales, industriales o institucionales. Involucra la coordinación de recursos humanos, materiales y financieros para llevar a cabo proyectos que satisfagan necesidades específicas en el entorno construido (Merritt, Ricketts, & Adams, 2013).

Las edificaciones en el país se basan mediante una operación estadística realizada anual y trimestralmente que las caracteriza a través de los permisos de construcción emitidos por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Su objetivo es proporcionar información actualizada sobre el ritmo de crecimiento de los potenciales proyectos inmobiliarios, incluyendo viviendas, locales comerciales e industriales, edificios administrativos, entre otros (NEC, 2023).

En el año 2022, se reestructuró el formulario, con la retroalimentación de las instituciones tales como: Cámara de la industria de la Construcción (CAMICON), Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), y Asociación de 9 Municipalidades del Ecuador (AME). Se realiza la primera publicación de resultados con periodicidad trimestral, en la que la cobertura geográfica comprende a 15 GAD municipales seleccionados: Quito, Daule, Guayaquil, Ambato, Cuenca, Ibarra, Loja, Riobamba, Santo Domingo, Portoviejo, Samborondón, Manta, Machala, Durán y La Libertad. Finalmente, para el año 2023, se reestructuró el formulario de levantamiento con la unificación y adición de preguntas, en función de la identificación de las novedades presentadas en campo durante la investigación del periodo 2022; a su vez, se analizó las observaciones remitidas por la Dirección Nacional Técnico y Planificación de la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2024).

2.1.7 Base de datos

La base de datos es un conjunto organizado de datos relacionados, almacenados de manera sistemática para su uso futuro. Esta colección de datos estructurados sigue un modelo que representa las relaciones y restricciones del mundo real. Los datos compartidos entre diversos usuarios y aplicaciones deben mantenerse independientes de estos, y su definición y descripción deben ser únicas y almacenadas con ellos (Gómez, 2013).

En resumen, nos permite almacenar y gestionar datos estructurados de manera sistemática, reflejando las interacciones reales con el entorno mundial. Su diseño asegura que la información sea accesible y consistente para diversos usuarios y aplicaciones.

Según (Juárez, 2006), se define una base de datos como un conjunto de datos interrelacionados, organizado para cumplir con las necesidades de información de una empresa u organización. En conclusión, las bases de datos organizan información relacionada y no redundante para un propósito específico, garantizando independencia, integridad y seguridad. La independencia permite modificar el modelo sin afectar las aplicaciones, la integridad asegura la consistencia y validez de los datos, y la seguridad protege la información frente a accesos no autorizados.

2.2 Aportación de la Mano de Obra

La aportación de mano de obra en una actividad constructiva de edificaciones se refiere a la cantidad de recurso humano medido en horas-hombre (hH) necesario para completar una unidad de trabajo específico. Esta aportación se expresa generalmente como hH/um (horas-hombre por unidad de medida), y representa el inverso del rendimiento de mano de obra, que es la cantidad de trabajo completado por una cuadrilla por hora de trabajo (Techos y Prefabricados MABASA, 2016).

Para un análisis detallado, se pueden utilizar metodologías como la experiencia en proyectos anteriores, la observación directa en el sitio de trabajo y el uso de bases de datos comerciales específicas del sector de la construcción, aunque estos últimos pueden no siempre reflejar la realidad del rendimiento debido a diversas variaciones contextuales de cada sector (ARQZON, 2020).

2.2.1 Factores que Afectan la aportación de la Mano de Obra

2.2.1.1 Aspectos socioeconómicos

- Disponibilidad de mano de obra calificada.
- Disponibilidad de insumos.

2.2.1.2 Aspectos Laborales

- Tipo de contrato (por obra favorece el rendimiento).
- Incentivos, salarios justos, Ambiente de trabajo y seguridad social.

2.2.1.3 Clima

- Condiciones climáticas y temperatura.
- Condiciones del suelo y la cubierta de trabajo.

2.2.1.4 Actividad

- Grado de dificultad y riesgo.
- Calidad de las actividades predecesoras.

2.2.1.5 Equipamiento

- Calidad y disponibilidad de herramientas y equipos.
- Elementos de protección personal y seguridad industrial.

2.2.1.6 Supervisión

- Calidad y experiencia del personal de supervisión.

2.3 Estado del Arte

El estudio de Gomez & Morales realizado en el año 2016, trata de identificar y eliminar pérdidas en el proceso constructivo de edificaciones en Bogotá para aumentar la productividad, empleando muestreos de campo y encuestas al personal de obra, identificando factores críticos como esperas de material, desplazamientos y reprocesos. Evaluaron aspectos motivacionales y condiciones laborales de los trabajadores. La

simulación digital permitió analizar escenarios de mejora, demostrando impactos positivos en la productividad mediante acciones correctivas específicas.

La investigación realizada por Angarita, Ovallos, & Carballo en el año 2018, analizó la productividad de la mano de obra en la construcción de una vivienda unifamiliar identificando actividades con mayor impacto económico mediante el uso de herramientas de calidad y muestras aleatorias mostrando que la mayor parte del tiempo de trabajo se dedicó a tareas contributivas, que no fueron optimizadas adecuadamente durante el proceso constructivo, afectando la productividad global, lo cual permitió tabular y analizar datos de manera descriptiva, evidenciando áreas de mejora en la gestión de la mano de obra.

En la investigación realizada por Agrawal en el año 2020, identifico varios factores que afectan la productividad de la mano de obra en proyectos de construcción en la India, subraya la importancia de una gestión efectiva, la capacitación continua, la mejora de las condiciones laborales y la adopción de nuevas tecnologías como estrategias principales para aumentar la productividad de la mano de obra en la construcción.

El trabajo presentado por Cabrera y Toledo en el año 2021, estudia los factores de afectación del rendimiento de mano de obra para el rubro de enlucido liso en la construcción de viviendas en la ciudad de Cuenca. Tiene un enfoque cualitativo de tipo exploratorio mediante una encuesta aplicada a ingenieros civiles contratistas, que participan en los procesos del Servicio Nacional de Compras Públicas (SERCOP). Su principal objetivo fue el análisis de los factores de clima, equipamiento, supervisión, aspectos laborales y condiciones propias de la mano de obra identificando cuáles de estas variables generan un impacto positivo al incrementar el rendimiento laboral.

Gracias al estudio realizado por Tola en el año 2023, se elaboró una proyección del rendimiento de mano de obra en las excavaciones a mano en la ciudad de Cuenca-Ecuador de 6 obras del sector determinando que los 13 indicadores utilizados presentaron correlación con el rendimiento, pero en diferentes niveles de significancia. Empleando una fórmula estadística basada en la regresión lineal con un nivel de confianza del 91%, se evidenció que el tipo de suelo, estatura de los empleados y sueldo tienen las mayores aportaciones sobre el cálculo del rendimiento final, el tipo de suelo demostró ser significativo de forma individual.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Tipo de Investigación

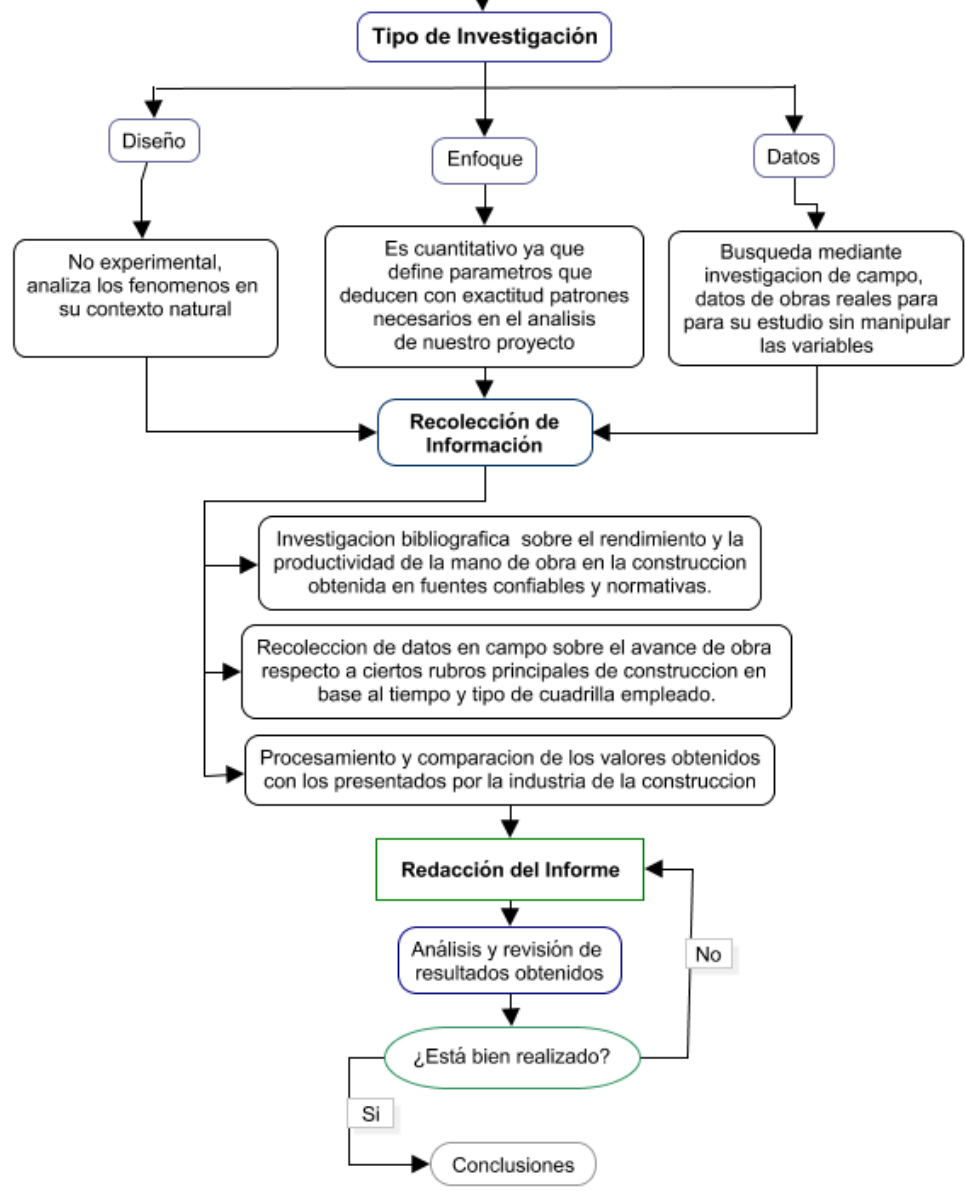
El enfoque presentado es cuantitativo, tiene una investigación de campo empleando un formato tipo realizado en el programa Excel 2023 para levantamiento de datos numéricos, se obtuvo información de mediciones manuales en este caso respecto a 8 actividades constructivas como son: mampostería con ladrillo macizo, enlucido vertical, masillado de piso, vaciado de hormigón en columnas, Instalación de agua fría, Instalación sanitaria en baños, montaje de acero estructural en vigas y columnas. Estas actividades fueron escogidas por que presentaban mayor número de datos recolectados ya que el levantamiento de información se realizó a 30 actividades constructivas aproximadamente. Mediante softwares gráficos se elaboró figuras que nos ayudan a comparar datos numéricos obtenidos en campo de los rendimientos de la mano de obra y su productividad en relación con su cuadrilla tipo, así como encontrando un valor esperado para los dos casos mediante el método PERT comparándolo con los valores presentados en la normativa por la cámara de la industria de la construcción del Ecuador, analizando también su rango intercuartílico y su rango normal de datos, iniciando la elaboración de una base de datos confiable para la ciudad de Riobamba.

3.2 Esquema Metodológico

Figura 2. *Esquema sobre la metodología de la investigación*

RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA

Base de datos de rendimientos la cual nos permitira analizar mejor el costo, tiempo y calidad de una edificacion en la ciudad de Riobamba con el fin de reducir la incertidumbre de la productividad en la mano de obra.



3.3 Métodos de recolección y procesamiento de datos

3.3.1 Observación directa

Consiste en supervisar y registrar la mayor cantidad de datos numéricos sobre actividades constructivas de la mano de obra en el sitio de la edificación detallando los avances de obra, el tiempo y la cuadrilla tipo utilizada, mediante la implementación de un formato tipo elaborado en Excel 2023 para la recolección de datos el cual clasifica las actividades en base a su unidad de medición (Hernández, 2014).

3.3.2 Procesamiento y análisis de datos

Inicialmente se generó un formato tipo de recolección de datos en Excel 2023 el cual fue cargado a la nube para obtener la facilidad de utilizarlo desde cualquier sitio, recopilar la información en tiempo real y controlar constantemente la subida de datos, garantizando generar una base de datos con información real, la recolección de datos se realizó conjuntamente con varios grupos de estudiantes de la carrera de Ingeniería civil de la ciudad de Riobamba en 20 edificaciones, lo cual consistió en la medición manual del avance de obra en cada actividad de las 8 actividades constructivas estudiadas, en este caso detallando numéricamente el valor obtenido según su unidad de medida, su tiempo para la ejecución y el número de personas que realizaron dicho avance constructivo. También se realizó una categorización del personal que integraba la cuadrilla tipo, así como un casillero para agregar evidencia fotográfica en obra.

Al recopilar estos valores obtuve los rendimientos de cada avance de obra respecto a cada actividad constructiva mediante la división del valor obtenido de acuerdo a cada unidad de medición según su actividad con el tiempo de ejecución, seguidamente obtuvimos la productividad mediante la división del valor obtenido de cada rendimiento con el número de personas que integraban la cuadrilla tipo que ejecuto dicho avance.

Generando una base de datos de los rendimientos y su productividad respecto a cada actividad constructiva, mediante softwares gráficos y estadísticos como RStudio 2024 se elaboró figuras que representan la caja de bigotes, estas figuras nos ayudan analizando y representando cuales son los datos atípicos, nos muestran la tendencia central de los datos con la mediana y se visualiza el rango intercuartílico de cada actividad constructiva en estudio. Al existir una variación significativa de los datos en el rendimiento de las actividades que presentan distintas cuadrillas de trabajo se generó una conversión

numérica para que los datos obtenidos no se muestren muy sesgados, lo cual consistió en estandarizar la cuadrilla tipo en estudio de cada actividad, en este caso se realizó una igualdad de los valores de la productividad, multiplicada por el número de personas que integran la cuadrilla tipo tomada en análisis de cada actividad en específico.

Finalmente, ayudados de figuras que representan el Histograma y la curva de densidad respecto a cada actividad, se visualizó mejor la variación del rendimiento y su productividad en base a un rango de valores de probabilidades que se acerca a la media y mediana de los datos. El rango de valores obtenidos que trabajamos en el caso de curvas simétricas tiene un nivel de confianza del 68% el cual está comprendido entre $(\mu-\sigma)$ y $(\mu+\sigma)$, donde μ es la media y σ la desviación estándar de los datos en campo, estos valores se les considera normales, pero en varios casos los valores del rango que presenta el espacio intercuartílico serán los recomendados en este estudio ya que los datos se ajustan correctamente a ciertas actividades. Posteriormente se generó tablas de los resultados donde se aprecia la variación con respecto a los valores dados por la CAMICON.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

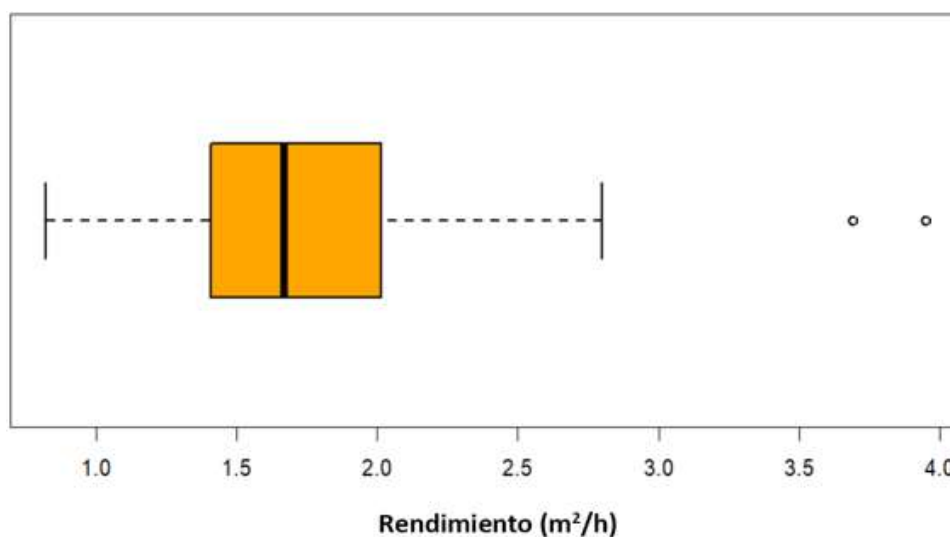
La recolección de información se realizó en la zona más poblada de Riobamba en época de sequías a 2754 metros sobre el nivel del mar, se analizó 8 actividades en específico del proceso constructivo a 20 edificaciones del sector con una envergadura que va de baja a mediana escala las cuales contaban con supervisión constante de su residente de obra o maestro mayor, recopilando los datos que nos muestran sobre el rendimiento y la productividad respecto al avance realizado en obra, al tiempo que se necesita para ejecutar ese avance y al número de personas que emplean la cuadrilla que realizó el avance de trabajo, se obtuvo una base de datos confiable la cual esta subida a la nube y se puede visualizar en el siguiente link: <https://bit.ly/3DWc4ik> , para poder determinar el valor esperado a utilizar tanto para el rendimiento como la productividad se empleó el método PERT, además se recomendó el rango de valores para emplear estimaciones que más se asemejen a la realidad de los datos en base a dos alternativas como es el caso del rango normal y el rango intercuartílico de cada actividad constructiva ya que al ser cada edificación única en todos los sentidos los aspectos de su entorno cambian significativamente y proporcionar un solo dato nos arrojaría un margen de error considerable.

Nota: es de vital importancia saber que el avance de obra de las diferentes actividades constructivas analizadas en este estudio están clasificadas mediante unidades las cuales dependiendo de que actividad en específico se esté realizando pueden ser: (metros cuadrados = m^2 , metros cúbicos = m^3 , kilogramos = kg ó puntos de desfogue = pts), el tiempo de ejecución de cada avance será igual a h y el consumo de mano de obra en dicho tiempo necesario para generar el avance de la actividad será representado por hh.

4.1 Mampostería de ladrillo macizo

Esta actividad es muy común en el sector por su amplio mercado de materia prima, teniendo en cuenta solo el colocado de mampostería de ladrillo macizo de 27x09x13 cm y mortero, con todo los materiales listos a disposición, para una cuadrilla tipo integrada por dos personas (1 albañil EO D2, 1 peón EO E2) se tiene lo siguiente:

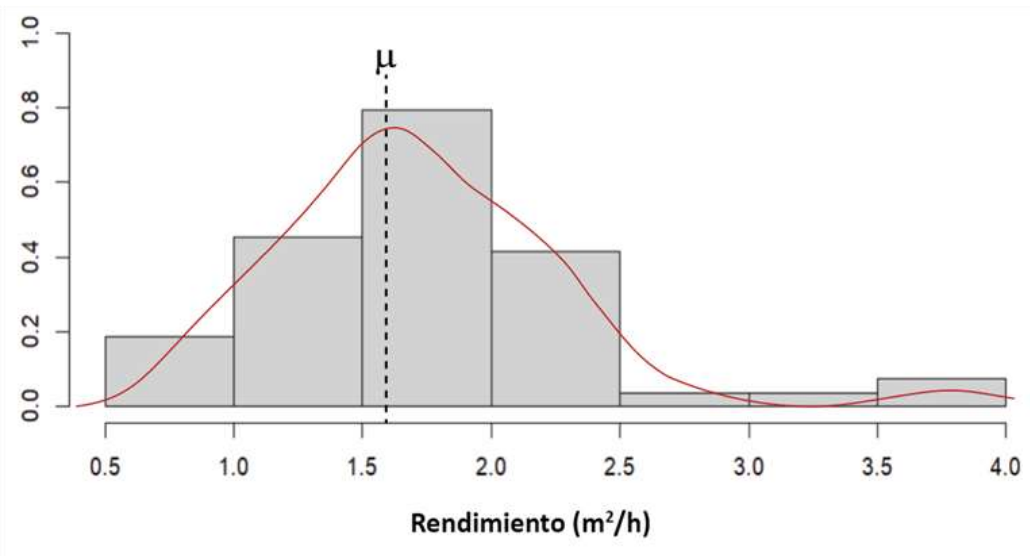
Figura 3. Caja de bigotes del rendimiento en mampostería con ladrillo macizo



Analizando la información de la figura 3, se presentan 2 datos atípicos los cuales son descartados, gracias a la representación de la mediana evidenciamos que hay una tendencia central en $1,65 \text{ m}^2/\text{h}$ presentando una ligera variación con el centro del rango intercuartílico de esta actividad, el cual inicia en $1,40 \text{ m}^2/\text{h}$ y termina en $2,12 \text{ m}^2/\text{h}$.

En el caso del histograma y la curva de densidad mostrados en la figura 4 se puede evidenciar una curva simétrica con un leve sesgo a la izquierda, la media del rendimiento obtenido es de $1,62 \text{ m}^2/\text{h}$, empleando una desviación estándar de $1,00$, con un nivel de confianza del 68% los valores normales comprenden un rango entre $0,62 - 2,62 \text{ m}^2/\text{h}$, trabajaremos con rendimientos que se acerquen al rendimiento esperado obtenido mediante el método Pert, por lo cual tomando como dato optimo a $2,62 \text{ m}^2/\text{h}$, dato pésimo a $0,62 \text{ m}^2/\text{h}$ y el dato más probable igual a $1,62 \text{ m}^2/\text{h}$ tendremos un rendimiento esperado igual a la media, este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones con entornos similares o dependiendo del análisis de la edificación es recomendado emplear el rango intercuartílico de esta actividad. En casos en los cuales se emplea esta actividad en altura o exteriores mediante andamios por el riesgo se reduce considerablemente el rendimiento por lo que se emplearía el valor mínimo del rango intercuartílico y en casos en los cuales el diseño arquitectónico no presente mucho corte, con áreas alargadas hasta $1,50 \text{ m}$ de altura con todo el entorno en las mejores condiciones se aplicaría el valor máximo de dicho rango.

Figura 4. Histograma y curva de densidad del rendimiento en mampostería con ladrillo macizo.



Para los datos de la productividad mostrados en la figura 5 evidencian que existe 3 datos atípicos los cuales son descartados, además se aprecia que la mediana tiene un resultado igual a 0,85 m²/hh el cual esta ligeramente por debajo del centro del rango intercuartílico de esta actividad, el cual inicia en 0,70 m²/h y termina en 1,12 m²/h.

Figura 5. Caja de bigotes de la productividad en mampostería con ladrillo macizo.

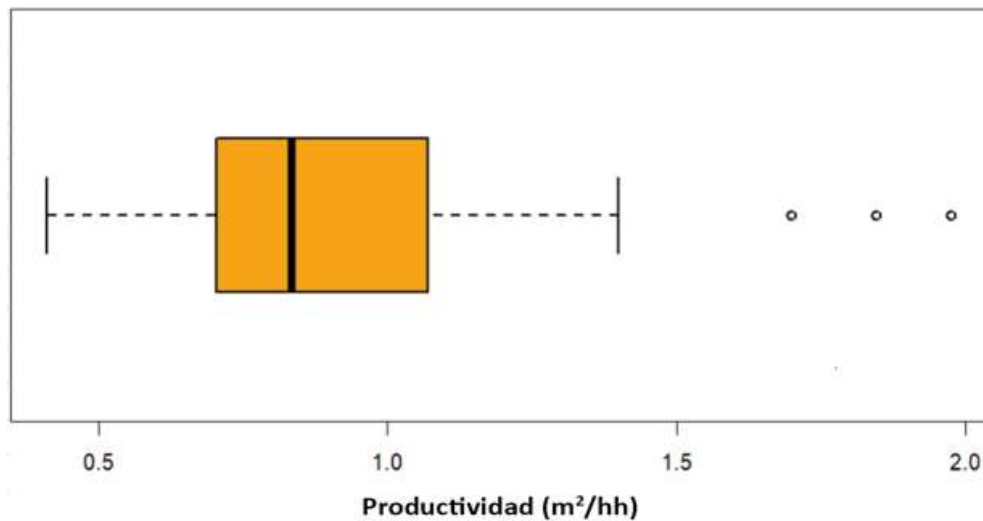
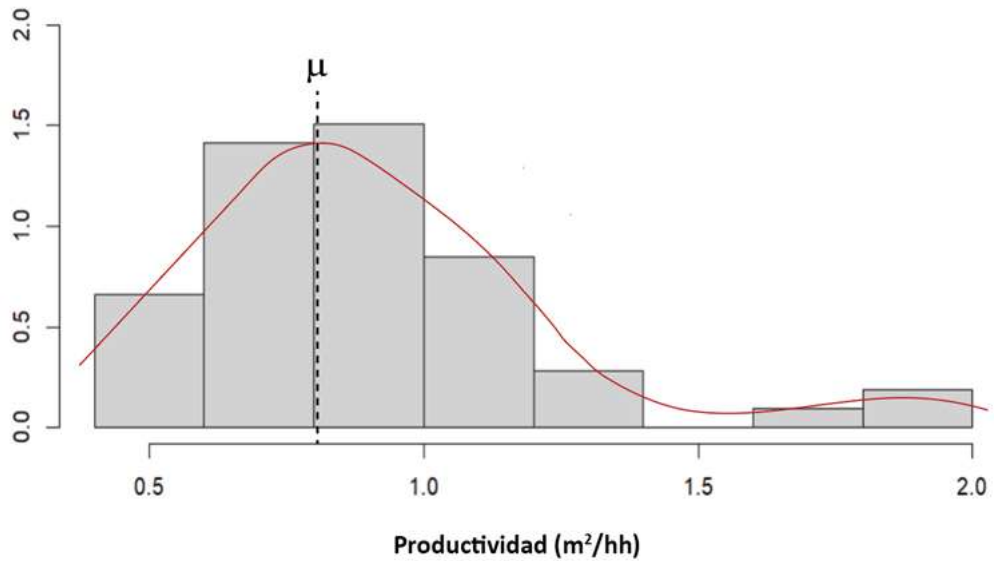


Figura 6. Histograma y curva de densidad de la productividad en mampostería con ladrillo macizo

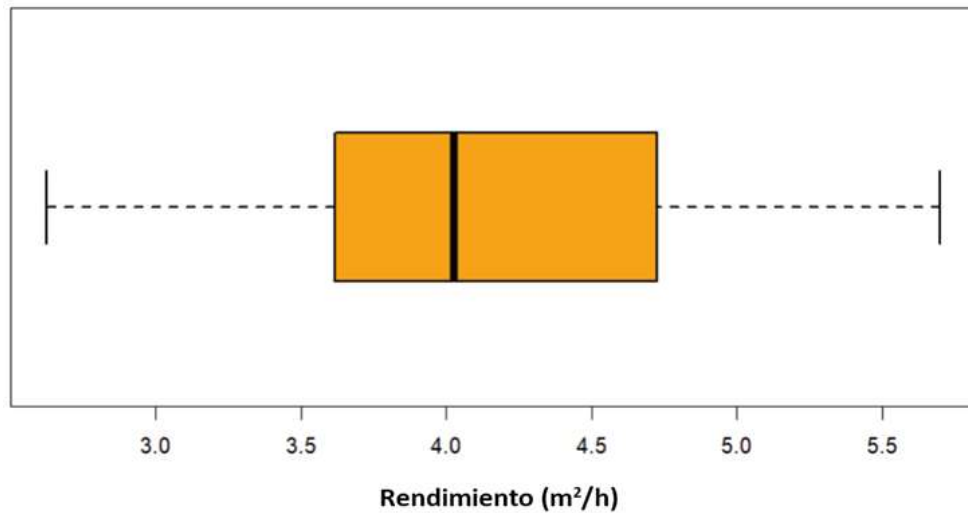


En el caso de la figura 6 su muestra un leve sesgo en la parte izquierda, se observa que la media de la productividad obtenida es de $0,81 \text{ m}^2/\text{hh}$, con una desviación estándar de $0,30$ y un nivel de confianza del 68% comprende un rango normal de $0,51 - 1,11 \text{ m}^2/\text{hh}$, trabajaremos con productividades que se acerquen a la productividad esperada obtenida mediante el método Pert, tomando como dato optimo a $1,11 \text{ m}^2/\text{h}$, dato pésimo a $0,51 \text{ m}^2/\text{hh}$ y el dato más probable igual a $0,81 \text{ m}^2/\text{hh}$ tendremos una productividad esperada de $0,81 \text{ m}^2/\text{hh}$. Este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo de aspectos exteriores al análisis es recomendado emplear el rango intercuartílico de esta actividad.

4.2 Masillado de piso

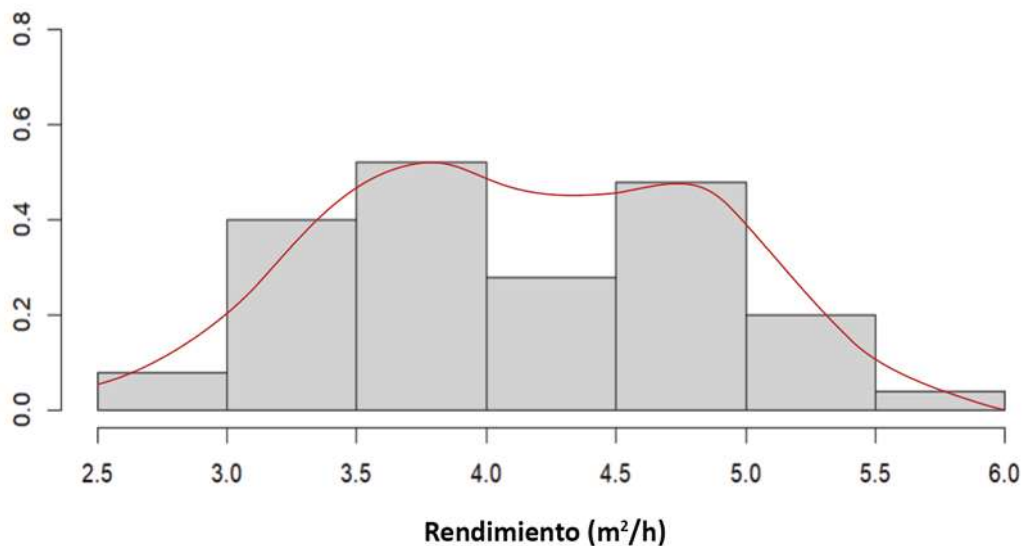
Esta actividad comprende todos los masillados de piso con un espesor igual o menor a 3 cm con mortero $1:3$, presentando cierta alteración a la hora de realizar el trabajo ya que en este sector comúnmente las losas presentan áreas con desniveles lo que va alterando paulatinamente el rendimiento real, para una cuadrilla tipo integrada por tres personas (1 albañil EO D2, 2 peón EO E2) se tiene los siguientes resultados:

Figura 7. Caja de bigotes del rendimiento en Masillado de piso.



Mediante la caja de bigotes de la figura 7 sobre el rendimiento se puede apreciar que no presenta datos atípicos, mantiene una tendencia central con un valor de la mediana de 4,00 m²/h, mostrando una ligera variación respecto al centro del rango intercuartílico de esta actividad. El cual inicia en 3,60 m²/h y termina en 4,65 m²/h.

Figura 8. Histograma y curva de densidad del rendimiento en Masillado de piso.

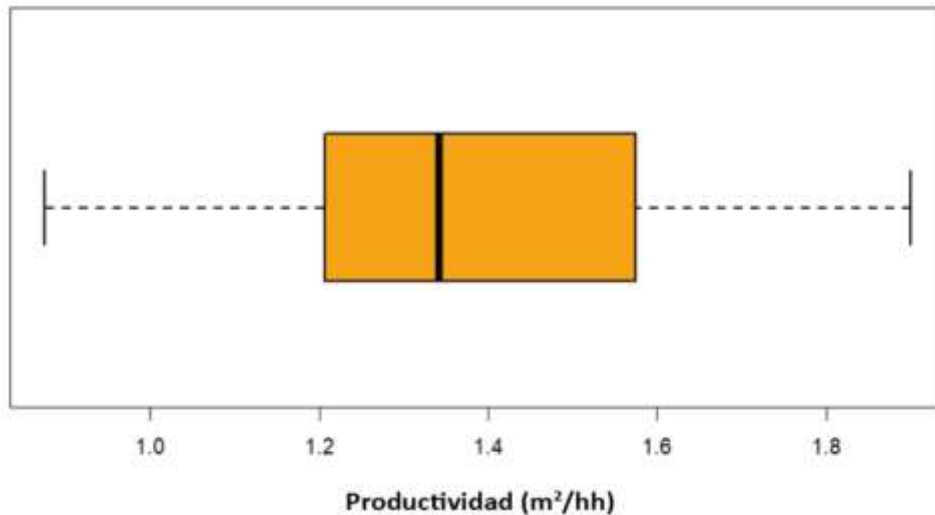


Analizando la figura 8 se puede evidenciar que presenta una curva e histograma bimodal ya que se observa dos picos, la mayor parte de los valores se concentran en 3,75 m²/h y 4,75 m²/h, indicando que el rendimiento esperado tiende a centrarse cerca del promedio, al no existir un gran espacio entre picos podría tratarse de una única

distribución con una ligera variación esto debido a que los datos presentan diferencias en su entorno constructivo lo cual podría deberse a muchos factores como por ejemplo el caso del diseño arquitectónico o al tipo de cuadrilla ya que en áreas más grandes emplean más personas.

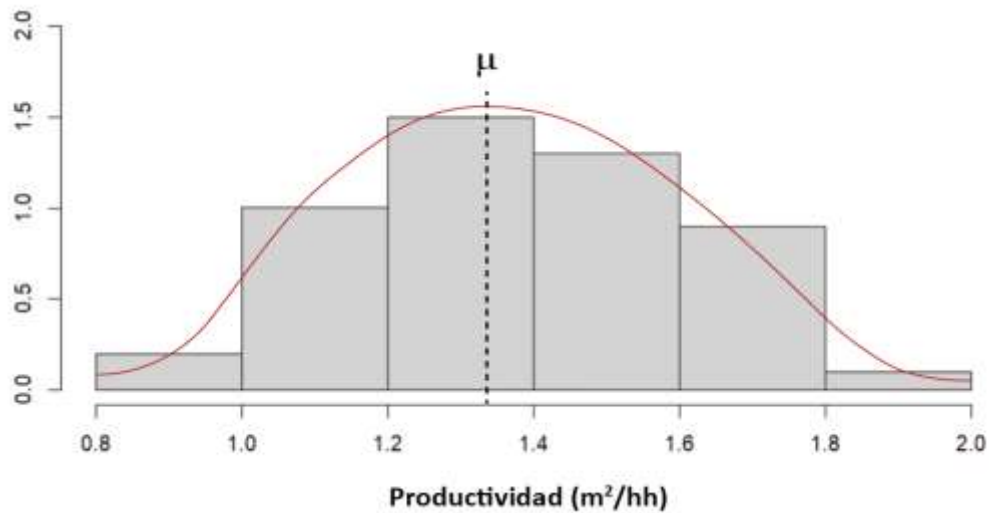
Trabajaremos con rendimientos que se acerquen al rendimiento esperado obtenido mediante el método Pert, por lo cual tomando como dato optimo a $4,65 \text{ m}^2/\text{h}$, dato pésimo a $3,60 \text{ m}^2/\text{h}$ y el dato más probable igual a $4,00 \text{ m}^2/\text{h}$ tendremos un rendimiento esperado igual a $4,04 \text{ m}^2/\text{h}$, este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo del análisis del entorno de la edificación es recomendado emplear el rango intercuartílico de esta actividad.

Figura 9. Caja de bigotes de la productividad en Masillado de piso.



La productividad del masillado de piso representado mediante la figura 9 nos muestra que no existen datos atípicos, también evidencia que la mediana de los datos es $1,34 \text{ m}^2/\text{hh}$, la cual está cerca al valor central del rango intercuartílico, el cual inicia en $1,20 \text{ m}^2/\text{hh}$ y termina en $1,57 \text{ m}^2/\text{hh}$.

Figura 10. Histograma y curva de densidad de la productividad en Masillado de piso.

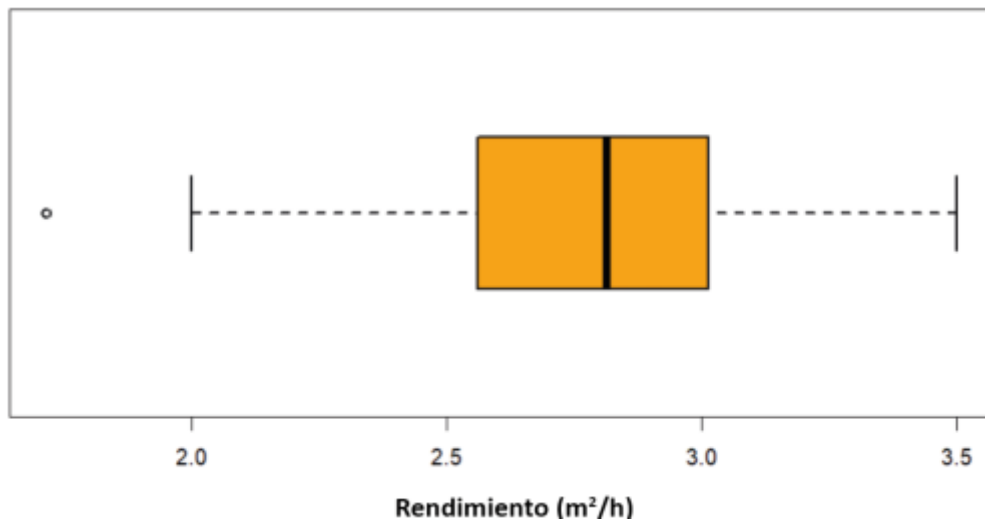


En la figura 10 se evidencia que la media de la productividad obtenida es de 1,33 m²/hh con una mínima variación respecto a la mediana, presenta una desviación estándar de 0,20 y un nivel de confianza del 68 % dando como resultado los valores normales que comprenden un rango entre 1,13 – 1,53 m²/hh con un leve sesgo a la derecha presentando una mayor dispersión de datos, se recomienda trabajar con productividades que se acerquen a la productividad esperada obtenida mediante el método Pert, tomando como dato optimo a 1,53 m²/hh, dato pésimo a 1,13 m²/hh y el dato más probable igual a 1,33 m²/hh tendremos una productividad esperada igual a la media, este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo del análisis de manera un poco más conservadora es recomendado emplear el rango normal de esta actividad.

4.3 Enlucido vertical

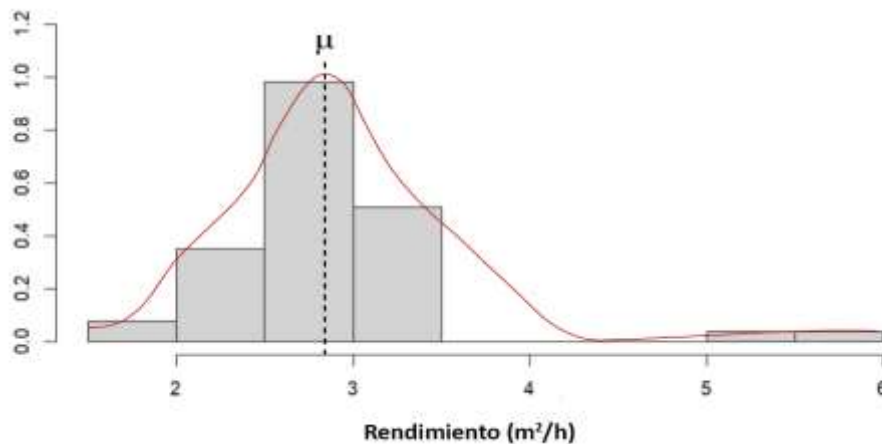
Esta actividad comprende todo el revestimiento con mortero 1:4 que se aplica a las paredes de las edificaciones interiores que no necesitan andamios, con un paletado fino y un espesor de 1,5 cm, todo el material necesario y sus herramientas ya están a disposición eliminando tiempos muertos. Para una cuadrilla tipo integrada por dos personas (1 albañil EO D2, 1 peón EO E2), se tiene lo siguiente:

Figura 11. Caja de bigotes del rendimiento en Enlucido vertical.



Mediante la figura 11 que muestra la caja de bigotes respecto al rendimiento presenta un dato atípico, el cual se elimina, además nos muestra una tendencia central de la mediana igual a 2,83 m²/h. Se evidencia que el rango intercuartílico inicia en 2,57 m²/h y termina en 3,05 m²/h.

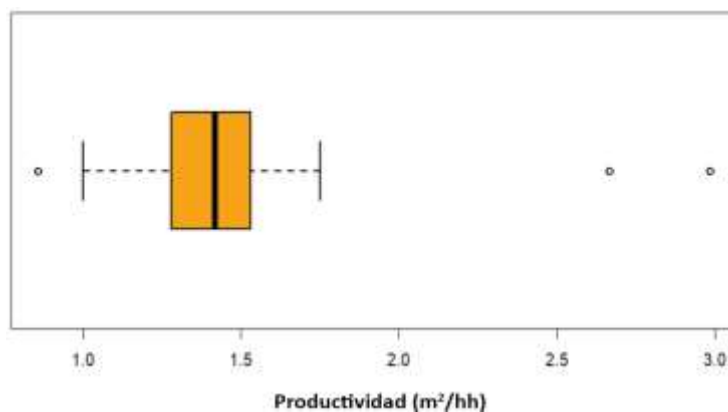
Figura 12. Histograma y curva de densidad del rendimiento en Enlucido vertical.



Al observar la figura 12 se puede evidenciar que es simétrica, la media del rendimiento obtenido es de 2,80 m²/h, con una desviación estándar de 0,40 y un nivel de confianza del 68 % nos muestra que los valores normales comprenden un rango de 2,40 – 3,20 m²/h.

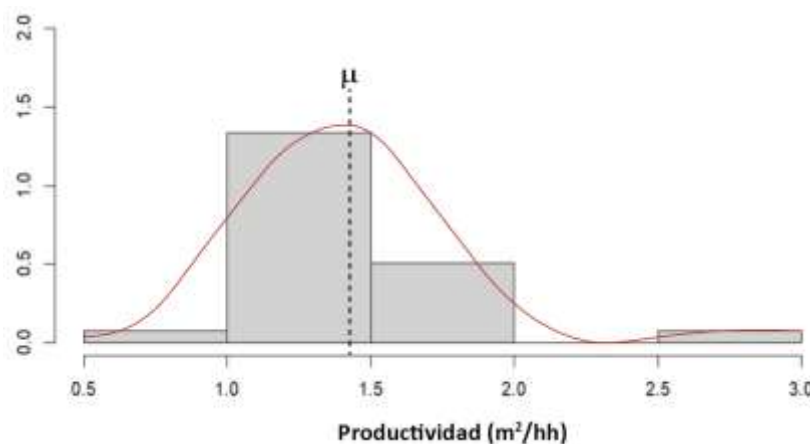
Se recomienda trabajar con rendimientos que se acerquen al rendimiento esperado obtenido mediante el método Pert, por esto tomando como dato optimo a 3,20 m²/h, dato pésimo a 2,40 m²/h y el dato más probable igual a 2,80 m²/h tendremos un rendimiento esperado igual a la media, este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo de otros aspectos al análisis es recomendado emplear el rango intercuartílico ya que se asemeja un poco mejor a los datos.

Figura 13. Caja de bigotes de la productividad en Enlucido vertical.



Mediante la figura 13 se muestra que existen 3 datos atípicos en la productividad de los cuales todos son descartados, pero en esta actividad constructiva se ha observado que trabajando con una cuadrilla tipo de una persona también se puede obtener rendimientos elevados, la mediana está ubicada en 1,42 m²/hh, en la parte central del rango intercuartílico el cual inicia en 1,27 m²/hh y termina en 1,57 m²/hh.

Figura 14. Histograma y curva de densidad de la productividad en Enlucido vertical.

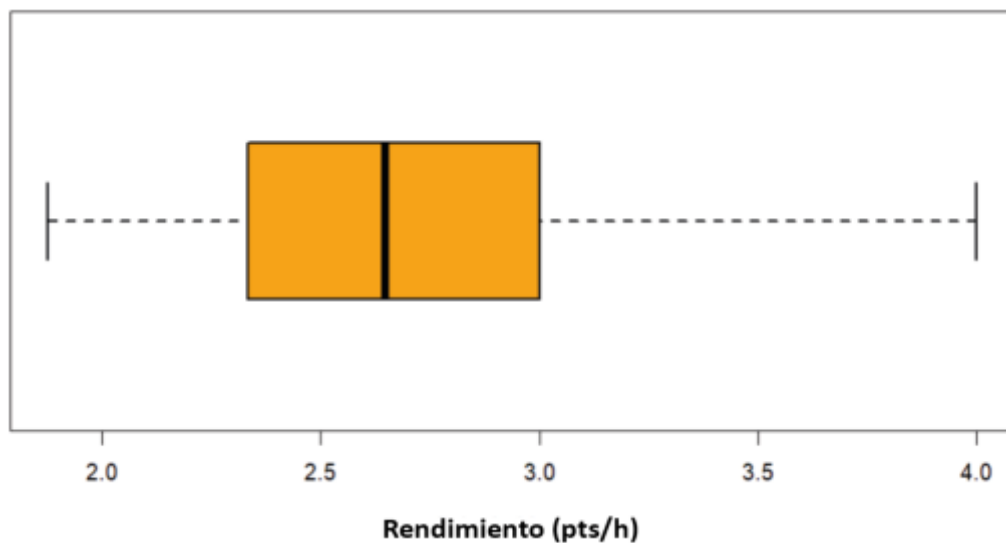


En la figura 14 se observa que tiene una curva simétrica, la media de la productividad obtenida es 1,40 m²/hh, con una desviación estándar de 0,30 y un nivel de confianza del 68 % presenta valores normales que comprenden un rango entre 1,10 – 1,70 m²/hh, se recomienda trabajar con productividades que se acerquen a la productividad esperada obtenida mediante el método Pert, por lo cual tomando como dato optimo a 1,70 m²/hh, dato pésimo a 1,10 m²/hh y el dato más probable igual a 1,40 m²/hh tendremos una productividad esperada igual a la media, este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo de otros aspectos al análisis es recomendado emplear el rango intercuartílico ya que se asemeja mejor a los datos.

4.4 Instalación de agua fría

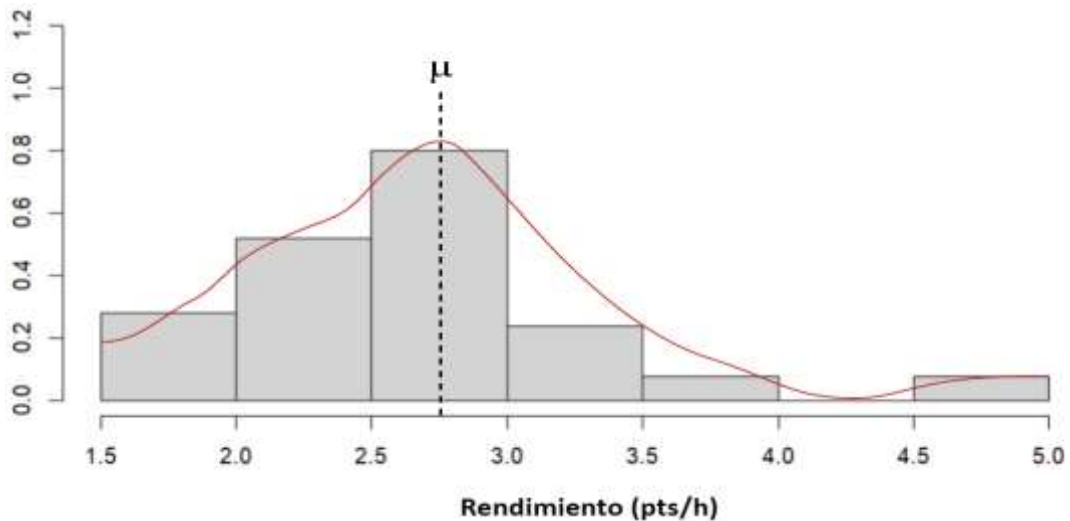
En esta actividad hay que tomar en cuenta que se consideró solo el montaje del tubo ensamblado mediante el procedimiento de termofusión y la dimensión de su diámetro variaba entre (1/2'', 3/4'', 1''), no se incluyó datos de tiempos de mano de obra en excavación ni relleno y se contabilizó la información por puntos de salida de agua fría, para una cuadrilla tipo integrada por dos personas (1 Plomero EO D2, 1 ayudante de plomería E2 D2), se tiene lo siguiente:

Figura 15. Caja de bigotes del rendimiento en Instalaciones de agua fría.



Mediante la caja de bigotes de la figura 15 respecto al rendimiento se evidencia que no existen datos atípicos, nos muestra una tendencia central de los datos con la mediana igual a 2,61 pts/h, ligeramente menor a la media de la actividad. El rango intercuartílico inicia en 2,31 pts/h y termina en 3,00 pts/h.

Figura 16. Histograma y curva de densidad del rendimiento en Instalaciones de agua fría.

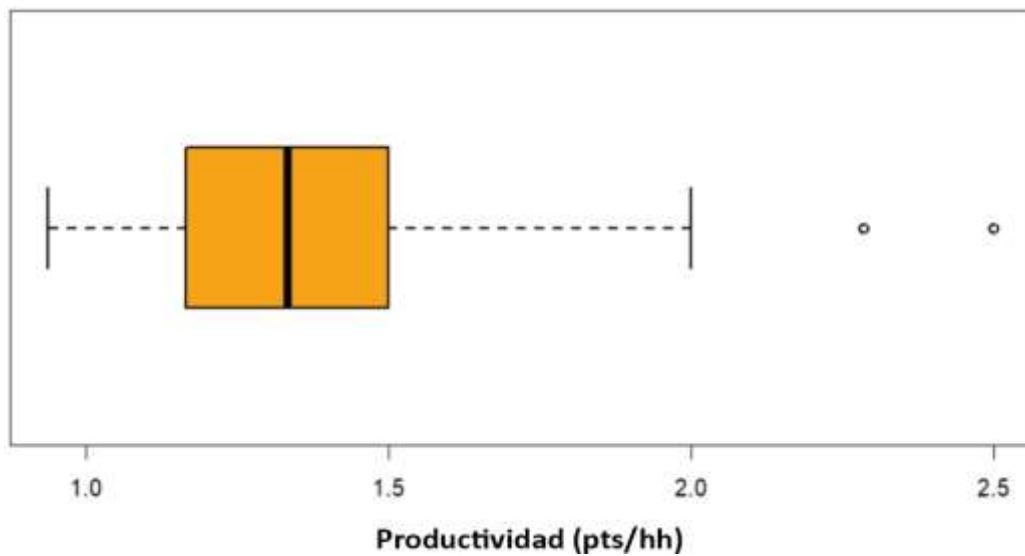


La figura 16 muestra que es una curva simétrica con un leve sesgo en la parte izquierda presentando mayor dispersión de datos, la media del rendimiento tiene un valor de 2,75 pts/h, presentando una desviación estándar de 0,50 y un nivel de confianza del 68 % nos da como resultado los siguientes valores normales que comprenden un rango entre 2,25– 3,25 pts/h.

Se recomienda trabajar con rendimientos que se acerquen al rendimiento esperado obtenido mediante el método Pert, por esto como dato óptimo se tiene 3,25 pts/h, dato pésimo igual a 2,25 pts/h y el dato más probable es 2,75 pts/h tendremos un rendimiento esperado igual a la media.

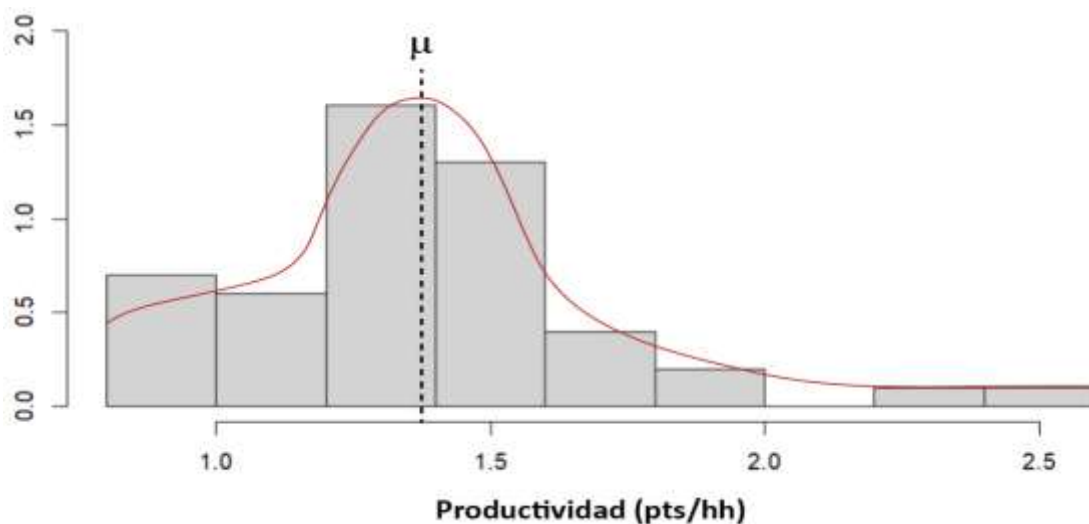
Este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo de otros aspectos de la edificación es recomendado emplear el rango intercuartílico de esta actividad ya que se ajusta mejor a los datos, pero se evidencio que en la mayor parte no existió fiscalización de esta actividad por lo que la rapidez de ejecución de no garantiza la calidad.

Figura 17. Caja de bigotes de la productividad en Instalaciones de agua fría.



La productividad en la recolección de datos de esta actividad mostrada en la caja de bigotes presenta 2 valores atípicos observados en la figura 17, los cuales son descartados, también nos muestra que la tendencia central de los datos es la mediana con un valor de 1,35 pts/hh el cual es el mismo para la media en estudio de esta actividad. El rango intercuartílico inicia en 1,20 pts/hh y termina en 1,50 pts/hh.

Figura 18. Histograma y curva de densidad de la productividad en Instalaciones de agua fría.

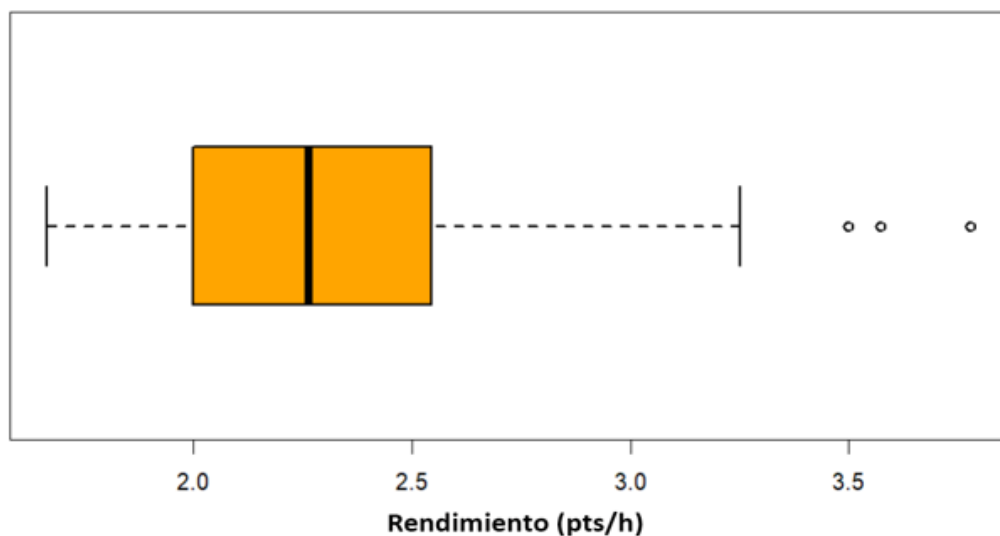


En la figura 18 se muestra que es una curva simétrica con dispersión de datos, la media de la productividad es 1,35 pts/hh, con una desviación estándar de 0,40 y un nivel de confianza del 68 % nos da los valores normales que comprenden con un rango entre 0,95 – 1,75 pts/hh. se recomienda trabajar con productividades que se acerquen a la productividad esperada obtenida mediante el método Pert, por lo cual tomando como dato optimo a 1,75 pts/hh, dato pésimo a 0,95 pts/hh y el dato más probable igual a 1,35 pts/hh tendremos una productividad esperada igual a la media, este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo de otros aspectos de la edificación es recomendado emplear el rango intercuartílico de esta actividad ya que se ajusta mejor a los datos.

4.5 Instalación sanitaria en baños

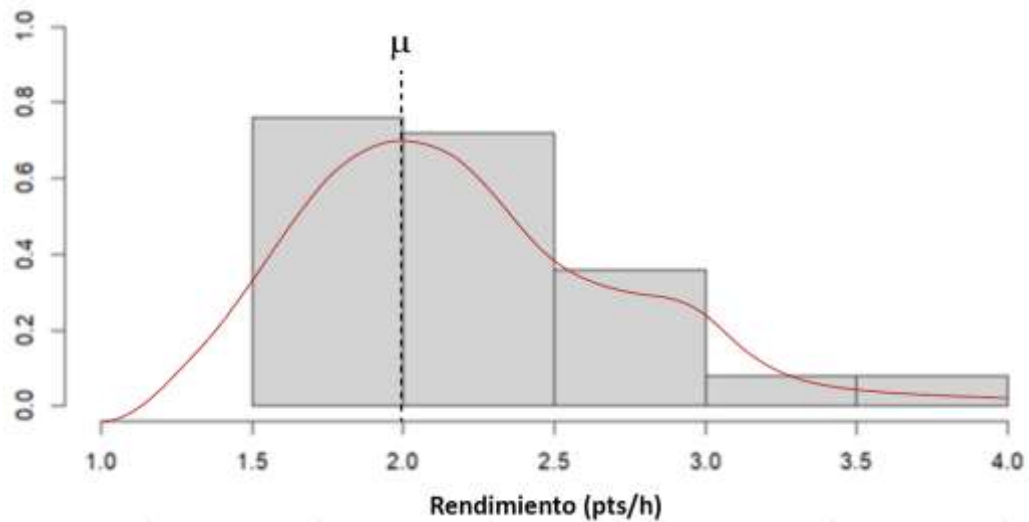
Para esta actividad hay que tomar en cuenta que se consideró solo el montaje del tubo PVC con pegamento de tubería PVC y la dimensión de su diámetro varía entre (2'',3'',4''), no se incluyó tiempos ni más personal en la mano de obra respecto a la excavación ni el relleno de la actividad constructiva y se contabilizo por puntos de desfogue, además que existió una coordinación eficiente con el material y con un área de ejecución reducida, para una cuadrilla tipo integrada por dos personas (1 Plomero EO D2, 1 ayudante de plomería EO E2), se tiene que:

Figura 19. Caja de bigotes del rendimiento en Instalaciones sanitarias en baños.



La figura 19 sobre la caja de bigotes del rendimiento evidencia que existen datos atípicos en la recolección de datos, los cuales son descartados y además presenta una tendencia central con el valor de la mediana de 2,25 pts/h, valor que se muestra igual a la media en estudio. El rango intercuartílico inicia en 2,00 pts/h y termina en 2,54 pts/h.

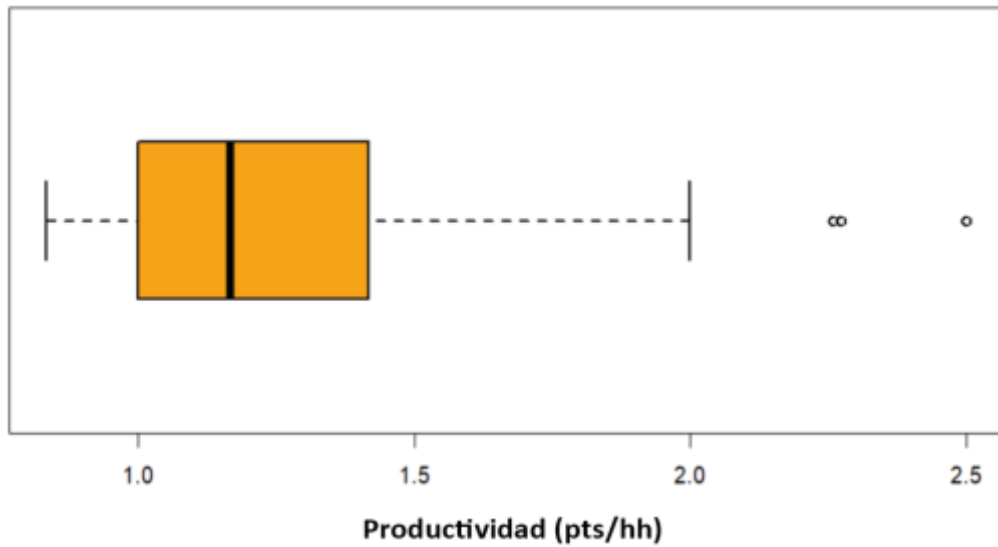
Figura 20. Histograma y curva de densidad del rendimiento en Instalaciones sanitarias en baños.



En la figura 20 se puede evidenciar que es una curva simétrica, la media del rendimiento tiene un valor de 2,00 pts/h, presentando una desviación estándar de 0,50 y un nivel de confianza del 68 % nos da como resultado los siguientes valores normales que comprenden un rango entre 1,50– 2,50 pts/h.

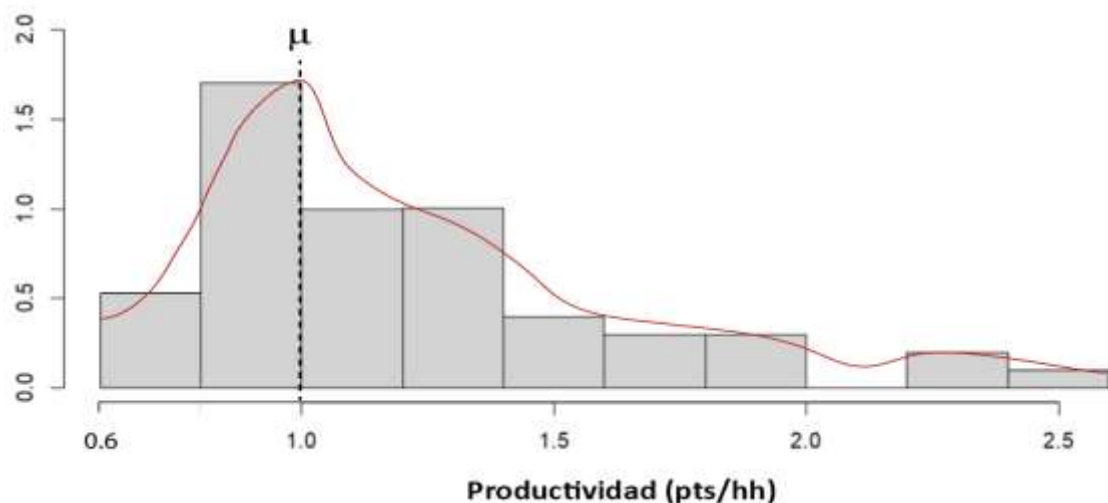
Se recomienda trabajar con rendimientos que se acerquen al rendimiento esperado obtenido mediante el método Pert, por esto como dato optimo se tiene 2,50 pts/h, dato pésimo igual a 1,50 pts/h y el dato más probable es 2,00 pts/h tendremos un rendimiento esperado igual a la media. Este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo del entorno de la edificación es recomendado emplear el rango normal de esta actividad ya que se asemeja más a los datos.

Figura 21. Caja de bigotes de la productividad en Instalaciones sanitarias en baños.



Para la productividad obtenida mostrada en la figura 21 se evidencia que existen tres datos atípicos los cuales son descartados, también presenta una tendencia central con una mediana de 1,18 pts/hh, este valor es menor al centro del rango intercuartílico el cual inicia en 1,00 pts/hh y termina en 1,37 pts/hh en esta actividad constructiva.

Figura 22. Histograma y curva de densidad de la productividad en Instalaciones sanitarias en baños

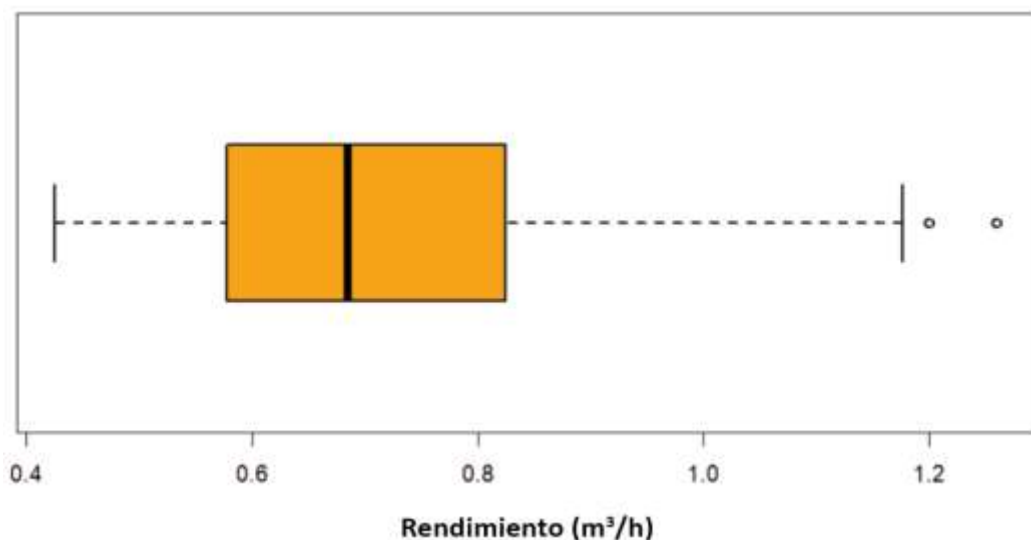


En la figura 22 se observa una curva con mayor dispersión, simétrica y unimodal, la media en estudio es igual a 1,00 pts/hh, presentando una desviación estándar de 0,30 y un nivel de confianza del 68 % los valores normales obtenidos comprenden un rango entre 0,70 – 1,30 pts/hh, se debe trabajar con productividades que se acerquen a la productividad esperada obtenida mediante el método Pert, por lo cual tomando como dato optimo a 1,30 pts/hh, dato pésimo a 0,70 pts/hh y el dato más probable igual a 1,00 pts/hh tendremos una productividad esperada igual a la media, este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo de la edificación es recomendado emplear el rango intercuartílico de esta actividad.

4.6 Vertido de hormigón en columnas

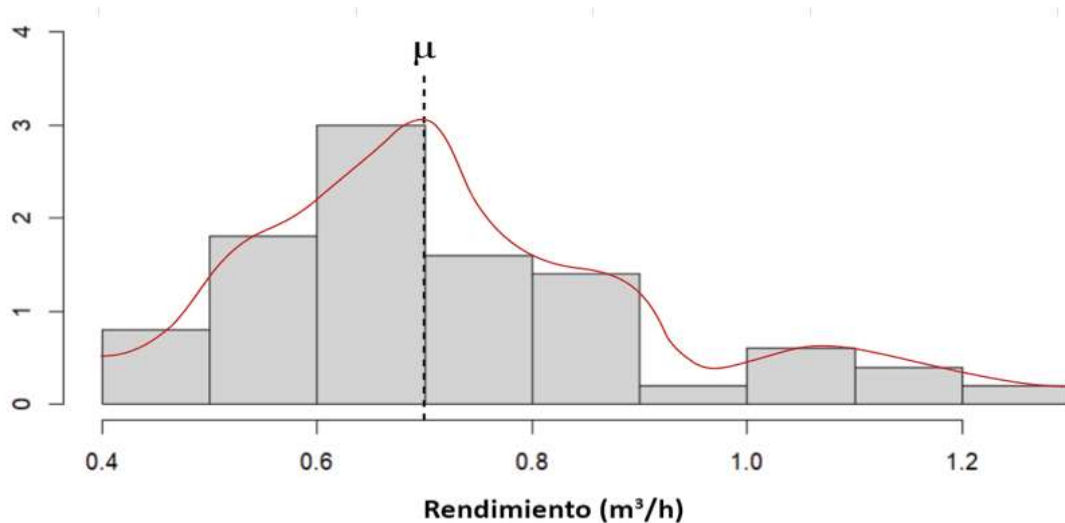
Esta actividad presenta complicaciones a la hora de decidir la cuadrilla de trabajo ya que comúnmente la realizan en sitio con concretera, elevadores y andamios por lo que se ve comprometido el rendimiento. En este estudio tomamos solo los tiempos que se necesitan en el preparado de hormigón simple y su respectivo vertido en la columna, teniendo en cuenta que ya se encuentra colocado el encofrado y los andamios, el material necesario está a disposición y está correctamente distribuida la mano de obra, para una cuadrilla tipo en análisis de seis personas (2 albañiles EO D2, 4 peones EO E2), se tiene lo siguiente:

Figura 23. Caja de bigotes del rendimiento mostrado en el vertido de hormigón en columnas.



La figura 23 sobre la caja de bigotes respecto al rendimiento evidencia que existe 2 datos atípicos en la recolección de datos los cuales son descartados, a su vez nos muestra la tendencia central que es igual a la mediana con un valor de $0,67 \text{ m}^3/\text{h}$, presentando una ligera variación con respecto al centro del rango intercuartílico de la actividad que inicia en $0,57 \text{ m}^3/\text{h}$ y termina en $0,81 \text{ m}^3/\text{h}$.

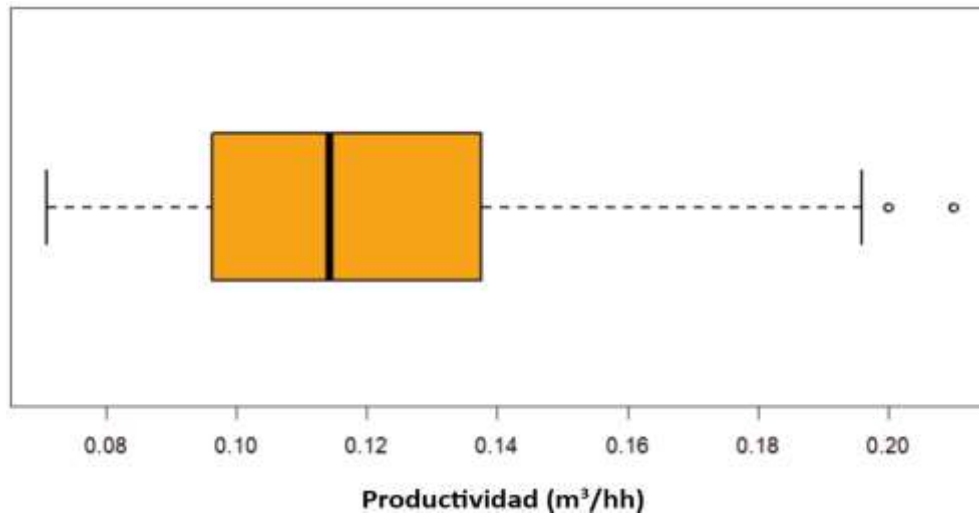
Figura 24. Histograma y curva de densidad del rendimiento el vertido de hormigón en columnas.



En la figura 24 nos muestra que la curva es simétrica presentando dispersión entre los datos con un ligero sesgo a la izquierda, la media del rendimiento es de $0,70 \text{ m}^3/\text{h}$ con una desviación estándar de $0,20$ y un nivel de confianza del 68% nos muestra que comprende un rango de valores normales entre $0,50 - 0,90 \text{ m}^3/\text{h}$.

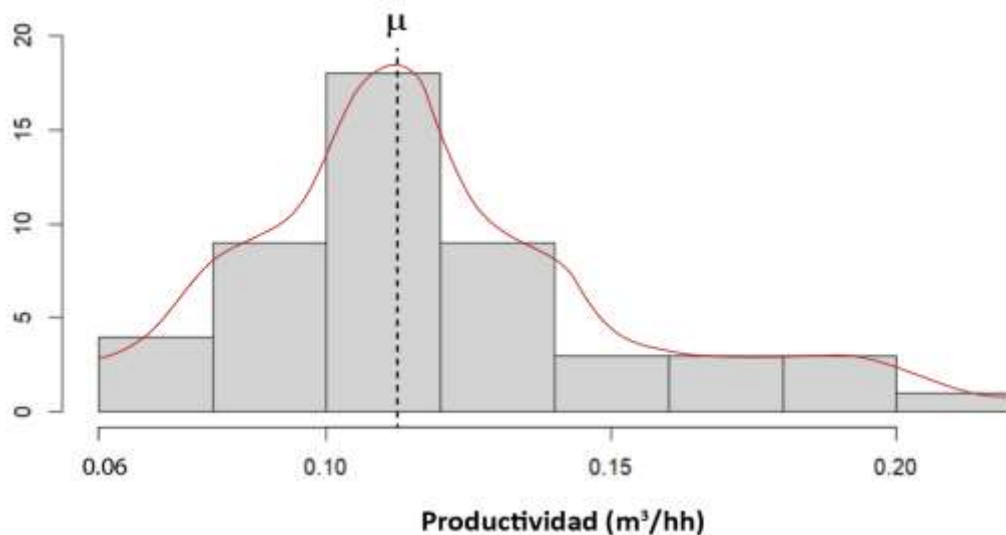
Se recomienda trabajar con rendimientos que se acerquen al rendimiento esperado obtenido mediante el método Pert, por lo cual como dato optimo será $0,90 \text{ m}^3/\text{h}$, dato pésimo igual a $0,50 \text{ m}^3/\text{h}$ y el dato más probable es $0,70 \text{ m}^3/\text{h}$ tendremos un rendimiento esperado igual a la media, este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo de la edificación es recomendado emplear el rango intercuartílico de esta actividad ya que se asemeja mejor a la realidad de esta actividad. Tomando como valor mínimo del rango en casos de tener mas altura o menos accesibilidad del material y como valor máximo cuando se trata de un vertido con aspectos del entorno muy positivos.

Figura 25. Caja de bigotes de la productividad en el vertido de hormigón en columnas.



La productividad en la recolección de datos de esta actividad presenta dos valores atípicos mostrados en la figura 25, los cuales son descartados, además nos muestra que la mediana tiene un valor de $0,11 \text{ m}^3/\text{h}$ como tendencia central ligeramente menor al valor intermedio del rango intercuartílico el cual inicia en $0,09 \text{ m}^3/\text{h}$ y termina en $0,13 \text{ m}^3/\text{h}$.

Figura 26. Histograma y curva de densidad de la productividad en el vertido de hormigón en columnas.



El histograma y la curva de densidad presentados por la figura 26 de la productividad muestra que la media nos da como resultado $0,11 \text{ m}^3/\text{hh}$ empleando una desviación estándar de $0,030$ y un nivel de confianza del 68% comprende valores normales en un rango entre $0,08 - 0,14 \text{ m}^3/\text{hh}$, se recomienda trabajar con rendimientos que se acerquen al rendimiento esperado obtenido mediante el método Pert, por lo cual como dato optimo esta $0,14 \text{ m}^3/\text{hh}$, dato pésimo igual a $0,08 \text{ m}^3/\text{hh}$ y el dato más probable es $0,11 \text{ m}^3/\text{hh}$ tendremos un rendimiento esperado igual a la media, este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo de la edificación es recomendado emplear el rango intercuartílico de esta actividad ya que se ajusta mejor a los datos de esta actividad.

4.7 Montaje de columnas y vigas en estructura metálica

Esta actividad presenta complicaciones en el sector debido a que trabajar en este tipo de estructuras con acero soldado es relativamente nuevo mostrando falta de coordinación con el personal y las herramientas de trabajo ya que la mayor parte en edificaciones de baja y mediana escala no presentan certificaciones calificadas de la mano de obra, así como una cuadrilla tipo establecida con experiencia dejando comprometido el rendimiento siempre y cuando no presenten una persona encargada de supervisar y guiar la obra, por lo que en este caso se ha eliminado los tiempos muertos. Para una cuadrilla tipo integrada por cuatro personas (1 operador de grúa EO C1, 2 soldadores E2 D2, 1 ayudante de soldador EO D2) se obtiene lo siguiente:

Figura 27. Caja de bigotes del rendimiento mostrado en el montaje de acero en columnas

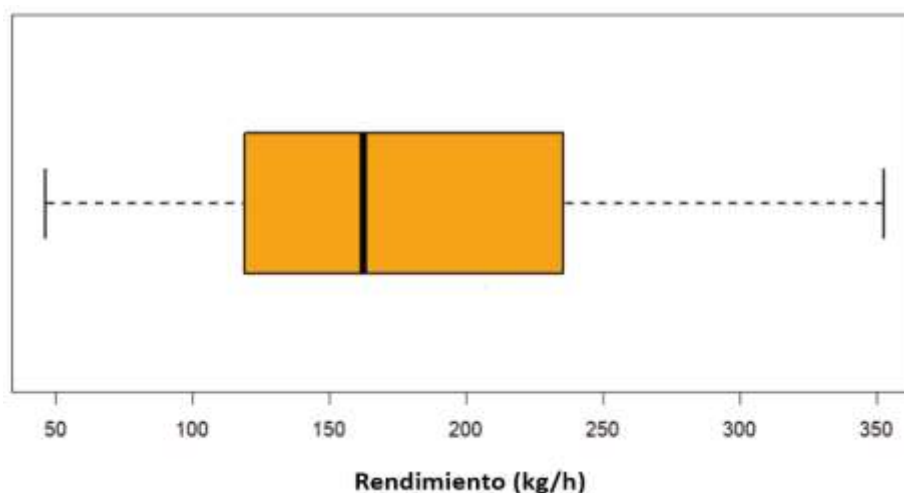
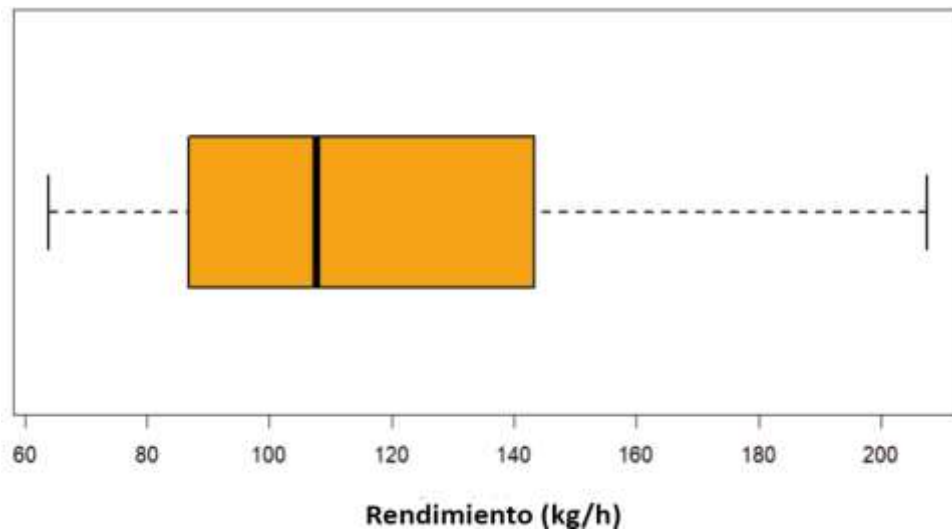
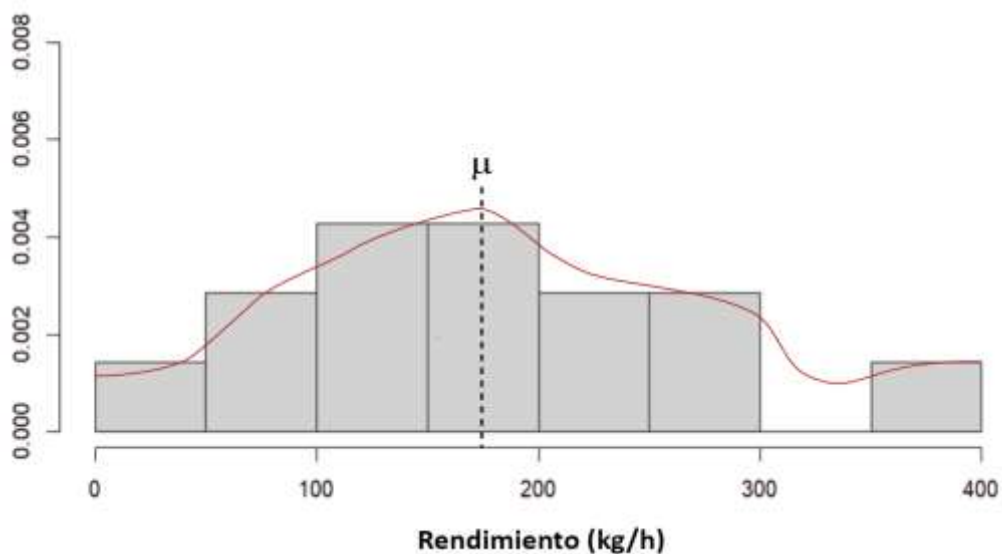


Figura 28. Caja de bigotes del rendimiento mostrado en el montaje de acero en vigas



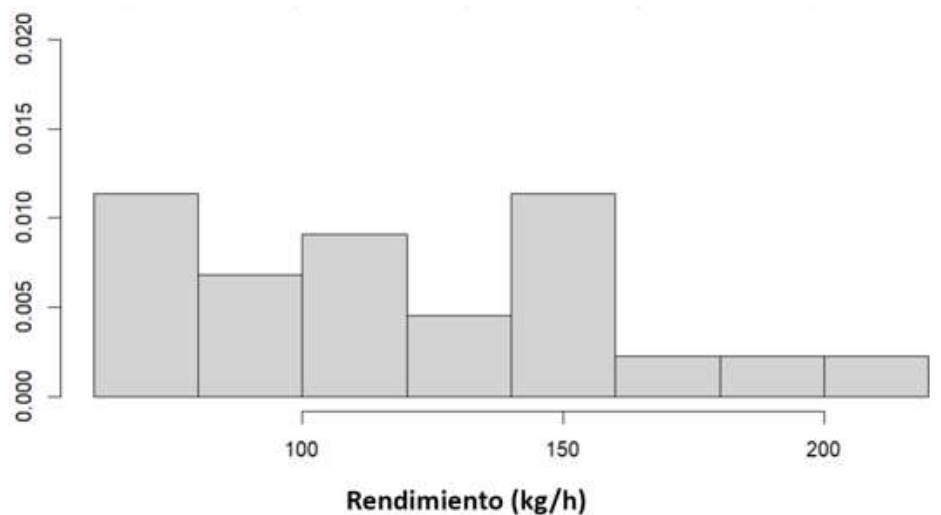
En el caso de la figura 27 y 28 sobre el rendimiento del montaje de acero en columnas y vigas respectivamente no se evidencia ningún dato atípico, además presentan una tendencia central con un valor menor a la media de los datos de cada actividad, el valor de la mediana analizada en los datos sobre columnas nos da como resultado 160 kg/h mientras que la mediana sobre vigas tiene un resultado de 107 kg/h. El rango intercuartílico respecto a las columnas inicia en 115 kg/h y termina en 235 kg/h mientras que el generado para las vigas inicia en 85 kg/h y termina en 142 kg/h.

Figura 29. Histograma y curva de densidad del rendimiento en el montaje de acero en columnas



La figura 29 evidencia una curva simétrica con dispersión en sus datos, con un ligero sesgo en la parte izquierda, la media obtenida es de 175 kg/h con una desviación estándar de 88,8 y un nivel de confianza del 68% nos muestra que los valores normales comprenden un rango entre 86,20 – 263,80 kg/h. Se recomienda trabajar con rendimientos que se acerquen al rendimiento esperado obtenido mediante el método Pert, por lo cual como dato optimo esta 263,80 kg/h, dato pésimo igual a 86,20 kg/h y el dato más probable es 175 kg/h tendremos un rendimiento esperado igual a la media, este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo de la edificación es recomendado emplear el rango normal de esta actividad ya que se asemeja a los datos.

Figura 30. *Histograma del rendimiento en el montaje de acero en vigas*



En la figura 30 se evidencia un histograma multimodal, los picos que presentan están separados por lo que podría indicar que existe dos grupos diferenciados, esto se debe a los aspectos que presenta el entorno de cada edificación ya que comúnmente varían su diseño estructural, su accesibilidad y su equipamiento con su eficiencia respecto al manejo. Se recomienda trabajar con rendimientos que se acerquen al rendimiento esperado obtenido mediante el método Pert, en este caso trabajaremos con la mediana y el rango intercuartílico tomando como dato optimo a 142 kg/h, dato pésimo igual a 85 kg/h y el dato más probable es 107 kg/h tendremos un rendimiento esperado igual a 109,17kg/h, este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo de la edificación es recomendado emplear el rango intercuartílico de esta actividad.

Figura 31. Caja de bigotes de la productividad en el montaje de acero en columnas

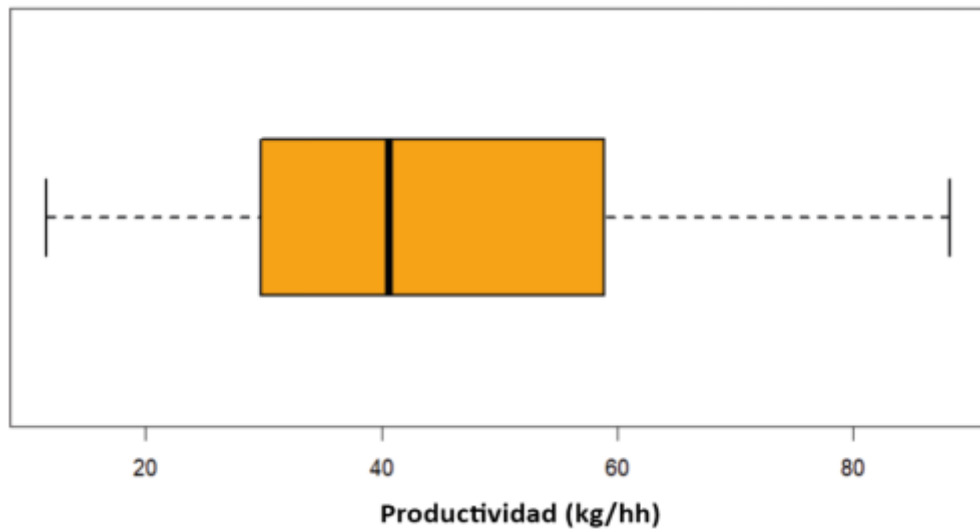
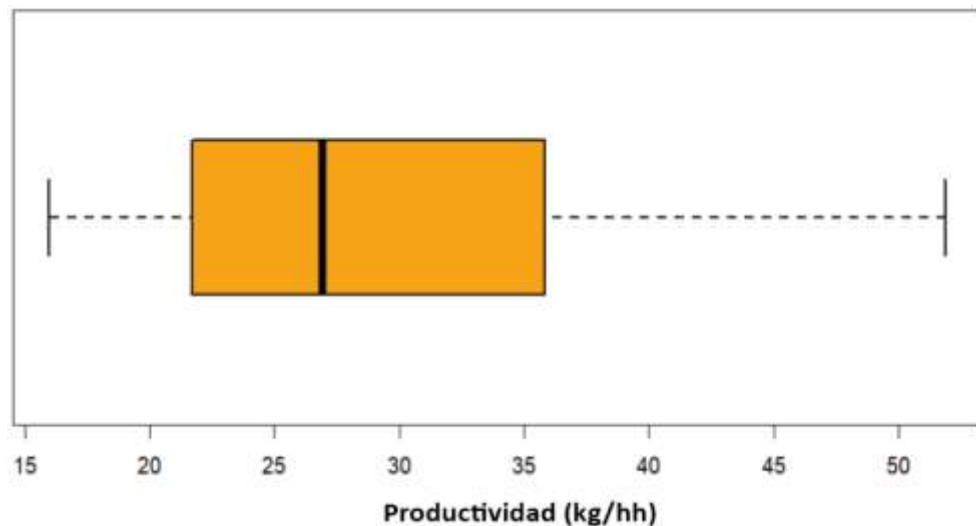


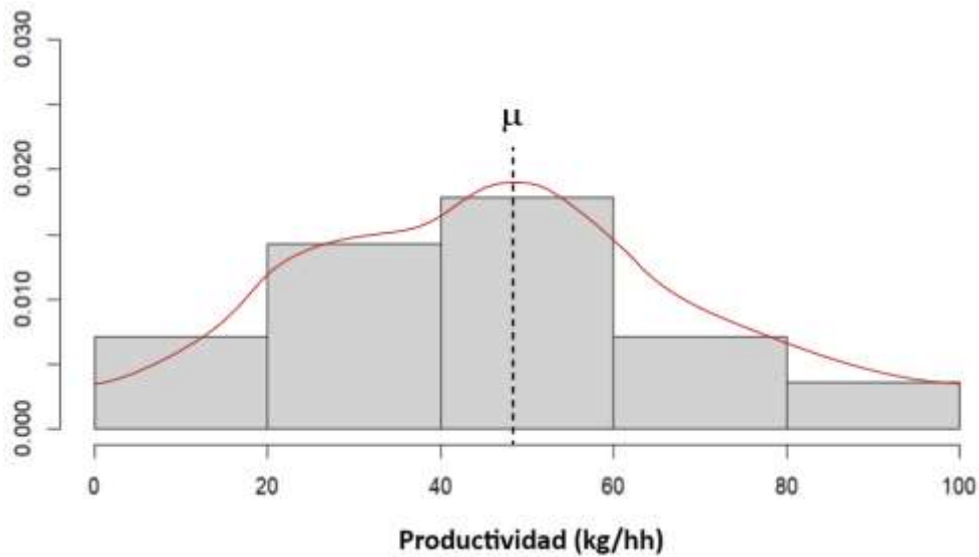
Figura 32 Caja de bigotes de la productividad en el montaje de acero en vigas



Para la productividad obtenida del montaje de acero tanto en columnas como en vigas mediante la figura 31 y 32 nos muestran que no presentan datos atípicos, además la mediana de la actividad para columnas es de 40,54 kg/hh y la mediana de la actividad para las vigas es de 26 kg/hh, mostrando una ligera variación con el centro del rango intercuartílico.

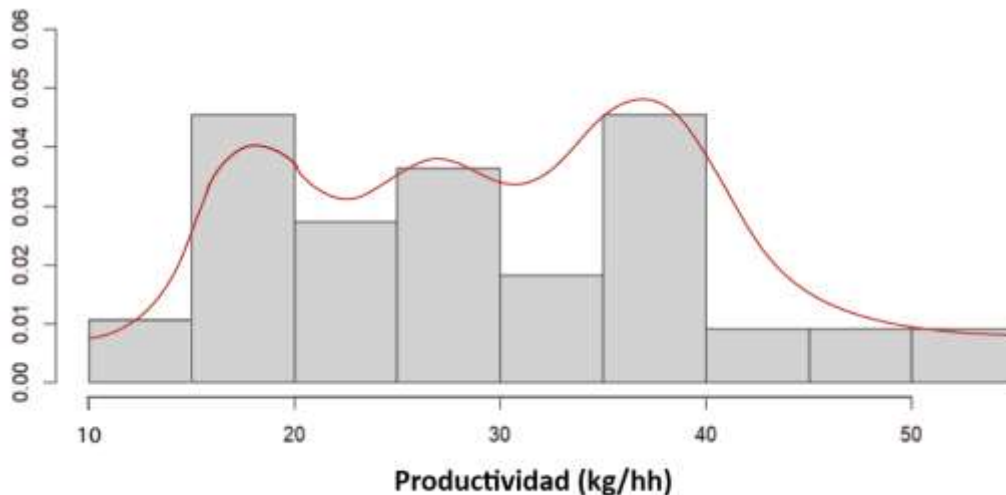
El rango intercuartílico respecto a las columnas inicia en 30 kg/hh y termina en 59,50 kg/hh mientras que el generado para las vigas inicia en 21,50 kg/hh y termina en 36,53 kg/hh.

Figura 33. Histograma y curva de densidad de la productividad en el montaje de acero en columnas



La figura 33 nos muestra que es una curva simétrica con un sesgo en el lado izquierdo, la media es igual a 44 kg/hh presentando una desviación estándar de 22,2 y un nivel de confianza del 68 % comprende valores normales en un rango entre 21,88 – 66,21 kg/hh. Es recomendado emplear productividades que se acerquen a la productividad esperada mediante el método Pert, por lo cual como dato optimo tenemos 66,21 kg/hh, dato pésimo igual 21,88 kg/hh y el dato más probable es 44 kg/hh tendremos una productividad esperada igual a la media, este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo del análisis se recomienda emplear el rango intercuartílico de esta actividad.

Figura 34. Histograma y curva de densidad de la productividad en el montaje de acero en vigas



La figura 34 nos muestra que es una curva multimodal con mayor dispersión de datos presentando tres picos, esto se debe a que el entorno de las edificaciones fue distinto ya que nos muestran que en ciertos casos su productividad fue baja, media y alta, debiéndose por ejemplo al tipo de grúa empleada o a la manejabilidad de esta respecto al diseño constructivo o la experiencia de la mano de obra.

Estos datos nos muestran que existen valores muy comunes en 19 y 39 kg/hh por lo que el valor central de la media se muestra como su promedio igual a 29 kg/hh. Es recomendado emplear productividades que se acerquen a la productividad esperada obtenida mediante el método Pert, tomando como dato optimo a 66,21 kg/hh, dato pésimo igual 21,88 kg/hh y el dato más probable es 29 kg/hh tendremos una productividad esperada igual a 34,01 kg/hh, este valor es el recomendado para utilizarlo en estimaciones o dependiendo del análisis de la edificación se recomiendo emplear los datos que están en el rango intercuartílico ya que este se ajusta mejor a los resultados.

Tabla 2. *Rango de valores recomendados del rendimiento y la productividad en campo*

RUBRO	RENDIMIENTO	PRODUCTIVIDAD
Mampostería de ladrillo macizo	1,40 a 2,12 m ² /h	0,70 a 1,12 m ² /hh
Masillado de piso	3,60 a 4,65 m ² /h	1,20 a 1,57 m ² /hh
Enlucido vertical	2,57 a 3,05 m ² /h	1,27 a 1,57 m ² /hh
Instalación de agua fría mediante termofusión	2,31 a 3,00 pts/h	1,20 a 1,50 pts/hh
Instalación sanitaria en baños	1,50 a 2,50 pts/h	0,70 a 1,30 pts/hh
Vertido de hormigón en columnas	0,57 a 0,81 m ³ /h	0,09 a 0,13 m ³ /hh
Montaje de acero estructural en columnas	115 a 235 kg/h	30,0 a 59,5 kg/hh
Montaje de acero estructural en vigas	85 a 142 kg/h	21,5 a 36,53 kg/hh

4.8 Análisis del montaje de acero estructural en columnas y vigas de una edificación a gran escala.

Este análisis se basa en un edificio construido con estructura metálica de 8 pisos, realizado por un contratista calificado con gran experiencia en el área de construcción de edificaciones de estructura metálica soldadas presentando una cuadrilla tipo compuesta de un operador de grúa, un ayudante de soldadura y tres soldadores o montadores con la certificación de acuerdo al código AWS D1.1, los equipos implementados son una grúa torre de 30,0 m y las soldadoras que generan un proceso de soldadura como son el FCAW, GMAW y SMAW avalados por la normativa vigente AWS D1.1.

Tomando en cuenta que el material a utilizar ya está distribuido por sectores de la obra donde serán colocados, con sus respectivos destajes y a la medida necesaria de cada luz a realizar el montaje, nos da como resultado dos procesos constructivos:

1. Montaje y nivelación

Columnas: para este proceso con una sección de 500x500x10mm y una longitud de 6 metros tiene una duración de 25 minutos empleando cuatro personas (1 operador de grúa, 2 montadores y soldadores, 1 ayudante).

Vigas: para este proceso con una sección de Viga Principal de 120x8x450x5 y Viga secundaria 100x6x300x4 con una longitud variable dependiendo la luz de diseño tiene una duración de 20 minutos empleando cuatro personas (1 operador de grúa, 2 montadores y soldadores, 1 ayudante).

2. Juntas de soldadura

Columnas: depende de las pasadas de suelda que por lo generan van de 7 a 15 por cada lado de la sección, realizado por un soldador tiene un tiempo de ejecución aproximadamente de 70 min.

Vigas: para las vigas principales a momento se emplea un soldador con un tiempo estimado de ejecución de 25 minutos por cada lado de conexión. En el caso de vigas secundarias solo se suelda en el alma, ejecutado por un soldador tiene una duración de 15 minutos por cada lado de conexión.

En general para:

Columnas: con una sección de 500x500x10mm y una longitud de 6 metros ejecutado por una cuadrilla tipo de cinco personas certificadas (1 operador de grúa, 3 soldadores o montadores, 1 ayudante) el montaje final tiene una duración estimada de 95 minutos para cada columna.

Vigas: para una sección I de VP 120x8x450x5 con una longitud promedio de 4 metros ejecutado por una cuadrilla tipo de cinco personas calificadas (1 operador de grúa, 3 soldadores o montadores, 1 ayudante) el montaje final tiene una duración estimada de 70 minutos conectadas en los dos extremos de la viga. En el caso de vigas a corte con una sección I de Vs 100x6x300x4 empleando la misma cuadrilla tipo tiene una duración estimada de 50 minutos conectada en los dos extremos de la viga.

Tabla 3. *Rendimiento y productividad del montaje de acero estructural en columnas y vigas*

RENDIMIENTO	PRODUCTIVIDAD
Columnas:	
584,278 kg/h	116,855 kg/hh
Vigas principales:	
111,897 kg/h	22,379 kg/hh
Vigas secundarias:	
90,795 kg/h	18,159 kg/hh

En conclusión el montaje de acero estructural en obras a grandes escalas bien organizadas respecto a las actividades constructivas presentan grandes rendimientos y para su cuadrilla tipo empleada en el montaje de acero tiene una productividad muy buena por lo que su eficiencia constructiva es elevada por ende reduce tiempos y costos pero se evidencia claramente que al ser actividades en altura al momento de seguir aumentando el nivel de altitud se va tornando un poco más cuidadoso el avance de obra por lo que hace que se reduzca el rendimiento en general, esto se debe a las corrientes de vientos y la disponibilidad del materia en el sitio de montaje.

4.9 Discusión de rendimientos y la productividad respecto a los datos obtenidos en campo con los impartidos por la CAMICON

Tabla 4. *Valores de rendimientos obtenidos en campo vs CAMICON*

DATOS	EN CAMPO	CAMICON
Mampostería de ladrillo macizo	0,617 h/m ²	1,000 h/m ²
Cuadrilla tipo	2,0	2,1
Masillado de piso	0,250 h/m ²	0,400 h/m ²
Cuadrilla tipo	3,0	3,1
Enlucido vertical	0,357 h/m ²	0,520 h/m ²
Cuadrilla tipo	2,0	2,1
Instalación de agua fría	0,369 h/pts	
Cuadrilla tipo	2,0	
Instalación sanitaria en baños	0,500 h/pts	2,050 h/pts
Cuadrilla tipo	2,0	2,1
Vertido de hormigón en columnas	1,426 h/m ³	1,070 h/ m ³
Cuadrilla tipo	6,0	10,0
Montaje de acero estructural en columnas	0,005 h/kg	0,050 h/kg
Cuadrilla tipo	4,0	4,1
Montaje de acero estructural en vigas	0,009 h/kg	0,050 h/kg
Cuadrilla tipo	4,0	4,1

Los datos de la CAMICON presentan un valor de 0,1 comúnmente para 1 maestro mayor EO C1 en la obra, pero en nuestro caso no se le considero ya que esta persona se encarga de la obra en general y pues es mínima su colaboración en cada actividad, por lo que para el análisis de la productividad no consideraremos dicho valor.

Tabla 5. *Valores de productividad obtenidos en campo vs CAMICON*

DATOS	EN CAMPO	CAMICON
Mampostería de ladrillo macizo	1,234 hh/m ²	2,000 hh/m ²
Masillado de piso	0,751 hh/m ²	1,200 hh/m ²
Enlucido vertical	0,714 hh/m ²	1,042 hh/m ²
Instalación de agua fría	0,741 hh/pts	
Instalación sanitaria en baños	1,000 hh/pts	4,100 hh/pts
Vertido de hormigón en columnas	8,556 hh/ m ³	10,700 hh/ m ³
Montaje de acero estructural en columnas	0,020 hh/kg	0,205 hh/kg
Montaje de acero estructural en vigas	0,029 hh/kg	0,205 hh/kg

1. **Mampostería de ladrillo macizo:** el rendimiento y la productividad en campo es 38% mejor en comparación con la establecida por CAMICON esto puede sugerir una mayor experiencia de la mano de obra local sobre esta actividad, así como pudiera ser que hay una mejor logística de obra.

2. **Masillado de piso y enlucido vertical:** Sobre el masillado de piso, los rendimientos en campo son ligeramente mejores mostrando un 37% mejor de productividad con la mostrada en CAMICON. Para el enlucido vertical, el rendimiento en campo *es* 32% mejor, lo cual podría deberse a condiciones favorables en el sitio, como una planificación eficiente, menor grado de dificultad del diseño o mayor experiencia en la ejecución del trabajo vertical.

3. **Instalación sanitaria en baños:** la instalación sanitaria en baños se presenta como un 76% mejor, los datos de campo muestran excelentes rendimientos, el menor tiempo de ejecución sugiere una mayor eficiencia en la organización de la cuadrilla tipo o el uso de materiales y técnicas que optimizan estas tareas tomando en cuenta que al ser considerada la medición solo en baños el área de ejecución es mucho más reducida.

4. **Vertido de hormigón en columnas:** Los datos muestran que el rendimiento en campo es 25% menor al establecido por la CAMICON, pero en base a la productividad obtenida es 20% mejor ya que la cuadrilla tipo es significativamente

diferente esto debido a que en campo comúnmente trabajan con una cuadrilla tipo de seis personas mientras que en la CAMICON emplean una de diez personas.

5. **Montaje de acero estructural en columnas y vigas:** Aquí se presentan diferencias más notables. En el montaje de acero estructural, el rendimiento en campo es mucho mayor, lo que sugiere una gran coordinación en el manejo del acero estructural, posiblemente por el uso de equipos especializados o una mejor distribución de los trabajadores. Sin embargo, presentan varias dificultades o ineficiencias en esta actividad por el sector, ya sea en el transporte, el posicionamiento del acero o la organización del trabajo en altura. Cabe recalcar que aquí se eliminó todos esos tiempos muertos y se contabilizó solo el tiempo real desde que inicia el montaje hasta cuando se da todo el remate de soldadura.

En general, los datos sugieren que, en la mayoría de las actividades constructivas, los rendimientos en campo son más eficientes que los establecidos por CAMICON, lo que refleja un buen nivel de competencia de la mano de obra en estas actividades y posiblemente mejores condiciones en el manejo de recursos y herramientas de estas actividades, siempre y cuando estén estrechamente ligadas con la manera de pago, en este caso son por obra ya que la mayoría de las edificaciones analizadas son ejecutadas por un contratista o jefe de obra que supervisa constantemente el avance constructivo. Sin embargo, se identifican dudas respecto a procesos constructivos más sofisticados como el caso de instalación de agua fría mediante termofusión, el cual necesita llevar un control de calidad para que garantice su calidad respecto a su velocidad de ejecución.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se generó una base de datos sobre los rendimientos y la productividad de la mano de obra de 8 actividades constructivas en la ciudad de Riobamba mostrando que pueden variar los valores respecto a donde se ubica la edificación debido a varios factores. Las diferencias en la calidad de personal, el tipo de trato y la disponibilidad de materiales locales pueden afectar directamente la eficiencia y la velocidad de las actividades constructivas por lo que se deberá añadir y actualizar la información de la base de datos constantemente.
- El análisis del rendimiento y la productividad de la mano de obra en la ciudad de Riobamba, comparado con los estándares de CAMICON, revela las actividades tienen una variación mayor por lo que los aspectos del entorno que se manejan respecto al tipo de contrato de mano de obra así como la experiencia de las cuadrillas respecto a cada actividad en específico y su trato son esenciales para evitar errores y asegurar que los rendimientos sean consistentes con los objetivos del proyecto.
- El estudio de la productividad como un indicador de eficiencia en la construcción es esencial ya que está estrechamente vinculado a la correcta calificación y conformación de las cuadrillas tipo necesarias para cada actividad, relacionado al costo y tiempo que emplea la mano de obra. Estos factores son fundamentales para asegurar que los proyectos se completen optimizando considerablemente los procesos constructivos, reduciendo contratiempos y aumentos innecesarios de recursos.

5.2 Recomendaciones

- Realizar un seguimiento continuo al avance que presentan las obras para poder seguir aumentando datos y actualizando la base de datos para obtener un mejor análisis con una mayor cantidad de información del sector.
- Realizar un estudio detallado de las condiciones ambientales, disponibilidad de recursos y socioeconómicas específicas del sector antes de iniciar el proyecto. Esto incluye estudiar el clima local, la disponibilidad de materiales y mano de obra, y las condiciones socioeconómicas que puedan afectar la cuadrilla tipo para desarrollar una base de datos que se asemeje más a la realidad.
- Ajustar las estrategias de contratación y compensación salarial de acuerdo con la región para una mejor reestructuración de la cuadrilla mediante certificación del personal implementando programas de capacitación continua para abordar las necesidades y desafíos locales respecto a actividades específicas de la construcción.
- Analizar y evaluar la inversión en maquinaria moderna y herramientas especializadas como una prioridad para mejorar la productividad.

6 REFERENCIAS

- Angarita, P., Ovallos, L., & Carballo, B. (Diciembre de 2018). Análisis de la productividad de mano de obra para la construcción de una vivienda unifamiliar en el municipio de Ocaña, Norte de Santander. *Revista Ingeniero*, 15(1), 58-62. doi:<https://doi.org/10.22463/2011642X.3123>
- Aragodobay, J. C., & Moyón, C. (2018). *Caracterización de la mano de obra para la construcción de obras civiles en las zonas 3 y 6 del Ecuador*. Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4873/1/UNACH-EC-ING-CIVIL-2018-0015.pdf>
- ARQZON. (1 de Agosto de 2020). Análisis del Rendimiento de mano de obra en la construcción. *ARQZON*. Obtenido de https://arqzon.com.mx/2020/08/01/analisis-del-rendimiento-de-mano-de-obra-en-la-construccion/#google_vignette
- Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. (U. EAFIT, Ed.) 38(128). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10784/17243>
- Ferrovial S.E. (s.f.). *Edificación*. Obtenido de Ferrovial: <https://www.ferrovial.com/es/recursos/edificacion/>
- FRECOM. (14 de Diciembre de 2022). Obtenido de <https://www.frecom.com/noticias/por-que-el-sector-de-la-construccion-es-clave-para-la-economia-y-la-creacion-de-empleo/>
- Gomez, A., & Morales, D. (13 de Junio de 2016). Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra. *INGE CUC*, 12(1), 21-31. doi:<https://doi.org/10.17981/ingecuc.12.1.2016.02>
- Gómez, Ó. (2013). Base de Datos. *Calameo*. Obtenido de <https://www.calameo.com/books/0047628429b867a8dad80>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2024). *Estadísticas de Edificaciones Anual 2023*. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Gestión de Estadísticas Estructurales. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2023/anual/11.2023_ESED_Documento_metodologico.pdf
- Juárez, G. (2006). *QUE ES UNA BASE DE DATOS*. Obtenido de https://www.academia.edu/32988834/QUE_ES_UNA_BASE_DE_DATOS
- Lascano, M. (2015). *Rendimiento de mano de obra de los principales rubros: comprobación real en el sitio de obra*. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3571/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-108.pdf>
- Mejía, G., & Hernández, T. (2007). Seguimiento de la productividad en obra. *Revista UIS Ingenierías*, 6(2), 45-59. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6299721>
- Meprosa Construcciones. (11 de Diciembre de 2022). *Grupo ALTUM*. Obtenido de La importancia de la gestión del tiempo en los proyectos de construcción: <https://meprosaconstrucciones.mx/la-importancia-de-la-gestion-del-tiempo-en-los-proyectos-de-construccion/>
- Merritt, F. S., Ricketts, J., & Adams, R. (2013). *Buiding Construction: Principles, Materials and Systems*. Pearson.

- Muñoz. (30 de Abril de 2020). *InfoBasicIngCivil*. Obtenido de Análisis de la mano de obra en la construcción: <https://infobasicingcivil.blogspot.com/2020/04/analisis-de-la-mano-de-obra-en-la.html>
- Narro, M. (s.f.). *Gestión de obras públicas*. Obtenido de Información y normativa para ejecución de obras públicas: <https://gestiondeobraspublicas.com/definiciones/>
- NEC. (2023). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/edificaciones/>
- Srikanth, B., Raut, A., Charpe, A., & Reddy, R. (10 de Febrero de 2024). Factors Affecting Improvements in Labour Productivity in Building Construction Projects—India. (S. Springer, Ed.) *Springer Nature*. doi:https://doi.org/10.1007/978-981-99-3557-4_42
- Storch, M., Storch, J. M., LLamas, B., & Salete, E. (2018). Organización, gestión y ejecución de proyectos industriales. Obtenido de <https://editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788490520499.pdf>
- Techos y Prefabricados MABASA. (21 de Marzo de 2016). 7 puntos para el análisis de rendimientos y consumo de mano de obra (DEMO). *MABASA*. Obtenido de <https://mabasa.com.mx/7-puntos-para-el-analisis-de-rendimientos-y-consumo-de-mano-de-obra/>
- TimeCamp. Inc. (s.f.). *TimeCamp*. Obtenido de <https://www.timecamp.com/es/glossary/tiempo-de-proyecto/>
- Hernández R., Fernández C., & Baptista P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill. Este libro contiene información detallada sobre técnicas de recolección de datos, incluyendo la observación directa y sus diferentes tipos y aplicaciones.

Anexos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO											
FACULTAD DE INGENIERIA											
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL											
ANALISIS ESTADISTICO DE RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES											
DATOS PRELIMINARES											
Tipo de obra:											
Obra:											
Ubicación:											
Realizado por:											Fecha:
FORMATO DE TOMA DE DATOS											
VACIADO DE CONCRETO EN EDIFICACIONES											
RUBRO	CANTIDADES										
	b. (m)	h (m)	L (m)	CANTIDAD u	H LOSA	VOLUMEN m ³	TIEMPO h	Categoría	Nro de personas	Total de personas H	EVIDENCIAS
Hormigon en columnas					15	0	8	EO E2	7	8	
									1		
									0		
Hormigon premezclado en losa aligerada					15	0	3		2	7	
									3		
									2		
Hormigon en sitio en losa aligerada					15	0	3		2	7	
									3		
									2		
Hormigon en sitio en losa aligerada					15	0	3		2	7	
									3		
									2		

Anexo 1. Plantilla tipo para recolección de datos Unidad m3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO												
FACULTAD DE INGENIERIA												
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL												
ANALISIS ESTADISTICO DE RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES												
DATOS PRELIMINARES												
Tipo de obra:	Vivienda en edificio multifamiliar											
Nombre de obra												
Ubicación:												
Realizado por:											Fecha:	
FORMATO DE TOMA DE DATOS												
RUBRO	CANTIDADES											
	ANCHO (m)	LONGITUD (m)	CANTIDAD u	ÁREA m ²	TIEMPO h	CATEGORIA	Nro de personas	Total de personas H	EVIDENCIAS			
Mamposteria con ladrillo macizo				0	8	EO E2	2	3				
						EO D2	1					
Enlucido horizontal				0	3		2	3				
							1					
Enlucido vertical				0	3		2	6				
							4					
Encofrado de columna - madera				0	3		2	5				
									3			

Anexo 2. Plantilla tipo para recolección de datos Unidad m2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO											
FACULTAD DE INGENIERIA											
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL											
RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES											
DATOS PRELIMINARES											
Tipo de obra:											
Obra:											
Ubicación:											
Realizado por:									Fecha:		
MONTAJE DE ACERO EN EDIFICACIONES											
RUBRO	DENOMINACION	CANTIDADES									
		LONGITUD (m)	CANTIDAD u	KG/M	PESO kg	TIEMPO h	Categoría	Nro de personas	Total de personas H	EVIDENCIA	
Acero estructural en columna	HEB 240			83,2	0	3	EO E2	2	7		
	Vr = 16			1,578			EO D2	3			
	Vr = 8			0,398			EO B3	2			
Acero estructural en viga	Vr = 10			0,617	0	4		2	3		
	Vr = 10			0,617				1			
	Vr = 10			0,617				2			
Acero longitudinal en vigas	TC200x200x4			24,29	0	3		2	7		
	TC200x200x5			30,11				3			
	HEB 300			117				2			
Acero longitudinal en vigas	TC200x200x4			24,29	0	3		2	7		
	TC200x200x5							3			
	TC200x200x6							2			

Anexo 3. Plantilla tipo para recolección de datos Unidad Kg

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO											
FACULTAD DE INGENIERIA											
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL											
ANALISIS ESTADISTICO DE RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES											
DATOS PRELIMINARES											
Tipo de obra:											
Obra:											
Ubicación:											
Realizado por:									Fecha:		
FORMATO DE TOMA DE DATOS											
RUBRO	Diametro	CANTIDADES					RESULTADO				
		CANTIDAD u	TIEMPO h	Categoría	Nro de personas	Total de personas	RENDIMIENTO pts/h	PRODUCTIVIDAD pts/m ²	EVIDENCIAS		
Instalacion de puntos de agua fria	1 1/2"					EO C1	0				
						EO E2					
Instalacion de puntos de agua fria	1 1/2"					EO D2	0				
						EO C1					
Instalacion de puntos de agua fria	1 1/2"					EO C1	0				
						EO E2					
Instalacion de puntos de agua fria	1 1/2"					EO D2	0				
						EO C1					

Anexo 4. Plantilla tipo para recolección de datos Unidad Pts



Anexo 5. Recolección de datos mampostería de ladrillo macizo



Anexo 6. Recolección de datos masillado de pisos



Anexo 7. Recolección de datos enlucido vertical



Anexo 8. Recolección de datos sobre el vertido de hormigón en columnas



Anexo 9. Recolección de datos en instalación de agua fría mediante termofusión



Anexo 10. Recolección de datos en instalación sanitaria de baños



Anexo 11. Recolección de datos del montaje de acero estructural en columnas y vigas



Anexo 12. Recolección de datos UNACH campus norte del montaje de acero estructural en columnas



Anexo 13. Recolección de datos UNACH campus norte del montaje de acero estructural en columnas – juntas de soldadura



Anexo 14. Recolección de datos UNACH campus norte del montaje de acero estructural en vigas



Anexo 15. Recolección de datos UNACH campus norte del montaje de acero estructural en vigas – filete de soldadura



Anexo 16. Recolección de datos UNACH Grúa torre flat-top de 30,0 m



Anexo 17. Recolección de datos UNACH campus norte Maquina de núcleo fundente Lincoln

RUBRO:		MAMPOSTERÍA DE JABONCILLO, 27X20X12 CM, MORTERO 1:6, E= 2.0 CM			UNIDAD:	m ²
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO NOMA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C = A x B	m ² /U	D = C x R	E = D + C x R
herramienta menor 3/8 M.O.	1.00	5.42	5.42	1.0000		5.42
SUBTOTAL H						5.42
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL BR	COSTO HORAS	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C = A x B	m ² /U	D = C x R	E = D + C x R
PEÓN E.O. E2	1.00	3.83	3.83	1.0000		3.83
ALBAÑIL E.O. D2	1.00	3.87	3.87	1.0000		3.87
MAESTRO MAYOR E.O. C1	0.10	4.25	0.43	1.0000		0.43
SUBTOTAL H						8.13
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
		A	B	C = A x B		
AGUA	m ³	0.010	8.72	0.09	0.09	
ARENA	m ³	3.239	12.50	40.69	40.69	
CEMENTO PORTLAND 50KG	+	6.191	7.53	46.63	46.63	
LADRILLO JABONCILLO 27X20X12 CM	+	34.796	8.25	287.08	287.08	
SUBTOTAL O						356.57
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			A	B	C = A x B	
SUBTOTAL P						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA ESTOS ANALISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES				TOTAL COSTO DIRECTO (H+M+O+P)	392.02	
				COSTO INDIRECTO	5.00	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO (SIR)	397.02	

Anexo 18. Rubro: Mampostería de jaboncillo

RUBRO:		MASILLADO EN LOSA - IMPERMEABILIZANTE, 8+ 2 CM, MORTERO 1:3			UNIDAD:	m ²
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO NOMA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C = A x B	m ² /U	D = C x R	E = D + C x R
herramienta menor 3/8 M.O.	1.00	3.83	3.83	1.0000		3.83
SUBTOTAL H						3.83
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL BR	COSTO HORAS	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C = A x B	m ² /U	D = C x R	E = D + C x R
ALBAÑIL E.O. E2	1.00	3.83	3.83	1.0000		3.83
MAESTRO MAYOR E.O. C1	0.20	4.75	0.95	1.0000		0.95
PEÓN E.O. D2	2.00	3.83	7.66	1.0000		7.66
SUBTOTAL H						12.44
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
		A	B	C = A x B		
AGUA	m ³	0.010	8.72	0.09	0.09	
MORTERO IMPERMEABILIZANTE	m ³	3.037	7.00	21.26	21.26	
ARENA	m ³	3.037	12.50	37.96	37.96	
CEMENTO PORTLAND 50KG	+	6.074	7.53	45.75	45.75	
SUBTOTAL O						114.06
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			A	B	C = A x B	
SUBTOTAL P						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA ESTOS ANALISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES				TOTAL COSTO DIRECTO (H+M+O+P)	126.48	
				COSTO INDIRECTO	5.00	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO (SIR)	131.48	

Anexo 19. Rubro: Masillado en losa impermeabilizante

RUBRO: ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR, PALETEADO						UNIDAD: M2
PRELIMINAR: 04, 04, 04, 04, 04						2023
DETALLE						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	MONEDAS	COSTO	
	A	B	C=A*B	D=100	E=C/D	
ARMADO DE ENLUCIDO EN M2	1.00	4.40	4.40	1.0000	4.40	
SUBTOTAL M						4.40
MARQUE DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	MONEDAS	COSTO	
	A	B	C=A*B	D=100	E=C/D	
PISTON E.C. 02	1.00	1.00	1.00	1.0000	1.00	
M. ENLUC. E.C. 02	1.00	3.07	3.07	1.0000	3.07	
MAESTRO ENLUC. E.C. 07	0.00	4.28	0.00	0.0000	0.00	
SUBTOTAL N						4.07
ACCIONALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
PLATA	M2	0.00	0.70	0.00	0.00	
PISTON	M2	0.00	12.00	0.00	0.00	
CONCRETO PORTLAND 0800	M3	0.00	7.00	0.00	0.00	
SUBTOTAL O						0.00
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	DESTINADO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P						0.00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA						
ESTOS ANALISIS DE PRECIO SON REFERENCIALES						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8.47	
COSTO INDIRECTO					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO (M+N+O+P)					8.47	

Anexo 20. Rubro: Enlucido vertical interior, paleteado

RUBRO: HORMIGÓN SIMPLE COLUMNAS F'C=240						UNIDAD: M3
PRELIMINAR: 03, 03, 03, 03, 03						2023
DETALLE						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	MONEDAS	COSTO	
	A	B	C=A*B	D=100	E=C/D	
ARMADO	1.00	0.41	0.41	1.0000	0.41	
ARMADO ENLUCIDO ENLUCIDO	1.00	0.20	0.20	1.0000	0.20	
CONCRETO F. 240	1.00	0.20	0.20	1.0000	0.20	
SUBTOTAL M						0.81
MARQUE DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	MONEDAS	COSTO	
	A	B	C=A*B	D=100	E=C/D	
PISTON E.C. 02	0.00	2.21	0.00	1.0000	0.00	
M. ENLUC. E.C. 02	0.00	3.07	0.00	1.0000	0.00	
MAESTRO ENLUC. E.C. 07	0.00	4.28	0.00	1.0000	0.00	
SUBTOTAL N						0.00
ACCIONALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
PLATA	M3	0.00	0.70	0.00	0.00	
ADITIVO PLASTIFICANTE	M3	0.00	0.70	0.00	0.00	
PISTON	M3	0.00	12.00	0.00	0.00	
CONCRETO PORTLAND 0800	M3	0.00	7.00	0.00	0.00	
SUBTOTAL O						0.00
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	DESTINADO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P						0.00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA						
ESTOS ANALISIS DE PRECIO SON REFERENCIALES						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.81	
COSTO INDIRECTO					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO (M+N+O+P)					0.81	

Anexo 21. Rubro: Hormigón simple columnas F'C=240

RUBRO: PUNTO DE DESAGÜE DE PVC 75MM, MCL. ACCESORIOS						UNIDAD: MCL
DETALLE						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	MONEDAS	COSTO	
	A	B	C=A*B	D	E=C*D	
MATERIALES						
DESCRIPCION						
	A	B	C=A*B	D	E=C*D	
MANTENIMIENTO						
DESCRIPCION						
	A	B	C=A*B	D	E=C*D	
SUBTOTAL A						18.80
MATERIALES						
DESCRIPCION						
	A	B	C=A*B	D	E=C*D	
MANTENIMIENTO						
DESCRIPCION						
	A	B	C=A*B	D	E=C*D	
SUBTOTAL B						21.88
TRANSORTE						
DESCRIPCION						
	A	B	C=A*B	D	E=C*D	
SUBTOTAL C						
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C)						40.68
COSTO INDIRECTO						0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO (A+B+C+D)						40.68

ESTOS PRECIOS SON INCLUIDOS EN EL
ESTOS PRECIOS SON REFERENCIALES

Anexo 22. Rubro: Punto de desagüe de PVC, 75MM

RUBRO: ACERO ESTRUCTURAL A-36, MONTAJE CON GRUA						UNIDAD: MCL
DETALLE						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	MONEDAS	COSTO	
	A	B	C=A*B	D	E=C*D	
MATERIALES						
DESCRIPCION						
	A	B	C=A*B	D	E=C*D	
MANTENIMIENTO						
DESCRIPCION						
	A	B	C=A*B	D	E=C*D	
SUBTOTAL A						0.00
MATERIALES						
DESCRIPCION						
	A	B	C=A*B	D	E=C*D	
MANTENIMIENTO						
DESCRIPCION						
	A	B	C=A*B	D	E=C*D	
SUBTOTAL B						0.00
TRANSORTE						
DESCRIPCION						
	A	B	C=A*B	D	E=C*D	
SUBTOTAL C						
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C)						0.00
COSTO INDIRECTO						0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO (A+B+C+D)						0.00

ESTOS PRECIOS SON INCLUIDOS EN EL
ESTOS PRECIOS SON REFERENCIALES

Anexo 23. Rubro: Acero estructural A-36, montaje con grúa