

**Instituto Tecnológico de Costa Rica**  
**Escuela de Ingeniería en Construcción**

Rendimientos de la mano de obra por horas-hombre en el área de construcción de viviendas para la empresa constructora MAVACON

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Randall Mauricio Calvo Rodríguez

Cartago, Diciembre 2007.

# **Rendimientos de mano de obra por horas-hombre en el área de construcción de viviendas para la empresa constructora Mavacon**



# Abstract

The following project measures labor work performance in house building for MAVACON Construction Company.

The main objective is to obtain the performance of labor work per worker in an hour time, to apply as a tool in planning and budget for this kind of projects. MAVACON currently does not count with this sort of information and is currently working with monetary capacity per activity ratios, which has very small advantages and efficiency.

As a first approach, a measure instrument was selected in the behavioral studies so that, later on, it would be possible to obtain variable measurements that are of interest in this study. Next, data was codified to proceed in comparing with other sources of information and data given by the company.

Data for performance of labor work obtained in this project is reliable to apply as a base for calculation of budget in upcoming projects.

Keywords: performance of labor work, planning and budget of projects and codified.

# Resumen

El presente proyecto se apoya en la medición de rendimientos de mano de obra en el área de construcción de viviendas para la empresa constructora MAVACON.

El objetivo primordial pretende obtener rendimientos de mano de obra por horas-hombre y utilizarlos como una herramienta para la adecuada planificación y el presupuesto de proyectos de este tipo. Dicha empresa no cuenta con dichos rendimientos sino que trabaja con rendimientos monetarios por actividad, lo cual resulta poco provechoso y eficaz.

Para su realización primero se seleccionó un instrumento de medición de los disponibles en el estudio del comportamiento; posteriormente se obtuvieron las mediciones de las variables de interés para nuestro estudio. Como paso siguiente se codificaron los datos para así proceder a compararlos con otras fuentes de información o datos brindados por la empresa.

Los rendimientos de mano de obra obtenidos en la realización de este proyecto son bastante aceptables para utilizarlos como base en el cálculo de presupuestos en proyectos venideros.

Palabras claves: rendimientos de mano de obra, planificación y el presupuesto de proyectos y codificar.

# **Rendimientos de mano de obra por horas-hombre en el área de construcción de viviendas para la empresa constructora Mavacon**

Randall Calvo Rodríguez

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Diciembre del 2007

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Escuela de Ingeniería en Construcción

# Contenido

<b>Prefacio</b>	_____	<b>1</b>
<b>Resumen ejecutivo</b>	_____	<b>2</b>
<b>Introducción</b>	_____	<b>4</b>
<b>Metodología</b>	_____	<b>5</b>
<b>Marco teórico</b>	_____	<b>7</b>
<b>Resultados</b>	_____	<b>12</b>
<b>Análisis de los resultados</b>	_____	<b>84</b>
<b>Conclusiones</b>	_____	<b>93</b>
<b>Recomendaciones</b>	_____	<b>94</b>
<b>Anexos</b>	_____	<b>95</b>
<b>Referencias Bibliograficas</b>	_____	<b>¡Error!</b>

Marcador no definido.



# Prefacio

La empresa constructora Mavacon actualmente no cuenta con rendimientos de mano de obra por horas-hombre, sino que trabaja con rendimientos monetarios por actividad. Esta situación es poco eficiente y beneficiosa al punto que el mercado de la construcción se debate en un constante cambio en el precio de los materiales el cemento, el acero y los agregados. Por ello, la Empresa requiere contar con un sistema de rendimientos de mano de obra que se adapte mejor a la situación del país.

Para una adecuada programación de proyectos, así como un control de costos de estos, es indispensable que una empresa constructora tenga conocimiento de los rendimientos en este proceso. Ello justifica la relevancia de aplicar una medición de la productividad en la mano de obra.

Además, la poca información dentro de esta profesión justifica el tema de este trabajo, puesto que nos debe despertar interés y la preocupación por ampliar y enriquecer este tema que, sin lugar a dudas, es uno de los más relevantes en el ámbito de la construcción por la gran cantidad de mano de obra que se requiere.

El objetivo de este proyecto pretende determinar los rendimientos de la construcción de viviendas; en este caso, de lujo, en la zona costera del país, en cuanto a mano de obra se refiere, con el fin de que la empresa cuente con datos actualizados y los pueda poner en práctica.

Deseo agradecer a la empresa constructora **Mavacon** por haberme facilitado los proyectos a fin de aplicar las mediciones correspondientes. Extiendo el agradecimiento al Ing. Malaquías Vargas Ballester, presidente de la empresa, al Ing. Edwin Herrera Cairol, gerente general, al maestro de obras, Greivin Soto, y a todas las personas que trabajan para él. Sin la colaboración y el afecto por mi persona no se hubieran podido realizar adecuadamente las mediciones de campo.

Además, agradezco a mi profesor guía, Ing. Miguel Artavia, por su ayuda y atención en las dudas durante el desarrollo del proyecto. Agradezco a Dios, de todo corazón, por toda la guía y fortaleza brindada en todos estos años de estudio que finalmente culminan en la obtención de un grado académico universitario logrado a base de mucho esfuerzo y dedicación, en compañía de mi familia y mis seres queridos.

# Resumen ejecutivo

La situación de la industria de la construcción ha venido creciendo notablemente en los últimos años y esto ha generado que las empresas constructoras hagan un gran esfuerzo por mantenerse y desarrollarse, ya que la consigna es competir en precio y calidad para establecerse en el mercado.

Debido a los cambios económicos producto de la globalización, induce a pensar con mayor intensidad en la productividad, como elemento generador de competitividad, puesto que esta surge como una condición sustancial para el desarrollo económico y progreso de las industrias.

En la necesidad de incrementar la productividad, las empresas han tenido que mejorar los aspectos de calidad, la capacitación y las innovaciones, en pro de aumentar su nivel de participación dentro de la competencia que existe entre las empresas de esta industria. En éstas, los recursos humanos son motivo y objeto permanente de optimización a través del incremento de su productividad, a fin de reducir costos en los proyectos a cargo.

La empresa Mavacon con el afán de mejorar, requiere contar con datos confiables de rendimientos de mano de obra, con el fin de aplicarlos en el cálculo de presupuestos, programación de proyectos y en el control de costos de los mismos, todo esto debido a que actualmente lo maneja con montos monetarios.

El sistema constructivo utilizado no tiene mayor complejidad, sus cimientos de concreto reforzado están conformados por medio de placas corridas y placas aisladas unidas entre sí con vigas de amarre para dar una mejor estabilidad a toda la cimentación, además cuenta con columnas y vigas de concreto reforzado para dar mayor rigidez a la estructura y todas las paredes son construidas con Superbloque-FORMALETA, un sistema constructivo de mampostería reforzada.

Para el cálculo de rendimientos de mano de obra, se tomaron como base tres viviendas en

construcción con distinto avance y se procedió a tomar mediciones de campo en diferentes momentos del día, en distintos días, esto para cada una de las diferentes actividades que se detallan mas adelante, utilizando para ello una técnica de observación llamada Field Rating, en la cual las observaciones se agrupan en dos: trabajando y no trabajando. Se recopiló de manera ordenada la información obtenida de las observaciones para poder identificar las conexiones de estas con la información obtenida de entrevistas y se procedió al análisis exhaustivo de los datos.

Para una mejor interpretación de las mediciones tomadas en campo y propiciar de una manera más fácil el análisis de los resultados obtenidos, se construyeron cuadros en los cuales se detallan las actividades consideradas en este estudio.

El análisis de resultados se puede apreciar en los cuadros denominados Resumen de Rendimientos, en los cuales se puede observar el rendimiento por horas-hombre, las condiciones que se deben cumplir y el equipo utilizado para cada una de las subactividades que constituyen la actividad y en los cuadros de Comparación de Rendimientos se hace una breve comparación entre el rendimiento calculado con los datos obtenidos en el campo y los datos propuestos en el folleto Rendimiento de Mano de Obra del 2005, elaborado por el Ing. Eduardo Paniagua Madrigal y el estudiante Erick Fallas Gallardo, también puede observarse una comparación entre el monto monetario que la empresa establece para cada subactividad y el monto que le correspondería si se calcula utilizando los rendimientos calculados con los datos obtenidos en el campo.

Dentro de las conclusiones se puede citar que se determinaron los rendimientos de mano de obra por horas-hombre en el área de construcción de viviendas para la empresa constructora Mavacon

y otra muy importante es que los montos estipulados por la empresa para cada subactividad no son confiables porque, en ocasiones, se gasta más de lo establecido.

Como recomendación a lo anteriormente concluido se puede decir que resultaría saludable utilizar rendimientos de mano de obra en el cálculo de presupuestos, con la finalidad de obtener un monto más aproximado a lo que en la realidad se puede gastar.

# Introducción

Todas las empresas de proyectos de construcción confían en la productividad de su equipo, maquinaria y en sus trabajadores para conseguir buenos resultados en la ejecución de estos.

Los fabricantes de equipo y maquinaria para construcción pueden estimar, con cierta aproximación, cuánto y qué tipo de equipo y maquinaria será requerido para el tipo de obra concebido. Un ejemplo de esto son los Manuales de Rendimientos de Maquinaria y Equipo de diversas compañías, los cuales informan sobre los resultados que se pueden esperar por los variados tipos de equipo más comunes (basados en la suposición de que son utilizados apropiadamente), y estas cifras forman la base de todas las estimaciones de costos y tiempos.

Siempre que los trabajadores estén organizados y abastecidos apropiadamente con las herramientas y los materiales correctos, deben ser capaces de llevar a cabo la mayoría de las actividades usualmente en un tiempo definido.

En la realidad no siempre ocurre así; surgen factores que influyen en este rendimiento. Por ello es esencial hacer estimaciones realistas de la productividad esperada de la mano de obra con el fin de planificar y ejecutar efectivamente un trabajo, lo cual implica gran cantidad de mano de obra.

La primera acción de cualquier ingeniero de planificación sobre un proyecto basado en mano de obra debe ser la determinación de las cantidades y tipos de trabajo que se llevarán a cabo. El ingeniero debe, entonces, dividir este trabajo en actividades que puedan ser ejecutadas individualmente o por grupos de trabajadores mediante la aplicación de rendimientos de mano de obra, determinar la fuerza de trabajo requerida y la duración del proyecto. El cálculo de rendimientos de mano de obra correctos es la parte más crítica de este proceso.

Por lo reseñado, el presente trabajo tiene como objetivo la obtención de rendimientos de

mano de obra por horas-hombre para diversas actividades en el área de construcción de viviendas; en este caso, de lujo, en la zona costera del país, para que la empresa constructora Mavacon pueda hacer uso de ellos, tanto en el cálculo de presupuestos como en la administración y el control de proyectos.

# Metodología

Con el propósito de alcanzar los objetivos planteados se definió una metodología para cada uno de ellos. Para obtener rendimientos de mano de obra por horas-hombre se propuso aplicar el siguiente procedimiento:

1. Seleccionar un instrumento de medición de los disponibles en el estudio del comportamiento o desarrollar uno (el instrumento de recolección de los datos): la observación y entrevistas. Las observaciones se realizaron con la técnica del método para medición de productividad llamado **Field Rating**, en la cual las observaciones se agrupan en dos: trabajando y no trabajando. La persona a cargo de la observación debe estar dedicada exclusivamente a observar y evitar distracciones. El dato debe ser tomado en el primer momento de la observación y la persona que la hace debe estar clara acerca de cuáles son los objetivos de esta. Además, la primera observación se debe realizar al menos media hora después de que los trabajadores han iniciado o regresado de un período de descanso y media hora antes de que estos finalicen su jornada. Para ser calificado como trabajando, el personal debe estar efectuando actividades como carga de material, sosteniendo material de soporte, realizando trabajo físico o discutiendo trabajo.

Por otro lado, para ser calificado como no trabajando debe estar hablando de otra cosa que no sea trabajo, caminando sin nada, esperando a que otro termine...

2. Aplicar ese instrumento de medición. Es decir, obtener las observaciones y mediciones de las variables que son de interés para nuestro estudio.

3. Preparar las mediciones obtenidas para que puedan analizarse correctamente (codificación de datos).

4. Una vez realizada la codificación de los datos obtenidos en campo se procederá a compararla con otras fuentes de información que contienen datos de otros procesos constructivos

para así determinar las diferencias numéricas entre este proceso y otros.

## Metodología aplicada al proyecto

Se tomaron como parámetros para observación tres viviendas de lujo que estaban en proceso, en el momento de iniciarse el proyecto, julio 2007. La primera CM-4A estaba en un 20%, la siguiente CM-80 en un 15%, y la última, CM-64, en un 10%.

A la primera se le había realizado todo el movimiento de tierras, el trazado y se estaba excavando las zanjas para la placa corrida en el momento que se llegó al proyecto para tomar las mediciones correspondientes.

La segunda estaba terraceada y se había trazado en su totalidad, sin embargo las labores de excavación para los cimientos no se habían empezado a realizar.

La tercera estaba siendo terraceada y se pudo observar parte del movimiento de tierras, el cual no fue tomado para el cálculo de rendimientos debido a que esta es una actividad subcontratada. Luego se inició con las labores de trazado pero por decisión del ingeniero a cargo se ingreso al proyecto hasta que se comenzara con las labores de excavación para los cimientos.

Se observó y se tomaron mediciones en diferentes momentos del día, en distintos días, considerando lo que establece la técnica **Field Rating**: que la primera observación se debe realizar al menos media hora después de que los trabajadores han iniciado o regresado de un período de descanso y media hora antes de que estos finalicen su jornada. Además, no se consideró el tiempo en el cual se presentaron acontecimientos fortuitos, como el mal tiempo (lluvia), abastecimiento del material por escasez; todo con el objetivo de que no se vieran

afectadas las mediciones al final. Se recopiló de manera adecuada la información obtenida de las observaciones, así como las conexiones propias con la información obtenida de entrevistas y se procedió al análisis de los datos.

## Sistema constructivo

Antes de continuar se explicará el sistema constructivo de este tipo de edificación para futuras referencias y entendimiento de las actividades.

Estas edificaciones son a base de un sistema constructivo relativamente sencillo y muy mecánico.

Sus cimientos estarán conformados por medio de placas corridas y placas aisladas unidas entre sí con vigas de amarre para dar una mejor estabilidad a toda la cimentación. El concreto utilizado tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días igual o superior a 210 kg/cm<sup>2</sup> y será fabricado en sitio y el acero a utilizar serán varillas corrugadas grado 40 ( $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ ).

Todas las paredes son construidas con Superbloque-FORMALETA, un sistema constructivo de mampostería reforzada, para paredes de edificaciones de uno, dos y tres niveles, utilizando bloques aligerados de concreto, de gran longitud y acero de refuerzo, cuyo diseño estructural se sustenta en los requerimientos de la Ley, el Reglamento de Construcciones y el Código Sísmico de Costa Rica, así como las normas de American Concrete Institute (ACI). El sistema Superbloque-FORMALETA consta de dos elementos fundamentales:

- ✓ Bloques de gran longitud aligerados de concreto de 14 x 20 x 90 cm (ancho, alto

y longitud), 27 mm de espesor de pared, cinco huecos interiores y geometría modular que permite fraccionar en 30, 45, 60 y 75 cm. Fabricados por Corporación Pedregal S.A.

- ✓ Refuerzo de acero vertical de 5000 kg/cm<sup>2</sup>, en canastas de sección 6 x 6 cm de 4 varillas corrugadas de 5.75 mm y aros de 4.11 mm espaciados a 15 cm. Disponible desde 2.80 m hasta 3.30 m (este refuerzo de acero, también se utiliza en la viga corona).

En los extremos del Superbloque se coloca la canasta de acero vertical, configurándose de esta manera un sistema de mampostería reforzada que no requiere el uso de formaleta; tampoco levantar los bloques para introducir las varillas, como sucede con el sistema convencional de bloques. Al acoplarse los Superbloques entre sí, se forman las uniones colineales quedando la canasta de acero embebida entre ellas. Las uniones en "T" o en "L" se conforman cortando algunos de los extremos salientes del Superbloque. El concreto requerido para el relleno de las uniones es de 175 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a compresión a los 28 días, revenimiento: 20 a 25 cm. Se colocan también escuadras en todas las esquinas o uniones en "L", y pines de cortante para las uniones en "T", ambos de acero 5.75 mm. corrugado de 5000 kg/cm<sup>2</sup>, espaciados a cada tres hiladas, suministrados por el sistema Superbloque-FORMALETA.

Para las columnas y vigas, al igual que los cimientos, se utilizará concreto con una resistencia a la compresión a los 28 días igual o superior a 210 kg/cm<sup>2</sup> y será fabricado en sitio y el acero a utilizar serán varillas corrugadas grado 40 ( $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ ).

# Marco teórico

El proceso de construcción se caracteriza por la demanda de gran cantidad de mano de obra por lo que resulta relevante considerar la productividad con la que esta mano de obra cumple el trabajo.

## ¿Qué es productividad?

Es la medida de la efectividad con que los recursos están siendo manejados y que sirven de soporte para que la obra se realice con el menor costo y en el menor tiempo posible.

El concepto básico es el resultado obtenido de la relación de algún volumen colocado sobre el volumen de recursos que fueron necesarios.

Es decir, productividad se refiere a las horas de trabajo requeridas para producir una unidad de trabajo.

## Barreras en el control de la productividad

Algunas de las barreras por las cuales una empresa no controla la productividad pueden ser las siguientes:

- ✓ Nunca han medido la productividad.
- ✓ No conocen el término.
- ✓ No saben cómo medirla.
- ✓ Consideran que el control de la productividad es una parte del sistema de control de costos, el cual es complicado de entender y muy caro para implementar.
- ✓ Piensan que la productividad no puede ser controlada.
- ✓ No quieren invertir esfuerzos en medirla.

- ✓ Consideran que la productividad no les va a decir nada del proyecto que desconozcan.

## Productividad

La productividad es comúnmente definida como

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades de trabajo realizado}}{\text{Horas – hombre de trabajo}}$$

Productividad es la medida de la efectividad de las habilidades del administrador del proyecto, los trabajadores, los equipos y los materiales que son utilizados en el sitio de trabajo para obtener un producto (edificio, planta estructura...). No necesariamente para obtener mayor productividad se debe trabajar más sino trabajar más inteligentemente.

El producto final es muy sensible a las características de los elementos que lo produjeron; es decir, puede verse afectado por

- ✓ Calidad y cantidad de mano de obra.
- ✓ Disponibilidad de materiales, equipo y herramientas.
- ✓ Condiciones físicas de materiales, equipo y herramientas.
- ✓ Actividades y tareas de Ingeniería como dibujos de taller.

Otra forma de determinar la productividad es ver la composición del día de trabajo. Algunos estudios han demostrado que un alto porcentaje (30-40%) del tiempo invertido en la realización de una tarea es trabajo no productivo.

Este trabajo no productivo puede estar asociado a varios factores.

## Factores internos y externos que afectan la productividad

### Factores internos

- ✓ Terrenos y edificios
- ✓ Materiales
- ✓ Energía
- ✓ Máquinas y equipo
- ✓ Recurso humano
- ✓ Modalidad contractual
- ✓ Condiciones del proyecto
- ✓ Dirección y control

### Factores externos

- ✓ Disponibilidad de materiales o materias primas
- ✓ Condiciones ambientales
- ✓ Mano de obra calificada
- ✓ Políticas estatales relativas a tributación y aranceles
- ✓ Infraestructura existente
- ✓ Disponibilidad de capital e interés
- ✓ Medidas de ajuste aplicadas

## Causas más comunes de baja productividad

### Tamaño de las cuadrillas

Se establecen cuadrillas demasiado grandes especialmente al comienzo y al final de una actividad.

### Desconocimiento de administración de materiales

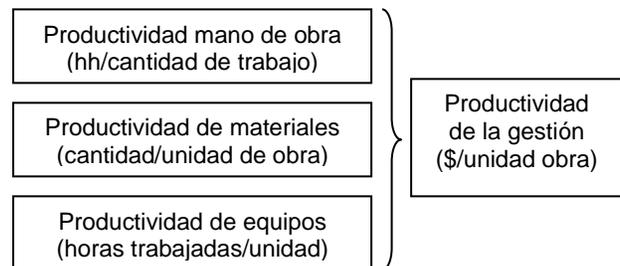
En este aspecto se pueden destacar áreas de almacenamiento y apilamiento de materiales mal organizadas, materiales mal marcados o mal acomodados que impidan un rápido despacho y atrasos como resultado de esperas por equipo y herramientas (la entrega de materiales no se da a tiempo).

## Aspectos de la administración del proyecto

Falta de limpieza y organización del sitio, incapacidad para mantener continuidad o resultados en el momento porque las cuadrillas son reasignadas a otras actividades, diferentes trabajos o lugares, el trabajo de unas cuadrillas interfiere con el avance de las otras y el control y la secuencia del trabajo es pobre.

## La productividad de la construcción en Costa Rica

La productividad en la industria de la construcción es un aspecto que debe preocupar a todos los participantes en este sector. Sus componentes son tres y todos ellos son fundamentales.



La productividad implica eficacia (logro de objetivos) y eficiencia (obtención de los fines con la mínima cantidad de recursos) en el desempeño individual y organizacional.

Han quedado lejos los tiempos en los cuales estas cualidades de los trabajadores no eran un factor preocupante para los administradores de proyectos de construcción.

Los salarios de los trabajadores en el mundo se han incrementado sustancialmente con el transcurso del tiempo. Por esta razón las empresas constructoras exhiben una alta preocupación por mejorar la productividad de los empleados, ya que la influencia de los salarios sobre los costos finales de las obras es extremadamente grande.

Costa Rica no ha sido la excepción. La influencia de los salarios sobre el costo de una

obra es determinante, si se considera que en el caso de nuestro país se perciben al menos dos aumentos al año. Por esa razón las empresas constructoras enfocan sus esfuerzos no solo a determinar los factores que influyen sobre la productividad, sino también a incluir este aspecto como uno de los básicos a controlar en la administración de una obra.

Actualmente no se dispone en el país de un método para medir la productividad de la industria de la construcción en forma constante, eficiente y eficaz. Desdichadamente la ausencia de un procedimiento provoca que las constructoras no puedan disponer de información estadística que les permitiría darle seguimiento a la tendencia de la industria de la construcción en este campo particular y tomar las medidas correctivas apropiadas.

Una forma aproximada de determinar la productividad del sector construcción es considerar el producto interno bruto real del sector construcción y dividirlo entre la cantidad de empleados directos que laboran en este campo.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{PIB real construcción}}{\text{Empleados directos del sector}}$$

Aplicando la fórmula anterior se puede, por tanto, determinar la productividad del sector construcción.

No existe una predisposición clara y marcada que conduzca a afirmar que las empresas constructoras han emprendido programas para mejorar la productividad. Por el contrario, existen tendencias hacia fluctuaciones alarmantes de la productividad, lo que hace presumir que este no es uno de los objetivos primordiales en los planes estratégicos de los participantes del sector construcción. Si bien es cierto la industria de la construcción es altamente lucrativa, las mejoras en productividad definitivamente repercutirán sobre la rentabilidad, las incrementarán y traerán, entre otros aspectos, mayores beneficios a las compañías y mayor competitividad.

Lo preocupante es que la productividad no ha logrado un incremento constante en los últimos años y esto debe hacer reflexionar seriamente a las empresas constructoras sobre la necesidad imperativa de emprender estudios y programas que mejoren la productividad. Quizás los participantes del sector deberían enfocarse hacia las universidades, a las cuales podrían

llevar sus inquietudes y podrían establecer proyectos de investigación que colaboren a solventar algunos de estos problemas.

Es clara la tendencia a la alza de los costos de los diversos tipos de obras. Si bien es cierto la influencia de factores económicos internos y externos hace que se produzcan incrementos en los costos de la construcción, no debe olvidarse que los principios de una buena administración de proyectos debería causar que se neutralicen estos incrementos con mejoras en la productividad. Es aconsejable realizar un estudio más detallado sobre las probables causas de este fenómeno, especialmente en dos sectores fundamentales para el sector construcción: **el de vivienda**, puesto que la estabilidad en los costos de construcción debería beneficiar a los clientes y el de la **industria y comercio**, sobre todo que en este segmento de mercado, la atracción de la inversión extranjera es sumamente beneficiosa para el desarrollo económico del país.

Actualmente no se hace uso de un método exacto y preciso que permita medir con certeza la productividad de la industria de la construcción. Sin embargo, en el proceso de determinar el costo de la mano de obra, por ser uno de los factores de más peso en el costo de un proyecto, se puede utilizar un método simple y eficaz para recolectar información sobre productividad de mano de obra. Este método se detalla a continuación.

## Determinación de rendimientos de mano de obra por horas-hombre

Para el cálculo de rendimientos se tomó el procedimiento descrito en el folleto Costos de Construcción del 2005 elaborado por la Ing. Geannina Ortiz Quesada y el Ing. Eduardo Paniagua Madrigal.

Este procedimiento se describe a continuación.

## A. Datos

Se deben de tomar los datos de la cuadrilla, tiempos de duración y cantidades de materiales para las actividades o subactividades de las cuales se requiere calcular el rendimiento; todo esto en el sitio del proyecto.

En este caso las observaciones para la obtención de los datos se realizaron con la técnica del método para medición de productividad llamado **Field Rating**, el cual se describió en la metodología del presente trabajo.

## B. Cálculo de rendimientos

Los rendimientos se calculan con base en la siguiente ecuación 1:

$$R_n = \frac{t_n \times n}{C_n} \text{ Ec. 1}$$

Donde:

$R_n$  = Rendimiento en horas-hombre / unidad

$t_n$  = Tiempo de duración de la actividad o subactividad

$n$  = Número de obreros que participaron en dicha actividad

$C_n$  = Cantidad de trabajo realizado

## C. Eliminación de datos extremos

En el cálculo de rendimientos en el punto anterior se deben eliminar los valores que se encuentren muy alejados, ya sea por encima o por debajo de la mayoría, con el fin de obtener una muestra más aproximada.

## D. Proceso estadístico

Lo primero que se debe hacer es calcular la media aritmética de los rendimientos anteriormente obtenidos:

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \text{ Ec. 2}$$

Seguidamente se deberá calcular la desviación estándar como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \text{ Ec. 3}$$

Por último, se obtiene el coeficiente de variación mediante la ecuación 4:

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \text{ Ec. 4}$$

El coeficiente de variación nos indica qué porcentaje de la media aritmética es la desviación estándar, con el cual podemos darnos cuenta si el valor es aceptable o no.

## E. Aplicación de factores

Como los tiempos empleados para el cálculo de rendimientos son netos, y hay ciertos tiempos que los trabajadores utilizan para transporte de materiales, alimentación..., se tienen que afectar los rendimientos por un factor que considere dichos tiempos.

Este factor se calcula con la siguiente ecuación:

$$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.} \text{ Ec. 5}$$

Donde:

f.i. = Factor de incremento

t.c. = Tiempo consumido en otras actividades

h.d. = Horas diarias de trabajo total

## F. Rendimiento real

Después de haber calculado el factor de incremento se afecta el rendimiento promedio o media aritmética, como se muestra a continuación:

$$R = R (1 + f.i.) \text{ Ec. 6}$$

## Costo de la hora-hombre

Debido a que los rendimientos de mano de obra se obtienen por horas-hombre es importante saber como se calcula el costo de esta, ya que para las diferentes actividades que se realizan cambia el numero de trabajadores y su ocupación lo cual difiere directamente en el costo de cada cuadrilla.

El costo de la hora-hombre se calcula con base en la siguiente ecuación:

$$\text{Costo } h - h = \frac{\#O \times \frac{\text{sal}}{h} + \#A \times \frac{\text{sal}}{h} + \#P \times \frac{\text{sal}}{h}}{\text{Número de trabajadores}} \text{ Ec. 7}$$

Donde:

O = Operario

A = Ayudante

P = Peón

Sal/h = Salario por hora de cada trabajador

# Resultados

Para una mejor interpretación de las mediciones tomadas en campo y los resultados obtenidos posteriormente, se detallaron las actividades consideradas y en qué consisten los cuadros y las figuras presentados.

## Lista de actividades

### Actividad 1. Placa corrida

Las subactividades consideradas son:

*1.1 Excavación manual:* consiste en la excavación para la placa corrida utilizando pico y pala; su ancho es de 0.4m y su profundidad varía dependiendo del terreno, pero normalmente es de 0.65m.

*1.2 Preparación de armadura:* consta de 4 #3 y aros #3 @ 15cm y se prepara en sitio utilizando para ello una meza de armado.

*1.3 Colocación de armadura:* a cargo de los mismos armadores en conjunto con sus ayudantes.

*1.4 Fabricación y colocación del concreto:* se fabrica en sitio con batidora y debe tener una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>; se transporta con carretillo, se compacta por medio de vibrador mecánico y su espesor debe ser de 20 cm.

### Actividad 2. Placas aisladas

Esta se subdivide, al igual que placa corrida, en

*2.1 Excavación manual:* el procedimiento es el mismo citado en placa corrida y sus dimensiones comúnmente son de 1.0 x 1.0 x 0.80 m.

*2.2 Preparación de armadura:* integrada por una malla #3 @ 15 cm en ambas direcciones y se arma en sitio.

*2.3 Colocación de armadura:* a cargo de los mismos armadores en conjunto con sus ayudantes.

*2.4 Fabricación y colocación del concreto:* se fabrica en sitio con batidora y debe tener una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. Se transporta con carretillo, se compacta por medio de vibrador mecánico y su espesor debe ser de 20 cm.

### Actividad 3. Paredes de bloques de concreto

Esta compuesta por

*3.1 Colocación de acero:* el refuerzo de acero vertical es del sistema de superbloque, el cual tiene una resistencia de 5000 kg/cm<sup>2</sup> y está compuesto por canastas de sección 6 x 6 cm. de 4 varillas corrugadas de 5.75 mm y aros de 4.11 mm espaciados a 15 cm. Este refuerzo es colocado por los operarios de la empresa Mavacon.

*3.2 Fabricación de mortero de pega:* es fabricado en sitio con batidora.

*3.3 Pega de bloques de concreto:* los bloques utilizados son los de superbloque, los cuales cuentan con las siguientes dimensiones: 14 x 20 x 90 cm (ancho, alto y longitud).

*3.4 Fabricación y colocación de concreto:* el concreto para el relleno de celdas se fabrica en sitio con batidora y debe tener una resistencia de 175 Kg/cm<sup>2</sup>.

### Actividad 4. Columnas rectangulares

Esta actividad incluye:

*4.1 Preparación de armadura:* en esta se consideran varias secciones entre las cuales están 15 x 30 cm con 4 #3 y aros #2 @ 15 cm, 15

x 25 con 4 #3 y aros #2 @ 15 cm y 25 x 25 cm con 4 #4 y aros #3 @ 15 cm.

4.2 *Colocación de armadura*: a cargo de los mismos armadores, en conjunto con sus ayudantes.

4.3 *Preparación y colocación de formaleta*: se utilizan tablas y reglas para su fabricación y para tensarlas varilla #3 y alambre negro.

4.4 *Fabricación y colocación de concreto*: se fabrica en sitio con batidora y debe tener una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. Se transporta con carretillo, se compacta por medio de vibrador mecánico.

4.5 *Desencofrado*: aplicado por los operarios encargados.

## Actividad 5. Columnas circulares

Dentro de estas se cuenta

5.1 *Preparación de armadura*: esta tiene un diámetro de 25 cm y su refuerzo esta conformado por 4 #4 y aros #3 @ 15 cm.

5.2 *Colocación de armadura*: la ejecutan los mismos armadores en conjunto con sus ayudantes.

5.3 *Preparación y colocación de formaleta*: se utiliza plywood y reglas para su fabricación y para tensarlas varilla #3 y alambre negro.

5.4 *Fabricación y colocación de concreto*: se fabrica en sitio con batidora y debe tener una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. Se transporta con carretillo, se compacta por medio de vibrador mecánico.

5.5 *Desencofrado*: efectuado por los operarios encargados.

## Actividad 6. Viga medianera y corona

Esta actividad incluye

6.1 *Preparación de armadura*: en esta se integran varias secciones entre ellas 15 x 40 cm con 4 #3 y aros #2 @ 15 cm y 15 x 25 con 4 #3 y aros #2 @ 15 cm

6.2 *Colocación de armadura*: la efectúan los mismos armadores, en conjunto con sus ayudantes.

6.3 *Preparación y colocación de formaleta*: se utilizan tablas y reglas para su fabricación y, para tensarlas, varilla #3 y alambre negro.

6.4 *Fabricación y colocación de concreto*: se fabrica en sitio con batidora y debe tener una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. Se transporta con carretillo, se compacta por medio de vibrador mecánico.

6.5 *Desencofrado*: la efectúan los operarios encargados.

## Actividad 7. Repello y afinado de paredes

Esta actividad la integran:

7.1 *Fabricación de mortero de repello*: es fabricado en sitio con batidora, para el afinado se utiliza cemix.

7.2 *Pringado de paredes*: lo realiza el operario encargado de dicha actividad.

7.3 *Mastreado y repello*: lo realiza el operario encargado de dicha actividad.

7.4 *Afinado*: lo ejecuta el operario encargado de dicha actividad.

## Tabulación de datos

### Información general

Es el cuadro de entrada en el que se define la actividad y se indica cómo estuvo el clima el día en el cual se aplicaron las observaciones y las mediciones.

### Descripción de la actividad

En este cuadro se indican las subactividades que forman la actividad, así como los recursos empleados como la cuadrilla, el equipo y los materiales.

## **Muestreo de campo**

Se indica el tiempo medido en la subactividad, primero como lo mostraba el cronómetro y luego este mismo tiempo pasado a horas, además de la cantidad de trabajo efectuado en ese tiempo.

Por cada subactividad se muestra un cuadro como este con el fin de promediar mejor a la hora de sacar el rendimiento.

## **Figuras fotográficas**

Estas tienen como objetivo mostrar la subactividad tal y como se procedía en el momento de las observaciones y mediciones.

## **Cálculo del rendimiento de la subactividad**

Esta figura muestra todo el procedimiento descrito en el marco teórico para el cálculo de rendimientos de mano de obra y su resultado.

Para este cálculo se utilizó, en primer término, una hoja electrónica en Excel y luego se acudió a una hoja programada en Visual Basic.

# ACTIVIDAD #1

## PLACA CORRIDA

<b>Cuadro 1. Información general</b>	
<b>Actividad</b>	Placa corrida
<b>Clima</b>	Soleado - Despejado

<b>Cuadro 2. Descripción de la Actividad 1 Placa corrida</b>			
<b>Subactividad</b>	<b>Recursos</b>		
	<b>Cuadrilla</b>	<b>Equipo</b>	<b>Material</b>
Excavación manual	3 peones	Picos, palas, carretillos	Arcilla
Preparación de armadura	2 operarios 1 ayudante	Mesa de armado, grifas, tenazas y guantes	Varilla #3 y alambre negro
Colocación de armadura	1 operario 1 ayudante	Tenazas y guantes	Varilla #3 y alambre negro
Fabricación y colocación de concreto	3 operarios 5 peones	Batidora, palas, cajones, carretillos y vibrador	Arena, piedra y cemento

Cuadro 3. Muestreo de campo			
Subactividad 1.1 Excavación manual			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo neto ( hr )	Cantidad ( m <sup>3</sup> )
1	01:39:18	1,655	0.96
2	02:15:18	2,255	1.28
3	01:06:54	1,115	0.64
4	01:30:32	1,509	0.86
5	01:30:47	1,513	0.90
6	02:24:32	2,409	1.35
7	03:16:12	3,278	1.80
8	01:35:10	1,586	0.70
9	01:29:46	1,496	0.86
10	01:21:36	1,360	0.80



**Figura 1.** Excavación placa corrida casa CM-4A



**Figura 2.** Excavación placa corrida casa CM-80



**Figura 3.** Excavación placa corrida casa CM-80



**Figura 4.** Excavación placa corrida casa CM-64

**Figura 5. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 1.1 Excavación Manual**

**Personal o Cuadrilla:** 3 Peones 0 Ayudantes 0 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>3</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>3</sup>
t <sub>1</sub> =	1,655	C <sub>1</sub> =	0,96	R <sub>1</sub> =	5,172
t <sub>2</sub> =	2,255	C <sub>2</sub> =	1,28	R <sub>2</sub> =	5,285
t <sub>3</sub> =	1,115	C <sub>3</sub> =	0,64	R <sub>3</sub> =	5,227
t <sub>4</sub> =	1,509	C <sub>4</sub> =	0,86	R <sub>4</sub> =	5,264
t <sub>5</sub> =	1,513	C <sub>5</sub> =	0,90	R <sub>5</sub> =	5,043
t <sub>6</sub> =	2,409	C <sub>6</sub> =	1,35	R <sub>6</sub> =	5,353
t <sub>7</sub> =	3,278	C <sub>7</sub> =	1,80	R <sub>7</sub> =	5,463
t <sub>8</sub> =	1,586	C <sub>8</sub> =	0,70	R <sub>8</sub> =	6,797
t <sub>9</sub> =	1,496	C <sub>9</sub> =	0,86	R <sub>9</sub> =	5,219
t <sub>10</sub> =	1,360	C <sub>10</sub> =	0,80	R <sub>10</sub> =	5,100

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = 5,236 \text{ h-h/m}^3$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = 0,040$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = 0,76 \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = 6,160 \text{ h-h/m}^3 \pm 0,008 \text{ h-h/m}^3$$

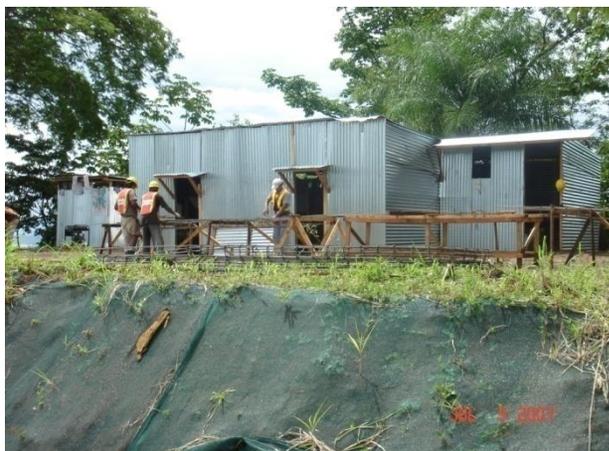
Cuadro 4. Muestreo de campo			
Subactividad 1.2 Preparación de armadura			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo neto ( hr )	Cantidad ( kg )
1	02:58:01	2.967	47.04
2	02:58:30	2.975	47.04
3	02:57:29	2.958	47.04
4	02:58:48	2.980	47.04
5	03:02:24	3.040	47.04
6	02:59:53	2.998	47.04
7	02:09:14	2.154	33.60
8	02:07:08	2.119	33.60
9	02:10:01	2.167	33.60
10	02:06:18	2.105	33.60



**Figura 6.** Preparación de armadura placa corrida casa CM-4A



**Figura 7.** Preparación de armadura placa corrida casa CM-80



**Figura 8.** Preparación de armadura placa corrida casa CM-64



**Figura 9.** Armadura placa corrida

**Figura 10. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 1.2 Preparación de Armadura**

**Personal o Cuadrilla:**                      0 Peones                                      1 Ayudantes                                      2 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	kg	Rendimientos	h-h/kg
t <sub>1</sub> =	2,967	C <sub>1</sub> =	47,04	R <sub>1</sub> =	0,189
t <sub>2</sub> =	2,975	C <sub>2</sub> =	47,04	R <sub>2</sub> =	0,190
t <sub>3</sub> =	2,958	C <sub>3</sub> =	47,04	R <sub>3</sub> =	0,189
t <sub>4</sub> =	2,980	C <sub>4</sub> =	47,04	R <sub>4</sub> =	0,190
t <sub>5</sub> =	3,040	C <sub>5</sub> =	47,04	R <sub>5</sub> =	0,194
t <sub>6</sub> =	2,998	C <sub>6</sub> =	47,04	R <sub>6</sub> =	0,191
t <sub>7</sub> =	2,154	C <sub>7</sub> =	33,60	R <sub>7</sub> =	0,192
t <sub>8</sub> =	2,119	C <sub>8</sub> =	33,60	R <sub>8</sub> =	0,189
t <sub>9</sub> =	2,167	C <sub>9</sub> =	33,60	R <sub>9</sub> =	0,193
t <sub>10</sub> =	2,105	C <sub>10</sub> =	33,60	R <sub>10</sub> =	0,188

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad \mathbf{0,191} \quad \text{h-h/kg}$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad \mathbf{0,001}$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad \mathbf{0,32} \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad \mathbf{0,224} \quad \text{h-h/kg} \quad \pm \quad \mathbf{0,003} \quad \text{h-h/kg}$$

Cuadro 5. Muestreo de campo			
Subactividad 1.3 Colocación de armadura			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad (kg)
1	01:51:54	1.865	47.04
2	01:53:06	1.885	47.04
3	01:52:41	1.878	47.04
4	01:52:12	1.870	47.04
5	01:50:56	1.849	47.04
6	01:52:08	1.869	47.04
7	01:20:10	1.336	33.60
8	01:22:12	1.370	33.60
9	01:20:53	1.348	33.60
10	01:21:32	1.359	33.60



**Figura 11.** Colocación de armadura placa corrida casa CM-4A



**Figura 12.** Colocación de armadura placa corrida casa CM-80



**Figura 13.** Colocación de armadura placa corrida casa CM-4A

**Figura 14. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 1.3 Colocación de Armadura**

**Personal o Cuadrilla:**                      0 Peones                                      1 Ayudantes                                      1 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	kg	Rendimientos	h-h/kg
t <sub>1</sub> =	1,865	C <sub>1</sub> =	47,04	R <sub>1</sub> =	0,079
t <sub>2</sub> =	1,885	C <sub>2</sub> =	47,04	R <sub>2</sub> =	0,080
t <sub>3</sub> =	1,878	C <sub>3</sub> =	47,04	R <sub>3</sub> =	0,080
t <sub>4</sub> =	1,870	C <sub>4</sub> =	47,04	R <sub>4</sub> =	0,080
t <sub>5</sub> =	1,849	C <sub>5</sub> =	47,04	R <sub>5</sub> =	0,079
t <sub>6</sub> =	1,869	C <sub>6</sub> =	47,04	R <sub>6</sub> =	0,079
t <sub>7</sub> =	1,336	C <sub>7</sub> =	33,60	R <sub>7</sub> =	0,080
t <sub>8</sub> =	1,370	C <sub>8</sub> =	33,60	R <sub>8</sub> =	0,082
t <sub>9</sub> =	1,348	C <sub>9</sub> =	33,60	R <sub>9</sub> =	0,080
t <sub>10</sub> =	1,359	C <sub>10</sub> =	33,60	R <sub>10</sub> =	0,081

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad 0,080 \quad \text{h-h/kg}$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad 0,000$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad 0,32 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad 0,094 \quad \text{h-h/kg} \quad \pm \quad 0,003 \quad \text{h-h/kg}$$

Cuadro 6. Muestreo de campo			
Subactividad 1.4 Fabricación y colocación de concreto			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr )	Cantidad (m <sup>3</sup> )
1	00:10:01	0.167	0.20
2	00:09:54	0.165	0.20
3	00:10:12	0.170	0.20
4	00:10:05	0.168	0.20
5	00:10:00	0.167	0.20
6	00:11:53	0.198	0.20
7	00:09:58	0.166	0.20
8	00:09:50	0.164	0.20
9	00:10:08	0.169	0.20



**Figura 15.** Fabricación de concreto placa corrida casa CM-4A



**Figura 16.** Colocación de concreto placa corrida casa CM-4A



**Figura 17.** Fabricación de concreto placa corrida casa CM-80



**Figura 18.** Colocación de concreto placa corrida casa CM-80

**Figura 19.** Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 1.4 Fabricación y Colocación de Concreto

Personal o Cuadrilla: 5 Peones 0 Ayudantes 3 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>3</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>3</sup>
t <sub>1</sub> =	0,167	C <sub>1</sub> =	0,20	R <sub>1</sub> =	6,680
t <sub>2</sub> =	0,165	C <sub>2</sub> =	0,20	R <sub>2</sub> =	6,600
t <sub>3</sub> =	0,170	C <sub>3</sub> =	0,20	R <sub>3</sub> =	6,800
t <sub>4</sub> =	0,168	C <sub>4</sub> =	0,20	R <sub>4</sub> =	6,720
t <sub>5</sub> =	0,167	C <sub>5</sub> =	0,20	R <sub>5</sub> =	6,680
t <sub>6</sub> =	0,198	C <sub>6</sub> =	0,20	R <sub>6</sub> =	7,920
t <sub>7</sub> =	0,166	C <sub>7</sub> =	0,20	R <sub>7</sub> =	6,640
t <sub>8</sub> =	0,164	C <sub>8</sub> =	0,20	R <sub>8</sub> =	6,560
t <sub>9</sub> =	0,169	C <sub>9</sub> =	0,20	R <sub>9</sub> =	6,760

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad 6,680 \quad \text{h-h/m}^3$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad 0,140$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad 2,09 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i. = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	f.i. = 17,65 %
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad 7,859 \quad \text{h-h/m}^3 \quad \pm \quad 0,021 \quad \text{h-h/m}^3$$

# ACTIVIDAD #2

## PLACAS AISLADAS

Cuadro 7. Información general	
<b>Actividad</b>	Placas aisladas
<b>Clima</b>	Soleado - despejado

Cuadro 8. Descripción de la actividad 2 Placas aisladas			
Subactividad	Recursos		
	Cuadrilla	Equipo	Material
Excavación manual	3 peones	Picos, palas, carretillos	Arcilla
Preparación de armadura	2 operarios 1 ayudante	Mesa de armado, grifas, tenazas y guantes	Varilla #2, #3, #4 y alambre negro
Colocación de armadura	1 operario 1 ayudante	Tenazas y guantes	Varilla #2, #3, #4 y alambre negro
Fabricación y colocación de concreto	3 operarios 5 peones	Batidora, palas, cajones, carretillos y vibrador	Arena, piedra y cemento

Cuadro 9. Muestreo de campo			
Subactividad 2.1 Excavación manual			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo Neto (hr )	Cantidad (m <sup>3</sup> )
1	00:56:42	0.945	0.54
2	01:01:30	1.025	0.60
3	00:52:30	0.875	0.48
4	00:47:10	0.786	0.45
5	00:58:26	0.974	0.55
6	01:07:23	1.123	0.64
7	01:21:22	1.356	0.72
8	01:25:34	1.426	0.80
9	01:23:46	1.396	0.75
10	01:39:36	1.660	0.90



Figura 20. Excavación placa aislada casa CM-80



Figura 21. Excavación placa aislada casa CM-64



Figura 22. Excavación placa aislada casa CM-80

**Figura 23. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 2.1 Excavación Manual**

**Personal o Cuadrilla:** 3 Peones                      0 Ayudantes                      0 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>3</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>3</sup>
t <sub>1</sub> =	0,945	C <sub>1</sub> =	0,54	R <sub>1</sub> =	5,250
t <sub>2</sub> =	1,025	C <sub>2</sub> =	0,60	R <sub>2</sub> =	5,125
t <sub>3</sub> =	0,875	C <sub>3</sub> =	0,48	R <sub>3</sub> =	5,469
t <sub>4</sub> =	0,786	C <sub>4</sub> =	0,45	R <sub>4</sub> =	5,240
t <sub>5</sub> =	0,974	C <sub>5</sub> =	0,55	R <sub>5</sub> =	5,313
t <sub>6</sub> =	1,123	C <sub>6</sub> =	0,64	R <sub>6</sub> =	5,264
t <sub>7</sub> =	1,356	C <sub>7</sub> =	0,72	R <sub>7</sub> =	5,650
t <sub>8</sub> =	1,426	C <sub>8</sub> =	0,80	R <sub>8</sub> =	5,348
t <sub>9</sub> =	1,396	C <sub>9</sub> =	0,75	R <sub>9</sub> =	5,584
t <sub>10</sub> =	1,660	C <sub>10</sub> =	0,90	R <sub>10</sub> =	5,533

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad 5,378 \quad \text{h-h/m}^3$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad 0,052$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad 0,96 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad 6,327 \quad \text{h-h/m}^3 \quad \pm \quad 0,010 \quad \text{h-h/m}^3$$

Cuadro 10. Muestreo de campo			
Subactividad 2.2 Preparación de armadura			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr )	Cantidad (kg )
1	00:52:30	0,875	13,44
2	00:54:50	0,914	13,44
3	00:54:18	0,905	13,44
4	00:50:49	0,847	13,44
5	00:51:36	0,860	13,44
6	01:28:41	1,478	23,86
7	01:29:38	1,494	23,86
8	01:30:43	1,512	23,86
9	01:29:17	1,488	23,86
10	01:31:23	1,523	23,86



Figura 24. Preparación de armadura placa aislada casa CM-80



Figura 25. Armadura placa aislada casa CM-64

**Figura26.** Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 2.2 Preparación de Armadura

Personal o Cuadrilla:		0 Peones	1 Ayudantes	2 Operarios	
Tiempos	hrs	Cantidades	kg	Rendimientos	h-h/kg
t <sub>1</sub> =	0,875	C <sub>1</sub> =	13,44	R <sub>1</sub> =	0,195
t <sub>2</sub> =	0,914	C <sub>2</sub> =	13,44	R <sub>2</sub> =	0,204
t <sub>3</sub> =	0,905	C <sub>3</sub> =	13,44	R <sub>3</sub> =	0,202
t <sub>4</sub> =	0,847	C <sub>4</sub> =	13,44	R <sub>4</sub> =	0,189
t <sub>5</sub> =	0,860	C <sub>5</sub> =	13,44	R <sub>5</sub> =	0,192
t <sub>6</sub> =	1,478	C <sub>6</sub> =	23,86	R <sub>6</sub> =	0,186
t <sub>7</sub> =	1,494	C <sub>7</sub> =	23,86	R <sub>7</sub> =	0,188
t <sub>8</sub> =	1,512	C <sub>8</sub> =	23,86	R <sub>8</sub> =	0,190
t <sub>9</sub> =	1,488	C <sub>9</sub> =	23,86	R <sub>9</sub> =	0,187
t <sub>10</sub> =	1,523	C <sub>10</sub> =	23,86	R <sub>10</sub> =	0,191

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad \mathbf{0,192} \quad \text{h-h/kg}$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad \mathbf{0,002}$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad \mathbf{0,97} \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad \mathbf{0,226} \quad \text{h-h/kg} \quad \pm \quad \mathbf{0,010} \quad \text{h-h/kg}$$

Cuadro 11. Muestreo de campo			
Subactividad 2.3 Colocación de armadura			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr )	Cantidad (kg )
1	00:33:54	0,565	13,44
2	00:30:43	0,512	13,44
3	00:32:38	0,544	13,44
4	00:30:58	0,516	13,44
5	00:35:24	0,590	13,44
6	01:04:26	1,074	23,86
7	00:59:53	0,998	23,86
8	00:57:54	0,965	23,86
9	00:56:53	0,948	23,86
10	00:54:25	0,907	23,86



**Figura 27.** Colocación de armadura placa aislada casa CM-64



**Figura 28.** Colocación de armadura placa aislada casa CM-80

**Figura 29. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 2.3 Colocación de Armadura**

Personal o Cuadrilla:		0 Peones	1 Ayudantes	1 Operarios	
Tiempos	hrs	Cantidades	kg	Rendimientos	h-h/kg
t <sub>1</sub> =	0,565	C <sub>1</sub> =	13,44	R <sub>1</sub> =	0,084
t <sub>2</sub> =	0,512	C <sub>2</sub> =	13,44	R <sub>2</sub> =	0,076
t <sub>3</sub> =	0,544	C <sub>3</sub> =	13,44	R <sub>3</sub> =	0,081
t <sub>4</sub> =	0,516	C <sub>4</sub> =	13,44	R <sub>4</sub> =	0,077
t <sub>5</sub> =	0,590	C <sub>5</sub> =	13,44	R <sub>5</sub> =	0,088
t <sub>6</sub> =	1,074	C <sub>6</sub> =	23,86	R <sub>6</sub> =	0,090
t <sub>7</sub> =	0,998	C <sub>7</sub> =	23,86	R <sub>7</sub> =	0,084
t <sub>8</sub> =	0,965	C <sub>8</sub> =	23,86	R <sub>8</sub> =	0,081
t <sub>9</sub> =	0,948	C <sub>9</sub> =	23,86	R <sub>9</sub> =	0,079
t <sub>10</sub> =	0,907	C <sub>10</sub> =	23,86	R <sub>10</sub> =	0,076

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad 0,082 \quad \text{h-h/kg}$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad 0,001$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad 1,77 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad 0,096 \quad \text{h-h/kg} \quad \pm \quad 0,018 \quad \text{h-h/kg}$$

Cuadro 12. Muestreo de campo			
Subactividad 2.4 Fabricación y colocación de concreto			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo ceto (hr)	Cantidad (m <sup>3</sup> )
1	00:10:41	0,178	0.20
2	00:09:54	0,165	0.20
3	00:10:05	0,168	0.20
4	00:09:43	0,162	0.20
5	00:10:01	0,167	0.20
6	00:08:56	0,149	0.20
7	00:09:58	0,166	0.20
8	00:10:48	0,180	0.20
9	00:10:08	0,169	0.20
10	00:10:08	0,169	0.20



**Figura 30.** Fabricación de concreto placa aislada casa CM-80



**Figura 31.** Colocación de concreto placa aislada casa CM-64

**Figura 32.** Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 2.4 Fabricación y Colocación de Concreto

**Personal o Cuadrilla:** 5 Peones 0 Ayudantes 3 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>3</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>3</sup>
t <sub>1</sub> =	0,178	C <sub>1</sub> =	0,20	R <sub>1</sub> =	7,120
t <sub>2</sub> =	0,165	C <sub>2</sub> =	0,20	R <sub>2</sub> =	6,600
t <sub>3</sub> =	0,168	C <sub>3</sub> =	0,20	R <sub>3</sub> =	6,720
t <sub>4</sub> =	0,162	C <sub>4</sub> =	0,20	R <sub>4</sub> =	6,480
t <sub>5</sub> =	0,167	C <sub>5</sub> =	0,20	R <sub>5</sub> =	6,680
t <sub>6</sub> =	0,149	C <sub>6</sub> =	0,20	R <sub>6</sub> =	5,960
t <sub>7</sub> =	0,166	C <sub>7</sub> =	0,20	R <sub>7</sub> =	6,640
t <sub>8</sub> =	0,180	C <sub>8</sub> =	0,20	R <sub>8</sub> =	7,200
t <sub>9</sub> =	0,169	C <sub>9</sub> =	0,20	R <sub>9</sub> =	6,760
t <sub>10</sub> =	0,169	C <sub>10</sub> =	0,20	R <sub>10</sub> =	6,760

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = 6,692 \quad \text{h-h/m}^3$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = 0,102$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = 1,53 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = 7,873 \quad \text{h-h/m}^3 \quad \pm 0,015 \quad \text{h-h/m}^3$$

# ACTIVIDAD #3

## PAREDES DE BLOQUES

<b>Cuadro 13. Información general</b>	
<b>Actividad</b>	Paredes de bloques de concreto
<b>Clima</b>	Soleado - Despejado

<b>Cuadro 14. Descripción de la actividad 3 Paredes de bloques de concreto</b>			
<b>Subactividad</b>	<b>Recursos</b>		
	<b>Cuadrilla</b>	<b>Equipo</b>	<b>Material</b>
Colocación de acero	1 Operario 1 ayudante	Tenazas y guantes	Varilla #2, #3, #4 y alambre negro
Fabricación de mortero de pega	3 peones	Batidora, palas, cajones y carretillos	Arena y cemento
Pega de bloques de concreto	1 operario 1 ayudante	Llaneta y martillo	Bloques y mortero de pega
Fabricación y colocación de concreto	3 operario 5 peones	Batidora, palas, cajones y carretillos	Arena, piedra y cemento

Cuadro 15. Muestreo de campo			
Subactividad 3.1 Colocación de acero			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad (kg)
1	00:23:10	0,386	5.22
2	00:24:43	0,412	5.22
3	00:25:30	0,425	5.22
4	00:23:42	0,395	5.22
5	00:25:19	0,422	5.22
6	00:24:36	0,410	5.22
7	00:25:08	0,419	5.22
8	00:25:48	0,430	5.22
9	00:22:41	0,378	5.22
10	00:22:12	0,370	5.22



**Figura 33.** Colocación de acero vertical casa CM-4A



**Figura 34.** Colocación de acero vertical casa CM-4A



**Figura 34.** Colocación de acero vertical casa CM-80

**Figura 35. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 3.1 Colocación de Acero**

Personal o Cuadrilla:		0 Peones	1 Ayudantes	1 Operarios
<b>Tiempos</b>	<b>hrs</b>	<b>Cantidades</b>	<b>kg</b>	<b>Rendimientos</b>
t <sub>1</sub> =	0,386	C <sub>1</sub> =	5,22	R <sub>1</sub> =
t <sub>2</sub> =	0,412	C <sub>2</sub> =	5,22	R <sub>2</sub> =
t <sub>3</sub> =	0,425	C <sub>3</sub> =	5,22	R <sub>3</sub> =
t <sub>4</sub> =	0,395	C <sub>4</sub> =	5,22	R <sub>4</sub> =
t <sub>5</sub> =	0,422	C <sub>5</sub> =	5,22	R <sub>5</sub> =
t <sub>6</sub> =	0,410	C <sub>6</sub> =	5,22	R <sub>6</sub> =
t <sub>7</sub> =	0,419	C <sub>7</sub> =	5,22	R <sub>7</sub> =
t <sub>8</sub> =	0,430	C <sub>8</sub> =	5,22	R <sub>8</sub> =
t <sub>9</sub> =	0,378	C <sub>9</sub> =	5,22	R <sub>9</sub> =
t <sub>10</sub> =	0,370	C <sub>10</sub> =	5,22	R <sub>10</sub> =
<b>Cálculo de la Media Aritmética</b>				
$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n}$		<b>R =</b>	<b>0,155</b>	<b>h-h/kg</b>
<b>Cálculo de la Desviación Estándar</b>				
$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n}$		<b>σ =</b>	<b>0,002</b>	
<b>Cálculo del Coeficiente de Variación</b>				
$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100$		<b>C.V. =</b>	<b>1,56</b>	<b>%</b>
<b>Cálculo del Factor de Incremento</b>				
Café	0,25 hr	<b>h.d =</b>	<b>10</b>	<b>hr</b>
Almuerzo	0,50 hr			
Café	0,25 hr			
S.S.	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. =</b>	<b>17,65</b>
Otros	0,25 hr			<b>%</b>
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>			
<b>Cálculo del Rendimiento Real</b>				
$R = R (1 + f.i.)$		<b>R =</b>	<b>0,182</b>	<b>h-h/kg ± 0,016 h-h/kg</b>

<b>Cuadro 16. Muestreo de campo</b>			
<b>Subactividad 3.2 Fabricación de mortero de pega</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo Neto (hr)</b>	<b>Cantidad (m<sup>3</sup>)</b>
1	00:05:02	0.084	0.23
2	00:05:02	0.084	0.23
3	00:05:06	0.085	0.23
4	00:05:13	0.087	0.23
5	00:05:02	0.084	0.23
6	00:05:10	0.086	0.23
7	00:05:13	0.087	0.23
8	00:05:24	0.090	0.23
9	00:05:02	0.084	0.23
10	00:05:28	0.091	0.23



**Figura 36.** Batidora para la fabricación del mortero de pega

**Figura 37. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 3.2 Fabricación de Mortero de Pega**

**Personal o Cuadrilla:** 3 Peones 0 Ayudantes 0 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>3</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>3</sup>
t <sub>1</sub> =	0,084	C <sub>1</sub> =	0,23	R <sub>1</sub> =	1,096
t <sub>2</sub> =	0,084	C <sub>2</sub> =	0,23	R <sub>2</sub> =	1,096
t <sub>3</sub> =	0,085	C <sub>3</sub> =	0,23	R <sub>3</sub> =	1,109
t <sub>4</sub> =	0,087	C <sub>4</sub> =	0,23	R <sub>4</sub> =	1,135
t <sub>5</sub> =	0,084	C <sub>5</sub> =	0,23	R <sub>5</sub> =	1,096
t <sub>6</sub> =	0,086	C <sub>6</sub> =	0,23	R <sub>6</sub> =	1,122
t <sub>7</sub> =	0,087	C <sub>7</sub> =	0,23	R <sub>7</sub> =	1,135
t <sub>8</sub> =	0,090	C <sub>8</sub> =	0,23	R <sub>8</sub> =	1,174
t <sub>9</sub> =	0,084	C <sub>9</sub> =	0,23	R <sub>9</sub> =	1,096
t <sub>10</sub> =	0,091	C <sub>10</sub> =	0,23	R <sub>10</sub> =	1,187

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = 1,124 \quad \text{h-h/m}^3$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = 0,010$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = 0,90 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = 1,323 \quad \text{h-h/m}^3 \quad \pm 0,009 \quad \text{h-h/m}^3$$

Cuadro 17. Muestreo de campo			
Subactividad 3.3 Pega de bloques de concreto			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad (m <sup>2</sup> )
1	00:28:01	0.467	1.00
2	00:34:41	0.578	1.25
3	00:41:02	0.684	1.40
4	00:22:26	0.374	0.80
5	00:28:12	0.470	1.00
6	00:35:04	0.584	1.25
7	00:42:04	0.701	1.40
8	00:24:14	0.404	0.80
9	00:27:54	0.465	1.00
10	00:37:23	0.623	1.25



**Figura 38.** Pega de bloques de concreto casa CM-04



**Figura 39.** Pega de bloques de concreto casa CM-80

**Figura 40. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 3.3 Pega de Bloques**

Personal o Cuadrilla:		0 Peones	1 Ayudantes	1 Operarios
<b>Tiempos</b>	<b>hrs</b>	<b>Cantidades</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Rendimientos</b>
t <sub>1</sub> =	0,467	C <sub>1</sub> =	1,00	R <sub>1</sub> =
t <sub>2</sub> =	0,578	C <sub>2</sub> =	1,25	R <sub>2</sub> =
t <sub>3</sub> =	0,684	C <sub>3</sub> =	1,40	R <sub>3</sub> =
t <sub>4</sub> =	0,374	C <sub>4</sub> =	0,80	R <sub>4</sub> =
t <sub>5</sub> =	0,470	C <sub>5</sub> =	1,00	R <sub>5</sub> =
t <sub>6</sub> =	0,584	C <sub>6</sub> =	1,25	R <sub>6</sub> =
t <sub>7</sub> =	0,701	C <sub>7</sub> =	1,40	R <sub>7</sub> =
t <sub>8</sub> =	0,404	C <sub>8</sub> =	0,80	R <sub>8</sub> =
t <sub>9</sub> =	0,465	C <sub>9</sub> =	1,00	R <sub>9</sub> =
t <sub>10</sub> =	0,623	C <sub>10</sub> =	1,25	R <sub>10</sub> =
				<b>h-h/m<sup>2</sup></b>
				0,934
				0,925
				0,977
				0,935
				0,940
				0,934
				1,001
				1,010
				0,930
				0,997
<b>Cálculo de la Media Aritmética</b>				
$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n}$		<b>R =</b>	<b>0,958</b>	<b>h-h/m<sup>2</sup></b>
<b>Cálculo de la Desviación Estándar</b>				
$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n}$		<b>σ =</b>	<b>0,010</b>	
<b>Cálculo del Coeficiente de Variación</b>				
$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100$		<b>C.V. =</b>	<b>1,06</b>	<b>%</b>
<b>Cálculo del Factor de Incremento</b>				
Café	0,25 hr	<b>h.d =</b>	<b>10</b>	<b>hr</b>
Almuerzo	0,50 hr			
Café	0,25 hr			
S.S.	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$		
Otros	0,25 hr		<b>f.i. =</b>	<b>17,65 %</b>
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>			
<b>Cálculo del Rendimiento Real</b>				
$R = R (1 + f.i.)$		<b>R =</b>	<b>1,127</b>	<b>h-h/m<sup>2</sup> ± 0,011 h-h/m<sup>2</sup></b>

Cuadro 18. Muestreo de campo			
Subactividad 3.4 Fabricación y colocación de concreto			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad (m <sup>3</sup> )
1	00:10:41	0,178	0,23
2	00:09:54	0,165	0,23
3	00:10:05	0,168	0,23
4	00:09:43	0,162	0,23
5	00:10:01	0,167	0,23
6	00:08:56	0,149	0,23
7	00:09:58	0,166	0,23
8	00:10:48	0,180	0,23
9	00:10:08	0,169	0,23
10	00:10:08	0,169	0,23



**Figura 41.** Fabricación de concreto casa CM-04



**Figura 42.** Colocación de concreto casa CM-04

**Figura 43.** Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 3.4 Fabricación y Colocación de Concreto

Personal o Cuadrilla:		5 Peones	0 Ayudantes	3 Operarios	
Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>3</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>3</sup>
t <sub>1</sub> =	0,178	C <sub>1</sub> =	0,23	R <sub>1</sub> =	6,191
t <sub>2</sub> =	0,165	C <sub>2</sub> =	0,23	R <sub>2</sub> =	5,739
t <sub>3</sub> =	0,168	C <sub>3</sub> =	0,23	R <sub>3</sub> =	5,843
t <sub>4</sub> =	0,162	C <sub>4</sub> =	0,23	R <sub>4</sub> =	5,635
t <sub>5</sub> =	0,167	C <sub>5</sub> =	0,23	R <sub>5</sub> =	5,809
t <sub>6</sub> =	0,149	C <sub>6</sub> =	0,23	R <sub>6</sub> =	5,183
t <sub>7</sub> =	0,166	C <sub>7</sub> =	0,23	R <sub>7</sub> =	5,774
t <sub>8</sub> =	0,180	C <sub>8</sub> =	0,23	R <sub>8</sub> =	6,261
t <sub>9</sub> =	0,169	C <sub>9</sub> =	0,23	R <sub>9</sub> =	5,878
t <sub>10</sub> =	0,169	C <sub>10</sub> =	0,23	R <sub>10</sub> =	5,878

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = 5,819 \quad \text{h-h/m}^3$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = 0,089$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = 1,53 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i. = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = 6,846 \quad \text{h-h/m}^3 \quad \pm 0,015 \quad \text{h-h/m}^3$$

# ACTIVIDAD #4

## COLUMNAS RECTANGULARES

Cuadro 19. Información general	
<b>Actividad</b>	Columnas rectangulares
<b>Clima</b>	Soleado - Despejado

Cuadro 20. Descripción de la actividad 4 Columnas rectangulares			
Subactividad	Recursos		
	Cuadrilla	Equipo	Material
Preparación de armadura	2 operarios 1 ayudante	Mesa de armado, grifas, tenazas y guantes	Varilla #2, #3, #4 y alambre negro
Colocación de armadura	2 operarios 1 ayudante	Tenazas y guantes	Varilla #2, #3, #4 y alambre negro
Preparación y colocación de formaleta	2 operarios	SERRUCHO, martillo, tenaza y guantes	Tablas, reglas, clavos, varilla #3 y alambre negro
Fabricación y colocación de concreto	3 operarios 5 peones	Batidora, palas, cajones, carretillos y vibrador	Arena, piedra y cemento
Desencofrado	2 operarios	Martillo, tenaza y guantes	Tablas, reglas, clavos, varilla #3 y alambre negro

<b>Cuadro 21. Muestreo de campo</b>			
<b>Subactividad 4.1 Preparación de armadura</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (kg)</b>
1	01:21:14	1.354	26.88
2	01:22:34	1.376	26.88
3	01:20:53	1.348	26.88
4	01:27:07	1.452	26.88
5	01:16:48	1.280	25.40
6	01:17:31	1.292	25.40
7	01:17:13	1.287	25.40
8	03:29:02	3.484	69.38
9	03:27:36	3,460	69.38
10	03:28:30	3,475	69.38



**Figura 44.** Preparación de armadura casa CM-04



**Figura 45.** Preparación de armadura casa CM-64

**Figura 46. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 4.1 Preparación de Armadura**

**Personal o Cuadrilla:**                      0 Peones                                      1 Ayudantes                                      2 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	kg	Rendimientos	h-h/kg
t <sub>1</sub> =	1,354	C <sub>1</sub> =	26,88	R <sub>1</sub> =	0,151
t <sub>2</sub> =	1,376	C <sub>2</sub> =	26,88	R <sub>2</sub> =	0,154
t <sub>3</sub> =	1,348	C <sub>3</sub> =	26,88	R <sub>3</sub> =	0,150
t <sub>4</sub> =	1,452	C <sub>4</sub> =	26,88	R <sub>4</sub> =	0,162
t <sub>5</sub> =	1,280	C <sub>5</sub> =	25,40	R <sub>5</sub> =	0,151
t <sub>6</sub> =	1,292	C <sub>6</sub> =	25,40	R <sub>6</sub> =	0,153
t <sub>7</sub> =	1,287	C <sub>7</sub> =	25,40	R <sub>7</sub> =	0,152
t <sub>8</sub> =	3,484	C <sub>8</sub> =	69,38	R <sub>8</sub> =	0,151
t <sub>9</sub> =	3,460	C <sub>9</sub> =	69,38	R <sub>9</sub> =	0,150
t <sub>10</sub> =	3,475	C <sub>10</sub> =	69,38	R <sub>10</sub> =	0,150

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad 0,152 \quad \text{h-h/kg}$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad 0,001$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad 0,71 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad 0,179 \quad \text{h-h/kg} \quad \pm \quad 0,007 \quad \text{h-h/kg}$$

<b>Cuadro 22. Muestreo de campo</b>			
<b>Subactividad 4.2 Colocación de armadura</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (kg)</b>
1	02:10:01	2.167	26.88
2	02:10:26	2.174	26.88
3	02:10:08	2.169	26.88
4	02:11:06	2.185	26.88
5	02:03:00	2.050	25.40
6	02:02:53	2.048	25.40
7	02:03:07	2.052	25.40
8	05:35:46	5,596	69.38
9	05:36:36	5,610	69.38
10	05:35:53	5,598	69.38



**Figura 47.** Colocación de armadura casa CM-64



**Figura 48.** Colocación de armadura casa CM-64

**Figura 49. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 4.2 Colocación de Armadura**

**Personal o Cuadrilla:**                      0 Peones                                      1 Ayudantes                                      2 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	kg	Rendimientos	h-h/kg
t <sub>1</sub> =	2,167	C <sub>1</sub> =	26,88	R <sub>1</sub> =	0,242
t <sub>2</sub> =	2,174	C <sub>2</sub> =	26,88	R <sub>2</sub> =	0,243
t <sub>3</sub> =	2,169	C <sub>3</sub> =	26,88	R <sub>3</sub> =	0,242
t <sub>4</sub> =	2,185	C <sub>4</sub> =	26,88	R <sub>4</sub> =	0,244
t <sub>5</sub> =	2,050	C <sub>5</sub> =	25,40	R <sub>5</sub> =	0,242
t <sub>6</sub> =	2,048	C <sub>6</sub> =	25,40	R <sub>6</sub> =	0,242
t <sub>7</sub> =	2,052	C <sub>7</sub> =	25,40	R <sub>7</sub> =	0,242
t <sub>8</sub> =	5,596	C <sub>8</sub> =	69,38	R <sub>8</sub> =	0,242
t <sub>9</sub> =	5,610	C <sub>9</sub> =	69,38	R <sub>9</sub> =	0,243
t <sub>10</sub> =	5,598	C <sub>10</sub> =	69,38	R <sub>10</sub> =	0,242

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad 0,242 \quad \text{h-h/kg}$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad 0,000$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad 0,07 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad 0,285 \quad \text{h-h/kg} \quad \pm \quad 0,001 \quad \text{h-h/kg}$$

<b>Cuadro 23. Muestreo de campo</b>			
<b>Subactividad 4.3 Preparación y colocación de formaleta</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (m<sup>2</sup>)</b>
1	00:28:41	0,478	0,48
2	00:27:18	0,455	0,48
3	00:28:48	0,480	0,48
4	00:23:17	0,388	0,40
5	00:23:31	0,392	0,40
6	00:24:54	0,415	0,40
7	00:39:18	0,655	0,64
8	00:37:55	0,632	0,64
9	00:38:38	0,644	0,64
10	00:37:30	0,625	0,64



**Figura 51.** Preparación de formaleta casa CM-4A



**Figura 50.** Colocación de formaleta casa CM-64

**Figura 52.** Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 4.3 Preparación y Colocación de Formaleta

Personal o Cuadrilla:		0 Peones	0 Ayudantes	2 Operarios
Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>2</sup>	Rendimientos h-h/m <sup>2</sup>
t <sub>1</sub> =	0,478	C <sub>1</sub> =	0,48	R <sub>1</sub> = 1,992
t <sub>2</sub> =	0,455	C <sub>2</sub> =	0,48	R <sub>2</sub> = 1,896
t <sub>3</sub> =	0,480	C <sub>3</sub> =	0,48	R <sub>3</sub> = 2,000
t <sub>4</sub> =	0,388	C <sub>4</sub> =	0,40	R <sub>4</sub> = 1,940
t <sub>5</sub> =	0,392	C <sub>5</sub> =	0,40	R <sub>5</sub> = 1,960
t <sub>6</sub> =	0,415	C <sub>6</sub> =	0,40	R <sub>6</sub> = 2,075
t <sub>7</sub> =	0,655	C <sub>7</sub> =	0,64	R <sub>7</sub> = 2,047
t <sub>8</sub> =	0,632	C <sub>8</sub> =	0,64	R <sub>8</sub> = 1,975
t <sub>9</sub> =	0,644	C <sub>9</sub> =	0,64	R <sub>9</sub> = 2,013
t <sub>10</sub> =	0,625	C <sub>10</sub> =	0,64	R <sub>10</sub> = 1,953

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = 1,985 \quad \text{h-h/m}^2$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = 0,016$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = 0,79 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i. = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = 2,335 \quad \text{h-h/m}^2 \quad \pm 0,008 \quad \text{h-h/m}^2$$

Cuadro 24. Muestreo de campo			
Subactividad 4.4 Fabricación y colocación de concreto			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo Neto (hr)	Cantidad (m <sup>3</sup> )
1	00:10:13	0.170	0.20
2	00:10:19	0.172	0.20
3	00:11:17	0.188	0.20
4	00:10:30	0.175	0.20
5	00:10:59	0.183	0.20
6	00:10:41	0.178	0.20
7	00:10:48	0.180	0.20
8	00:11:02	0.184	0.20
9	00:10:13	0.170	0.20
10	00:10:20	0.172	0.20



Figura 53. Fabricación de concreto casa CM-4A



Figura 54. Fabricación de concreto casa CM-4A

**Figura 55.** Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 4.4 Fabricación y Colocación de Concreto

**Personal o Cuadrilla:** 5 Peones 0 Ayudantes 3 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>3</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>3</sup>
t <sub>1</sub> =	0,170	C <sub>1</sub> =	0,20	R <sub>1</sub> =	6,800
t <sub>2</sub> =	0,172	C <sub>2</sub> =	0,20	R <sub>2</sub> =	6,880
t <sub>3</sub> =	0,188	C <sub>3</sub> =	0,20	R <sub>3</sub> =	7,520
t <sub>4</sub> =	0,175	C <sub>4</sub> =	0,20	R <sub>4</sub> =	7,000
t <sub>5</sub> =	0,183	C <sub>5</sub> =	0,20	R <sub>5</sub> =	7,320
t <sub>6</sub> =	0,178	C <sub>6</sub> =	0,20	R <sub>6</sub> =	7,120
t <sub>7</sub> =	0,180	C <sub>7</sub> =	0,20	R <sub>7</sub> =	7,200
t <sub>8</sub> =	0,184	C <sub>8</sub> =	0,20	R <sub>8</sub> =	7,360
t <sub>9</sub> =	0,170	C <sub>9</sub> =	0,20	R <sub>9</sub> =	6,800
t <sub>10</sub> =	0,172	C <sub>10</sub> =	0,20	R <sub>10</sub> =	6,880

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = 7,088 \quad \text{h-h/m}^3$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = 0,077$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = 1,08 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i. = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	f.i. = 17,65 %
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = 8,339 \quad \text{h-h/m}^3 \quad \pm 0,011 \quad \text{h-h/m}^3$$

<b>Cuadro 25. Muestreo de campo</b>			
<b>Subactividad 4.5 Desencofrado</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (m<sup>2</sup>)</b>
1	00:02:53	0,048	0,48
2	00:03:18	0,055	0,48
3	00:02:56	0,049	0,48
4	00:02:31	0,042	0,40
5	00:03:00	0,050	0,40
6	00:02:46	0,046	0,40
7	00:04:01	0,067	0,64
8	00:04:26	0,074	0,64
9	00:04:08	0,069	0,64
10	00:04:12	0,070	0,64



**Figura 56.** Desencofrado de columnas casa CM-04



**Figura 57.** Desencofrado de columnas casa CM-80

**Figura 58. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 4.5 Desencofrado**

**Personal o Cuadrilla:**                      0 Peones                                      0 Ayudantes                                      2 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>2</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>2</sup>
t <sub>1</sub> =	0,048	C <sub>1</sub> =	0,48	R <sub>1</sub> =	0,200
t <sub>2</sub> =	0,055	C <sub>2</sub> =	0,48	R <sub>2</sub> =	0,229
t <sub>3</sub> =	0,049	C <sub>3</sub> =	0,48	R <sub>3</sub> =	0,204
t <sub>4</sub> =	0,042	C <sub>4</sub> =	0,40	R <sub>4</sub> =	0,210
t <sub>5</sub> =	0,050	C <sub>5</sub> =	0,40	R <sub>5</sub> =	0,250
t <sub>6</sub> =	0,046	C <sub>6</sub> =	0,40	R <sub>6</sub> =	0,230
t <sub>7</sub> =	0,067	C <sub>7</sub> =	0,64	R <sub>7</sub> =	0,209
t <sub>8</sub> =	0,074	C <sub>8</sub> =	0,64	R <sub>8</sub> =	0,231
t <sub>9</sub> =	0,069	C <sub>9</sub> =	0,64	R <sub>9</sub> =	0,216
t <sub>10</sub> =	0,070	C <sub>10</sub> =	0,64	R <sub>10</sub> =	0,219

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad 0,219 \quad \text{h-h/m}^2$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad 0,005$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad 2,10 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad 0,257 \quad \text{h-h/m}^2 \quad \pm \quad 0,021 \quad \text{h-h/m}^2$$

# ACTIVIDAD #5

## COLUMNAS CIRCULARES

Cuadro 17. Información general	
<b>Actividad</b>	Columnas circulares
<b>Clima</b>	Soleado - Despejado

Cuadro 18. Descripción de la actividad 5 Columnas circulares			
Subactividad	Recursos		
	Cuadrilla	Equipo	Material
Preparación de armadura	2 operarios 1 ayudante	Mesa de armado, grifas, tenazas y guantes	Varilla #2, #3, #4 y alambre negro
Colocación de armadura	2 operarios 1 ayudante	Tenazas y guantes	Varilla #2, #3, #4 y alambre negro
Preparación y colocación de formaleta	2 operarios	SERRUCHO, martillo, tenaza y guantes	Tablas, reglas, clavos, varilla #3 y alambre negro
Fabricación y colocación de concreto	3 operarios 5 peones	Batidora, palas, cajones, carretillos y vibrador	Arena, piedra y cemento
Desencofrado	2 operarios	Martillo, tenaza y guantes	Tablas, reglas, clavos, varilla #3 y alambre negro

Cuadro 28. Muestreo de campo			
Subactividad 5.1 Preparación de armadura			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad (kg)
1	02:14:02	2.234	26.88
2	02:16:53	2.283	26.88
3	02:14:53	2.248	26.88
4	02:18:04	2.301	26.88
5	02:18:22	2.306	26.88
6	04:12:50	4.214	50.74
7	04:13:01	4.217	50.74
8	04:12:11	4.203	50.74
9	04:12:36	4.210	50.74
10	04:12:54	4.215	50.74



Figura 59. Preparación de armadura casa CM-80



Figura 60. Preparación de armadura casa CM-80

**Figura 61. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 5.1 Preparación de Armadura**

**Personal o Cuadrilla:**                      0 Peones                                      1 Ayudantes                                      2 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	kg	Rendimientos	h-h/kg
t <sub>1</sub> =	2,234	C <sub>1</sub> =	26,88	R <sub>1</sub> =	0,249
t <sub>2</sub> =	2,283	C <sub>2</sub> =	26,88	R <sub>2</sub> =	0,255
t <sub>3</sub> =	2,248	C <sub>3</sub> =	26,88	R <sub>3</sub> =	0,251
t <sub>4</sub> =	2,301	C <sub>4</sub> =	26,88	R <sub>4</sub> =	0,257
t <sub>5</sub> =	2,306	C <sub>5</sub> =	26,88	R <sub>5</sub> =	0,257
t <sub>6</sub> =	4,214	C <sub>6</sub> =	50,74	R <sub>6</sub> =	0,249
t <sub>7</sub> =	4,217	C <sub>7</sub> =	50,74	R <sub>7</sub> =	0,249
t <sub>8</sub> =	4,203	C <sub>8</sub> =	50,74	R <sub>8</sub> =	0,249
t <sub>9</sub> =	4,210	C <sub>9</sub> =	50,74	R <sub>9</sub> =	0,249
t <sub>10</sub> =	4,215	C <sub>10</sub> =	50,74	R <sub>10</sub> =	0,249

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad \mathbf{0,251} \quad \text{h-h/kg}$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad \mathbf{0,001}$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad \mathbf{0,42} \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad \mathbf{0,296} \quad \text{h-h/kg} \quad \pm \quad \mathbf{0,004} \quad \text{h-h/kg}$$

Cuadro 29. Muestreo de campo			
Subactividad 5.2 Colocación de armadura			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad (kg)
1	02:16:26	2,274	26,88
2	02:21:00	2,350	26,88
3	02:17:06	2,285	26,88
4	02:17:49	2,297	26,88
5	02:15:00	2,250	26,88
6	04:29:13	4,487	50,74
7	04:25:34	4,426	50,74
8	04:21:00	4,350	50,74
9	04:22:37	4,377	50,74
10	04:25:12	4,420	50,74



**Figura 62.** Colocación de armadura casa CM-80



**Figura 63.** Colocación de armadura casa CM-80

**Figura 64.** Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 5.2 Colocación de Armadura

**Personal o Cuadrilla:**                      0 Peones                                      1 Ayudantes                                      2 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	kg	Rendimientos	h-h/kg
t <sub>1</sub> =	2,274	C <sub>1</sub> =	26,88	R <sub>1</sub> =	0,254
t <sub>2</sub> =	2,350	C <sub>2</sub> =	26,88	R <sub>2</sub> =	0,262
t <sub>3</sub> =	2,285	C <sub>3</sub> =	26,88	R <sub>3</sub> =	0,255
t <sub>4</sub> =	2,297	C <sub>4</sub> =	26,88	R <sub>4</sub> =	0,256
t <sub>5</sub> =	2,250	C <sub>5</sub> =	26,88	R <sub>5</sub> =	0,251
t <sub>6</sub> =	4,487	C <sub>6</sub> =	50,74	R <sub>6</sub> =	0,265
t <sub>7</sub> =	4,426	C <sub>7</sub> =	50,74	R <sub>7</sub> =	0,262
t <sub>8</sub> =	4,350	C <sub>8</sub> =	50,74	R <sub>8</sub> =	0,257
t <sub>9</sub> =	4,377	C <sub>9</sub> =	50,74	R <sub>9</sub> =	0,259
t <sub>10</sub> =	4,420	C <sub>10</sub> =	50,74	R <sub>10</sub> =	0,261

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad \mathbf{0,258} \quad \text{h-h/kg}$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad \mathbf{0,001}$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad \mathbf{0,51} \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad \mathbf{0,304} \quad \text{h-h/kg} \quad \pm \quad \mathbf{0,005} \quad \text{h-h/kg}$$

Cuadro 30. Muestreo de campo			
Subactividad 5.3 Preparación y colocación de formaleta			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad (m <sup>2</sup> )
1	02:03:14	2,054	1,57
2	01:59:20	1,989	1,57
3	01:59:42	1,995	1,57
4	02:02:24	2,040	1,57
5	02:40:48	2,068	1,57
6	01:01:01	1,017	0,78
7	01:05:02	1,084	0,78
8	01:02:24	1,005	0,78
9	01:01:41	1,028	0,78
10	01:03:54	1,065	0,78



Figura 65. Colocación de formaleta casa CM-80



Figura 66. Colocación de formaleta casa CM-80

**Figura 67.** Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 5.3 Preparación y Colocación de Formaleta

Personal o Cuadrilla:		0 Peones	0 Ayudantes	2 Operarios	
Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>2</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>2</sup>
t <sub>1</sub> =	2,054	C <sub>1</sub> =	1,57	R <sub>1</sub> =	2,617
t <sub>2</sub> =	1,989	C <sub>2</sub> =	1,57	R <sub>2</sub> =	2,534
t <sub>3</sub> =	1,995	C <sub>3</sub> =	1,57	R <sub>3</sub> =	2,541
t <sub>4</sub> =	2,040	C <sub>4</sub> =	1,57	R <sub>4</sub> =	2,599
t <sub>5</sub> =	2,068	C <sub>5</sub> =	1,57	R <sub>5</sub> =	2,634
t <sub>6</sub> =	1,017	C <sub>6</sub> =	0,78	R <sub>6</sub> =	2,608
t <sub>7</sub> =	1,084	C <sub>7</sub> =	0,78	R <sub>7</sub> =	2,779
t <sub>8</sub> =	1,005	C <sub>8</sub> =	0,78	R <sub>8</sub> =	2,577
t <sub>9</sub> =	1,028	C <sub>9</sub> =	0,78	R <sub>9</sub> =	2,636
t <sub>10</sub> =	1,065	C <sub>10</sub> =	0,78	R <sub>10</sub> =	2,731

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad 2,626 \quad \text{h-h/m}^2$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad 0,023$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad 0,88 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i. = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	f.i. = 17,65 %
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad 3,089 \quad \text{h-h/m}^2 \quad \pm \quad 0,009 \quad \text{h-h/m}^2$$

<b>Cuadro 31. Muestreo de Campo</b>			
<b>Subactividad 5.4 Fabricación y colocación de concreto</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (m<sup>3</sup>)</b>
1	00:10:48	0,180	0,20
2	00:10:19	0,172	0,20
3	00:11:02	0,184	0,20
4	00:11:17	0,188	0,20
5	00:10:30	0,175	0,20
6	00:10:13	0,170	0,20
7	00:10:19	0,172	0,20
8	00:10:59	0,183	0,20
9	00:10:41	0,178	0,20
10	00:10:13	0,170	0,20



**Figura 68.** Fabricación de concreto casa CM-80



**Figura 69.** Fabricación de concreto casa CM-80

**Figura 70.** Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 5.4 Fabricación y Colocación de Concreto

Personal o Cuadrilla:		5 Peones	0 Ayudantes	3 Operarios	
Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>3</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>3</sup>
t <sub>1</sub> =	0,180	C <sub>1</sub> =	0,20	R <sub>1</sub> =	7,200
t <sub>2</sub> =	0,172	C <sub>2</sub> =	0,20	R <sub>2</sub> =	6,880
t <sub>3</sub> =	0,184	C <sub>3</sub> =	0,20	R <sub>3</sub> =	7,360
t <sub>4</sub> =	0,188	C <sub>4</sub> =	0,20	R <sub>4</sub> =	7,520
t <sub>5</sub> =	0,175	C <sub>5</sub> =	0,20	R <sub>5</sub> =	7,000
t <sub>6</sub> =	0,170	C <sub>6</sub> =	0,20	R <sub>6</sub> =	6,800
t <sub>7</sub> =	0,172	C <sub>7</sub> =	0,20	R <sub>7</sub> =	6,880
t <sub>8</sub> =	0,183	C <sub>8</sub> =	0,20	R <sub>8</sub> =	7,320
t <sub>9</sub> =	0,178	C <sub>9</sub> =	0,20	R <sub>9</sub> =	7,120
t <sub>10</sub> =	0,170	C <sub>10</sub> =	0,20	R <sub>10</sub> =	6,800

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = 7,088 \quad \text{h-h/m}^3$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = 0,077$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = 1,08 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	f.i. = 17,65 %
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = 8,339 \quad \text{h-h/m}^3 \quad \pm 0,011 \quad \text{h-h/m}^3$$

<b>Cuadro 32. Muestreo de Campo</b>			
<b>Subactividad 5.5 Desencofrado</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (m<sup>2</sup>)</b>
1	00:12:14	0,204	1,57
2	00:11:38	0,194	1,57
3	00:12:43	0,212	1,57
4	00:11:53	0,198	1,57
5	00:12:29	0,208	1,57
6	00:06:36	0,110	0,78
7	00:06:07	0,102	0,78
8	00:05:53	0,098	0,78
9	00:05:42	0,095	0,78
10	00:07:19	0,122	0,78



**Figura 71.** Desencofrado columna circular casa CM-80



**Figura 72.** Desencofrado columna circular casa CM-80

**Figura 73. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 5.5 Desencofrado**

**Personal o Cuadrilla:**                      0 Peones                      0 Ayudantes                      2 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>2</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>2</sup>
t <sub>1</sub> =	0,204	C <sub>1</sub> =	1,57	R <sub>1</sub> =	0,260
t <sub>2</sub> =	0,194	C <sub>2</sub> =	1,57	R <sub>2</sub> =	0,247
t <sub>3</sub> =	0,212	C <sub>3</sub> =	1,57	R <sub>3</sub> =	0,270
t <sub>4</sub> =	0,198	C <sub>4</sub> =	1,57	R <sub>4</sub> =	0,252
t <sub>5</sub> =	0,208	C <sub>5</sub> =	1,57	R <sub>5</sub> =	0,265
t <sub>6</sub> =	0,110	C <sub>6</sub> =	0,78	R <sub>6</sub> =	0,282
t <sub>7</sub> =	0,102	C <sub>7</sub> =	0,78	R <sub>7</sub> =	0,262
t <sub>8</sub> =	0,098	C <sub>8</sub> =	0,78	R <sub>8</sub> =	0,251
t <sub>9</sub> =	0,095	C <sub>9</sub> =	0,78	R <sub>9</sub> =	0,244
t <sub>10</sub> =	0,122	C <sub>10</sub> =	0,78	R <sub>10</sub> =	0,313

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad \mathbf{0,265} \quad \text{h-h/m}^2$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad \mathbf{0,006}$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad \mathbf{2,32} \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad \mathbf{0,311} \quad \text{h-h/m}^2 \quad \pm \quad \mathbf{0,023} \quad \text{h-h/m}^2$$

# ACTIVIDAD #6

## VIGA MEDIANERA Y CORONA

<b>Cuadro 21. Información general</b>	
<b>Actividad</b>	Viga medianera y corona
<b>Clima</b>	Soleado - Despejado

<b>Cuadro 22. Descripción de la actividad 6 Viga medianera y corona</b>			
<b>Subactividad</b>	<b>Recursos</b>		
	<b>Cuadrilla</b>	<b>Equipo</b>	<b>Material</b>
Preparación de armadura	2 operarios 1 ayudante	Mesa de armado, grifas, tenazas y guantes	Varilla #2, #3, #4 y alambre negro
Colocación de armadura	1 operario 1 ayudante	Tenazas y guantes	Varilla #2, #3, #4 y alambre negro
Preparación y colocación de formaleta	2 operarios	SERRUCHO, martillo, tenaza y guantes	Tablas, reglas, clavos, varilla #3 y alambre negro
Fabricación y colocación de concreto	3 operarios 5 peones	Batidora, palas, cajones, carretillos y vibrador	Arena, piedra y cemento
Desencofrado	2 operarios	Martillo, tenaza y guantes	Tablas, reglas, clavos, varilla #3 y alambre negro

<b>Cuadro 35. Muestreo de campo</b>			
<b>Subactividad 6.1 Preparación de armadura</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (kg)</b>
1	00:44:01	0.734	21.72
2	00:44:24	0.740	21.72
3	00:44:13	0.737	21.72
4	00:44:49	0.747	21.72
5	00:45:25	0.757	21.72
6	00:44:31	0.742	21.72
7	01:21:32	1.359	39.89
8	01:27:07	1.452	42.51
9	01:26:38	1.444	42.51
10	01:26:56	1.449	42.51



**Figura 74.** Preparación de armadura casa CM-80



**Figura 75.** Preparación de armadura casa CM-80

**Figura 76. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 6.1 Preparación de Armadura**

Personal o Cuadrilla:		0 Peones	1 Ayudantes	2 Operarios	
Tiempos	hrs	Cantidades	kg	Rendimientos	h-h/kg
t <sub>1</sub> =	0,734	C <sub>1</sub> =	21,72	R <sub>1</sub> =	0,101
t <sub>2</sub> =	0,740	C <sub>2</sub> =	21,72	R <sub>2</sub> =	0,102
t <sub>3</sub> =	0,737	C <sub>3</sub> =	21,72	R <sub>3</sub> =	0,102
t <sub>4</sub> =	0,747	C <sub>4</sub> =	21,72	R <sub>4</sub> =	0,103
t <sub>5</sub> =	0,757	C <sub>5</sub> =	21,72	R <sub>5</sub> =	0,105
t <sub>6</sub> =	0,742	C <sub>6</sub> =	21,72	R <sub>6</sub> =	0,102
t <sub>7</sub> =	1,359	C <sub>7</sub> =	39,89	R <sub>7</sub> =	0,102
t <sub>8</sub> =	1,452	C <sub>8</sub> =	42,51	R <sub>8</sub> =	0,102
t <sub>9</sub> =	1,444	C <sub>9</sub> =	42,51	R <sub>9</sub> =	0,102
t <sub>10</sub> =	1,449	C <sub>10</sub> =	42,51	R <sub>10</sub> =	0,102

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad 0,102 \quad \text{h-h/kg}$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad 0,000$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad 0,26 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	f.i. =	17,65	%
Almuerzo	0,50 hr				
Café	0,25 hr				
S.S.	0,25 hr				
Otros	0,25 hr				
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>				

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad 0,121 \quad \text{h-h/kg} \quad \pm \quad 0,003 \quad \text{h-h/kg}$$

<b>Cuadro 36. Muestreo de campo</b>			
<b>Subactividad 6.2 Colocación de armadura</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (kg)</b>
1	02:22:01	2.367	21.72
2	02:23:38	2.394	21.72
3	02:21:18	2.355	21.72
4	02:35:35	2.593	21.72
5	02:21:36	2.360	21.72
6	02:22:23	2.373	21.72
7	04:21:04	4.351	39.89
8	04:37:59	4.633	42.51
9	04:37:16	4.621	42.51
10	04:36:04	4.601	42.51



**Figura 77.** Colocación de armadura casa CM-04



**Figura 78.** Colocación de armadura casa CM-80

**Figura 79. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 6.2 Colocación de Armadura**

**Personal o Cuadrilla:**                      0 Peones                                      1 Ayudantes                                      1 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	kg	Rendimientos	h-h/kg
t <sub>1</sub> =	2,367	C <sub>1</sub> =	21,72	R <sub>1</sub> =	0,218
t <sub>2</sub> =	2,394	C <sub>2</sub> =	21,72	R <sub>2</sub> =	0,220
t <sub>3</sub> =	2,355	C <sub>3</sub> =	21,72	R <sub>3</sub> =	0,217
t <sub>4</sub> =	2,593	C <sub>4</sub> =	21,72	R <sub>4</sub> =	0,239
t <sub>5</sub> =	2,360	C <sub>5</sub> =	21,72	R <sub>5</sub> =	0,217
t <sub>6</sub> =	2,373	C <sub>6</sub> =	21,72	R <sub>6</sub> =	0,219
t <sub>7</sub> =	4,351	C <sub>7</sub> =	39,89	R <sub>7</sub> =	0,218
t <sub>8</sub> =	4,633	C <sub>8</sub> =	42,51	R <sub>8</sub> =	0,218
t <sub>9</sub> =	4,621	C <sub>9</sub> =	42,51	R <sub>9</sub> =	0,217
t <sub>10</sub> =	4,601	C <sub>10</sub> =	42,51	R <sub>10</sub> =	0,216

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad 0,220 \quad \text{h-h/kg}$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad 0,002$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad 0,91 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad 0,259 \quad \text{h-h/kg} \quad \pm \quad 0,009 \quad \text{h-h/kg}$$

<b>Cuadro 37. Muestreo de campo</b>			
<b>Subactividad 6.3 Preparación y colocación de formaleta</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (m<sup>2</sup>)</b>
1	00:15:01	0.250	0.25
2	02:56:35	2.943	2.97
3	03:31:23	3.523	3.52
4	00:56:46	0.946	0.95
5	00:25:48	0.430	0.43
6	01:13:26	1.224	0.97
7	00:56:10	0.936	0.94
8	01:24:04	1.401	1.40
9	01:29:42	1.495	1.50
10	01:07:23	1.123	1.12



**Figura 80.** Colocación de formaleta casa CM-04



**Figura 81.** Colocación de formaleta casa CM-80

**Figura 82.** Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 6.3 Preparación y Colocación de Formaleta

Personal o Cuadrilla:		0 Peones	0 Ayudantes	2 Operarios	
Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>2</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>2</sup>
t <sub>1</sub> =	0,250	C <sub>1</sub> =	0,25	R <sub>1</sub> =	1,984
t <sub>2</sub> =	2,943	C <sub>2</sub> =	2,97	R <sub>2</sub> =	1,982
t <sub>3</sub> =	3,523	C <sub>3</sub> =	3,52	R <sub>3</sub> =	2,002
t <sub>4</sub> =	0,946	C <sub>4</sub> =	0,95	R <sub>4</sub> =	1,992
t <sub>5</sub> =	0,430	C <sub>5</sub> =	0,43	R <sub>5</sub> =	2,000
t <sub>6</sub> =	1,224	C <sub>6</sub> =	0,97	R <sub>6</sub> =	2,524
t <sub>7</sub> =	0,936	C <sub>7</sub> =	0,94	R <sub>7</sub> =	1,991
t <sub>8</sub> =	1,401	C <sub>8</sub> =	1,40	R <sub>8</sub> =	2,001
t <sub>9</sub> =	1,495	C <sub>9</sub> =	1,50	R <sub>9</sub> =	1,993
t <sub>10</sub> =	1,123	C <sub>10</sub> =	1,12	R <sub>10</sub> =	2,005

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad 1,995 \quad \text{h-h/m}^2$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad 0,003$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad 0,13 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i. = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad 2,347 \quad \text{h-h/m}^2 \quad \pm \quad 0,001 \quad \text{h-h/m}^2$$

<b>Cuadro 38. Muestreo de campo</b>			
<b>Subactividad 6.4 Fabricación y colocación de concreto</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (m<sup>3</sup>)</b>
1	00:10:01	0.167	0.23
2	00:09:38	0.161	0.23
3	00:09:46	0.163	0.23
4	00:09:51	0.164	0.23
5	00:10:13	0.170	0.23
6	00:09:58	0.166	0.23
7	00:09:20	0.156	0.23
8	00:10:08	0.169	0.23
9	00:10:03	0.168	0.23
10	00:10:30	0.175	0.23



**Figura 83.** Colocación de concreto casa CM-80



**Figura 84.** Colocación de concreto casa CM-04

**Figura 85.** Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 6.4 Fabricación y Colocación de Concreto

Personal o Cuadrilla:		5 Peones	0 Ayudantes	3 Operarios	
Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>3</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>3</sup>
t <sub>1</sub> =	0,167	C <sub>1</sub> =	0,23	R <sub>1</sub> =	5,809
t <sub>2</sub> =	0,161	C <sub>2</sub> =	0,23	R <sub>2</sub> =	5,600
t <sub>3</sub> =	0,163	C <sub>3</sub> =	0,23	R <sub>3</sub> =	5,670
t <sub>4</sub> =	0,164	C <sub>4</sub> =	0,23	R <sub>4</sub> =	5,704
t <sub>5</sub> =	0,170	C <sub>5</sub> =	0,23	R <sub>5</sub> =	5,913
t <sub>6</sub> =	0,166	C <sub>6</sub> =	0,23	R <sub>6</sub> =	5,774
t <sub>7</sub> =	0,156	C <sub>7</sub> =	0,23	R <sub>7</sub> =	5,426
t <sub>8</sub> =	0,169	C <sub>8</sub> =	0,23	R <sub>8</sub> =	5,878
t <sub>9</sub> =	0,168	C <sub>9</sub> =	0,23	R <sub>9</sub> =	5,843
t <sub>10</sub> =	0,175	C <sub>10</sub> =	0,23	R <sub>10</sub> =	6,087

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = 5,770 \quad \text{h-h/m}^3$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = 0,055$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = 0,95 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = 6,789 \quad \text{h-h/m}^3 \quad \pm 0,010 \quad \text{h-h/m}^3$$

<b>Cuadro 39. Muestreo de campo</b>			
<b>Subactividad 6.5 Desencofrado</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (m<sup>2</sup>)</b>
1	00:14:28	0.241	2.97
2	00:17:02	0.284	3.52
3	00:04:37	0.077	0.95
4	00:02:06	0.036	0.43
5	00:04:44	0.079	0.97
6	00:04:33	0.076	0.94
7	00:06:54	0.115	1.40
8	00:07:30	0.125	1.50
9	00:05:24	0.090	1.12
10	00:09:53	0.165	2.03



**Figura 86.** Desencofrado de vigas casa CM-04



**Figura 87.** Desencofrado de vigas casa CM-80

**Figura 88. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 6.5 Desencofrado**

**Personal o Cuadrilla:**                      0 Peones                                      0 Ayudantes                                      2 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>2</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>2</sup>
t <sub>1</sub> =	0,241	C <sub>1</sub> =	2,97	R <sub>1</sub> =	0,162
t <sub>2</sub> =	0,284	C <sub>2</sub> =	3,52	R <sub>2</sub> =	0,161
t <sub>3</sub> =	0,077	C <sub>3</sub> =	0,95	R <sub>3</sub> =	0,162
t <sub>4</sub> =	0,036	C <sub>4</sub> =	0,43	R <sub>4</sub> =	0,167
t <sub>5</sub> =	0,079	C <sub>5</sub> =	0,97	R <sub>5</sub> =	0,163
t <sub>6</sub> =	0,076	C <sub>6</sub> =	0,94	R <sub>6</sub> =	0,162
t <sub>7</sub> =	0,115	C <sub>7</sub> =	1,40	R <sub>7</sub> =	0,164
t <sub>8</sub> =	0,125	C <sub>8</sub> =	1,50	R <sub>8</sub> =	0,167
t <sub>9</sub> =	0,090	C <sub>9</sub> =	1,12	R <sub>9</sub> =	0,161
t <sub>10</sub> =	0,165	C <sub>10</sub> =	2,03	R <sub>10</sub> =	0,163

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad 0,163 \quad \text{h-h/m}^2$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad 0,001$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad 0,41 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad 0,192 \quad \text{h-h/m}^2 \quad \pm \quad 0,004 \quad \text{h-h/m}^2$$

# ACTIVIDAD #7

## REPELLO Y AFINADO DE PAREDES

Cuadro 25. Información general	
<b>Actividad</b>	Repello y afinado de paredes
<b>Clima</b>	Soleado - Despejado

Cuadro 26. Descripción de la actividad 7 Repello y afinado de paredes			
Subactividad	Recursos		
	Cuadrilla	Equipo	Material
Fabricación de mortero de repello	3 peones	Batidora, palas, cajones y carretillos	Arena y cemento
Pringado de paredes	1 operario 1 ayudante	Llaneta y cuchara de albañilería	Mortero repello
Maestreado y repello	1 operario 1 ayudante	Llaneta y cuchara de albañilería	Mortero repello
Afinado	1 operario 1 ayudante	Estereofón	Mortero repello fino

Cuadro 42. Muestreo de campo			
Subactividad 7.1 Fabricación de mortero de repello			
# Med	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad (m <sup>3</sup> )
1	00:05:24	0,090	0,23
2	00:05:02	0,084	0,23
3	00:05:28	0,091	0,23
4	00:05:02	0,084	0,23
5	00:05:06	0,085	0,23
6	00:05:10	0,086	0,23
7	00:05:13	0,087	0,23
8	00:05:02	0,084	0,23
9	00:05:13	0,087	0,23
10	00:05:02	0,084	0,23



**Figura 89.** Fabricación mortero de repello casa CM-04



**Figura 90.** Cajón utilizado para cargar mortero casa CM-04

**Figura 91.** Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 7.1 Fabricación de Mortero de Repello

**Personal o Cuadrilla:** 3 Peones 0 Ayudantes 0 Operarios

Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>3</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>3</sup>
t <sub>1</sub> =	0,090	C <sub>1</sub> =	0,23	R <sub>1</sub> =	1,174
t <sub>2</sub> =	0,084	C <sub>2</sub> =	0,23	R <sub>2</sub> =	1,096
t <sub>3</sub> =	0,091	C <sub>3</sub> =	0,23	R <sub>3</sub> =	1,187
t <sub>4</sub> =	0,084	C <sub>4</sub> =	0,23	R <sub>4</sub> =	1,096
t <sub>5</sub> =	0,085	C <sub>5</sub> =	0,23	R <sub>5</sub> =	1,109
t <sub>6</sub> =	0,086	C <sub>6</sub> =	0,23	R <sub>6</sub> =	1,122
t <sub>7</sub> =	0,087	C <sub>7</sub> =	0,23	R <sub>7</sub> =	1,135
t <sub>8</sub> =	0,084	C <sub>8</sub> =	0,23	R <sub>8</sub> =	1,096
t <sub>9</sub> =	0,087	C <sub>9</sub> =	0,23	R <sub>9</sub> =	1,135
t <sub>10</sub> =	0,084	C <sub>10</sub> =	0,23	R <sub>10</sub> =	1,096

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = 1,124 \quad \text{h-h/m}^3$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = 0,010$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = 0,90 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	f.i. = 17,65 %
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = 1,323 \quad \text{h-h/m}^3 \quad \pm 0,009 \quad \text{h-h/m}^3$$

<b>Cuadro 43. Muestreo de campo</b>			
<b>Subactividad 7.2 Pringado de paredes</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (m<sup>2</sup>)</b>
1	01:58:30	1,975	6,60
2	00:56:06	0,935	3,10
3	03:43:19	3,722	12,40
4	01:12:36	1,210	4,16
5	00:46:19	0,772	2,50
6	02:09:18	2,155	7,20
7	01:52:01	1,867	6,20
8	00:25:48	0,430	1,50
9	00:36:54	0,615	2,10
10	01:40:19	1,672	5,20



**Figura 92.** Pringado de paredes casa CM-04



**Figura 93.** Pringado de paredes casa CM-04

**Figura 94. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 7.2 Pringado de Paredes**

Personal o Cuadrilla:		0 Peones	1 Ayudantes	1 Operarios	
Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>2</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>2</sup>
t <sub>1</sub> =	1,975	C <sub>1</sub> =	6,60	R <sub>1</sub> =	0,598
t <sub>2</sub> =	0,935	C <sub>2</sub> =	3,10	R <sub>2</sub> =	0,603
t <sub>3</sub> =	3,722	C <sub>3</sub> =	12,40	R <sub>3</sub> =	0,600
t <sub>4</sub> =	1,210	C <sub>4</sub> =	4,16	R <sub>4</sub> =	0,582
t <sub>5</sub> =	0,772	C <sub>5</sub> =	2,50	R <sub>5</sub> =	0,618
t <sub>6</sub> =	2,155	C <sub>6</sub> =	7,20	R <sub>6</sub> =	0,599
t <sub>7</sub> =	1,867	C <sub>7</sub> =	6,20	R <sub>7</sub> =	0,602
t <sub>8</sub> =	0,430	C <sub>8</sub> =	1,50	R <sub>8</sub> =	0,573
t <sub>9</sub> =	0,615	C <sub>9</sub> =	2,10	R <sub>9</sub> =	0,586
t <sub>10</sub> =	1,672	C <sub>10</sub> =	5,20	R <sub>10</sub> =	0,643

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad \mathbf{0,601} \quad \text{h-h/m}^2$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad \mathbf{0,006}$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad \mathbf{0,98} \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad \mathbf{0,707} \quad \text{h-h/m}^2 \quad \pm \quad \mathbf{0,010} \quad \text{h-h/m}^2$$

<b>Cuadro 44. Muestreo de campo</b>			
<b>Subactividad 7.3 Maestreado y repello</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (m<sup>2</sup>)</b>
1	04:45:54	4,765	6,60
2	02:15:07	2,252	3,10
3	09:06:54	9,115	12,40
4	03:03:11	3,053	4,16
5	01:47:42	1,795	2,50
6	05:25:30	5,425	7,20
7	04:28:41	4,478	6,20
8	01:04:30	1,075	1,50
9	01:29:42	1,495	2,10
10	03:51:14	3,854	5,20



**Figura 95.** Maestreado de paredes casa CM-04



**Figura 96.** Repello de paredes casa CM-04

**Figura 97. Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 7.3 Maestreado y Repello**

Personal o Cuadrilla:		0 Peones	1 Ayudantes	1 Operarios	
<b>Tiempos</b>	<b>hrs</b>	<b>Cantidades</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Rendimientos</b>	<b>h-h/m<sup>2</sup></b>
t <sub>1</sub> =	4,765	C <sub>1</sub> =	6,60	R <sub>1</sub> =	1,444
t <sub>2</sub> =	2,252	C <sub>2</sub> =	3,10	R <sub>2</sub> =	1,453
t <sub>3</sub> =	9,115	C <sub>3</sub> =	12,40	R <sub>3</sub> =	1,470
t <sub>4</sub> =	3,053	C <sub>4</sub> =	4,16	R <sub>4</sub> =	1,468
t <sub>5</sub> =	1,795	C <sub>5</sub> =	2,50	R <sub>5</sub> =	1,436
t <sub>6</sub> =	5,425	C <sub>6</sub> =	7,20	R <sub>6</sub> =	1,507
t <sub>7</sub> =	4,478	C <sub>7</sub> =	6,20	R <sub>7</sub> =	1,445
t <sub>8</sub> =	1,075	C <sub>8</sub> =	1,50	R <sub>8</sub> =	1,433
t <sub>9</sub> =	1,495	C <sub>9</sub> =	2,10	R <sub>9</sub> =	1,424
t <sub>10</sub> =	3,854	C <sub>10</sub> =	5,20	R <sub>10</sub> =	1,482
<b>Cálculo de la Media Aritmética</b>					
$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n}$		<b>R =</b>	<b>1,451</b>	<b>h-h/m<sup>2</sup></b>	
<b>Cálculo de la Desviación Estándar</b>					
$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n}$		<b>σ =</b>	<b>0,008</b>		
<b>Cálculo del Coeficiente de Variación</b>					
$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100$		<b>C.V. =</b>	<b>0,54</b>	<b>%</b>	
<b>Cálculo del Factor de Incremento</b>					
Café	0,25 hr	<b>h.d = 10 hr</b>			
Almuerzo	0,50 hr				
Café	0,25 hr				
S.S.	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$		<b>f.i. = 17,65 %</b>	
Otros	0,25 hr				
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>				
<b>Cálculo del Rendimiento Real</b>					
$R = R (1 + f.i.)$		<b>R =</b>	<b>1,707</b>	<b>h-h/m<sup>2</sup></b>	<b>± 0,005 h-h/m<sup>2</sup></b>

<b>Cuadro 45. Muestreo de campo</b>			
<b>Subactividad 7.3 Afinado</b>			
<b># Med</b>	<b>Tiempo corrido</b>	<b>Tiempo neto (hr)</b>	<b>Cantidad (m<sup>2</sup>)</b>
1	01:05:56	1,099	6,60
2	00:31:12	0,520	3,10
3	02:06:54	2,115	12,40
4	00:39:07	0,652	4,16
5	00:26:46	0,446	2,50
6	01:08:53	1,148	7,20
7	01:02:42	1,045	6,20
8	00:14:56	0,249	1,50
9	00:22:12	0,370	2,10
10	00:53:06	0,885	5,20



**Figura 98.** Afinado de paredes casa CM-04



**Figura 99.** Afinado de paredes casa CM-04

**Figura 100.** Cálculo del Rendimiento de la Subactividad 7.4 Afinado de Paredes

Personal o Cuadrilla:		0 Peones	1 Ayudantes	1 Operarios	
Tiempos	hrs	Cantidades	m <sup>2</sup>	Rendimientos	h-h/m <sup>2</sup>
t <sub>1</sub> =	1,099	C <sub>1</sub> =	6,60	R <sub>1</sub> =	0,333
t <sub>2</sub> =	0,520	C <sub>2</sub> =	3,10	R <sub>2</sub> =	0,335
t <sub>3</sub> =	2,115	C <sub>3</sub> =	12,40	R <sub>3</sub> =	0,341
t <sub>4</sub> =	0,652	C <sub>4</sub> =	4,16	R <sub>4</sub> =	0,313
t <sub>5</sub> =	0,446	C <sub>5</sub> =	2,50	R <sub>5</sub> =	0,357
t <sub>6</sub> =	1,148	C <sub>6</sub> =	7,20	R <sub>6</sub> =	0,319
t <sub>7</sub> =	1,045	C <sub>7</sub> =	6,20	R <sub>7</sub> =	0,337
t <sub>8</sub> =	0,249	C <sub>8</sub> =	1,50	R <sub>8</sub> =	0,332
t <sub>9</sub> =	0,370	C <sub>9</sub> =	2,10	R <sub>9</sub> =	0,352
t <sub>10</sub> =	0,885	C <sub>10</sub> =	5,20	R <sub>10</sub> =	0,340

**Cálculo de la Media Aritmética**

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad R = \quad 0,338 \quad \text{h-h/m}^2$$

**Cálculo de la Desviación Estándar**

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}}{n} \quad \sigma = \quad 0,004$$

**Cálculo del Coeficiente de Variación**

$$C.V. = \frac{\sigma}{R} \times 100 \quad C.V. = \quad 1,19 \quad \%$$

**Cálculo del Factor de Incremento**

Café	0,25 hr	$f.i = \frac{t.c. \times 100}{h.d. - t.c.}$	<b>f.i. = 17,65 %</b>
Almuerzo	0,50 hr		
Café	0,25 hr		
S.S.	0,25 hr		
Otros	0,25 hr		
<b>t.c. =</b>	<b>1,50 hr</b>		

**Cálculo del Rendimiento Real**

$$R = R (1 + f.i.) \quad R = \quad 0,398 \quad \text{h-h/m}^2 \quad \pm \quad 0,012 \quad \text{h-h/m}^2$$

# Análisis de los resultados

Posteriormente se muestran los datos con la información obtenida para cada una de las actividades estudiadas.

En los cuadros denominados Resumen de Rendimientos puede observarse el rendimiento por horas-hombre, las condiciones que se deben cumplir y el equipo utilizado para cada una de las subactividades que constituyen la actividad.

Además, en los cuadros de Comparación de Rendimientos se hace una breve comparación entre el rendimiento calculado con los datos obtenidos en el campo y los datos propuestos en el folleto Rendimiento de Mano de Obra del 2005, elaborado por el Ing. Eduardo Paniagua Madrigal y el estudiante Erick Fallas Gallardo.

En los cuadros de Comparación de Rendimientos también puede observarse una comparación entre el monto monetario que la empresa establece para cada subactividad y el monto que le correspondería si se calcula utilizando los rendimientos calculados con los datos obtenidos en el campo.

Este análisis se aplicó para cada una de las actividades estudiadas que se muestran a continuación.

<b>Cuadro 46.</b> Resumen de rendimientos de la Actividad 1 Placa corrida						
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>Condiciones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Equipo</b>
1	Excavación manual	6.160	$\pm 0.008$	Sección 0.4m x 0.65m x longitud de la placa	$\frac{h-h}{m^3}$	Picos, Palas y Carretillos
2	Preparación de armadura	0.224	$\pm 0.003$	Consta de 4 #3 y aros #3 @ 15cm	$\frac{h-h}{kg}$	Mesa de armado, Grifas, Tenazas y Guantes
3	Colocación de armadura	0.094	$\pm 0.003$	Realizada por los armadores y sus ayudantes	$\frac{h-h}{kg}$	Tenazas y Guantes
4	Fabricación y colocación de concreto	7.859	$\pm 0.021$	Fabricado en el sitio con batidora y debe tener una resistencia de 210 Kg/cm <sup>2</sup>	$\frac{h-h}{m^3}$	Batidora, Palas, Cajones, Carretillos y Vibrador

<b>Cuadro 47.</b> Comparación de rendimientos de la Actividad 1 Placa corrida							
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento calculado</b>	<b>Rendimiento teórico</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Monto rendimiento calculado</b>	<b>Monto de la empresa</b>	<b>Diferencia</b>
1	Excavación manual	6.160	5.666	0.494	¢4620	¢2500	¢2120
2	Preparación de armadura	0.224	0.200	0.024	¢213	¢200	¢100
3	Colocación de armadura	0.094	0.102	-0.008	¢87		
4	Fabricación y colocación de concreto	7.859	4.570	3.289	¢6631	¢7000	-¢369

<b>Cuadro 48.</b> Resumen de rendimientos de la actividad 2 Placas aisladas						
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>Condiciones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Equipo</b>
1	Excavación manual	6.327	$\pm 0.010$	Sus dimensiones comúnmente son de 1.0 x 1.0 x 0.80 m	$\frac{h-h}{m^3}$	Picos, palas y carretillos
2	Preparación de armadura	0.226	$\pm 0.010$	Integrada por una malla #3 @ 15 cm en ambas direcciones	$\frac{h-h}{kg}$	Mesa de armado, grifas, tenazas y guantes
3	Colocación de armadura	0.096	$\pm 0.018$	A cargo de los armadores y sus ayudantes	$\frac{h-h}{kg}$	Tenazas y guantes
4	Fabricación y colocación de concreto	7.873	$\pm 0.015$	Fabricado en sitio con batidora y debe tener una resistencia de 210 Kg/cm <sup>2</sup>	$\frac{h-h}{m^3}$	Batidora, palas, cajones, carretillos y vibrador

<b>Cuadro 49.</b> Comparación de rendimientos de la Actividad 2 Placas aisladas							
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento calculado</b>	<b>Rendimiento teórico</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Monto rendimiento calculado</b>	<b>Monto de la empresa</b>	<b>Diferencia</b>
1	Excavación manual	6.327	5.666	0.661	¢4745	¢2500	¢2245
2	Preparación de armadura	0.226	0.200	0.026	¢215	¢200	¢104
3	Colocación de armadura	0.096	0.102	-0.006	¢89		
4	Fabricación y colocación de concreto	7.873	4.570	3.303	¢6643	¢7000	-¢357

<b>Cuadro 50.</b> Resumen de rendimientos de la Actividad 3 Paredes de bloques de concreto						
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>Condiciones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Equipo</b>
1	Colocación de acero	0.182	$\pm 0.016$	Compuesto por 4 varillas de 5.75 mm y aros de 4.11 mm @ 15 cm	$\frac{h-h}{kg}$	Tenazas y guantes
2	Fabricación de mortero de pega	1.323	$\pm 0.009$	Fabricado en sitio con batidora	$\frac{h-h}{m^3}$	Batidora, palas, cajones y carretillos
3	Pegado de bloques de concreto	1.127	$\pm 0.011$	Bloques del sistema superbloque de 14 x 20 x 90 cm	$\frac{h-h}{m^2}$	Llaneta, cuchara de albañilería y martillo
4	Fabricación y colocación de concreto	6.846	$\pm 0.015$	Fabricado en sitio con batidora y debe tener una resistencia de 175 Kg/cm <sup>2</sup>	$\frac{h-h}{m^3}$	Batidora, palas, cajones y carretillos

<b>Cuadro 51.</b> Comparación de rendimientos de la Actividad 3 Paredes de bloques de concreto							
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento calculado</b>	<b>Rendimiento teórico</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Monto rendimiento calculado</b>	<b>Monto de la empresa</b>	<b>Diferencia</b>
1	Colocación de acero	0.182	0.154	0.028	¢168	¢200	-¢32
2	Fabricación de mortero de pega	1.323	-	-	¢992	¢3000	-¢2008
3	Pega de bloques de concreto	1.127	0.808	0.319	¢1042	¢2500	-¢1458
4	Fabricación y colocación de concreto	6.846	3.622	3.224	¢5776	¢6000	-¢224

<b>Cuadro 52.</b> Resumen de rendimientos de la Actividad 4 Columnas rectangulares						
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>Condiciones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Equipo</b>
1	Preparación de armadura	0.179	$\pm 0.007$	Secciones variables con 4 #3 y aros #2 @ 15cm y 4 #4 y aros #3 @ 15cm	$\frac{h-h}{kg}$	Mesa de armado, grifas, tenazas y guantes
2	Colocación de armadura	0.285	$\pm 0.001$	Realizada por los armadores y sus ayudantes	$\frac{h-h}{kg}$	Tenazas y guantes
3	Preparación y colocación de formaleta	2.335	$\pm 0.008$	Se utilizan tablas, reglas y varilla #3	$\frac{h-h}{m^2}$	Serrucho, martillo, tenaza y guantes
4	Fabricación y colocación de concreto	8.339	$\pm 0.011$	Fabricado en sitio con batidora y debe tener una resistencia de 210 Kg/cm <sup>2</sup>	$\frac{h-h}{m^3}$	Batidora, palas, cajones, carretillos y vibrador
5	Desencofrado	0.257	$\pm 0.021$	Efectuado por los operarios encargados	$\frac{h-h}{m^2}$	Martillo, tenaza y guantes

<b>Cuadro 53.</b> Comparación de rendimientos de la Actividad 4 Columnas rectangulares							
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento calculado</b>	<b>Rendimiento teórico</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Monto rendimiento calculado</b>	<b>Monto de la empresa</b>	<b>Diferencia</b>
1	Preparación de armadura	0.179	0.174	0.005	¢170	¢200	¢241
2	Colocación de armadura	0.285	0.350	-0.065	¢271		
3	Preparación y colocación de formaleta	2.335	2.538	-0.203	¢2335	¢2500	-¢165
4	Fabricación y colocación de concreto	8.339	4.969	3.370	¢7036	¢7000	¢36
5	Desencofrado	0.257	1.104	-0.847	¢257	¢500	-¢243

<b>Cuadro 19.</b> Resumen de rendimientos de la actividad 5 Columnas circulares						
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>Condiciones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Equipo</b>
1	Preparación de armadura	0.296	$\pm 0.004$	Diámetro de 25 cm y tiene como refuerzo 4 #4 y aros #3 @ 15 cm	$\frac{h-h}{kg}$	Mesa de armado, grifas, tenazas y guantes
2	Colocación de armadura	0.304	$\pm 0.005$	Realizada por los armadores y sus ayudantes	$\frac{h-h}{kg}$	Tenazas y guantes
3	Preparación y colocación de formaleta	3.089	$\pm 0.009$	Se utilizan tablas, reglas y varilla #3	$\frac{h-h}{m^2}$	Serrucho, martillo, tenaza y guantes
4	Fabricación y colocación de concreto	8.339	$\pm 0.011$	Fabricado en sitio con batidora y debe tener una resistencia de 210 Kg/cm <sup>2</sup>	$\frac{h-h}{m^3}$	Batidora, palas, cajones, carretillos y vibrador
5	Desencofrado	0.311	$\pm 0.023$	Efectuado por los operarios encargados	$\frac{h-h}{m^2}$	Martillo, tenaza y guantes

<b>Cuadro 20.</b> Comparación de rendimientos de la actividad 5 Columnas circulares							
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento calculado</b>	<b>Rendimiento teórico</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Monto rendimiento calculado</b>	<b>Monto de la empresa</b>	<b>Diferencia</b>
1	Preparación de armadura	0.296	0.180	0.116	¢281	¢200	¢370
2	Colocación de armadura	0.304	0.362	-0.058	¢289		
3	Preparación y colocación de formaleta	3.089	3.000	0.089	¢3089	¢2500	¢589
4	Fabricación y colocación de concreto	8.339	4.969	3.370	¢7036	¢7000	¢36
5	Desencofrado	0.311	1.104	-0.793	¢311	¢500	-¢189

<b>Cuadro 23.</b> Resumen de rendimientos de la Actividad 6 Viga medianera y corona						
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>Condiciones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Equipo</b>
1	Preparación de armadura	0.121	$\pm 0.003$	Secciones variables con 4 #3 y aros #2 @ 15 cm	$\frac{h-h}{kg}$	Mesa de armado, grifas, tenazas y guantes
2	Colocación de armadura	0.259	$\pm 0.009$	Realizada por los armadores y sus ayudantes	$\frac{h-h}{kg}$	Tenazas y guantes
3	Preparación y colocación de formaleta	2.347	$\pm 0.001$	Se utilizan tablas, reglas y varilla #3	$\frac{h-h}{m^2}$	Serrucho, martillo, tenaza y guantes
4	Fabricación y colocación de concreto	6.789	$\pm 0.010$	Fabricado en sitio con batidora y debe tener una resistencia de 210 Kg/cm <sup>2</sup>	$\frac{h-h}{m^3}$	Batidora, palas, cajones, carretillos y vibrador
5	Desencofrado	0.192	$\pm 0.004$	Realizado por los operarios encargados	$\frac{h-h}{m^2}$	Martillo, tenaza y guantes

<b>Cuadro 24.</b> Comparación de rendimientos de la Actividad 6 Viga medianera y corona							
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento calculado</b>	<b>Rendimiento teórico</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Monto rendimiento calculado</b>	<b>Monto de la empresa</b>	<b>Diferencia</b>
1	Preparación de armadura	0.121	0.180	-0.059	¢115	¢200	¢155
2	Colocación de armadura	0.259	0.209	0.050	¢240		
3	Preparación y colocación de formaleta	2.347	3.490	-1.143	¢2347	¢2500	-¢153
4	Fabricación y colocación de concreto	6.789	4.813	1.976	¢5730	¢7000	-¢1270
5	Desencofrado	0.192	1.547	-1.355	¢192	¢500	-¢308

<b>Cuadro 27.</b> Resumen de rendimientos de la actividad 7 Repello y afinado de paredes						
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>Condiciones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Equipo</b>
1	Fabricación de mortero de repello	1.323	$\pm 0.009$	Fabricado en sitio con batidora.	$\frac{h-h}{m^3}$	Batidora, palas, cajones y carretillos
2	Pringado de paredes	0.707	$\pm 0.010$	Realizado por el operario encargado de dicha actividad	$\frac{h-h}{m^2}$	Llaneta y cuchara de albañilería
3	Maestreado y repello	1.707	$\pm 0.005$	Ejecutado por el operario encargado de dicha actividad	$\frac{h-h}{m^2}$	Llaneta y cuchara de albañilería
4	Afinado	0.395	$\pm 0.012$	Realizado por el operario encargado de dicha actividad. Se utiliza cemix.	$\frac{h-h}{m^2}$	Estereofón

<b>Cuadro 28.</b> Comparación de rendimientos de la actividad 7 Repello y afinado de paredes							
<b>N° Subactividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Rendimiento calculado</b>	<b>Rendimiento teórico</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Monto rendimiento calculado</b>	<b>Monto de la empresa</b>	<b>Diferencia</b>
1	Fabricación de mortero de repello	1.323	-	1.323	¢992	¢4000	-¢3008
2	Pringado de paredes	0.707	0.285	0.422	¢654	¢1500	¢1098
3	Maestreado y repello	1.707	0.689	1.018	¢1579		
4	Afinado	0.395	0.159	0.236	¢365		



En el cuadro N° 47 se puede apreciar que los rendimientos de la *Actividad 1 Placa corrida* calculados por medio de las mediciones en campo son mayores respecto a las planteadas en el folleto de rendimientos. Es decir, en el proyecto se requiere mayor cantidad de horas-hombre para cumplir dicha actividad. Ahora, si tomamos el rendimiento calculado y sacamos un monto monetario y lo comparamos con el que estima la empresa, podemos ver que en la mayoría de las subactividades la empresa pierde puesto que estima un costo menor al que realmente se está gastando.

Para la *Actividad 2, Placas aisladas*, sucede algo similar: el rendimiento calculado es mayor al teórico y el monto propuesto por la empresa para las diferentes actividades es menor al que realmente se está gastando para la mayoría de las subactividades. Todo se puede apreciar en el cuadro N° 49.

En la *Actividad 3, Paredes de bloques de concreto*, hay diferencias con respecto a las actividades anteriores; aunque el rendimiento experimental sigue siendo mayor que el teórico, en esta ocasión el monto propuesto por la empresa para las subactividades es mayor al calculado experimentalmente, lo que quiere decir que la empresa realmente está gastando menos de lo establecido. Estos datos se pueden observar en el cuadro N° 51.

El cuadro N° 53 presenta características positivas y negativas para la *Actividad 4 Columnas Rectangulares*; en algunas subactividades el rendimiento experimental es menor y en otras es mayor al teórico y con respecto al monto fijado por la empresa para dicha actividad pasa exactamente lo mismo: en unas subactividades es mayor y en otras, menor al calculado experimentalmente.

La *Actividad 5 Columnas circulares* muestra las mismas características que la actividad 1. Se pueden apreciar en el cuadro N°

55, puesto que los rendimientos calculados son mayores a los considerados como teóricos y los montos estimados por la empresa para dicha actividad son menores a los que se están gastando actualmente.

En el cuadro N° 57 se muestran los datos de la *Actividad 6 Viga medianera y corona* de los cuales se puede decir que esta actividad es ligeramente positiva. En la mayoría de sus subactividades los rendimientos experimentales son menores que los teóricos y los montos propuestos por la empresa para dichas subactividades son menores que los que se gastan actualmente.

Por último, en la *Actividad 7, Repello y afinado de paredes*, en el cuadro N° 59 se puede observar que los rendimientos calculados son mayores a los planteadas en el folleto de rendimientos y los montos propuestos por la empresa en unas subactividades son más bajos y en otras, más altos.

La diferencia en la mayoría de las actividades con respecto a los rendimientos calculados y a los planteados en el folleto, pueden deberse a las condiciones en las cuales fueron tomados los datos. En este caso el clima que predomina en el lugar del proyecto, por ser una zona costera, es muy caliente y bochornoso lo cual puede afectar el rendimiento de la mano de obra.

La diferencia en los montos establecidos se debe a que la empresa constructora Mavacon no cuenta hasta el momento con una base de datos de rendimientos de mano de obra para utilizarla como base en el cálculo de presupuestos, control y administración de sus proyectos.

# Conclusiones

✓ Se determinaron los rendimientos de mano de obra por horas-hombre en el área de construcción de viviendas para la empresa constructora Mavacon. Con base en lo anterior se obtuvieron los siguientes resultados:

Para la actividad 1, Placa corrida, se obtuvo en excavación manual 6.160 h-h/m<sup>3</sup>, preparación de armadura 0.224 h-h/kg, colocación de armadura 0.094 h-h/kg y fabricación y colocación del concreto 7.859 h-h/m<sup>3</sup>.

Para la actividad 2 Placas aisladas los rendimientos fueron: excavación manual 6.327 h-h/m<sup>3</sup>, preparación de armadura 0.226 h-h/kg, colocación de armadura 0.096 h-h/kg y fabricación y colocación del concreto 7.873 h-h/m<sup>3</sup>.

En la actividad 3, Paredes de bloques de concreto, se obtuvo: colocación de acero 0.182 h-h/kg, fabricación de mortero de pega 1.323 h-h/m<sup>3</sup>, pega de bloques de concreto 1.127 h-h/m<sup>2</sup> y fabricación y colocación del concreto 6.846 h-h/m<sup>3</sup>.

Los rendimientos obtenidos para la actividad 4, Columnas rectangulares, fueron los siguientes: preparación de armadura 0.179 h-h/kg, colocación de armadura 0.285 h-h/kg, preparación y colocación de formaleta 2.335 h-h/m<sup>2</sup>, fabricación y colocación del concreto 8.339 h-h/m<sup>3</sup> y desencofrado 0.257 h-h/m<sup>2</sup>.

En cuanto a Preparación de armadura 0.296 h-h/kg, colocación de armadura 0.304 h-h/kg, preparación y colocación de formaleta 3.089 h-h/m<sup>2</sup>, fabricación y colocación del concreto 8.339 h-h/m<sup>3</sup> y desencofrado 0.311, son los rendimientos obtenidos de la actividad 5 columnas rectangulares.

Viga medianera y corona es la actividad 6 y sus rendimientos fueron: Preparación de armadura 0.121 h-h/kg, colocación de armadura 0.259 h-h/kg, preparación y colocación de

formaleta 2.347 h-h/m<sup>2</sup>, fabricación y colocación del concreto 6.789 h-h/m<sup>3</sup> y desencofrado 0.192 h-h/m<sup>2</sup>.

Finalmente para la actividad 7, Repello y afinado de paredes, se obtuvo: Fabricación de mortero de repello 1.323 h-h/m<sup>3</sup>, pringado de paredes 0.707 h-h/m<sup>2</sup>, maestreado y repello 1.707 h-h/m<sup>2</sup> y afinado 0.395 h-h/m<sup>2</sup>.

✓ Los rendimientos obtenidos son mayores a los propuestos en el folleto Rendimiento de Mano de Obra del 2005, elaborado por el Ing. Eduardo Paniagua Madrigal y el estudiante Erick Fallas Gallardo. Esta diferencia se atribuye a las condiciones a las que pueden estar expuestas los trabajadores como clima y acceso al proyecto.

✓ Los montos estipulados por la empresa para cada subactividad no son confiables porque, en ocasiones, se gasta más de lo establecido.

✓ El rendimiento también puede verse afectado debido a que los trabajadores no cuentan con áreas específicas para su recreación, lo cual puede causar desmotivación y esto afecta directamente la productividad.

# Recomendaciones

Con base en las apreciaciones experimentadas, y en consonancia con la información recopilada, se recomienda a la empresa agotar las posibles instancias con el fin de adoptar un mayor conocimiento de los rendimientos de mano de obra que intervienen en los proyectos a cargo. Lo anterior para poder alcanzar una adecuada programación de proyectos y un eficaz control de costos.

Resultaría saludable utilizar rendimientos de mano de obra en el cálculo de presupuestos, con la finalidad de obtener un monto más aproximado a lo que en la realidad se puede gastar.

Para utilizar los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda tomar en consideración los recursos disponibles en cada subactividad y las condiciones que se detallan en los cuadros resumen, así como las limitantes que se pudieran originar.

Con el propósito de aumentar la productividad, se recomienda establecer el uso de incentivos. Tómese en cuenta que la puesta en marcha en forma adecuada de esta herramienta incentiva el estado anímico de la persona y conduce a una mayor motivación lo cual, en forma indefectible, repercute a todas luces en un rendimiento mayor.

Sería bueno que la empresa defina y establezca dentro del proyecto, áreas de recreación para sus trabajadores, con el fin de que estas puedan ser utilizadas en sus tiempos libres de tal manera que se promueva la motivación entre ellos y así se aumente la productividad.

# Anexos

Anexo I. Hoja técnica superbloque formaleta.

Anexo II. Hoja técnica uno, dos y tres pisos  
superbloque formaleta.

# Bibliografía

Calvo Rodríguez, Randall. **Notas de curso Administración de Empresas Constructoras**, 2007.

Calvo Rodríguez, Randall. **Notas de Curso Diseño de Procesos**, 2006.

Coghi, Juan Carlos. **Presentaciones curso Administración de Empresas Constructoras**, 2007.

Leandro, Ana Grettel. **Presentaciones curso Diseño de Procesos**, 2006.

Ortiz Quesada, Geannina y Paniagua Madrigal, Eduardo. **Costos de construcción**, 2005.

Paniagua Madrigal, Eduardo y Fallas Gallardo, Erick. **Rendimiento de Mano de Obra en la construcción de edificaciones**. Recopilación. Cartago, 2005.

Soto, Greivin. Maestro de obras. Entrevista.

[www.cema.edu.ar](http://www.cema.edu.ar)

[www.construccion.co.cr](http://www.construccion.co.cr)

[www.ilo.org](http://www.ilo.org)

[www.oit.or.cr](http://www.oit.or.cr)

[www.productividadyeficiencia.htm](http://www.productividadyeficiencia.htm)

[www.revistabit.cl](http://www.revistabit.cl)