

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

Rendimientos de la mano de obra en construcciones de casas de madera

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

Ana Yancy Paniagua Cascante

Cartago, Junio 2006.

Rendimientos de la mano de obra en construcciones de casas de madera



Abstract

The following project consists of the measurement of labor productivity, of the main activities, in houses, where, its constructive system this based on wood. One of the fundamental reasons, by this project is born; it is that the same one becomes a tool for the suitable planning and estimate the cost of projects of this type.

The predominant material is the wood; from the foundations to roof of the ceiling wood is already used. Other materials, little predominant, but, important, they are the cement and nails. And the rest will depend on the finished ones that the client wishes to give it, like the material of the floors and the cover of ceiling, mainly.

The most important conclusion, it is that as this system is not elaborated by any type of crew, because is elaborated by professionals on the area, the productivity is so high.

Resumen

El siguiente proyecto consta de la medición de rendimientos de mano de obra de las principales actividades en casas de habitación en las que su sistema constructivo está basado en madera. Una de las razones primordiales que originan este proyecto, es poner al alcance una herramienta para la adecuada planificación y presupuesto de proyectos de este tipo.

El material predominante es la madera, desde los cimientos hasta la contracubierta del techo se utiliza madera. Otros materiales, poco predominantes, aunque importantes, son el cemento y los clavos. El resto dependerá de los acabados que el cliente desee y del material de los pisos y la cubierta de techo, principalmente.

La conclusión más importante es que como este sistema constructivo no puede elaborarlo cualquier tipo de cuadrilla, sino, mano de obra especializada, la productividad resulta bastante alta.

Rendimientos de la mano de obra en construcciones de casas de madera

ANA YANCY PANIAGUA CASCANTE

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

Julio del 2006

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

| | |
|--|-----------|
| <i>Prefacio</i> _____ | 1 |
| <i>Resumen ejecutivo</i> _____ | 2 |
| <i>Introducción</i> _____ | 5 |
| <i>Metodología</i> _____ | 6 |
| <i>Marco Teórico</i> _____ | 14 |
| <i>Resultados</i> _____ | 16 |
| <i>Análisis de los resultados</i> _____ | 86 |
| <i>Conclusiones</i> _____ | 92 |
| <i>Recomendaciones</i> _____ | 94 |
| <i>Apéndices</i> _____ | 95 |
| <i>Anexos</i> _____ | 96 |
| <i>Referencia</i> _____ | 97 |

Prefacio

En estos días nuevamente la madera está tomando un papel protagónico en la industria de la construcción. Además del hecho de ser un material amigable con el ambiente, su estética, sus diversas presentaciones y naturalezas, entre muchas otras características prestigiosas, hacen de este un producto indispensable en la construcción.

Precisamente lo anterior obliga al conocimiento a cabalidad de este material. De aquí nace la inquietud de conocer un poco más acerca de este proceso constructivo y dada la importancia para la adecuada programación de un proyecto, así como el cálculo y control de costos, tener conocimiento de los rendimientos presentes en este proceso, justifica la relevancia de realizar una medición de la productividad en la mano de obra, en este tipo de edificación.

Además, la poca información existente dentro de nuestra profesión justifica el tema de este trabajo, en el sentido de ampliarlo y enriquecerlo, esencialmente por una preocupación moral y ética, además, del interés y aporte que sin duda significa esta labor.

Existen algunos antecedentes de tesis o proyectos que tratan rendimientos, pero que no incluyen información de rendimientos de la madera; ya que solo exponen datos sobre el uso de la formaleta que, como es lógico, es completamente diferente a la manipulación de los materiales para una casa de madera.

El objetivo base de este proyecto es determinar los rendimientos de la construcción de casas de madera, en cuanto a mano de obra se refiere. Destacar que afecta la productividad y realizar una propuesta de cómo se podrían minimizar sus efectos.

Finalmente deseo agradecer a la empresa "Inmaderas" por haberme facilitado las obras para realizar las mediciones

correspondientes, así como, al Sr. Oldemar Fallas, contratista de las obras y a toda la gente que trabaja para él. Sin la colaboración y respeto hacia mi persona no se hubieran podido realizar adecuadamente las mediciones de campo. Además, agradezco a mi Profesor Guía: Ing. Gustavo Rojas, por su ayuda y atención en las dudas durante el desarrollo del proyecto. Agradecer a Dios por toda la guía y fortaleza brindada en todos estos años de estudio que finalmente culminan en la obtención de un grado académico logrado a base de mucho esfuerzo, en compañía de mi familia.

Resumen ejecutivo

En un mundo con graves problemas ecológicos y de recursos y con una incesante demanda de viviendas para una población en rápido crecimiento resulta crucial el cuidado y uso de los materiales amigables con el ambiente, en un modo que evite su desperdicio o despilfarro.

Además, los cambios sociales, culturales, políticos y económicos requieren una nueva forma de gestionar las empresas y, sobre todo, una nueva forma de administrar los recursos humanos, poniendo un fuerte acento en el liderazgo y la motivación por sobre la supervisión estricta.

Todo ello implica la necesidad imperiosa de aplicar nuevas formas de gestionar las empresas constructoras, implementando sistemas de monitoreos tendientes al control de la productividad y los costos.

A continuación se presentan los datos obtenidos en las mediciones de los rendimientos de mano de obra en casas de madera, ya que es importante tener algún tipo de información para la adecuada programación de obras, así, como el presupuesto y control de costos de estas casas.

Este sistema constructivo no cuenta o presenta mayor complejidad, ya que es, por decirlo de alguna forma, bastante sistemático, lógico y mecánico; aunque es importante recalcar que es bastante artesanal. En consecuencia, aquí, trasciende una de las limitantes de este sistema, que es la necesidad de mano de obra especializada, por lo que puede estarse hablando no solo de costos de personal altos, sino de dificultad para conseguirla.

En el mercado actual, existen muy pocas empresas dedicadas a la explotación de este sistema constructivo muy atractivo principalmente para el extranjero norteamericano y europeo. El factor de financiamiento pocas veces es un problema; pero sí lo son los aspectos políticos y

burocráticos de nuestro país, tales como las observadas en la empresa en la que, se realizaron las mediciones; atrasos en el suministro de la materia prima ocasionados por los aspectos ya mencionados, por ejemplo, la huelga que se dio en la frontera Sur de nuestro país, a mediados de febrero del presente año, ocasionó que los camiones de la empresa, no pasaran ni para el lado de Costa Rica, central de operaciones, ni para el de Panamá, central de la materia prima, curado y secado, dejan a la empresa constructora y distribuidora de este material y al mercado de estas casas sin suficiente material para la demanda existente.

Para realizar las mediciones se procedió a hacer un listado de las principales actividades que incorporan el uso de la madera como materia prima base, para así proceder a hacer una programación para la adecuada medición de los rendimientos en campo. En la figura A, se muestra una graficación de las distintas actividades de la empresa que fue de mucha ayuda, para, hacer el adecuado listado.

Para la ejecución del proyecto se tomaron muestras en diferentes momentos del día, en diferentes días, sin considerar lunes a primera hora ni sábado a última hora, momentos en que se presentaron acontecimientos fortuitos, como lo fue el mal abastecimiento de la materia prima a las obras por escasez de la madera. Se detuvieron las mediciones para que no se viera afectada la muestra al final. Se recopiló de manera ordenada la información obtenida de las observaciones realizadas, para poder identificar las conexiones de estas con la información obtenida de entrevistas y se procedió a realizar el análisis exhaustivo de los datos, logrando, conclusiones que pueden llegar a ser de mucha ayuda para aumentar la productividad de este sistema constructivo.

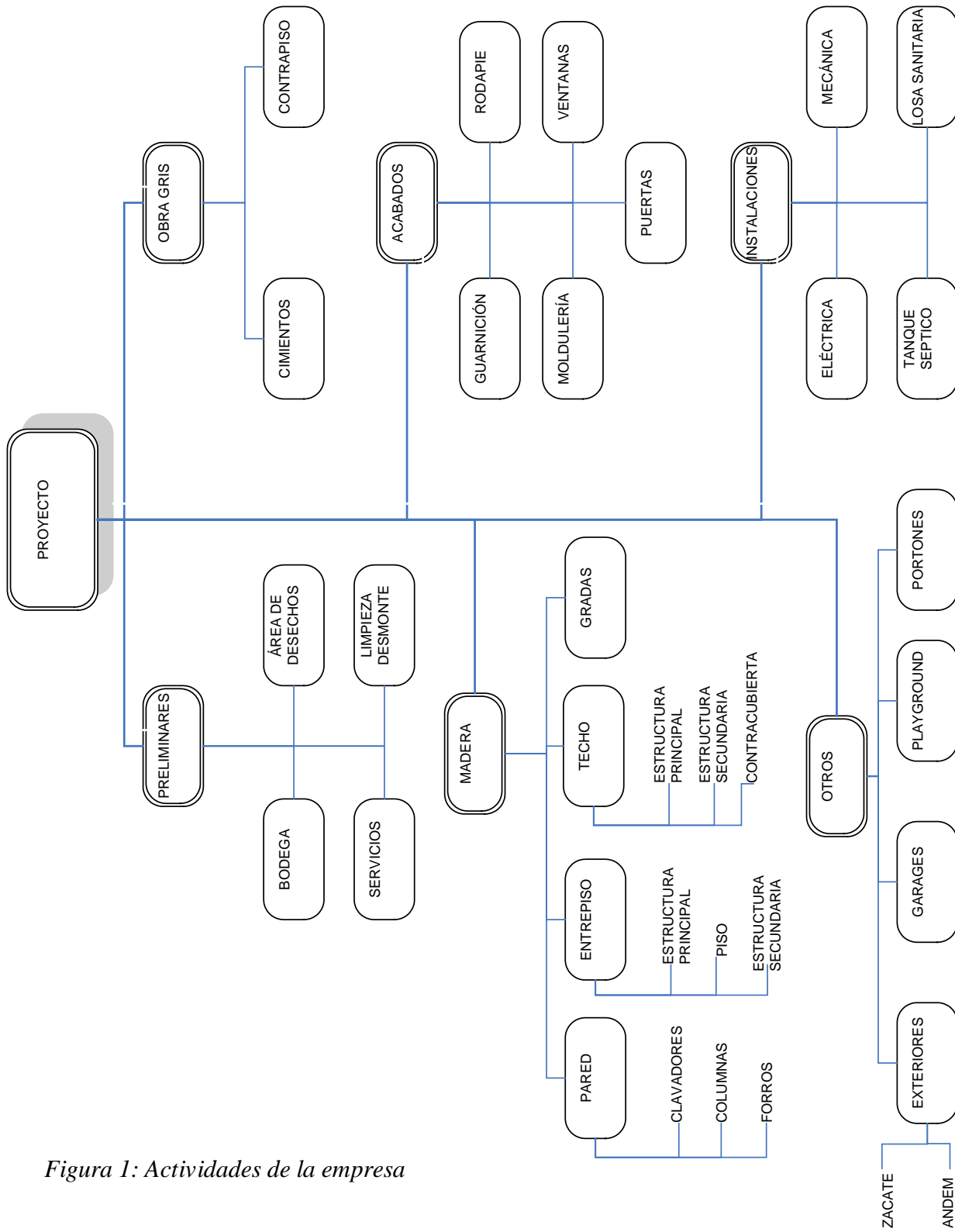


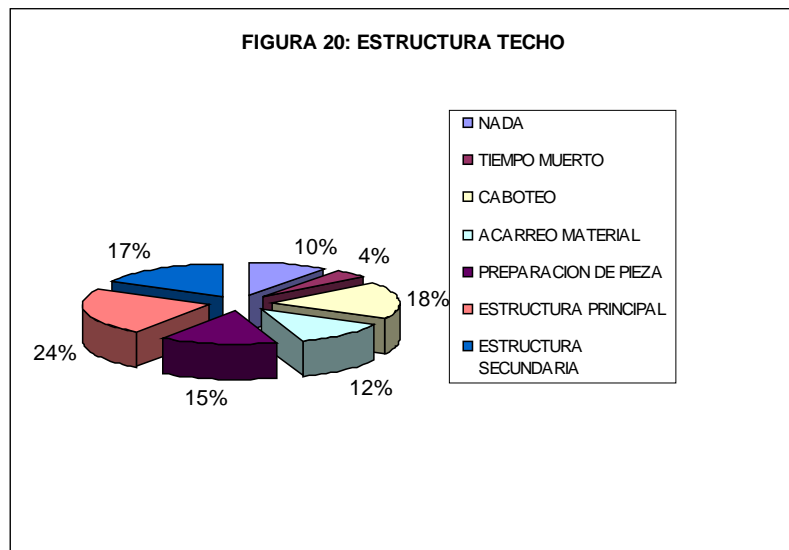
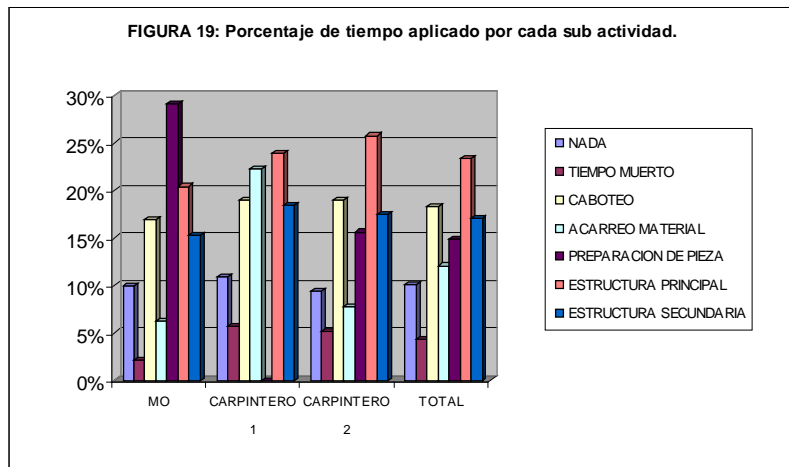
Figura 1: Actividades de la empresa

Para la adecuada interpretación de los datos, se procedió a realizar gráficos que permitían de una manera más fácil el análisis de los datos. Dichos gráficos correlacionan las acciones más importantes dentro de una actividad con el porcentaje de tiempo invertido por cada empleado, así como la inversión global realizada. Como puede verse en los siguientes gráficos más abajo.

Por medio de estos gráficos podía observarse realmente el tiempo que se aplicaba a la actividad y determinar en cuales acciones se podrían emplear medidas correctivas para aumentar la productividad y en cuáles no, el

grado de especialidad de la mano de obra, así como la mecanización existente en esta cuadrilla, por la acumulación de alguna sub-actividad en la labor realizada por los trabajadores o la ausencia de la misma.

Una de las conclusiones más importantes a las que se llega, es que como este sistema constructivo no es elaborado por cualquier tipo de cuadrilla, sino por mano de obra especializada; la productividad es bastante alta, sin embargo, los aspectos que afectan actualmente en la productividad son completamente subsanables, una vez identificados, la aplicación de las medidas correctivas es muy fácil.



Introducción

La administración de proyectos constructivos es una rama de la ingeniería que día a día ha venido buscando medios para mejorar su desempeño y adaptarse a las demandas de procesos y tecnología, por la variabilidad de las obras.

Esta realidad obliga a los ingenieros constructores a crear, optimizar y adecuar técnicas de control y evaluación, para poder de esta manera caminar al ritmo de las exigencias.

La organización, planeamiento y control de obras requiere de una labor exhaustiva e innovadora, además de herramientas eficientes y eficaces, como lo es la medición de la productividad.

En lo que respecta a productividad, sabemos que hoy día no es competitivo quien no cumple con calidad, producción, bajos costos, tiempos estándares, eficiencia, innovación, nuevos métodos de trabajo, tecnología. Y muchos otros conceptos por lo que esta se convierte en un punto de cuidado en los planes a largo y corto plazo.

Cuánto productiva sea una empresa o un sistema constructivo podría demostrar el tiempo de vida, de dicho ítem, además de la cantidad de producto fabricado con total de recursos utilizados.

El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es aumentando su productividad. El instrumento fundamental que origina una mayor productividad y lograr un cierto objetivo es la utilización de métodos para la medición de la misma, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios.

Aquí nace el presente trabajo y sus objetivos, como los son, establecer las diferentes tareas del proceso para poder realizar mediciones por actividades. Investigar posibles razones que puedan afectar el buen desempeño de la obra, así como posibles medidas correctivas. Observar en el nivel general el grado de desperdicio generado en estas obras.

La productividad es, sobre todo, una actitud de la mente. Ella busca mejorar continuamente todo lo que existe. Está basada en la convicción de que uno puede hacer las cosas mejor hoy que ayer y mejor mañana que hoy. Además, esta requiere esfuerzos sin fin para adaptar actividades económicas a condiciones cambiantes aplicando nuevas teorías y métodos. Es una creencia firme en que el progreso humano si se puede dar, es por esto, que otro de los objetivos del trabajo es proponer acciones correctivas, posibles, para aumentar el rendimiento de la mano de obra al máximo.

Metodología

Una vez que seleccionamos el modo de investigación apropiado más adelante descrito, y la selección de la muestra para el estudio, la siguiente etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre las variables involucradas en la investigación.

Recolectar los datos implica tres actividades estrechamente vinculadas entre sí:

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 ayuda de los métodos para medición de productividad como la observación continua, donde las observaciones son simplemente trabajando y no trabajando, la persona que realiza 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 hace la observación debe estar clara acerca de cuales son los objetivos. Para ser calificado como trabajando, el personal debe estar realizando actividades tales como cargando material o sosteniendo material de soporte o realizando trabajo físico o discutiendo trabajo Por otro lado, para ser calificado como no trabajando, hablando de otra cosa que no sea trabajo, caminando sin nada, entre otras. El record cada cinco minutos, donde las actividades de una cuadrilla son registradas por intervalos cortos, esta técnica es mas rápida, pero menos precisa. Aún así es un método efectivo para realizar una evaluación del trabajo que se está realizando. Además, las entrevistas se les realizaron a los maestros de obras.

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). 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 lograr, así

determinar las diferencias numéricas entre este proceso y otros.

Metodología aplicada al proyecto

Se tomaron como parámetros para observación, tres obras que estaban en proceso, en el momento de iniciar el proyecto, febrero 2006, la primera estaba en un 35%, la otra en un 15%, y la última estaba en tramitación de visado, casi concluido.

La primera es levantada en pilotes variables, cuyas alturas oscilan entre 60 y 100 cm., de un nivel, con cubierta de zinc tipo rectangular, con una distribución de techos a 2 aguas, de 75 m². en clima frío, con piso de madera y cerámica solo en el baño. Altura máxima de pared es de 3.5 m. En el gran área metropolitana. Cuadrilla experimentada. 35% avance

La segunda a nivel, de un piso, con cubierta tipo teja, de 50 m². En clima cálido, con piso de cerámica. Con distribución de techos a cuatro aguas, tipo diamante. Altura máxima de pared 3.2 m. En el gran área metropolitana. Cuadrilla experimentada. 10% avance

La tercera es levantada en pilotes, alturas variables desde 0.60 hasta 2 m, con el piso de cerámica y contrapiso en madera, clima frío, cubierta de zinc tipo teja, distribución de techos a 4 aguas, tipo diamante, altura máxima de pared de 3.5 m. de 85 m². En el gran área metropolitana. Cuadrilla experimentada. 15% avance.

Se tomaron muestras en diferentes momentos del día, en diferentes días, sin considerar lunes a primera hora ni sábado a ultima hora, momento en que se presentaron acontecimientos fortuitos, como lo fue el mal abastecimiento de la materia prima a las obras por escasez de la madera y se detuvieron las mediciones para que no se viera afectada la muestra al final, se recopiló de manera adecuada la información obtenida de las observaciones realizadas, así como las conexiones propias con la información obtenida de entrevistas y se

procedió a realizar el análisis exhaustivo 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.

En cuanto a su estructura se establece en columnas a cada máximo 2 m en piezas de 3*3", con clavadores a cada máximo 0.50 m en piezas de 2*3". Con arriostres, colocados generalmente junto a vanos de puertas, ventanas y esquinas, estas piezas son también en piezas de 2*3. Linteles de Ventanas y Puertas en piezas de 3*3". Amarre de toda la estructura con una viga solera en piezas de 3*3", al igual un amarre a nivel de piso. Con piezas atravesando toda la longitud de las paredes, paralela a la viga solera, a cada aproximadamente 75 cm. de altura entre un travesaño y otro, llamados durmientes.

Algunas casas son a nivel de terreno natural, lógicamente eliminando la capa vegetal, y otras elevadas en pilotes de diversas alturas o una altura constante, dependiendo de las necesidades y expectativas del cliente, así, como las demandas del terreno y la zona donde se construirá la casa.

En lo que al techo respecta, se puede decir que es una de las tareas más delicadas y de mayor tiempo, no por demanda estructural, sino porque todos los techos son artesonados expuestos con madera redonda (rollizos para futuras referencias) con cortes tipo boca de pescado (caboteado para futuras referencias) con ángulos variables dependiendo de las piezas a las cuales entre o salga el rollizo que se este caboteando. Esta actividad, como ya se menciono, es una de las más lentas. Además, de llevar los rollizos como estructura principal y secundaria, lleva tablilla machihembrada y posterior a esta la cubierta que se escoja.

Las casas son forradas por ambas caras (interna y externa) con tablilla machihembrada o media madera machihembrada. Los acabados en su mayoría son muy rústicos, la madera no se cepilla, el piso no se pule, etcétera.

Las ventanas son tipo francesas con guarnición en todo su perímetro, al igual que las puertas, que las hay de dos tipos las francesas y las de tablero. Las puertas y ventanas se elaboran con madera de cedro o laurel

Todas las uniones se hacen por medio de clavos, por tornillos de carrocería o cabos de varilla #3, como cada caso lo demande. Cuando se hacen necesarias pegas en secciones, los cortes se hacen a 45°.

Los pisos pueden ser en tablilla machihembrada o cerámica, según guste o se adapte a las necesidades del cliente.



Figura 2: Muestra de Estructura de Techo por debajo en un limatón



Figura 3: Muestra de Estructura de Pared y Pilotaje

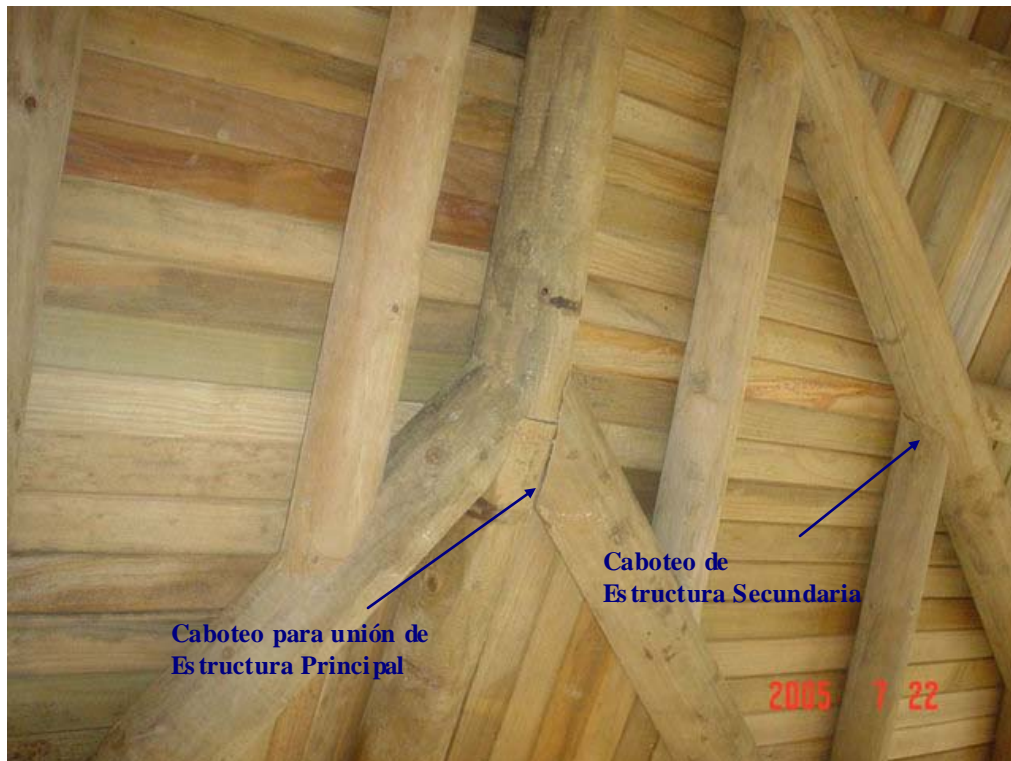


Figura 4: Caboteo en techo



Figura 5: Fachada de una casa de dos plantas



Figura 6: Caboteo para estructura de techo de Corredor



Figura 7: Paredes



Figura 8: Estructura principal de entrepiso



Figura 9: Mesa de trabajo con angleteadora



Figura 10: Apilamiento de material. Al fondo mesa de trabajo.



Figura 11: Fachada de casa ya concluida



Figura 12: Casa terminada internamente

Marco Teórico

¿Qué es productividad?

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (insumos) en un período dado se obtiene el máximo de productos.

La productividad en las máquinas y equipos esta dada como parte de sus características técnicas. No así con el recurso humano o los trabajadores. Deben considerarse factores que influyen.

Además de la relación de cantidad producida por recursos utilizados, en la productividad entran en juego otros aspectos muy importantes como:

Calidad: La calidad es la velocidad a la cual los bienes y servicios se producen especialmente por unidad de labor o trabajo. (www.productividadyejeficiencia.htm)

+

$$\text{Productividad} = \frac{\text{SALIDAS}}{\text{ENTRADAS}}$$

- ◆ Entradas: Mano de Obra, Materia prima, Maquinaria, Energía, Capital.
- ◆ Salidas: Productos.

Cómo se obtiene una mayor productividad:

- +
- +
- +

+

+

¿Cómo se mide la productividad?

La productividad se define como la relación entre insumos y productos, en tanto que la eficiencia representa el costo por unidad de producto. Por ejemplo:

En el caso de los servicios de salud, la medida de productividad estaría dada por la relación existente entre el número de consultas otorgadas por hora/médico. La productividad se mediría a partir del costo por consulta, estaría integrado no solo por el tiempo dedicado por el médico a esa consulta, sino también por todos los demás insumos involucrados en ese evento particular, como pueden ser materiales de curación medicamentos empleados, tiempo de la enfermera, etc.

En las empresas que miden su productividad, la fórmula que se utiliza con más frecuencia es:

$$\text{Productividad} \Rightarrow \frac{\text{N}^\circ \text{ de unidades producidas}}{\text{Insumos empleados}}$$

Este modelo se aplica muy bien a una empresa manufacturera, taller o que fabrique un conjunto homogéneo de productos. Sin embargo, muchas empresas modernas manufacturan una gran variedad de productos. Estas últimas son heterogéneas tanto en valor como en volumen de producción a su complejidad tecnológica puede presentar grandes diferencias. En estas empresas la productividad global se mide basándose en un número definido de " centros de utilidades " que representan en forma adecuada la actividad real de la empresa.

La fórmula se convierte entonces en:

$$Pr oductividad \Rightarrow \frac{ProA+ProB+ProN}{Insumos empleados}$$

Finalmente, otras empresas miden su productividad en función del valor comercial de los productos.

$$Pr oductividad \Rightarrow \frac{Ventas netas de la empresa}{Salarios pagados}$$

Todas estas medidas son cuantitativas y no se considera en ellas el aspecto cualitativo de la producción (un producto debería ser bien hecho la primera vez y responder a las necesidades de la clientela). Todo costo adicional (reinicios, refabricación, reemplazo reparación después de la venta) debería ser incluido en la medida de la productividad. Un producto también puede tener consecuencias benéficas o negativas en los demás productos de la empresa. En efecto si un producto satisface al cliente, se verá inclinado a comprar otros productos de la misma marca; si ha quedado insatisfecho con un producto puede no volver a comprar otros productos de la misma marca.

El costo relacionado con la imagen de la empresa y la calidad debería estar incluido en la medida de la productividad con el fin de medir el progreso de la productividad, generalmente se emplea el **índice de productividad (P)** como punto de comparación:

$$P \Rightarrow \frac{Pr oductividad observada}{Es tan dard de productividad} * 100$$

La productividad observada es la productividad medida durante un periodo definido (día, semana, Mes, año) en un sistema conocido (taller, empresa, sector económico, departamento, mano de obra, energía, país). El estándar de productividad es la productividad base o anterior que sirve de referencia.

Con lo anterior vemos que podemos obtener diferentes medidas de productividad, evaluar diferentes sistemas, departamentos, empresas, recursos como materias primas, energía, entre otros.

Pero lo más importante es ir definiendo la tendencia por medio del uso de índices de productividad a través del tiempo en nuestras empresas, realizar las correcciones necesarias con el fin de aumentar la eficiencia y ser más rentables.

Elementos importantes a considerar para aumentar la productividad de la empresa son el capital humano como la inversión realizada por la organización para capacitar y formar a sus miembros y el instructor de la población trabajadora que son los conocimientos y habilidades que guardan relación directa con los resultados del trabajo.

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

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 (figura 13) y todos ellos son importantes.

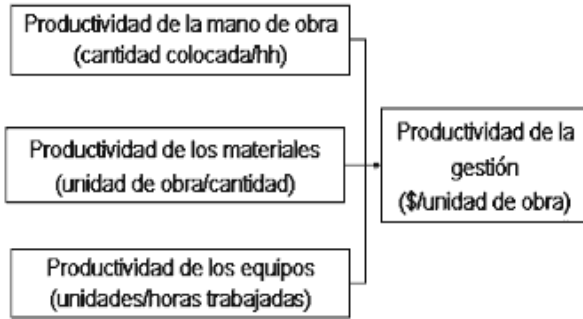


FIGURA 13: COMPONENTES DE LA PRODUCTIVIDAD.

Lejos han quedado los tiempos en los cuales la eficiencia de los trabajadores no era un factor preocupante para los administradores de proyectos de construcción.

Los salarios de los trabajadores en el nivel mundial 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 importante, considerando que en el caso de nuestro país se tienen al menos dos aumentos al año. De ahí que sea fundamental que las empresas constructoras enfoquen sus esfuerzos a no sólo 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 que permita medir la productividad de la industria de la construcción constantemente de manera 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.

$$Pr\ oduc. \Rightarrow \frac{PIB\ real\ construcción}{Empleados\ directos\ del\ sector}$$

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

No existe una predisposición clara y marcada que permita 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.

La variación relativa de la productividad se muestra en la figura 14. Aquí lo importante son los repuntes en la productividad que se produjeron en los años 1991-1992, 1994-1995, 1997-1998 y 1999-2000. La variación relativa del período 1997-1998 es muy significativa, en donde se varió de una productividad negativa, a una positiva.

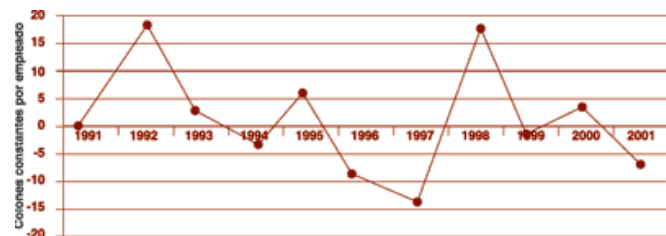


FIGURA 14: VARIABILIDAD DE LA PRODUCTIVIDAD.

Lo preocupante es que la productividad no ha tenido un incremento constante. Los descensos de los años 1992-1994, 1995-1997, 1998-1999 y 2000-2001 ⁽¹⁾ deben hacer reflexionar seriamente a las empresas constructoras sobre la necesidad imperativa de emprender estudios y programas que mejoren la productividad. Quizás los participantes de 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**, ya 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, un análisis preliminar permite deducir que la productividad ha sido variable en los últimos años, con ascensos y descensos marcados. Esto hace presumir que las políticas de las empresas constructoras no han estado orientadas hacia la mejora de la productividad. Así lo expresa Fernández Morales:

“Es por ello que se deben realizar mayores estudios en este campo, para definir un método adecuado de medición de la productividad y considerar las acciones pertinentes para mejorar la misma. El aporte de las universidades de nuestro país puede ser fundamental, para generar proyectos de investigación en conjunto con las empresas constructoras y lograr obtener resultados que incrementen la productividad de la industria de la construcción.”¹

¹ Ing. Roberto Fernández Morales

M.Eng.C.E., M.B.A, Revista Construcción

Construir con Madera

La madera ha sido usada permanentemente en la construcción a lo largo de la historia de la humanidad, ya sea como materia prima principal en la edificación o como material para acabados, su belleza y funcionalidad son irremplazables

El hombre buscó refugiarse de la intemperie al salir de sus cuevas y desde esa época usó madera, la misma que hoy se reconoce como material primordial en la construcción habitacional que incluye desde las casas de troncos y tablas, se utilizaban técnicas muy elementales; hasta las modernas construcciones como grandes edificaciones para apartamentos y casas de recreo, de gran calidad, riqueza tecnológica y diseño arquitectónico.

La madera, como recurso natural renovable, ofrece grandes ventajas ambientales favoreciendo procesos de soporte al ecosistema y brindando enormes garantías como materia prima de alto potencial físico, mecánico y estético para la construcción.

Son muchas las posibles alternativas existentes para la construcción de viviendas en madera, desde los sistemas constructivos tradicionales, hasta los industrializados y los sistemas estructurales mediante los cuales es posible dimensionar soluciones habitacionales.

Sistemas Constructivos para construcciones de Vivienda en Madera

• Sistemas Constructivos no industrializados

- Vernacular: Sistema tradicional que utiliza la materia prima con poca transformación (madera rolliza) y es ejecutado completamente in situ.

- Habilitado o Semi-Precortado: Utiliza madera cortada en los aserraderos para

construir in situ, demandando mano de obra semi-calificada y un conocimiento técnico básico de los componentes constructivos.

• Sistemas Constructivos Semi-Industrializados

- Precortado: Emplea elementos prefabricados que son ensamblados en obra.

• Sistemas Constructivos Industrializados

- Prefabricación Parcial (paneles y componentes): Gran parte del trabajo se realiza en el prefabricando de paneles y componentes completos que luego se montan en obra.

- Prefabricación total (elementos volumétricos): constituido por elementos volumétricos como techos o ambientes completos que incluyen instalaciones, accesorios y en algunos casos hasta acabados, desarrollados en planta y que se instalan en el sitio con un mínimo de trabajo en obra.

Sistemas Estructurales para Vivienda en Madera

Entre los usos de la madera en la construcción se identifican los siguientes sistemas estructurales para la construcción de viviendas de uno a tres pisos.

Sistemas Macizos

En este sistema la madera es usada como un elemento estructural con bajo proceso de transformación y se caracteriza por mantener las dimensiones de las piezas proporcionales al estado original de la madera en bruto. Responde al sistema constructivo más tradicional.

• Sistema de Entramado

Sistemas constituidos por unidades de sección transversal pequeña y a su vez muy esbeltos, que

están dispuestos a corta distancia entre ellos de manera vertical y son denominados pie derechos. Sus componentes estructurales fundamental es la columna o la viga, el pie derecho, los entramados, etc., con los cuales se construyen muros, pisos, entrepisos, techos, arriostrados cubiertos por entablados o tableros, conformando volúmenes arriostrados de especial rigidez donde las cargas se transmiten de manera repartida. Dentro de este sistema se pueden identificar dos sistemas:

1. *Sistemas de paneles soportantes*: En este, las cargas de la cubierta y entrepisos se trasladan a los cimientos por medio de paneles.

2. *Sistema de vigas y soportes*: En este sistema las cargas de las cubiertas y los entrepisos se reciben y se distribuyen por medio de vigas y columnas a los cimientos.

Formas comerciales de utilización de la madera

La madera tiene diversas aplicaciones. Se acostumbra clasificar los productos de la madera en los siguientes productos primarios: leña, madera en rollo, madera labrada, madera aserrada, tableros y productos derivados de la pasta. La madera rolliza es la que no se elabora antes de su uso y no se emplea como leña. La madera labrada es la que se obtiene dándole la forma requerida con hacha o suela. La madera aserrada es la que recibe la geometría especificada a través de un proceso mecánico o manual de aserrado. Los tableros o paneles son elementos planos obtenidos por diversos procedimientos industriales; se incluyen dentro de ésta categoría el triplay o madera contrachapada y los diversos tipos de tableros de fibras o aglomerados.

MADERA ROLLIZA

También llamada madera sin elaborar. Es de uso bastante frecuente en construcciones rurales y tradicionales. En varias regiones todavía se emplea en andamios, cimbras y obras falsas de diversos tipos. Un empleo bastante exitoso de

este producto es en el caso de líneas de transmisión de energía eléctrica y de teléfono. En algunos puentes de caballete todavía se emplea como elementos verticales de carga. Un uso algo difundido en otras regiones del mundo es la construcción de viviendas en construcciones industriales y rurales como elementos soportantes de la cubierta, como los muros y, en ocasiones hasta los pisos. Un uso tradicional que tiende a desaparecer es la construcción de cabañas con troncos.

MADERA LABRADA

Se obtiene dándole la forma requerida con hacha o azuela. Las piezas de madera labrada son todavía de uso común en las construcciones rústicas, aunque es de esperarse que esta manera de elaborar la madera sea sustituida por la aserrada, puesto que la elaboración de la madera labrada implica desperdicios importantes. Los miembros de madera labrada generalmente son piezas relativamente robustas utilizadas como vigas, postes, pilotes cabezales de caballetes para puentes.

MADERA ASERRADA

El volumen de madera aserrada utilizado en la construcción excede con mucho al de los demás productos forestales con algún grado de elaboración en todas partes del mundo.

TIPO DE SISTEMA EN ESTUDIO

- ◆ Sistema constructivo no industrializado.
- ◆ Sistema entramado de vigas y soportes.
- ◆ Madera aserrada
- ◆ Madera Rolliza

Problemas con la madera

Actualmente hay problemas para el uso de madera, muchos están ya atendiéndose. No hay dimensiones estables, ni clasificaciones establecidas, ni agencia para el control de calidad en aserraderos y madererías. Se manda madera sin el secado debido, sin tratamiento por inmersión o al vacío después del corte y sin marcar su clase, siendo que industrialmente lo más adecuado es el secado al horno, con un tratamiento a la madera como su acabado final y teniendo una clasificación de la madera, por su grado de curado, sección transversal y humedad obtenida después del secado. En la mayoría de las madererías se reclasifica la madera al antojo; no saben estibar, ni labrar la madera y muchas veces venden madera infestada de polilla, termita, entre otros.

PROBLEMAS CON EL CONSTRUCTOR

A raíz del desconocimiento del manejo del sistema, ha habido resistencia al cambio de parte del constructor en general y también falta de confianza en sus resultados en la prefabricación. No se entera a fondo de los sistemas constructivos que se mueven en el mundo y aparte le cuesta trabajo, tiempo y dinero aprender y obtener experiencia.

En la gran mayoría de los casos no es del cliente quien rechaza un sistema, sino, que cuando lo rechaza lo hace por consejo de algún arquitecto o ingeniero, quienes dan ese consejo por el desconocimiento en el sistema.

Resultados

Lista de actividades

ACTIVIDAD 1: MARCADO DE LA CASA. Marcación de la paredes internas y externas de la casa en la zona de construcción.

ACTIVIDAD 2: EXCAVACION DE CIMIENTOS. Excavación de los cimientos, que usualmente son placas aisladas de 0.35*0.35*0.6 m.

ACTIVIDAD 3: PILOTAJE. Levantamiento de los piezas que servirán de soporte para la casa.

ACTIVIDAD 4: ESTRUCTURA DE ENTREPISO. Colocación de las vigas y viguetas del entrepiso cuando la casa es levantada en pilotes o es de dos plantas.

ACTIVIDAD 5: ESTRUCTURA DE PARED. Colocación de columnas, clavadores, durmientes, vigas de amarre y viga corona.

ACTIVIDAD 6: ESTRUCTURA DE TECHO. Colocación de limatones, limahoyas, cumbreas y artesones del techo.

ACTIVIDAD 7: TABLILLA DE PISO. Colocación de la tablilla de piso, ya sea, de primera para el acabado final de la casa o de segunda para la chorrea de las secciones que están levantadas en pilotes o segunda planta y llevan cerámica.

ACTIVIDAD 8: TABLILLA DE PARED. Colocación de la tablilla de forma horizontal.

ACTIVIDAD 9: TABLILLA DE TECHO. Colocación de la tablilla de techo, perpendicular a los artesones y a la dirección del techo.

ACTIVIDAD 10: COLOCACION DE PUERTAS Y VENTANAS.

ACTIVIDAD 11: COLOCACION DE GUARNICION, RODAPIE Y CUARTO REDONDO.

Información tabulada

A continuación se presenta una lista de cuadros e imágenes por cada actividad, dicha

información corresponde en orden a los siguientes contenidos:

1. Cuadro de actividades y subactividades, corresponde a las actividades y subactividades presentes en la observación.

2. Cuadro de información general, contenida en este cuadro la información general de las diversas tomas, como lo es el clima imperante en las mediciones, los tiempos de medidas y cantidad de gente observada.

3. Cuadro de recursos utilizados en la actividad.

4. Cuadro de la información obtenida en la medición de work sampling.

5. Cuadro de la información obtenida en la medición de five minute rating.

6. Cuadro de eficiencia por cada trabajador, en el que puede observarse individualmente la eficiencia por trabajador, lo que ayuda a valorar el recurso humano de manera individual.

7. Cuadro de eficiencia general, donde se puede observar de manera global, la eficiencia del proceso, lo que ayuda a valorar el recurso humano de manera grupal.

8. Cuadro de eficiencia promedio entre los dos métodos utilizados.

9. Aprovechamiento del tiempo por trabajador, cuadro en el cual se observa de manera separada los porcentajes utilizados por cada trabajador para cada subactividad.

10. Graficación del aprovechamiento del tiempo por trabajador, grafico que permite visualizar los porcentajes utilizados por cada trabajador para cada subactividad.

11. Graficación del aprovechamiento del tiempo por cuadrilla, grafico que permite visualizar los porcentajes utilizados por el equipo de trabajo para cada subactividad.

12. Finalmente se tiene una hoja de cálculo, para el cálculo del rendimiento de cada actividad.

ACTIVIDAD 1

ACTIVIDAD 1: MARCADO DE CASA
CUADRO 1: ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | SUBACTIVIDAD | RECURSOS | | | MATERIAL |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|--|---------------|
| | | CUADRILLA | EQUIPO | | |
| Planificación | | 1 operario Carpintero | Planos | | Nada |
| | | Maestro de Obras | | | |
| Preparación de Material | Medición de la pieza | 1 Carpintero | Cinta | | Pieza |
| | Cortado de Pieza | 1 operario | Angleteadora, Cinta | | Pieza |
| | Traslado de Pieza | 1 operario | Ninguno | | Pieza |
| | Lectura del Plano | 1 Ayudante | Planos, cinta | | nada |
| Marcado | Medición de cota y marcado | 1 carpintero- 1 maestro | Cinta, lapiz, escuadra | | Pieza |
| | Colocación de estaca | 1 carpintero - 1 maestro | martillo, maso, cinta | | Pieza, clavos |
| | Verificación | 1 maestro | cinta, nivel, plomo | | niveleta |
| Limpieza final | Recolección de Desechos | 1 operario carpintero | carretillo | | Desechos |
| | | Maestro de Obras | | | |

| CUADRO 2: INFORMACION GENERAL | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| ACTIVIDAD 1 | MARCADO DE CASA |
| CLIMA | SOLEADO, VENTOSO Y DESPEJADO |
| Nº PERSONAS | 3 |
| Nº TIEMPOS | 1 |

| CUADRO 3: RECURSOS DE LA ACTIVIDAD 1 | | | |
|---|---|------------------------------|--------|
| HERRAMIENTAS | | MATERIALES | |
| Angleteadora | 1 | Piezas de 2.5*7.5 cm. (1*3") | 40 vrs |
| Martillo | 3 | Manguera transparente | 25 ml |
| Mazo | 1 | Cuerda | 2 uni. |
| Cinta | 3 | Clavos 7.5 cm. (3") | 2 kg |
| Decametro | 1 | Clavos 10 cm. (4") | 2 kg |
| Nivel | 3 | | |
| Plomo | 1 | | |
| Escuadra | 1 | | |

ACTIVIDAD 1
CUADRO 4: Muestreo de trabajo

| HORA | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 8:40 | 3 | 3 | 0 |
| 10:40 | 3 | 3 | 0 |
| TOTAL min. | 354 | 327 | 27 |

| | |
|-----------|-----|
| No OBSERV | 354 |
| CANT HT | 327 |
| CANT HNT | 27 |

| | |
|----------------------|---------------|
| PROCENTAJE HT | 92,37% |
|----------------------|---------------|

ACTIVIDAD 1**CUADRO 5: Muestreo de trabajo, cada cinco minutos**

| #MED. | HORA | OPERARIO | CARPINTERO | MAESTRO DE OBRAS | HOMBRES TRABAJANDO |
|-------|-------|----------|------------|------------------|--------------------|
| 1 | 8:40 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 2 | 8:45 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 3 | 8:50 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 4 | 8:55 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 5 | 9:00 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 6 | 9:05 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 7 | 9:10 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 8 | 9:15 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 9 | 9:20 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 10 | 9:25 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 11 | 9:30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 12 | 9:35 | 1 | 1 | - | 2 |
| 13 | 9:40 | 1 | 1 | FUERA MEDICION | 2 |
| 14 | 9:45 | 1 | 1 | FUERA MEDICION | 2 |
| 15 | 9:50 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 16 | 9:55 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 17 | 10:00 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 18 | 10:05 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 19 | 10:10 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 20 | 10:15 | - | 1 | - | 1 |
| 21 | 10:20 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 22 | 10:25 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 23 | 10:30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 24 | 10:35 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 25 | 10:40 | 1 | 1 | 1 | 3 |

| | | | | |
|--------------|----|----|----|----|
| TOTALES min. | 24 | 25 | 21 | 70 |
|--------------|----|----|----|----|

| | |
|----------------------------|---------------|
| UNIDAD DE HOMBRES | 73 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | 70 |
| EFFECTIVIDAD | 95,89% |

| |
|--|
| ACTIVIDAD 1 |
| CUADRO 6 : Eficiencia por cada trabajador |

| Trabajador | Tiempo Total | Tiempo No Laborado | Tiempo Laborado | % Eficiencia |
|------------------|--------------|--------------------|-----------------|--------------|
| OPERARIO | 121 | 12 | 109 | 90,08% |
| CARPINTERO | 121 | 6 | 115 | 95,04% |
| MAESTRO DE OBRAS | 112 | 9 | 103 | 91,96% |

| |
|---|
| ACTIVIDAD 1 |
| CUADRO 7: Eficiencia Total del proceso |

| Ítem | Cantidad |
|---------------------------------------|---------------|
| Tiempo Total Invertido | 354 |
| Tiempo Total no laborado | 27 |
| Tiempo Total Efectivo | 327 |
| Porcentaje Total de Eficiencia | 92,37% |

| |
|---|
| ACTIVIDAD 1 |
| CUADRO 8 : Eficiencia promedio entre métodos |

| Ítem | Porcentaje |
|----------------------------|---------------|
| Muestreo tipo 1* | 92,37% |
| Muestreo tipo 2** | 95,89% |
| Eficiencia promedio | 94,13% |

*Muestreo de trabajo

** Muestreo de trabajo cada cinco minutos

| ACTIVIDAD 1 | | | | | | | | |
|--|------------|-------|---------------|-------------------------|----------|----------------|-----------|-------------------|
| CUADRO 9: APROVECHAMIENTO DEL TIEMPO POR SUB ACTIVIDADES | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD | | NADA | PLANIFICACION | PREPARACION DE MATERIAL | MARCA DO | LIMPIEZA FINAL | ESPERANDO | FUERA DE MEDICION |
| CANTIDAD | OPERARIO | 12 | 9 | 14 | 68 | 5 | 13 | 0 |
| | CARPINTERO | 6 | 8 | 7 | 81 | 5 | 14 | 0 |
| | MO | 9 | 7 | 7 | 66 | 5 | 17 | 10 |
| | TOTAL | 27 | 24 | 28 | 215 | 15 | 44 | 10 |
| % | OPERARIO | 9,92% | 7,44% | 11,57% | 56,20% | 4,13% | 10,74% | 0,00% |
| | CARPINTERO | 4,96% | 6,61% | 5,79% | 66,94% | 4,13% | 11,57% | 0,00% |
| | MO | 7,44% | 5,79% | 5,79% | 54,55% | 4,13% | 14,05% | 8,26% |
| | TOTAL | 7,44% | 6,61% | 7,71% | 59,23% | 4,13% | 12,12% | 2,75% |

FIGURA 15: Porcentaje de tiempo aplicado por cada sub actividad, actividad 1.

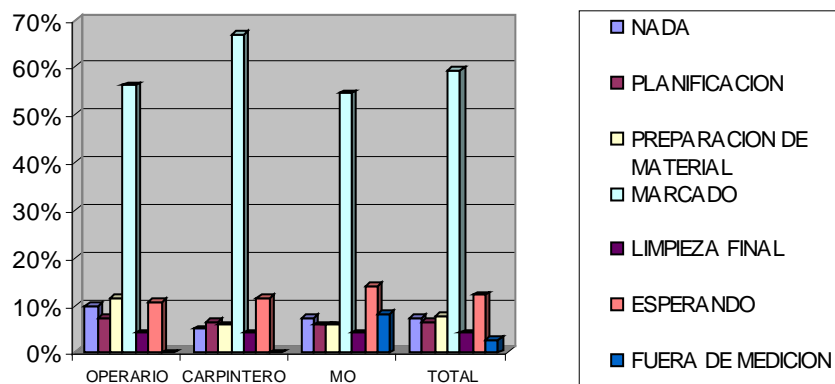


FIGURA 16: MARCA DO DE LA CASA

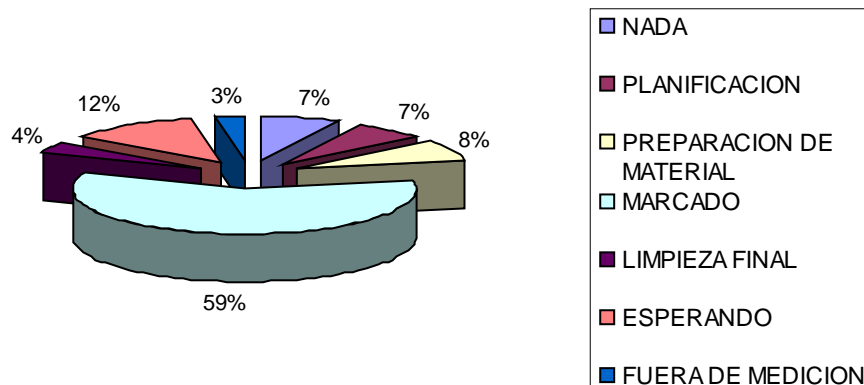


FIGURA 17: Cálculo del rendimiento actividad 1***

| | | | | | |
|-------------------------|---|------------|----------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Cuadrilla | n | 3 | personas | | |
| Tiempos | hrs. | | Cantidades | m ² | |
| t ₁ | 1,97 | | C ₁ | 85 | |
| R: | $\frac{t_n * n}{C_n}$ | | R ₁ | 0,0694118 | |
| | | | n _R | 1 | |
| R´: | $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{n_R}$ | | R´: | 0,06941 | |
| $\sigma \Rightarrow$ | $\sqrt{\frac{(R_1 - R')^2 + (R_2 - R')^2 + (R_3 - R')^2}{n_R}}$ | | | σ : | 0 |
| CV: | $\frac{\sigma * 100}{R'}$ | | CV: | 0,00% | |
| h.d. | 10 | hrs. | f.i.: | $\frac{t.c. * 100}{h.d. - t.c.}$ | |
| t.c. | Café | 0,25 | hr | | |
| | Almuerzo | 0,5 | hr | | |
| | Café | 0,25 | hr | | |
| | Servicio San. | 0,25 | hr | f.i.: | 17,65% |
| | Otros | 0,25 | hr | | |
| | | <u>1,5</u> | hr | | |
| $R : R'(1 + fi) \pm CV$ | | | R: | 0,082 | ± 0,00 hr-hh/m² |

*** Metodología tomada de la referencia N°10 del presente trabajo

ACTIVIDAD 2

ACTIVIDAD 2: EXCAVACION DE CIMIENTOS
CUADRO 10: ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | SUBACTIVIDAD | RECURSOS | | |
|------------|--------------|----------------------|-------------------|----------|
| | | CUADRILLA | EQUIPO | MATERIAL |
| Excavación | | 1 peón, 1 carpintero | Pala, pico, punta | Tierra |

CUADRO 11: INFORMACION GENERAL

| | |
|-------------|-------------------------|
| ACTIVIDAD 2 | EXCAVACION DE CIMIENTOS |
| CLIMA | FRIO |
| Nº PERSONAS | 2 |
| Nº TIEMPOS | 2 |
| Nº LUGARES | 2 |

CUADRO 12: RECURSOS DE LA ACTIVIDAD 2

| HERRAMIENTAS | MATERIALES | |
|--------------|------------|--------|
| Pala | 2 | Tierra |
| Pico | 2 | |
| Punta | 2 | |

| CUADRO 21: MUESTREO TIPO 1 ACTIVIDAD 3 | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| TIEMPO 1 | | | |
| EXCAVACION DE CIMIENTOS 15 UNID. DE 0,0735 m3 | | | |
| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 7:15 | 2 | 2 | 0 |
| 10:45 | 2 | 2 | 0 |
| No OBSERV | | 422 | |
| CANT HT | | 375 | |
| CANT HNT | | 47 | |
| PROCENTAJE HT | | 88,86% | |
| TIEMPO 2 | | | |
| EXCAVACION DE CIMIENTOS 20 UNID. DE 0,0931 m3 | | | |
| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 7:30 | 2 | 2 | 0 |
| 11:30 | 2 | 2 | 0 |
| No OBSERV | | 482 | |
| CANT HT | | 428 | |
| CANT HNT | | 54 | |
| PROCENTAJE HT | | 88,80% | |
| PROMEDIO | | | |
| EXCAVACION DE CIMIENTOS 2,9645 m3 | | | |
| No OBSERV | | 904 | |
| CANT HT | | 803 | |
| CANT HNT | | 101 | |
| PROCENTAJE HT | | 88,83% | |

| CUADRO 14: MUESTREO TIPO 2, ACTIVIDAD 2 | | | |
|---|------|---------------|--------------------|
| TIEMPO 1 | | | |
| EXCAVACION DE CIMIENTOS 15 UNID. DE 0,0735 m ³ | | | |
| OBSERVACIÓN | PEON | CARPINTERO | HOMBRES OBSERVADOS |
| 7:15 | 1 | 1 | 2 |
| 10:45 | 1 | 1 | 2 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | 86 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | 76 |
| EFECTIVIDAD | | | 88,37% |
| TIEMPO 2 | | | |
| EXCAVACION DE CIMIENTOS 20 UNID. DE 0,0931 m ³ | | | |
| OBSERVACIÓN | PEON | CARPINTERO | HOMBRES OBSERVADOS |
| 7:30 | 1 | 1 | 2 |
| 11:30 | 1 | 1 | 2 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | 98 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | 87 |
| EFECTIVIDAD | | | 88,78% |
| PROMEDIO | | | |
| EXCAVACION DE CIMIENTOS 2,9645 m ³ | | | |
| UNIDAD DE HOMBRES | | 184 | |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | 163 | |
| EFECTIVIDAD | | 88,59% | |

ACTIVIDAD 2

CUADRO 15 : Eficiencia por cada trabajador

| Trabajador | Tiempo Total | Tiempo No Laborado | Tiempo Laborado | Cantidad realizada m ³ | % Eficiencia |
|------------|--------------|--------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------|
| PEON | 452 | 52 | 400 | 1,48 | 88,50% |
| CARPINTERO | 452 | 49 | 403 | 1,48 | 89,16% |

ACTIVIDAD 2

CUADRO 16: Eficiencia Total del proceso

| Item | Cantidad |
|---------------------------------------|---------------|
| Tiempo Total Invertido | 904 |
| Tiempo Total no laborado | 101 |
| Tiempo Total Efectivo | 803 |
| Porcentaje Total de Eficiencia | 88,83% |

ACTIVIDAD 2

CUADRO 17 : Eficiencia promedio entre metodos

| Item | Porcentaje |
|----------------------------|---------------|
| Muestreo tipo 1 | 88,83% |
| Muestreo tipo 2 | 88,59% |
| Eficiencia promedio | 88,71% |

ACTIVIDAD 2

CUADRO 17: APROVECHAMIENTO DEL TIEMPO POR SUB ACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | NADA | TIEMPO MUERTO | MEDICION | |
|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| | | | EXCAVACION | MEDICION |
| CARPINTERO | 49 | 12 | 350 | 41 |
| PEON | 52 | 17 | 363 | 20 |
| TOTAL | 101 | 29 | 713 | 61 |
| CARPINTERO | 10,84% | 2,65% | 77,43% | 9,07% |
| PEON | 11,50% | 3,76% | 80,31% | 4,42% |
| TOTAL | 11,17% | 3,21% | 78,87% | 6,75% |

IMAGEN 18: Porcentaje de tiempo aplicado por cada sub actividad.

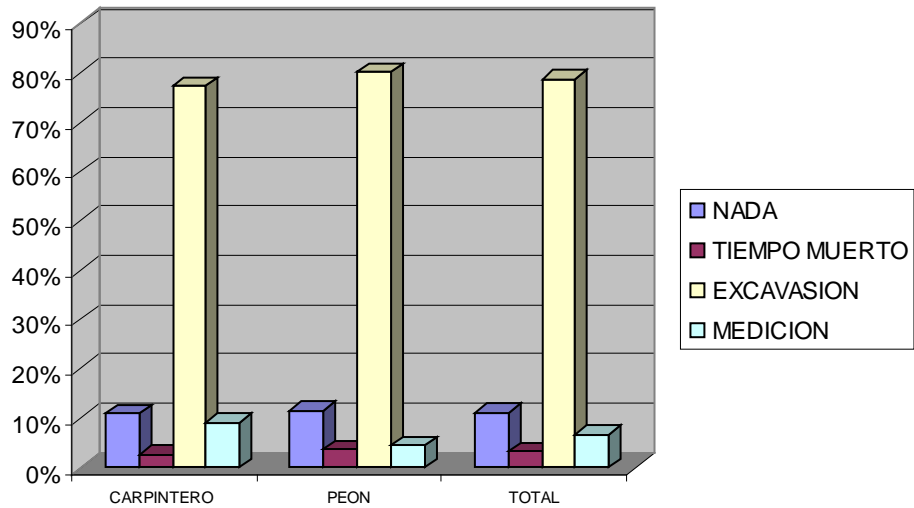


IMAGEN 19: EXCAVACION DE CIMIENTOS

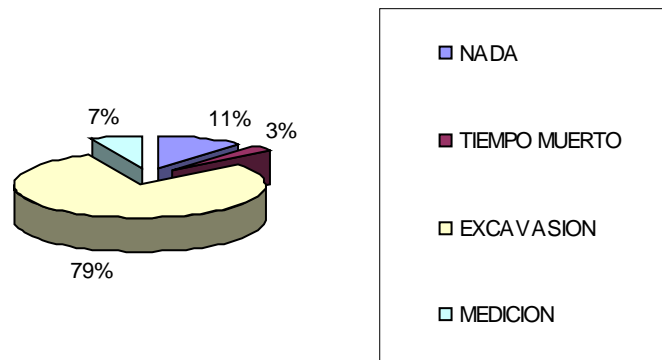


FIGURA 20: Cálculo del rendimiento actividad 1***

| | | | | | | | |
|----------------------|---|------------|----------------|--------------------------------------|----------------------|---|--|
| Cuadrilla | n | 2 | personas | | | | |
| | n | 2 | personas | | | | |
| Tiempos | hrs. | | Cantidades | m ³ | | | |
| t ₁ | 3,52 | | C ₁ | 1,10 | | | |
| t ₂ | 4,02 | | C ₂ | 1,86 | | | |
| R: | $\frac{t_n \cdot n}{C_n}$ | | R ₁ | 6,3794407 | | | |
| | | | R ₂ | 4,3143573 | n _R | 2 | |
| R': | $\frac{R_1+R_2+R_3}{n_R}$ | | R': | 5,3469 | hr-hh/m ³ | | |
| $\sigma \Rightarrow$ | $\sqrt{\frac{(R_1 - R')^2 + (R_2 - R')^2 + (R_3 - R')^2}{n_R}}$ | | σ : | 1,032542 | | | |
| CV: | $\frac{\sigma \cdot 100}{R'}$ | | CV: | 19,31% | | | |
| h.d. | 10 | hrs. | f.i.: | $\frac{t.c. \cdot 100}{h.d. - t.c.}$ | | | |
| t.c. | Café | 0,25 | hr | | | | |
| | Almuerzo | 0,5 | hr | | | | |
| | Café | 0,25 | hr | | | | |
| | Servicio San. | 0,25 | hr | f.i.: | 17,65% | | |
| | Otros | 0,25 | hr | | | | |
| | | <u>1,5</u> | hr | | | | |

$$R : R'(1 + fi) \pm CV \quad R: \quad \mathbf{6,29} \quad \pm \quad \mathbf{0,19} \quad \mathbf{hr-hh/m^3}$$

*** Metodología tomada de la referencia N°10 del presente trabajo

ACTIVIDAD 3

ACTIVIDAD 3: PILOTAJE

CUADRO 18: ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | SUBACTIVIDAD | RECURSOS | | |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|
| | | CUADRILLA | EQUIPO | MATERIAL |
| Acarreo interno de materiales | | 1 carpintero 1 peón | Cuerpo humano, carretillo | Rollizos, clavos, doblevaretas, cemento, arena, piedra |
| | Toma medida de alturas | 1 carpintero o MO | cinta metrica | Rollizo |
| Preparacion de piezas | Cortado de piezas | 1 carpintero o MO | Engleteadora,cinta metrica, molde | Rollizo |
| | Piezas para amarrar de piezas | 1 carpintero o MO | Engleteadora,cinta metrica,sERRUCHO | Doble vareta |
| Colocado pilote | Hechura de concreto | 1 peón | Pala, carretillo | Arena, piedra, cemento |
| | Colocacion de pieza | 1 carpintero 1 maestro de obras | Martillo, escuadra, nivel, pala. | Rollizos de 12,5 cm, varilla #3, concreto, piezas para amarrar |
| | Aseguramiento de pieza | 1 peón | Martillo | Doblevaretas preparadas |
| | | | | |

CUADRO 19: INFORMACION GENERAL

| | |
|-------------|-----------------------------|
| ACTIVIDAD 3 | PILOTAJE |
| CLIMA | NUBLADO, VENTOSO Y LLOVISNA |
| Nº PERSONAS | 3 |
| Nº TIEMPOS | 2 |

CUADRO 20: RECURSOS DE LA ACTIVIDAD 3

| HERRAMIENTAS | MATERIALES | |
|---------------|------------|------------------------|
| Angleteadora | 1 | Rollizos |
| Patin | 1 | Clavos |
| Cinta metrica | 4 | Varilla |
| Martillo | 4 | Doblevaretas |
| Nivel | 2 | Concreto |
| SERRUCHO | 4 | Arena, piedra, cemento |

| CUADRO 13: MUESTREO TIPO 1 ACTIVIDAD 2 | | | |
|---|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| TIEMPO 1 | | | |
| COLOCADO DE PILOTES 6 m2 | | | |
| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 8:30 | 3 | 3 | 0 |
| 12:00 | 3 | 3 | 0 |
| No OBSERV | | 633 | |
| CANT HT | | 561 | |
| CANT HNT | | 72 | |
| PROCENTAJE HT | | 88,63% | |
| TIEMPO 2 | | | |
| COLOCADO DE PILOTES 7,2 m2 | | | |
| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 8:00 | 3 | 3 | 0 |
| 12:00 | 3 | 3 | 0 |
| No OBSERV | | 723 | |
| CANT HT | | 634 | |
| CANT HNT | | 89 | |
| PROCENTAJE HT | | 87,69% | |
| PROMEDIO | | | |
| COLOCADO DE PILOTES 13,2 m2 | | | |
| No OBSERV | | 1356 | |
| CANT HT | | 1195 | |
| CANT HNT | | 161 | |
| PROCENTAJE HT | | 88,13% | |

**CUADRO 22: MUESTREO TIPO 2, ACTIVIDAD 3
TIEMPO 1
COLOCADO DE PILOTES 6 m²**

| OBSERVACIÓN | PEON | CARPINTERO | MAESTRO DE OBRAS | HOMBRES OBSERVADOS |
|-------------|------|------------|------------------|--------------------|
| 8:30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 12:00 | 1 | 1 | 1 | 3 |

| | |
|----------------------------|---------------|
| UNIDAD DE HOMBRES | 129 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | 112 |
| EFECTIVIDAD | 86,82% |

**TIEMPO 2
COLOCADO DE PILOTES 7,2 m²**

| OBSERVACIÓN | PEON | CARPINTERO | MAESTRO DE OBRAS | HOMBRES OBSERVADOS |
|-------------|------|------------|------------------|--------------------|
| 8:05 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 12:00 | 1 | 1 | 1 | 3 |

| | |
|----------------------------|---------------|
| UNIDAD DE HOMBRES | 144 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | 124 |
| EFECTIVIDAD | 86,11% |

**PROMEDIO
COLOCADO DE PILOTES 13,2 m²**

| | |
|----------------------------|---------------|
| UNIDAD DE HOMBRES | 273 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | 236 |
| EFECTIVIDAD | 86,45% |

ACTIVIDAD 3
CUADRO 23 : Eficiencia por cada trabajador

| Trabajador | Tiempo Total | Tiempo No Laborado | Tiempo Laborado | Cantidad realizada m ² | % Eficiencia |
|------------------|--------------|--------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------|
| MAESTRO DE OBRAS | 452 | 50 | 402 | 4,40 | 88,94% |
| CARPINTERO 1 | 452 | 52 | 400 | 4,40 | 88,50% |
| CARPINTERO 2 | 452 | 59 | 393 | 4,40 | 86,95% |

ACTIVIDAD 3
CUADRO 24: Eficiencia Total del proceso

| Item | Cantidad |
|--------------------------------|----------|
| Tiempo Total Invertido | 1356 |
| Tiempo Total no laborado | 161 |
| Tiempo Total Efectivo | 1195 |
| Porcentaje Total de Eficiencia | 88,13% |

ACTIVIDAD 3
CUADRO 25 : Eficiencia promedio entre metodos

| Item | Porcentaje |
|---------------------|------------|
| Muestreo tipo 1 | 88,13% |
| Muestreo tipo 2 | 86,45% |
| Eficiencia promedio | 87,29% |

ACTIVIDAD 3
CUADRO 24: APROVECHAMIENTO DEL TIEMPO POR SUB ACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | NADA | TIEMPO MUERTO | PREPARACION DE MATERIAL | MEDICION | COLOCACION PIEZA | ACARREO MATERIAL | PLANIFICACION | |
|-----------|------------|---------------|-------------------------|----------|------------------|------------------|---------------|-------|
| CANTIDAD | MO | 50 | 118 | 90 | 187 | 0 | 7 | |
| | CARPINTERO | 52 | 0 | 39 | 155 | 7 | 3 | |
| | PEON | 55 | 19 | 73 | 35 | 86 | 10 | |
| % | TOTAL | 157 | 19 | 230 | 280 | 181 | 20 | |
| | MO | 11,06% | 0,00% | 26,11% | 19,91% | 41,37% | 0,00% | 1,56% |
| | CARPINTERO | 11,50% | 0,00% | 8,63% | 34,29% | 43,36% | 1,55% | 0,66% |
| TOTAL | PEON | 12,17% | 4,20% | 16,15% | 7,74% | 19,03% | 2,21% | |
| | TOTAL | 11,58% | 1,40% | 16,96% | 20,65% | 34,59% | 13,35% | 1,47% |

IMAGEN 21: Porcentaje de tiempo aplicado por cada sub actividad.

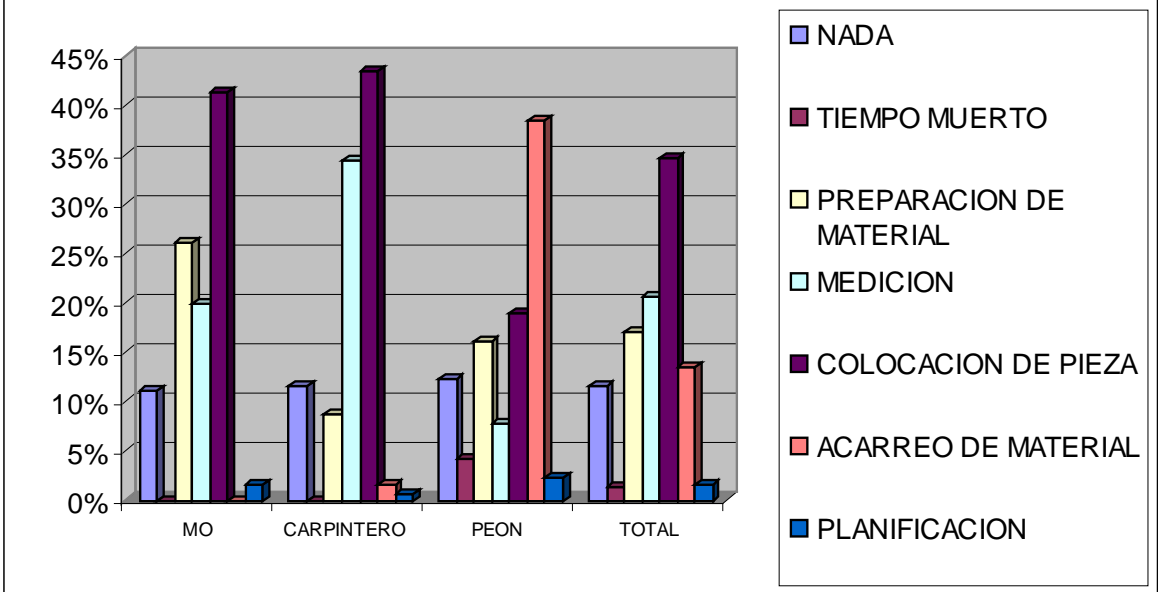


IMAGEN 22: PILOTAJE

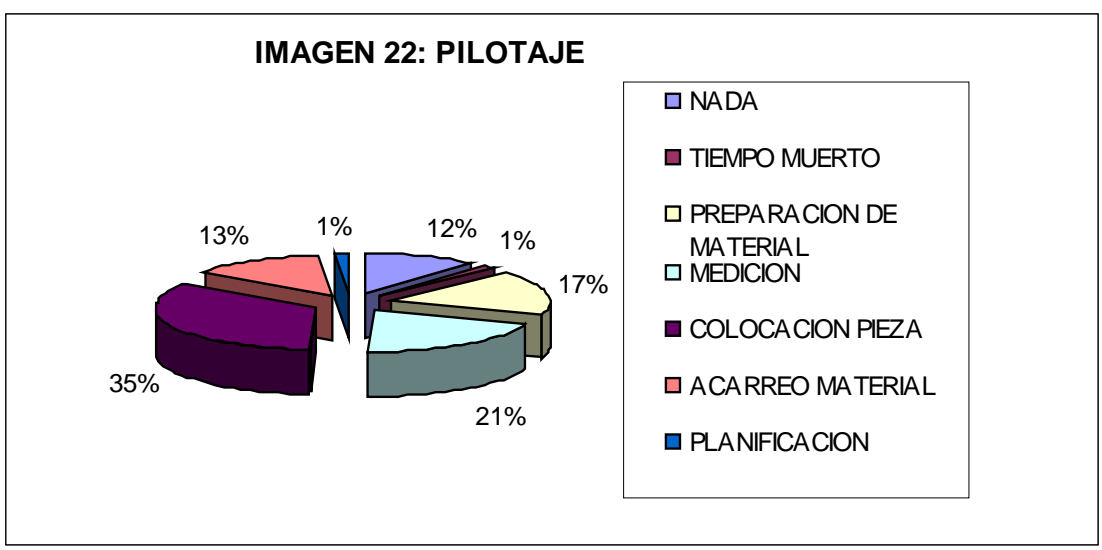


FIGURA 23: Cálculo del rendimiento actividad 3***

| | | | | | | | |
|----------------------|---|------------|----------------|----------------------------------|----------------------|---|--|
| Cuadrilla | n | 3 | personas | | | | |
| | n | 3 | personas | | | | |
| Tiempos | hrs. | | Cantidades | m ² | | | |
| t ₁ | 3,52 | | C ₁ | 6,00 | | | |
| t ₂ | 4,02 | | C ₂ | 7,20 | | | |
| R: | $\frac{t_n * n}{C_n}$ | | R ₁ | 1,7583333 | | | |
| | | | R ₂ | 1,6736111 | n _R | 2 | |
| R´: | $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{n_R}$ | | R´: | 1,71597 | hr-hh/m ² | | |
| $\sigma \Rightarrow$ | $\sqrt{\frac{(R_1 - R')^2 + (R_2 - R')^2 + (R_3 - R')^2}{n_R}}$ | | σ : | 0,042361 | | | |
| CV: | $\frac{\sigma * 100}{R'}$ | | CV: | 2,47% | | | |
| h.d. | 10 | hrs. | f.i.: | $\frac{t.c. * 100}{h.d. - t.c.}$ | | | |
| t.c. | Café | 0,25 | hr | | | | |
| | Almuerzo | 0,5 | hr | | | | |
| | Café | 0,25 | hr | | | | |
| | Servicio San. | 0,25 | hr | f.i.: | 17,65% | | |
| | Otros | 0,25 | hr | | | | |
| | | <u>1,5</u> | hr | | | | |

$$R : R'(1 + fi) \pm CV \quad R: \quad 2,019 \quad \pm \quad 0,02 \quad \text{hr-hh/m}^2$$

*** Metodología tomada de la referencia N°10 del presente trabajo

ACTIVIDAD 4

ACTIVIDAD 4: ESTRUCTURA DE ENTREPISO
CUADRO 25: ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | SUBACTIVIDAD | RECURSOS | | | MATERIAL |
|--------------------------------|------------------------------|---------------|---------------------------------------|--|----------|
| | | CUADRILLA | EQUIPO | | |
| Acarreo interno de materiales | | 2 operarios | carretillito | Rollizos, clavos, doblevareta, tabilla | |
| Preparacion de piezas | Toma medida de piezas | 1 carpintero | cinta metrica | Rollizo | |
| | Cortado de piezas | 1 carpintero | Engleteadora, cinta metrica, molde | Rollizo | |
| | Caboteo de piezas | 1 carpintero | Patin, cinta, molde | Rollizos | |
| | Piezas para amarre de piezas | 1 carpintero | Engleteadora, cinta metrica, serrucho | Doble vareta | |
| Colocado estructura principal | Montado de piezas | 3 carpinteros | Martillo, escuadra | Rollizos, clavos de 5" y 6" | |
| | Aseguramiento de piezas | 2 carpinteros | Martillo, escuadra | Piezas de doblevareta, clavos de 3" | |
| Colocado estructura secundaria | Montado y ajustado de piezas | 3 carpinteros | Martillo, escuadra | Rollizos, clavos de 5" y 6" | |

CUADRO 26: INFORMACION GENERAL

| | |
|-------------|--------------------------|
| ACTIVIDAD 4 | ESTRUCTURA DE ENTREPISO |
| CLIMA | VARIADO, FRIO EN MAYORIA |
| Nº PERSONAS | 3 |
| Nº TIEMPOS | 3 |
| Nº LUGARES | 1 |

CUADRO 27: RECURSOS DE LA ACTIVIDAD 4

| HERRAMIENTAS | | MATERIALES | |
|---------------|---|--------------|---------------------------------|
| Angleteadora | 1 | Rollizos | 12,5 cm en longitudes variables |
| Patin | 1 | Clavos | 12,5 cm |
| Cinta metrica | 4 | Varilla | de 3/8" corrugada |
| Martillo | 4 | Columnas | 7,5*7,5 cm. en 2,5 m |
| Nivel | 2 | Doblevaretas | piezas de 5*7,5 cm. |
| Serrucho | 4 | | |

**CUADRO 28: MUESTREO TIPO 1, ACTIVIDAD 4
TIEMPO 1
COLOCACION DE ESTRUCTURA DE ENTREPISO, 10 m2**

| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
|-------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 2:00 | 3 | 3 | 0 |
| 4:30 | 3 | 3 | 0 |

No OBSERV 453
 CANT HT 401
 CANT HNT 52
 PROCENTAJE HT 88,52%

**TIEMPO 2
COLOCACION DE ESTRUCTURA DE ENTREPISO, 9,05 m2**

| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
|-------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 2:30 | 3 | 3 | 0 |
| 4:40 | 3 | 2 | 1 |

No OBSERV 393
 CANT HT 351
 CANT HNT 42
 PROCENTAJE HT 89,31%

**TIEMPO 3
COLOCACION DE ESTRUCTURA DE ENTREPISO, 9,60 m2**

| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
|-------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 9:00 | 3 | 3 | 0 |
| 11:10 | 3 | 2 | 1 |

No OBSERV 393
 CANT HT 357
 CANT HNT 36
 PROCENTAJE HT 90,84%

**PROMEDIO
COLOCACION DE ESTRUCTURA DE ENTREPISO, 28,65 m2**

No OBSERV 1239
 CANT HT 1109
 CANT HNT 130
PROCENTAJE HT 89,51%

| CUADRO 29: MUESTREO TIPO 2, ACTIVIDAD 4 | | | | |
|---|--------------|--------------|------------------|--------------------|
| TIEMPO 1 | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE ENTREPISO, 10 m ² | | | | |
| OBSERVACIÓN | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | MAESTRO DE OBRAS | HOMBRES OBSERVADOS |
| 2:00 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 4:30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | | 93 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | | 83 |
| EFECTIVIDAD | | | | 89,25% |
| TIEMPO 2 | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE ENTREPISO, 9,05 m ² | | | | |
| OBSERVACIÓN | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | MAESTRO DE OBRAS | HOMBRES OBSERVADOS |
| 2:30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 4:40 | 1 | 1 | | 2 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | | 81 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | | 72 |
| EFECTIVIDAD | | | | 88,89% |
| TIEMPO 3 | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE ENTREPISO, 9,60 m ² | | | | |
| OBSERVACIÓN | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | MAESTRO DE OBRAS | HOMBRES OBSERVADOS |
| 9:00 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 11:10 | 1 | 1 | | 2 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | | 81 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | | 74 |
| EFECTIVIDAD | | | | 91,36% |
| PROMEDIO | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE ENTREPISO, 28,65 m ² | | | | |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | | 255 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | | 229 |
| EFECTIVIDAD | | | | 89,80% |

ACTIVIDAD 4
CUADRO 30 : Eficiencia por cada trabajador

| Trabajador | Tiempo Total | Tiempo No Laborado | Tiempo Laborado | Cantidad realizada m ² | % Eficiencia |
|------------------|--------------|--------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------|
| MAESTRO DE OBRAS | 413 | 44 | 369 | 9,55 | 89,35% |
| CARPINTERO 1 | 413 | 45 | 368 | 9,55 | 89,10% |
| CARPINTERO 2 | 413 | 41 | 372 | 9,55 | 90,07% |

ACTIVIDAD 4
CUADRO 31: Eficiencia Total del proceso

| Ítem | Cantidad |
|---------------------------------------|---------------|
| Tiempo Total Invertido | 1239 |
| Tiempo Total no laborado | 130 |
| Tiempo Total Efectivo | 1109 |
| Porcentaje Total de Eficiencia | 89,51% |

ACTIVIDAD 4
CUADRO 32 : Eficiencia promedio entre metodos

| Ítem | Porcentaje |
|----------------------------|---------------|
| Muestreo tipo 1 | 89,51% |
| Muestreo tipo 2 | 89,80% |
| Eficiencia promedio | 89,66% |

ACTIVIDAD 4
CUADRO 33: APROVECHAMIENTO DEL TIEMPO POR SUB ACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | NADA | TIEMPO MUERTO | PREPARACION DE PIEZA | ACARREO MATERIAL | CORTE Y CABOTEEO | ESTRUCTURA PRINCIPAL | ESTRUCTURA SECUNDARIA |
|--------------|---------------|---------------|----------------------|------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| | | | | | | | |
| MO | 44 | 0 | 115 | 0 | 219 | 35 | 0 |
| CARPINTERO 1 | 41 | 10 | 11 | 40 | 101 | 134 | 76 |
| CARPINTERO 2 | 45 | 5 | 34 | 76 | 0 | 174 | 79 |
| TOTAL | 130 | 15 | 160 | 116 | 320 | 343 | 155 |
| MO | 10,65% | 0,00% | 27,85% | 0,00% | 53,03% | 8,47% | 0,00% |
| CARPINTERO 1 | 9,93% | 2,42% | 2,66% | 9,69% | 24,46% | 32,45% | 18,40% |
| CARPINTERO 2 | 10,90% | 1,21% | 8,23% | 18,40% | 0,00% | 42,13% | 19,13% |
| TOTAL | 10,49% | 1,21% | 12,91% | 9,36% | 25,83% | 27,68% | 12,51% |

IMAGEN 24: Porcentaje de tiempo aplicado por cada sub actividad.

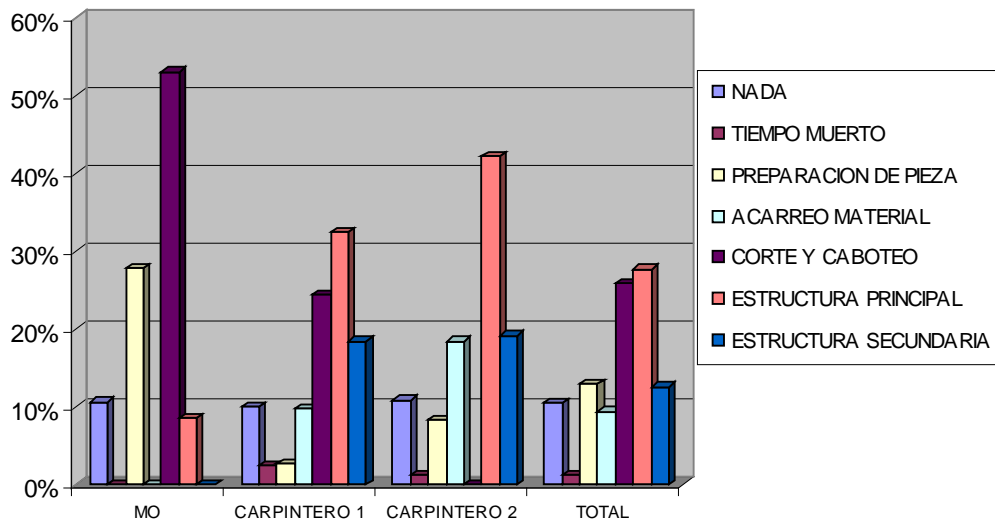


IMAGEN 25: ESTRUCTURA ENTREPISO

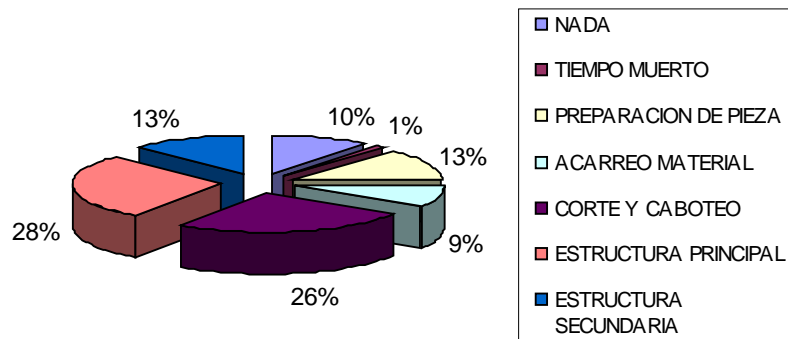


Imagen 26: Cálculo del rendimiento actividad 4***

| | | | | | | |
|----------------------|---|------------|----------------|--------------------------------------|----------------------|---|
| Cuadrilla | n | 3 | personas | | | |
| | n | 3 | personas | | | |
| | n | 3 | personas | | | |
| Tiempos | hrs. | | Cantidades | m2 | | |
| t ₁ | 2,52 | | C ₁ | 10,00 | | |
| t ₂ | 2,18 | | C ₂ | 9,05 | | |
| t ₃ | 2,18 | | C ₃ | 9,6 | | |
| R: | $\frac{t_n \cdot n}{C_n}$ | | R ₁ | 0,7550 | | |
| | | | R ₂ | 0,7238 | n _R | 3 |
| | | | R ₃ | 0,6823 | | |
| R': | $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{n_R}$ | | R': | 0,72035 | hr-hh/m ² | |
| $\sigma \Rightarrow$ | $\sqrt{\frac{(R_1 - R')^2 + (R_2 - R')^2 + (R_3 - R')^2}{n_R}}$ | | σ : | 0,029781 | | |
| CV: | $\frac{\sigma \cdot 100}{R'}$ | | CV: | 4,13% | | |
| h.d. | 10 | hrs. | f.i.: | $\frac{t.c. \cdot 100}{h.d. - t.c.}$ | | |
| t.c. | Café | 0,25 | hr | | | |
| | Almuerzo | 0,5 | hr | | | |
| | Café | 0,25 | hr | | | |
| | Servicio San. | 0,25 | hr | f.i.: | 17,65% | |
| | Otros | 0,25 | hr | | | |
| | | <u>1,5</u> | hr | | | |

$$R : R'(1 + fi) \pm CV \quad R: \quad \mathbf{0,847} \quad \pm \quad \mathbf{0,04} \quad \mathbf{hr-hh/m^2}$$

*** Metodología tomada de la referencia N°10 del presente trabajo

ACTIVIDAD 5

ACTIVIDAD 5: ESTRUCTURA DE PARED
CUADRO 34: ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | SUBACTIVIDAD | RECURSOS | | |
|--------------------------------|------------------------------|---------------|-------------------------------------|--|
| | | CUADRILLA | EQUIPO | MATERIAL |
| Acarreo interno de materiales | | 2 operarios | Cuerpo humano, carretillo | Rollizos, clavos, doblevareta, columnas, varetas, cemento, . |
| | Toma medida de piezas | 1 carpintero | cinta metrica | Arena, piedra Pieza de 3*3" |
| Preparacion de piezas | Cortado de piezas | 1 carpintero | Engleteadora,cinta metrica, molde | Pieza de 3*3" |
| | Cimentacion de la pieza | 1 carpintero | Carretillo, pala | Pieza de 3*3", concreto 210 |
| Colocado estructura principal | Piezas para amarre de piezas | 1 carpintero | Engleteadora,cinta metrica,sERRUCHO | Varetas |
| | Montado de piezas | 3 carpinteros | Martillo, escuadra | Piezas de 3*3", clavos de 4" y 6" |
| | Aseguramiento de piezas | 2 carpinteros | Martillo, escuadra | Piezas de vareta, clavos de 3" |
| Colocado estructura secundaria | Montado y ajustado de piezas | 3 carpinteros | Martillo, escuadra | Doblevaretas, clavos de 3" y 4" |

CUADRO 35: INFORMACION GENERAL

| | |
|-------------|-----------------------|
| ACTIVIDAD 5 | ESTRUCTURA DE PARED |
| CLIMA | VENTOSO-LLOVISNA-FRIO |
| Nº PERSONAS | 3 A 1 |
| Nº TIEMPOS | 4 |
| Nº LUGARES | 1 |

CUADRO 36: RECURSOS DE LA ACTIVIDAD 5

| HERRAMIENTAS | | MATERIALES | |
|---------------|---|--------------|-------------------------|
| Angleteadora | 1 | Varetas | en 4vrs |
| Carretillo | 1 | Doblevaretas | en 3 y 4 vrs |
| Escuadra | 4 | Columnas | en 3 y 4 vrs |
| Cinta metrica | 4 | Clavos | de 3", 4", 6" |
| Martillo | 4 | Concreto | Arena, piedra y cemento |
| Nivel | 3 | | |
| SERRUCHO | 4 | | |

| CUADRO 37: MUESTREO TIPO 1, ACTIVIDAD 5 | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| TIEMPO 1 | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE PARED, 20 m2 | | | |
| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 8:30 | 3 | 3 | 0 |
| 11:30 | 3 | 2 | 1 |
| No OBSERV | | 543 | |
| CANT HT | | 476 | |
| CANT HNT | | 67 | |
| PROCENTAJE HT | | 87,66% | |
| TIEMPO 2 | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE PARED, 14 m2 | | | |
| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 9:30 | 3 | 3 | 0 |
| 11:40 | 3 | 2 | 1 |
| No OBSERV | | 393 | |
| CANT HT | | 342 | |
| CANT HNT | | 51 | |
| PROCENTAJE HT | | 87,02% | |
| TIEMPO 3 | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE PARED, 18 m2 | | | |
| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 1:30 | 3 | 3 | 0 |
| 4:00 | 3 | 3 | 0 |
| No OBSERV | | 453 | |
| CANT HT | | 401 | |
| CANT HNT | | 52 | |
| PROCENTAJE HT | | 88,52% | |
| TIEMPO 4 | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE PARED 8,44 m2 | | | |
| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 8:20 | 1 | 0 | 1 |
| 12:05 | 1 | 1 | 0 |
| 226 | | 206 | 20 |
| No OBSERV | | 226 | |
| CANT HT | | 206 | |
| CANT HNT | | 20 | |
| PROCENTAJE HT | | 91,15% | |
| PROMEDIO | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE PARED, 60,44 m2 | | | |
| No OBSERV | | 1615 | |
| CANT HT | | 1425 | |
| CANT HNT | | 190 | |
| PROCENTAJE HT | | 88,24% | |

| CUADRO 38: MUESTREO TIPO 2, ACTIVIDAD 5 | | | | |
|---|--------------|--------------------|------------------|--------------------|
| TIEMPO 1 | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE PARED, 20m ² | | | | |
| OBSERVACIÓN | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | MAESTRO DE OBRAS | HOMBRES OBSERVADOS |
| 8:30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 11:30 | 1 | 1 | | 2 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | | 111 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | | 93 |
| EFECTIVIDAD | | | | 83,78% |
| TIEMPO 2 | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE PARED, 14m ² | | | | |
| OBSERVACIÓN | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | MAESTRO DE OBRAS | HOMBRES OBSERVADOS |
| 9:30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 11:40 | 1 | 1 | | 2 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | | 81 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | | 68 |
| EFECTIVIDAD | | | | 83,95% |
| TIEMPO 3 | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE PARED, 18 m ² | | | | |
| OBSERVACIÓN | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | MAESTRO DE OBRAS | HOMBRES OBSERVADOS |
| 1:30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 4:00 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | | 93 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | | 83 |
| EFECTIVIDAD | | | | 89,25% |
| TIEMPO 4 | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE PARED, 8,44 m ² | | | | |
| OBSERVACIÓN | CARPINTERO 1 | HOMBRES OBSERVADOS | | |
| 8:20 | | 0 | | |
| 12:05 | 1 | 1 | | |
| UNIDAD DE HOMBRES | | 46 | | |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | 41 | | |
| EFECTIVIDAD | | 89,13% | | |
| PROMEDIO | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE PARED, 60,44 m ² | | | | |
| UNIDAD DE HOMBRES | | 285 | | |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | 244 | | |
| EFECTIVIDAD | | 85,61% | | |

ACTIVIDAD 5
CUADRO 39 : Eficiencia por cada trabajador

| Trabajador | Tiempo Total | Tiempo No Laborado | Tiempo Laborado | Cantidad realizada m ² | % Eficiencia |
|------------------|--------------|--------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------|
| MAESTRO DE OBRAS | 463 | 58 | 405 | 17,33 | 87,47% |
| CARPINTERO 1 | 689 | 75 | 614 | 25,78 | 89,11% |
| CARPINTERO 2 | 463 | 57 | 406 | 17,33 | 87,69% |

ACTIVIDAD 5
CUADRO 40: Eficiencia Total del proceso

| Item | Cantidad |
|--------------------------------|----------|
| Tiempo Total Invertido | 1615 |
| Tiempo Total no laborado | 190 |
| Tiempo Total Efectivo | 1425 |
| Porcentaje Total de Eficiencia | 88,24% |

ACTIVIDAD 5
CUADRO 41 : Eficiencia promedio entre metodos

| Item | Porcentaje |
|---------------------|------------|
| Muestreo tipo 1 | 88,24% |
| Muestreo tipo 2 | 88,24% |
| Eficiencia promedio | 88,24% |

ACTIVIDAD 5

CUADRO 42: APROVECHAMIENTO DEL TIEMPO POR SUB ACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | NADA | TIEMPO MUERTO | PREPARACION DE PIEZA | ACARREO MATERIAL | CORTE DE PIEZA | ESTRUCTURA PRINCIPAL | ESTRUCTURA SECUNDARIA |
|--------------|--------|---------------|----------------------|------------------|----------------|----------------------|-----------------------|
| MO | 53 | 15 | 153 | 6 | 133 | 86 | 17 |
| CARPINTERO 1 | 73 | 24 | 197 | 39 | 127 | 88 | 141 |
| CARPINTERO 2 | 45 | 11 | 120 | 74 | 48 | 100 | 65 |
| TOTAL | 171 | 50 | 470 | 119 | 308 | 274 | 223 |
| MO | 11,45% | 3,24% | 33,05% | 1,30% | 28,73% | 18,57% | 3,67% |
| CARPINTERO 1 | 10,60% | 3,48% | 28,59% | 5,66% | 18,43% | 12,77% | 20,46% |
| CARPINTERO 2 | 9,72% | 2,38% | 25,92% | 15,98% | 10,37% | 21,60% | 14,04% |
| TOTAL | 10,59% | 3,10% | 29,10% | 7,37% | 19,07% | 16,97% | 13,81% |

IMAGEN 27: Porcentaje de tiempo aplicado por cada sub actividad.

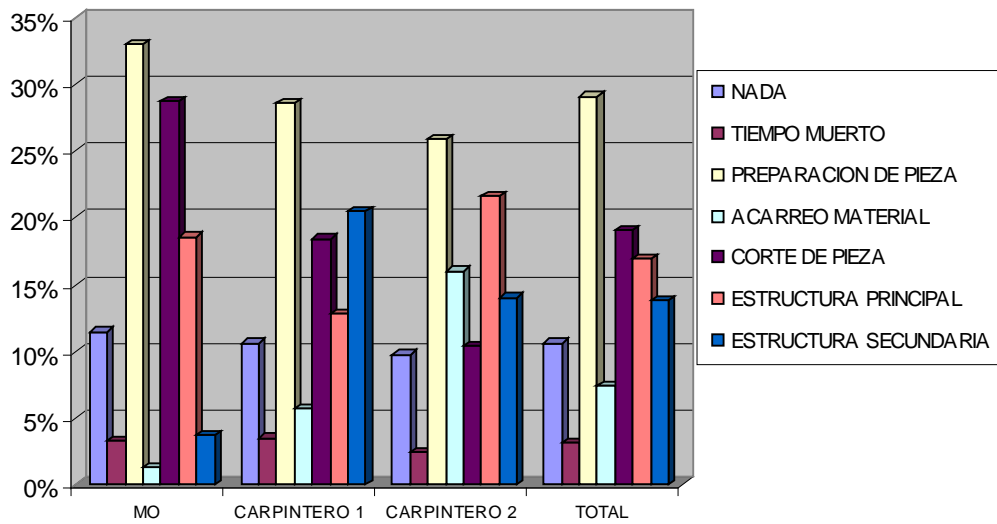


IMAGEN 28: ESTRUCTURA PARED

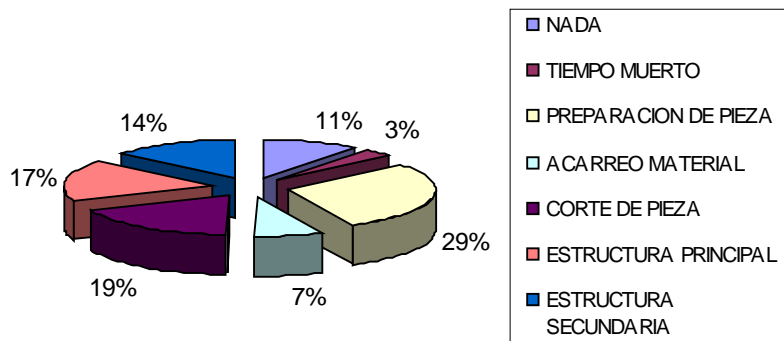


Imagen 29: Cálculo del rendimiento actividad 5***

| | | | | | | | |
|----------------------|---|------------|----------|----------------|----------------------------------|----------------------|---|
| Cuadrilla | n | 3 | personas | | | | |
| | n | 3 | personas | | | | |
| | n | 3 | personas | | | | |
| | n | 1 | personas | | | | |
| Tiempos | | | | Cantidades | | | |
| t ₁ | 3,02 | | | C ₁ | 20,00 | | |
| t ₂ | 2,18 | | | C ₂ | 14,00 | | |
| t ₃ | 2,52 | | | C ₃ | 18 | | |
| t ₄ | 3,77 | | | C ₄ | 8,44 | | |
| R: | $\frac{t_n * n}{C_n}$ | | | R ₁ | 0,4525 | | |
| | | | | R ₂ | 0,4679 | n _R | 4 |
| | | | | R ₃ | 0,4194 | | |
| | | | | R ₄ | 0,4463 | | |
| R´: | $\frac{R_1+R_2+R_3}{n_R}$ | | | R´: | 0,44652 | hr-hh/m ² | |
| $\sigma \Rightarrow$ | $\sqrt{\frac{(R_1 - R')^2 + (R_2 - R')^2 + (R_3 - R')^2}{n_R}}$ | | | | $\sigma:$ | 0,017494 | |
| CV: | $\frac{\sigma * 100}{R'}$ | | | CV: | 3,92% | | |
| h.d. | 10 | hrs. | | f.i.: | $\frac{t.c. * 100}{h.d. - t.c.}$ | | |
| t.c. | Café | 0,25 | hr | | | | |
| | Almuerzo | 0,5 | hr | | | | |
| | Café | 0,25 | hr | | | | |
| | Servicio San. | 0,25 | hr | f.i.: | 17,65% | | |
| | Otros | 0,25 | hr | | | | |
| | | <u>1,5</u> | hr | | | | |

$$R : R'(1 + fi) \pm CV \quad R: \quad 0,525 \quad \pm \quad 0,04 \quad \text{hr-hh/m}^2$$

*** Metodología tomada de la referencia N°10 del presente trabajo

ACTIVIDAD 6

ACTIVIDAD 6: ESTRUCTURA DE TECHO
CUADRO 43: ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | SUBACTIVIDAD | RECURSOS | | |
|--------------------------------|------------------------------|---------------|---------------------------------------|--|
| | | CUADRILLA | EQUIPO | MATERIAL |
| Acarreo interno de materiales | | 2 operarios | carretillo | Rollizos, clavos, doblevareta, tabilla |
| Preparación de piezas | Toma medida de piezas | 1 carpintero | cinta métrica | Rollizo |
| | Cortado de piezas | 1 carpintero | Engleteadora, cinta métrica, molde | Rollizo |
| | Caboteo de piezas | 1 carpintero | Patin, cinta, molde | Rollizos |
| | Piezas para amarre de piezas | 1 carpintero | Engleteadora, cinta métrica, serrucho | Doble vareta |
| Colocado estructura principal | Montado de piezas | 3 carpinteros | Martillo, escuadra | Rollizos, clavos de 5" y 6" |
| | Aseguramiento de piezas | 2 carpinteros | Martillo, escuadra | Piezas de doblevareta, clavos de 3" |
| Colocado estructura secundaria | Montado y ajustado de piezas | 3 carpinteros | Martillo, escuadra | Rollizos, clavos de 5" y 6" |

CUADRO 44: INFORMACION GENERAL

| | |
|-------------|---------------------|
| ACTIVIDAD 6 | ESTRUCTURA DE TECHO |
| CLIMA | SOLEADO |
| Nº PERSONAS | 3 |
| Nº TIEMPOS | 4 |
| Nº LUGARES | 1 |

CUADRO 45: RECURSOS DE LA ACTIVIDAD 6

| HERRAMIENTAS | MATERIALES | |
|---------------|------------|----------------------------|
| Angleteadora | 1 | Rollizos |
| Patin | 2 | Clavos |
| Cinta métrica | 4 | Varilla |
| Martillo | 4 | Rollizos |
| Nivel | 2 | |
| Serrucho | 4 | |
| | | 5" en longitudes variables |
| | | 5" |
| | | de 3/8" corrugada |
| | | 3,5" en long. variables |

| CUADRO 46: MUESTREO TIPO 1, ACTIVIDAD 6 | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| TIEMPO 1 | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE TECHO, 2,30 m² | | | |
| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 1:30 | 3 | 3 | 0 |
| 4:00 | 3 | 3 | 0 |
| No OBSERV | | 453 | |
| CANT HT | | 401 | |
| CANT HNT | | 52 | |
| PROCENTAJE HT | | 88,52% | |
| TIEMPO 2 | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE TECHO, 2,40 m² | | | |
| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 9:30 | 3 | 3 | 0 |
| 11:40 | 3 | 2 | 1 |
| No OBSERV | | 393 | |
| CANT HT | | 351 | |
| CANT HNT | | 42 | |
| PROCENTAJE HT | | 89,31% | |
| TIEMPO 3 | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE TECHO, 1,95 m² | | | |
| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 8:00 | 3 | 3 | 0 |
| 10:10 | 3 | 2 | 1 |
| No OBSERV | | 393 | |
| CANT HT | | 357 | |
| CANT HNT | | 36 | |
| PROCENTAJE HT | | 90,84% | |
| TIEMPO 4 | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE TECHO, 2,10 m² | | | |
| OBSERVACIÓN | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 7:30 | 3 | 3 | 0 |
| 9:40 | 3 | 2 | 1 |
| No OBSERV | | 393 | |
| CANT HT | | 351 | |
| CANT HNT | | 42 | |
| PROCENTAJE HT | | 89,31% | |
| PROMEDIO | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE TECHO, 7,15 m² | | | |
| No OBSERV | | 1632 | |
| CANT HT | | 1460 | |
| CANT HNT | | 172 | |
| PROCENTAJE HT | | 89,46% | |

| CUADRO 47: MUESTREO TIPO 2, ACTIVIDAD 6 | | | | |
|--|--------------|--------------|------------------|--------------------|
| TIEMPO 1 | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE TECHO, 2,3m ² | | | | |
| OBSERVACIÓN | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | MAESTRO DE OBRAS | HOMBRES OBSERVADOS |
| 1:30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 4:00 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | | 93 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | | 83 |
| EFECTIVIDAD | | | | 89,25% |
| TIEMPO 2 | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE TECHO, 2,4 m ² | | | | |
| OBSERVACIÓN | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | MAESTRO DE OBRAS | HOMBRES OBSERVADOS |
| 9:30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 11:40 | 1 | 1 | | 2 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | | 81 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | | 72 |
| EFECTIVIDAD | | | | 88,89% |
| TIEMPO 3 | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE TECHO, 1,95m ² | | | | |
| OBSERVACIÓN | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | MAESTRO DE OBRAS | HOMBRES OBSERVADOS |
| 8:00 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 10:10 | 1 | 1 | | 2 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | | 81 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | | 74 |
| EFECTIVIDAD | | | | 91,36% |
| TIEMPO 4 | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE TECHO, 2,10 m ² | | | | |
| OBSERVACIÓN | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | MAESTRO DE OBRAS | HOMBRES OBSERVADOS |
| 7:30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 9:40 | 1 | 1 | | 2 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | | 81 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | | 72 |
| EFECTIVIDAD | | | | 88,89% |
| PROMEDIO | | | | |
| COLOCACION DE ESTRUCTURA DE TECHO, 7,15 m ² | | | | |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | | 336 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | | 301 |
| EFECTIVIDAD | | | | 89,58% |

ACTIVIDAD 6
CUADRO 48 : Eficiencia por cada trabajador

| Trabajador | Tiempo Total | Tiempo No Laborado | Tiempo Laborado | Cantidad realizada m ² | % Eficiencia |
|------------------|--------------|--------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------|
| MAESTRO DE OBRAS | 544 | 59 | 485 | 2,92 | 89,15% |
| CARPINTERO 1 | 544 | 54 | 490 | 2,91 | 90,07% |
| CARPINTERO 2 | 544 | 59 | 485 | 2,92 | 89,15% |

ACTIVIDAD 6
CUADRO 49: Eficiencia Total del proceso

| Item | Cantidad |
|--------------------------------|----------|
| Tiempo Total Invertido | 1632 |
| Tiempo Total no laborado | 172 |
| Tiempo Total Efectivo | 1460 |
| Porcentaje Total de Eficiencia | 89,46% |

ACTIVIDAD 6
CUADRO 50 : Eficiencia promedio entre metodos

| Item | Porcentaje |
|---------------------|------------|
| Muestreo tipo 1 | 89,46% |
| Muestreo tipo 2 | 89,58% |
| Eficiencia promedio | 89,52% |

ACTIVIDAD 6
CUADRO 51 : APROVECHAMIENTO DEL TIEMPO POR SUB ACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | NADA | TIEMPO MUERTO | CABOTEO | ACARREO MATERIAL | PREPARACION DE PIEZA | ESTRUCTURA | |
|--------------|--------|---------------|---------|------------------|----------------------|------------|------------|
| | | | | | | PRINCIPAL | SECUNDARIA |
| MO | 54 | 12 | 92 | 34 | 158 | 111 | 83 |
| CARPINTERO 1 | 59 | 31 | 103 | 121 | 0 | 130 | 100 |
| CARPINTERO 2 | 51 | 28 | 103 | 42 | 85 | 140 | 95 |
| TOTAL | 164 | 71 | 298 | 197 | 243 | 381 | 278 |
| % | 9,93% | 2,21% | 16,91% | 6,25% | 29,04% | 20,40% | 15,26% |
| CARPINTERO 1 | 10,85% | 5,70% | 18,93% | 22,24% | 0,00% | 23,90% | 18,38% |
| CARPINTERO 2 | 9,38% | 5,15% | 18,93% | 7,72% | 15,63% | 25,74% | 17,46% |
| TOTAL | 10,05% | 4,35% | 18,26% | 12,07% | 14,89% | 23,35% | 17,03% |

FIGURA 30: Porcentaje de tiempo aplicado por cada sub actividad.

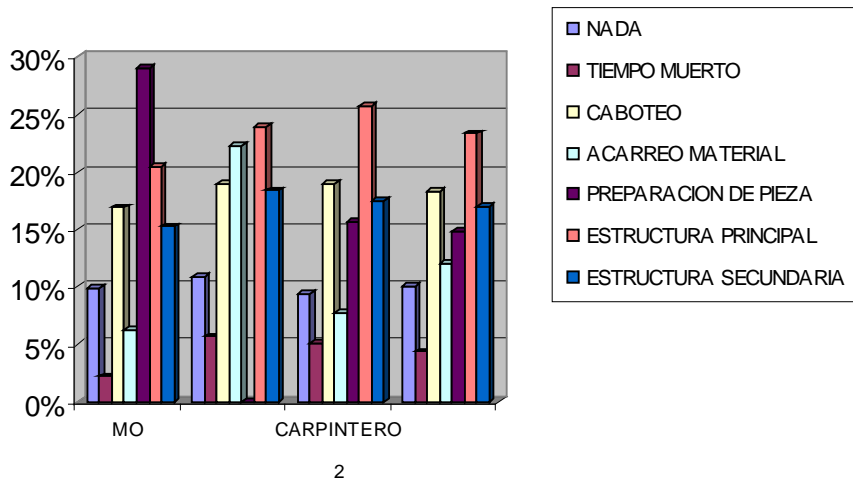


FIGURA 31: ESTRUCTURA TECHO

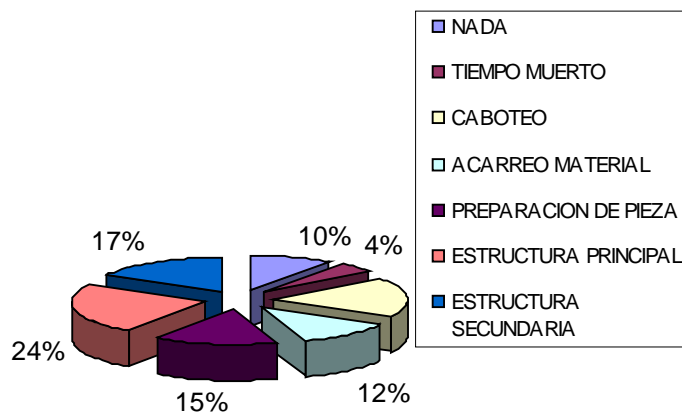


Imagen 32: Cálculo del rendimiento actividad 6***

| | | | |
|-----------|---|---|----------|
| Cuadrilla | n | 3 | personas |
| | n | 3 | personas |
| | n | 3 | personas |
| | n | 3 | personas |

Tiempos

| | |
|----------------|------|
| t ₁ | 2,52 |
| t ₂ | 2,18 |
| t ₃ | 2,18 |
| t ₄ | 2,18 |

Cantidades

| | |
|----------------|------|
| C ₁ | 2,30 |
| C ₂ | 2,40 |
| C ₃ | 1,95 |
| C ₄ | 2,10 |

$$R: \frac{t_n \cdot n}{C_n}$$

| | |
|----------------|--------|
| R ₁ | 3,2826 |
| R ₂ | 2,7292 |
| R ₃ | 3,3590 |
| R ₄ | 3,1190 |

n_R 4

$$R': \frac{R_1 + R_2 + R_3}{n_R}$$

R': 3,12245 hr-hh/m²

$$\sigma \Rightarrow \sqrt{\frac{(R_1 - R')^2 + (R_2 - R')^2 + (R_3 - R')^2}{n_R}}$$

σ: 0,243042

$$CV: \frac{\sigma \cdot 100}{R'}$$

CV: 7,78%

h.d. 10 hrs.

$$f.i.: \frac{t.c. \cdot 100}{h.d. - t.c.}$$

| | | | |
|------|---------------|------------|----|
| t.c. | Café | 0,25 | hr |
| | Almuerzo | 0,5 | hr |
| | Café | 0,25 | hr |
| | Servicio San. | 0,25 | hr |
| | Otros | 0,25 | hr |
| | | <u>1,5</u> | hr |

f.i.: 17,65%

$$R: R'(1 + fi) \pm CV$$

R: 3,673 ± 0,08 hr-hh/m²

*** Metodología tomada de la referencia N°10 del presente trabajo

ACTIVIDAD 7

ACTIVIDAD 7: TABLILLA DE PISO
CUADRO 52: ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | SUBACTIVIDAD | RECURSOS | | |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---|------------------|
| | | CUADRILLA | EQUIPO | MATERIAL |
| Acarreo interno de materiales | | 2 operarios | cuero humano | Tablilla, clavos |
| Preparacion de piezas | Toma medida de piezas | 1 carpintero | cinta metrica, lapiz | Tablilla |
| | Cortado de piezas | 1 carpintero | Engleteadora, cinta metrica, cerrucho | Tablilla |
| | Cortado de acabado de la piezas | 1 carpintero | Caladora, cinta metrica, cerrucho, cejeta | Tablilla |
| | Aseguramiento de piezas | 1 carpintero | Martillo, escuadra, nivel | Tablilla, clavos |

CUADRO 53: INFORMACION GENERAL

| | |
|-------------|------------------|
| ACTIVIDAD 7 | TABLILLA DE PISO |
| CLIMA | NUBLADO |
| Nº PERSONAS | 2 |
| Nº TIEMPOS | 3 |

CUADRO 54: RECURSOS DE LA ACTIVIDAD 7

| HERRAMIENTAS | MATERIALES |
|---------------|-------------------------|
| Angleteadora | 1 Tablilla |
| Cejeta | 3 Piezas de 5" en 4m |
| Cinta metrica | 3 Clavos |
| Martillo | 3 |
| Cerrucho | 3 |

**CUADRO 55: MUESTREO TIPO 1, ACTIVIDAD 7
TIEMPO 1
PEGA DE 21,75 m2 DE TABLILLA**

| OBSERVACION | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
|-------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 8:00 | 2 | 2 | 0 |
| 11:30 | 2 | 2 | 0 |

No OBSERV 422
 CANT HT 383
 CANT HNT 39
 PROCENTAJE HT 90,76%

**TIEMPO 2
PEGA DE 25 m2 DE TABLILLA**

| OBSERVACION | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
|-------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 7:55 | 2 | 2 | 0 |
| 12:07 | 2 | 1 | 1 |

No OBSERV 506
 CANT HT 463
 CANT HNT 43
 PROCENTAJE HT 91,50%

**TIEMPO 3
PEGA DE 10 m2 DE TABLILLA**

| OBSERVACION | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
|-------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 2:00 | 2 | 2 | 0 |
| 4:20 | 2 | 2 | 0 |

No OBSERV 282
 CANT HT 251
 CANT HNT 31
 PROCENTAJE HT 89,01%

**PROMEDIO
PEGA DE 56,75 m2 DE TABLILLA**

No OBSERV 1210
 CANT HT 1097
 CANT HNT 113
PROCENTAJE H 90,66%

| CUADRO 56: MUESTREO TIPO 2, ACTIVIDAD 7 | | | |
|--|-------------------------|---------------------|---------------------------|
| TIEMPO 1 | | | |
| PEGA DE 21,75 m2 DE TABLILLA | | | |
| OBSERVACION | MAESTRO DE OBRAS | CARPINTERO 1 | HOMBRES TRABAJANDO |
| 8:00 | 1 | 1 | 2 |
| 11:30 | 1 | 1 | 2 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | 86 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | 78 |
| EFECTIVIDAD | | | 90,70% |
| TIEMPO 2 | | | |
| PEGA DE 25 m2 DE TABLILLA | | | |
| OBSERVACION | MAESTRO DE OBRAS | CARPINTERO 1 | HOMBRES TRABAJANDO |
| 7:55 | 1 | 1 | 2 |
| 12:05 | 1 | 1 | 2 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | 102 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | 93 |
| EFECTIVIDAD | | | 91,18% |
| TIEMPO 3 | | | |
| PEGA DE 10 m2 DE TABLILLA | | | |
| OBSERVACION | MAESTRO DE OBRAS | CARPINTERO 1 | HOMBRES TRABAJANDO |
| 2:00 | 1 | 1 | 2 |
| 4:20 | 1 | 1 | 2 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | 58 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | 49 |
| EFECTIVIDAD | | | 84,48% |
| PROMEDIO | | | |
| PEGA DE 56,75 m2 DE TABLILLA | | | |
| UNIDAD DE HOMBRES | | 246 | |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | 220 | |
| EFECTIVIDAD | | 89,43% | |

ACTIVIDAD 7
CUADRO 57 : Eficiencia por cada trabajador

| Trabajador | Tiempo Total | Tiempo No Laborado | Tiempo Laborado | Cantidad realizada m ² | % Eficiencia |
|------------------|--------------|--------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------|
| MAESTRO DE OBRAS | 605 | 61 | 544 | 34.05 | 89,92% |
| CARPINTERO 1 | 605 | 52 | 553 | 22.70 | 91,40% |

ACTIVIDAD 7
CUADRO 58: Eficiencia Total del proceso

| Item | Cantidad |
|--------------------------------|----------|
| Tiempo Total Invertido | 1210 |
| Tiempo Total no laborado | 113 |
| Tiempo Total Efectivo | 1097 |
| Porcentaje Total de Eficiencia | 90,66% |

ACTIVIDAD 7
CUADRO 59 : Eficiencia promedio entre metodos

| Item | Porcentaje |
|---------------------|------------|
| Muestreo tipo 1 | 90,66% |
| Muestreo tipo 2 | 89,43% |
| Eficiencia promedio | 90,05% |

ACTIVIDAD 7

CUADRO 60: APROVECHAMIENTO DEL TIEMPO POR SUB ACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | NADA | TIEMPO MUERTO | PREPARACION DE MATERIAL | MEDICION | COLOCACION PIEZA | ACARREO MATERIAL | PLANIFICACION |
|--------------|--------|---------------|-------------------------|----------|------------------|------------------|---------------|
| | | | | | | | |
| MO | 63 | 29 | 135 | 123 | 212 | 26 | 17 |
| CARPINTERO 1 | 55 | 30 | 148 | 97 | 225 | 26 | 24 |
| TOTAL | 118 | 59 | 283 | 220 | 437 | 52 | 41 |
| MO | 10,41% | 4,79% | 22,31% | 20,33% | 35,04% | 4,30% | 2,81% |
| CARPINTERO 1 | 9,09% | 4,96% | 24,46% | 16,03% | 37,19% | 4,30% | 3,97% |
| TOTAL | 9,75% | 4,88% | 23,39% | 18,18% | 36,12% | 4,30% | 3,39% |

IMAGEN 33: Porcentaje de tiempo aplicado por cada sub actividad.

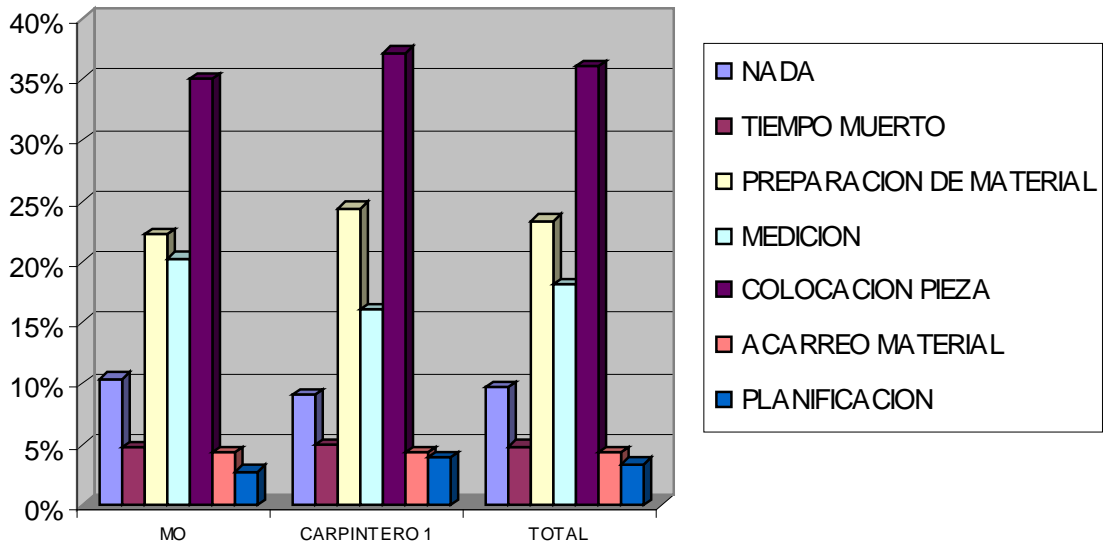


IMAGEN 34: COLOCACION TABLILLA DE PISO

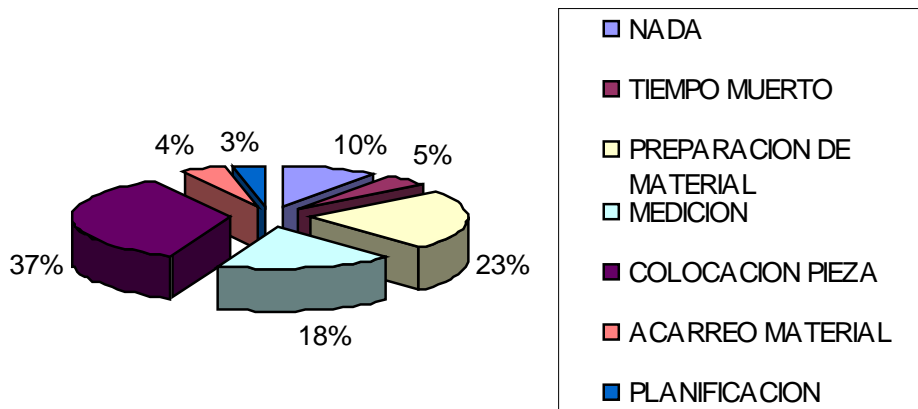


Imagen 35: Cálculo del rendimiento actividad 7***

| | | | |
|-----------|---|---|----------|
| Cuadrilla | n | 2 | personas |
| | n | 2 | personas |
| | n | 2 | personas |

| | | | |
|----------------|------|----------------|-------|
| Tiempos | | Cantidades | |
| t ₁ | 3,52 | C ₁ | 21,75 |
| t ₂ | 4,22 | C ₂ | 25,00 |
| t ₃ | 2,35 | C ₃ | 10 |

| | | | | | |
|----|-----------------------|----------------|--------|----------------|---|
| R: | $\frac{t_n * n}{C_n}$ | R ₁ | 0,3234 | n _R | 3 |
| | | R ₂ | 0,3373 | | |
| | | R ₃ | 0,4700 | | |

| | | | |
|-----|-------------------------------|------------|---------------|
| R´: | $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{n_R}$ | R´: | 0,3769 |
|-----|-------------------------------|------------|---------------|

| | | |
|--|-----------|-----------------|
| $\sigma \Rightarrow \sqrt{\frac{(R_1 - R')^2 + (R_2 - R')^2 + (R_3 - R')^2}{n_R}}$ | σ: | 0,066077 |
|--|-----------|-----------------|

| | | | |
|-----|---------------------------|------------|---------------|
| CV: | $\frac{\sigma * 100}{R'}$ | CV: | 17,53% |
|-----|---------------------------|------------|---------------|

| | | | | |
|------|----|------|-------|--------------------------------|
| h.d. | 10 | hrs. | f.i.: | $\frac{t.c.*100}{h.d. - t.c.}$ |
|------|----|------|-------|--------------------------------|

| | | | | | |
|------|---------------|------------|----|--------------|---------------|
| t.c. | Café | 0,25 | hr | f.i.: | 17,65% |
| | Almuerzo | 0,5 | hr | | |
| | Café | 0,25 | hr | | |
| | Servicio San. | 0,25 | hr | | |
| | Otros | 0,25 | hr | | |
| | | <u>1,5</u> | hr | | |

| | | | | | |
|-------------------------|-----------|--------------|----------|-------------|----------------------------|
| $R : R'(1 + fi) \pm CV$ | R: | 0,443 | ± | 0,18 | hr-hh/m² |
|-------------------------|-----------|--------------|----------|-------------|----------------------------|

*** Metodología tomada de la referencia N°10 del presente trabajo

ACTIVIDAD 8

ACTIVIDAD 8: TABLILLA DE PARED
CUADRO 61: ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | SUBACTIVIDAD | RECURSOS | | |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---|-------------------------------|
| | | CUADRILLA | EQUIPO | MATERIAL |
| Acarreo interno de materiales | | 2 operarios | cuerpo humano | Tablilla, clavos |
| Preparacion de piezas | Toma medida de piezas | 1 carpintero | cinta metrica, lapiz | Tablilla |
| | Cortado de piezas | 1 carpintero | Engleteadora,cinta metrica, cerrucho | Tablilla |
| | Cortado de acabado de la piezas | 1 carpintero | Caladora,cinta metrica,cerrucho, cejeta | Tablilla |
| Colocado pieza | Acomodado de las piezas | 1 carpintero | Lapiz, molde | Tablilla, pedazos de rollizos |
| | Aseguramiento de piezas | 1 carpintero | Martillo, escuadra, nivel | Tablilla, clavos |

CUADRO 62: INFORMACION GENERAL

| | |
|-------------|-------------------|
| ACTIVIDAD 8 | TABLILLA DE PARED |
| CLIMA | FRIO |
| Nº PERSONAS | 3 a 2 |
| Nº TIEMPOS | 2 |

CUADRO 63: RECURSOS DE LA ACTIVIDAD 8

| HERRAMIENTAS | MATERIALES | |
|---------------|------------|--------------------|
| Angleteadora | 1 | Tablilla |
| Cejeta | 4 | Piezas de 5" en 4m |
| Cinta metrica | 4 | Clavos |
| Martillo | 4 | 20kg |
| Cerrucho | 4 | |

| CUADRO 64: MUESTREO TIPO 1, ACTIVIDAD 8 | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| TIEMPO 1 | | | |
| PEGA DE 15,92 m2 DE TABLILLA | | | |
| OBSERVACION | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 8:20 | 3 | 3 | 0 |
| 12:05 | 3 | 3 | 0 |
| No OBSERV | | 678 | |
| CANT HT | | 604 | |
| CANT HNT | | 74 | |
| PROCENTAJE HT | | 89,09% | |
| TIEMPO 2 | | | |
| PEGA DE 9,71 m2 DE TABLILLA | | | |
| OBSERVACION | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 7:53 | 2 | 2 | 0 |
| 12:05 | 2 | 1 | 1 |
| No OBSERV | | 506 | |
| CANT HT | | 463 | |
| CANT HNT | | 43 | |
| PROCENTAJE HT | | 91,50% | |
| PROMEDIO | | | |
| PEGA DE 25,63 m2 DE TABLILLA | | | |
| No OBSERV | | 1184 | |
| CANT HT | | 1067 | |
| CANT HNT | | 117 | |
| PROCENTAJE HT | | 90,12% | |

| CUADRO 65: MUESTREO TIPO 2, ACTIVIDAD 8 | | | | |
|--|-------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| TIEMPO 1 | | | | |
| PEGA DE 15,92 m2 DE TABLILLA | | | | |
| TIEMPO | MAESTRO DE OBRAS | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | HOMBRES TRABAJANDO |
| 8:20 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 12:05 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | | 138 |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | | 123 |
| EFECTIVIDAD | | | | 89,13% |
| TIEMPO 2 | | | | |
| PEGA DE 9,71 m2 DE TABLILLA | | | | |
| TIEMPO | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | HOMBRES TRABAJANDO | |
| 7:55 | 1 | 1 | 2 | |
| 12:05 | 0 | 1 | 1 | |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | 102 | |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | 94 | |
| EFECTIVIDAD | | | 92,16% | |
| PROMEDIO | | | | |
| PEGA DE 25,63 m2 DE TABLILLA | | | | |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | 240 | |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | 217 | |
| EFECTIVIDAD | | | 90,42% | |

ACTIVIDAD 8
CUADRO 66 : Eficiencia por cada trabajador

| Trabajador | Tiempo Total | Tiempo No Laborado | Tiempo Laborado | Cantidad realizada m ² | % Eficiencia |
|------------------|--------------|--------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------|
| MAESTRO DE OBRAS | 226 | 25 | 201 | 4,86 | 88,94% |
| CARPINTERO 1 | 479 | 33 | 446 | 8,99 | 93,11% |
| CARPINTERO 2 | 479 | 59 | 420 | 11,77 | 87,68% |

ACTIVIDAD 8
CUADRO 67: Eficiencia Total del proceso

| Item | Cantidad |
|--------------------------------|----------|
| Tiempo Total Invertido | 1184 |
| Tiempo Total no laborado | 117 |
| Tiempo Total Efectivo | 1067 |
| Porcentaje Total de Eficiencia | 90,12% |

ACTIVIDAD 8
CUADRO 68 : Eficiencia promedio entre metodos

| Item | Porcentaje |
|---------------------|------------|
| Muestreo tipo 1 | 90,12% |
| Muestreo tipo 2 | 90,42% |
| Eficiencia promedio | 90,27% |

ACTIVIDAD 8
CUADRO 69: APROVECHAMIENTO DEL TIEMPO POR SUB ACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | CANTIDAD | NADA | TIEMPO MUERTO | PREPARACION DE MATERIAL | MEDICION | COLOCACION PIEZA | ACARREO MATERIAL | PLANIFICACION |
|--------------|----------|-------|---------------|-------------------------|----------|------------------|------------------|---------------|
| | | | | | | | | |
| CARPINTERO 1 | 14 | 6 | 28 | 142 | 89 | 176 | 18 | 20 |
| CARPINTERO 2 | 26 | 33 | 96 | 74 | 191 | 29 | 30 | 30 |
| TOTAL | 46 | 46 | 75 | 301 | 201 | 444 | 60 | 57 |
| MO | 6,19% | 6,19% | 6,19% | 27,88% | 16,81% | 34,07% | 5,75% | 3,10% |
| CARPINTERO 1 | 1,25% | 1,25% | 5,85% | 29,65% | 18,58% | 36,74% | 3,76% | 4,18% |
| CARPINTERO 2 | 5,43% | 6,89% | 20,04% | 15,45% | 39,87% | 6,05% | 6,26% | 6,26% |
| TOTAL | 3,89% | 6,33% | 25,42% | 16,98% | 37,50% | 5,07% | 4,81% | 4,81% |

IMAGEN 36: Porcentaje de tiempo aplicado por cada sub actividad.

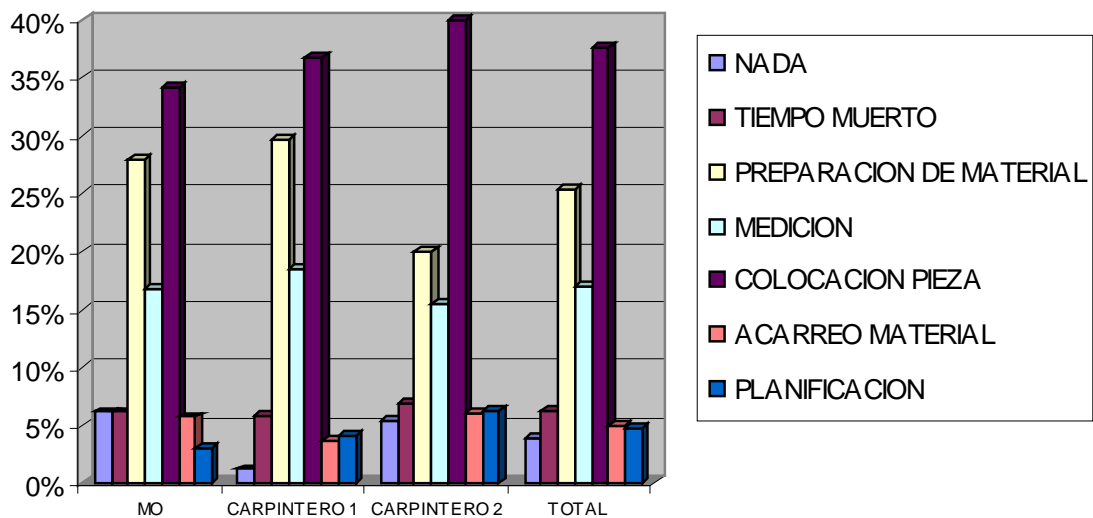


IMAGEN 37: COLOCACION TABLILLA DE PARED

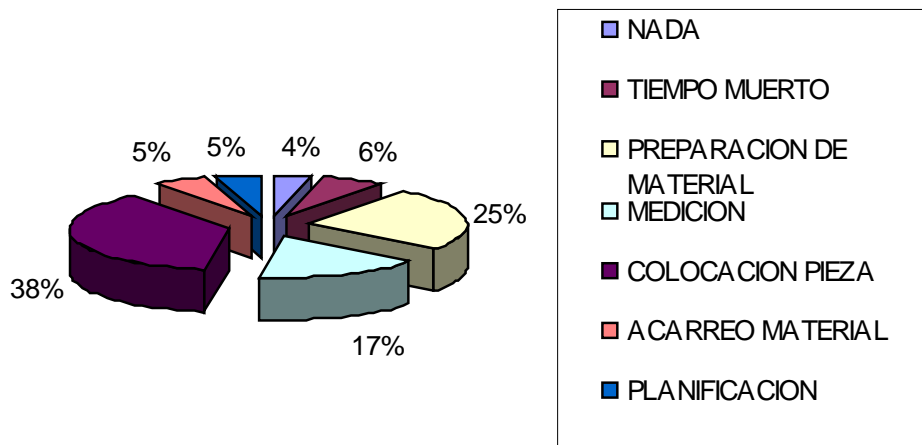


Imagen 38: Cálculo del rendimiento actividad 8***

| | | | |
|-----------|---|---|----------|
| Cuadrilla | n | 3 | personas |
| | n | 2 | personas |

| Tiempos | hrs. | Cantidades | m ² |
|----------------|------|----------------|----------------|
| t ₁ | 3,77 | C ₁ | 15,92 |
| t ₂ | 4,22 | C ₂ | 9,70 |

Rendimientos

| | | | | | |
|----|-----------------------|----------------|-----------|----------------|---|
| R: | $\frac{t_n * n}{C_n}$ | R ₁ | 0,7097556 | | |
| | | R ₂ | 0,8690574 | n _R | 2 |

| | | | | |
|-----|-------------------------------|-----|----------------|----------------------------|
| R': | $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{n_R}$ | R': | 0,78941 | hr-hh/m² |
|-----|-------------------------------|-----|----------------|----------------------------|

$$\sigma \Rightarrow \sqrt{\frac{(R_1 - R')^2 + (R_2 - R')^2 + (R_3 - R')^2}{n_R}}$$

σ: 0,079651 *Desviación estándar*

| | | | |
|-----|---------------------------|-------------------|----------------------------------|
| CV: | $\frac{\sigma * 100}{R'}$ | CV: 10,09% | <i>Coefficiente de variación</i> |
|-----|---------------------------|-------------------|----------------------------------|

| | | | | | |
|------|----|------|-------|----------------------------------|-----------------------------|
| h.d. | 10 | hrs. | f.i.: | $\frac{t.c. * 100}{h.d. - t.c.}$ | <i>Factor de incremento</i> |
|------|----|------|-------|----------------------------------|-----------------------------|

| | | | | |
|------|---------------|------------|----|---------------------|
| t.c. | Café | 0,25 | hr | |
| | Almuerzo | 0,5 | hr | |
| | Café | 0,25 | hr | |
| | Servicio San. | 0,25 | hr | f.i.: 17,65% |
| | Otros | 0,25 | hr | |
| | | <u>1,5</u> | hr | |

| | | |
|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| R: R'(1 + f_i) ± CV | R: 0,9287 ± 0,10 | hr-hh/m² |
|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------|

*** Metodología tomada de la referencia N°10 del presente trabajo

ACTIVIDAD 9

ACTIVIDAD 9: TABLILLA DE TECHO
CUADRO 70: ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | SUBACTIVIDAD | RECURSOS | | |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---|------------------|
| | | CUADRILLA | EQUIPO | MATERIAL |
| Acairre interno de materiales | | 2 operarios | cuero humano | Tablilla, clavos |
| | Toma medida de piezas | 1 carpintero | cinta metrica, lapiz | Tablilla |
| Preparacion de piezas | Cortado de piezas | 1 carpintero | Engleteadora,cinta metrica, cerrucho | Tablilla |
| | Cortado de acabado de la piezas | 1 carpintero | Caladora,cinta metrica,cerrucho, cejeta | Tablilla |
| | Aseguramiento de piezas | 1 carpintero | Martillo, escuadra, nivel | Tablilla, clavos |

CUADRO 71: INFORMACION GENERAL

| | |
|-------------|-------------------|
| ACTIVIDAD 9 | TABLILLA DE TECHO |
| CLIMA | SOLEADO Y VENTOSO |
| Nº PERSONAS | 3 |
| Nº TIEMPOS | 3 |

CUADRO 72: RECURSOS DE LA ACTIVIDAD 9

| HERRAMIENTAS | MATERIALES | |
|---------------|------------|--------------------|
| Angleteadora | 1 | Tablilla |
| Cejeta | 4 | Piezas de 3" en 4m |
| Cinta metrica | 4 | Clavos |
| Martillo | 4 | 20kg |
| Cerrucho | 4 | |

| CUADRO 73: MUESTREO TIPO 1, ACTIVIDAD 9 | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| TIEMPO 1 | | | |
| PEGA DE 12 m2 DE TABLILLA TECHO | | | |
| OBSERVACION | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 8:00 | 3 | 3 | 0 |
| 11:30 | 3 | 3 | 0 |
| No OBSERV | | 633 | |
| CANT HT | | 574 | |
| CANT HNT | | 59 | |
| PROCENTAJE HT | | 90,68% | |
| TIEMPO 2 | | | |
| PEGA DE 16 m2 DE TABLILLA TECHO | | | |
| OBSERVACION | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 7:30 | 3 | 3 | 0 |
| 11:40 | 3 | 3 | 0 |
| No OBSERV | | 753 | |
| CANT HT | | 675 | |
| CANT HNT | | 78 | |
| PROCENTAJE HT | | 89,64% | |
| TIEMPO 3 | | | |
| PEGA DE 7,20 m2 DE TABLILLA TECHO | | | |
| OBSERVACION | HOMBRES OBSERVADOS | HOMBRES TRABAJANDO | HOMBRES NO TRABAJANDO |
| 2:00 | 3 | 3 | 0 |
| 4:00 | 3 | 3 | 0 |
| No OBSERV | | 363 | |
| CANT HT | | 320 | |
| CANT HNT | | 43 | |
| PROCENTAJE HT | | 88,15% | |
| PROMEDIO | | | |
| PEGA DE 35,2 m2 DE TABLILLA TECHO | | | |
| No OBSERV | | 1749 | |
| CANT HT | | 1569 | |
| CANT HNT | | 180 | |
| PROCENTAJE HT | | 89,71% | |

| CUADRO 74: MUESTREO TIPO 2, ACTIVIDAD 9 | | | | |
|---|------------------|---------------|--------------|--------------------|
| TIEMPO 1 | | | | |
| PEGA DE 12 m2 DE TABLILLA TECHO | | | | |
| OBSERVACION | MAESTRO DE OBRAS | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | HOMBRES TRABAJANDO |
| 8:00 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 11:30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | 129 | |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | 116 | |
| EFECTIVIDAD | | | | 89,92% |
| TIEMPO 2 | | | | |
| PEGA DE 16 m2 DE TABLILLA TECHO | | | | |
| OBSERVACION | MAESTRO DE OBRAS | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | HOMBRES TRABAJANDO |
| 7:30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 11:40 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | 153 | |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | 141 | |
| EFECTIVIDAD | | | | 92,16% |
| TIEMPO 3 | | | | |
| PEGA DE 7,2 m2 DE TABLILLA TECHO | | | | |
| OBSERVACION | MAESTRO DE OBRAS | CARPINTERO 1 | CARPINTERO 2 | HOMBRES TRABAJANDO |
| 2:00 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 4:00 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| UNIDAD DE HOMBRES | | | 75 | |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | | 63 | |
| EFECTIVIDAD | | | | 84,00% |
| PROMEDIO | | | | |
| PEGA DE 35,2 m2 DE TABLILLA TECHO | | | | |
| UNIDAD DE HOMBRES | | 357 | | |
| UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES | | 320 | | |
| EFECTIVIDAD | | 89,64% | | |

ACTIVIDAD 9
CUADRO 75 : Eficiencia por cada trabajador

| Trabajador | Tiempo Total | Tiempo No Laborado | Tiempo Laborado | Cantidad realizada m ² | % Eficiencia |
|------------------|--------------|--------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------|
| MAESTRO DE OBRAS | 583 | 66 | 517 | 11,73 | 88,68% |
| CARPINTERO 1 | 583 | 52 | 531 | 11,73 | 91,08% |
| CARPINTERO 2 | 583 | 62 | 521 | 11,73 | 89,37% |

ACTIVIDAD 9
CUADRO 76: Eficiencia Total del proceso

| Item | Cantidad |
|---------------------------------------|---------------|
| Tiempo Total Invertido | 1749 |
| Tiempo Total no laborado | 180 |
| Tiempo Total Efectivo | 1569 |
| Porcentaje Total de Eficiencia | 89,71% |

ACTIVIDAD 9
CUADRO 77 : Eficiencia promedio entre metodos

| Item | Porcentaje |
|----------------------------|---------------|
| Muestreo tipo 1 | 89,71% |
| Muestreo tipo 2 | 89,64% |
| Eficiencia promedio | 89,67% |

ACTIVIDAD 9
CUADRO 78: APROVECHAMIENTO DEL TIEMPO POR SUB ACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | NADA | TIEMPO MUERTO | PREPARACION DE MATERIAL | MEDICION | COLOCACION PIEZA | ACARREO MATERIAL |
|-----------|--------------|---------------|-------------------------|----------|------------------|------------------|
| | | | | | | |
| CANTIDAD | MO | 66 | 30 | 120 | 61 | 158 |
| | CARPINTERO 1 | 52 | 27 | 62 | 112 | 146 |
| | CARPINTERO 2 | 62 | 23 | 163 | 93 | 139 |
| | TOTAL | 118 | 57 | 182 | 173 | 304 |
| % | MO | 11,32% | 5,15% | 20,58% | 10,46% | 27,10% |
| | CARPINTERO 1 | 8,92% | 4,63% | 10,63% | 19,21% | 25,04% |
| | CARPINTERO 2 | 10,63% | 3,95% | 27,96% | 15,95% | 23,84% |
| | TOTAL | 6,75% | 3,26% | 10,41% | 9,89% | 17,38% |

IMAGEN 39: Porcentaje de tiempo aplicado por cada sub actividad.

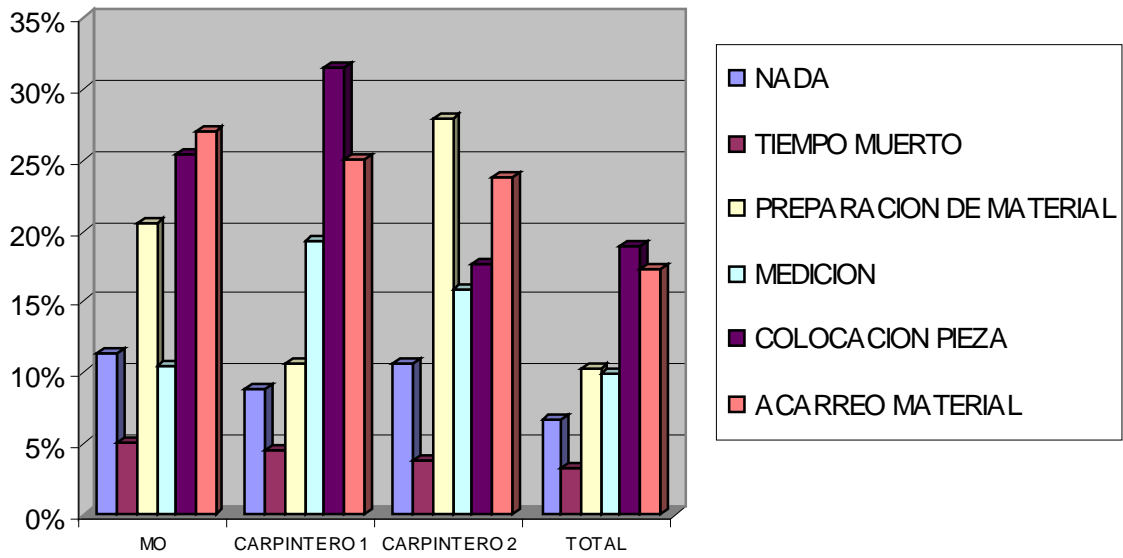


IMAGEN 40: COLOCACION TABLILLA DE TECHO

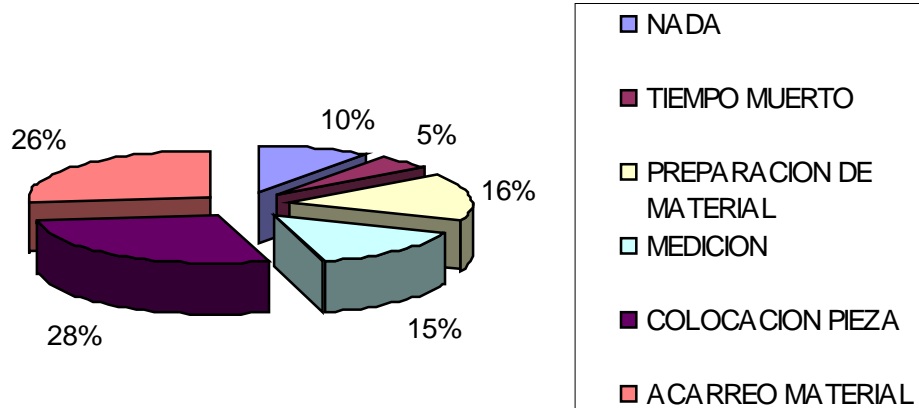


Imagen 41: Cálculo del rendimiento actividad 9***

| | | | |
|-----------|---|---|----------|
| Cuadrilla | n | 3 | personas |
| | n | 3 | personas |
| | n | 3 | personas |

| Tiempos | | Cantidades | |
|----------------|-------------|----------------|-------|
| t ₁ | 3,52 | C ₁ | 12,00 |
| t ₂ | 4,18 | C ₂ | 16,00 |
| t ₃ | 2,016666667 | C ₃ | 7,2 |

| | | | | | |
|----|-----------------------|----------------|--------|----------------|---|
| R: | $\frac{t_n * n}{C_n}$ | R ₁ | 0,8792 | n _R | 3 |
| | | R ₂ | 0,7844 | | |
| | | R ₃ | 0,8403 | | |

$$R' = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{n_R} \quad R' = \mathbf{0,83461}$$

$$\sigma \Rightarrow \sqrt{\frac{(R_1 - R')^2 + (R_2 - R')^2 + (R_3 - R')^2}{n_R}} \quad \sigma: \mathbf{0,038906}$$

$$CV: \frac{\sigma * 100}{R'} \quad CV: \mathbf{4,66\%}$$

$$h.d. \quad 10 \quad hrs. \quad f.i.: \frac{t.c. * 100}{h.d. - t.c.}$$

| | | | | |
|------|---------------|------------|----|---------------------|
| t.c. | Café | 0,25 | hr | f.i.: 17,65% |
| | Almuerzo | 0,5 | hr | |
| | Café | 0,25 | hr | |
| | Servicio San. | 0,25 | hr | |
| | Otros | 0,25 | hr | |
| | | <u>1,5</u> | hr | |

$$\boxed{R: R'(1 + fi) \pm CV} \quad R: \mathbf{0,982} \quad \pm \quad \mathbf{0,05} \quad \mathbf{hr-hh/m^2}$$

*** Metodología tomada de la referencia N°10 del presente trabajo

ACTIVIDAD

10

y

11

En cuanto a las actividades 10 y 11, lamentablemente, fue imposible realizar las mediciones, esto básicamente por la falta de materia prima.

Las puertas y ventanas se elaboran con madera de cedro o laurel, no con pino como el resto de la edificación y en la finca, de la cual, la empresa saca la madera. Hay poca existencia de esta madera, se han venido presentando atrasos en estas actividades, sumado, a este faltante la misma empresa se vio afectada por la huelga que duró más de quince días en la frontera, situación que conllevó a un atraso en todas las obras, de aproximadamente un mes.

Tiempo de más que está durando dicha actividad a partir del cronograma que se elaboró al inicio del proyecto.

Este atraso en las puertas y ventanas, ocasiona, lógicamente la no colocación de guarnición, rodapié y cuarto redondo, ya que estas actividades se dan después de la instalación de esas. Actualmente la obra se encuentra detenida, ya que estas dos actividades son las únicas que faltan.

Codificación de sub-actividades

Durante las mediciones se pudieron observar muchos aspectos interesantes que afectan de diferente manera, según sea la actividad que se esté manejando. Para iniciar, se procederá a explicar la codificación que se utilizó para la medición de los datos, ya que esta no se incorporó dentro de la metodología, por conveniencia, a la hora de analizar los datos, con base en dicha lista.

Codificación de actividades

- 1 Midiendo
- 2 clavando
- 3 Cortando/ Excavando
- 4 Preparando pieza
- 5 Cortando acabado, caboteo
- 6 Búsqueda de material/ equipo
- 7 Nada
- 8 Colocando/ acomodando/ remidiendo/asegurando pieza
- 9 Planificando
- 10 Acomodo del lugar de trabajo
- 11 Tiempo Muerto, comida/ baño
- 12 Verificando plomo/medidas
- 13 Acarreo de material
- 14 Preparando pieza amarre
- 15 Colocacion de Estructura Principal
- 16 Colocacion de Estructura Secundaria

Dentro de cada una de las actividades se presentaban tareas con mayor importancia que otras, a razón de esto muchas de las sub actividades se agruparon por conveniencia de análisis, como en el caso de la actividad 15, colocación de la estructura principal, ya sea de techo, pared o entrepiso. En esta tarea se incluye lo que es el colocado de la pieza, el clavado de la misma y la remediación, si fuera necesaria; ya que a diferencia de la tablilla, el acomodo de la pieza en la estructura principal, no tiene gran peso como sí lo posee, por ejemplo, el caboteo o el traslado del material en la colocación de la tablilla de techo que, por ser en el alto, se pierde mucho tiempo bajándose y subiéndose para la obtención del material necesario.

Así se tienen para cada actividad las siguientes sub-actividades:

1) Marcado de casa:

◆ Nada: sub actividad en la que el trabajador se encuentra ya sea socializando, hablando por teléfono o cualquier actividad que no sea parte del trabajo y pueda provocar distracción de los compañeros.

◆ Planificación: sub actividad importante ya que incorpora la adecuada planificación para el cumplimiento eficiente de la actividad, es importante recordar que esta cuadrilla trabaja por contrato, por lo que, entre

mejor hagan el trabajo y distribuyan la carga más rápido terminaran el trabajo y más rentable les resulta trabajar.

- ◆ Preparación del material: Incluye traer el material de donde se encuentre apilado, muy cerca de donde se esta trabajando, medirlo y cortarlo a la medida.

- ◆ Limpieza final: Se basa en la recolección de los desechos ocasionados por esta actividad, así como la herramienta utilizada durante el día. En esta sub-actividad es importante rescatar el hecho de que todos y cada uno de los miembros de la cuadrilla son responsables de la limpieza, ó sea, todos limpian y procuran hacer el menor reguero posible.

- ◆ Esperando: El trabajador por alguna razón se queda sin realizar ninguna actividad productiva en espera de que otro dé cabida a su acción.

- ◆ Fuera de medición: El empleado se queda sin hacer nada por cuenta propia, pero con una razón justificable, por lo que queda fuera de la medición para que no la afecte, por ejemplo haciendo un mandado.

2) Excavación de cimientos:

- ◆ Nada: sub actividad donde el trabajador se encuentra ya sea socializando, hablando por teléfono o cualquier actividad que no sea parte del trabajo y pueda provocar distracción de los compañeros.

- ◆ Tiempo muerto: El trabajador por alguna razón se queda sin realizar ninguna actividad productiva en espera de que otro de cabida a su acción o a la hora de café, almuerzo o uso de servicio sanitario.

- ◆ Excavación: Actividad propia de excavar los cimientos, cuyas dimensiones básicamente son de 60*35*35 cm. y son placas aisladas.

- ◆ Medición: Punto importante de esta actividad lo es verificar que el cemento tenga las mediciones requeridas, por lo que, medir se convierte en una tarea de control muy importante en esta actividad.

3) Pilotaje:

- ◆ Nada: sub-actividad en la que el trabajador se encuentra ya sea socializando, hablando por teléfono o cualquier actividad que

no sea parte del trabajo y pueda provocar distracción de los compañeros.

- ◆ Planificación: sub-actividad importante ya que incorpora la adecuada planificación para el cumplimiento eficiente de la actividad, es importante recordar que esta cuadrilla trabaja por contrato, por lo que entre mejor hagan el trabajo y distribuyan la carga, más rápido terminaran el trabajo y más rentable les resulta. Esta actividad, en ocasiones, está presente explícitamente y en otras, de manera implícita; ya que en las que se encuentra explícita está acompañada de algún tipo de complejidad, como en la actividad presente que en ocasiones se ocupa a tres personas alrededor de un solo pilote, cada una realizando una labor específica, pero de suma importancia.

- ◆ Preparación del material: Preparación del concreto, medición y corte de la pieza.

- ◆ Acarreo del material: Incluye traer el material de la entrada del lugar de la construcción al destinado para su almacenaje o la selección de la pieza de donde se encuentre apilado y su debido traslado al sitio necesario. En esta ocasión se encuentra separada de la preparación del material, ya que estas piezas al ser unidades largas y pesadas se encuentran apiladas un poco más largo del lugar directo de la zona de trabajo, para evitar accidentes o mala manipulación del material, adquiriendo un peso importante dentro del gasto de tiempo.

- ◆ Medición: Se basa en la medida que debe de tener la pieza según los niveles que indique la demarcación de la casa y los niveles naturales del terreno.

- ◆ Colocación de la pieza: Estas piezas son un poco pesadas, por lo que para su adecuada manipulación y colocación de plomo se hacen necesarias como mínimo dos personas e, inclusive, dependiendo de la altura del pilote, una tercera, para la puesta del concreto en la placa; además del aseguramiento de los mismos pilotes con piezas de vareta o doble vareta para el mantenimiento del plomo.

- ◆ Tiempo muerto: El trabajador por alguna razón se queda sin realizar ninguna actividad productiva en espera de que otro dé cabida a su acción o a la hora de café, almuerzo o uso de servicio sanitario.

4) Estructura de entepiso:

◆ Nada: sub actividad en la que el trabajador se encuentra ya sea socializando, hablando por teléfono o cualquier actividad que no sea parte del trabajo y pueda provocar distracción de los compañeros.

◆ Preparación del material: Medición tanto de la pieza, como de lo indicado en la necesidad de la obra, que en la actividad anterior estaba separada, ya que es un poco más complicado la medición de niveles para la obtención de las alturas necesarias de los pilotes, que de distancias horizontales sobre un plano y selección de la pieza.

◆ Acarreo del material: Incluye traer el material de la entrada del lugar de la construcción al lugar destinado para su almacenaje o la selección de la pieza de donde se encuentre apilado y su debido traslado al sitio necesario, en esta ocasión se encuentra separada de la preparación del material, ya que estas piezas al ser unidades largas y pesadas, se encuentran apiladas un poco más largo del lugar directo de la zona de trabajo, para evitar accidentes o mala manipulación del material, adquiriendo un peso importante dentro del gasto de tiempo.

◆ Corte y caboteo: Incluye el corte propio de la pieza, así como la hechura de la boca de pescado en las piezas que así lo requiera.

◆ Estructura principal: Colocación de las piezas de la estructura principal, son piezas un poco pesadas, por lo que, para su adecuada manipulación y colocación a escuadra, se hacen necesarias como mínimo dos personas e, inclusive, dependiendo de la altura del pilote, una tercera, para sostenga la pieza.

◆ Estructura secundaria: Colocación de las piezas de la estructura secundaria, aunque, ya no son tan pesadas, la cantidad es mucho mayor que la anterior, por lo que su valoración es de forma diferente en la inversión de tiempo.

◆ Tiempo muerto: El trabajador por alguna razón se queda sin realizar ninguna actividad productiva en espera de que otro de cabida a su acción o a la hora de café, almuerzo o uso de servicio sanitario.

5) Estructura de pared:

◆ Nada: sub-actividad en la que el trabajador se encuentra ya sea socializando,

hablando por teléfono o cualquier actividad que no sea parte del trabajo y pueda provocar distracción de los compañeros.

◆ Tiempo muerto: El trabajador por alguna razón se queda sin realizar ninguna actividad productiva en espera de que otro de cabida a su acción o a la hora de café, almuerzo o uso de servicio sanitario.

◆ Preparación del material: Medición tanto de la pieza, como de lo indicado en la necesidad de la obra. Hechura de concreto.

◆ Acarreo del material: Incluye traer el material de la entrada del lugar de la construcción al lugar destinado para su almacenaje o la selección de la pieza del sitio en la que se encuentre apilada y su debido traslado al lugar necesario, así como el traslado del concreto.

◆ Corte: Incluye el corte propio de la pieza, así, como el corte en ángulos para los arriostres.

◆ Estructura principal: Colocación de las piezas de la estructura principal, que incluye su cimentación en el caso de ser la casa a nivel, o del amarre inferior en el caso de ser sobre pilotes, por lo que en ocasiones es necesario de dos personas, por su complejidad en la ubicación y la importancia en el plomo y escuadra.

◆ Estructura secundaria: colocación de las piezas de la estructura secundaria, aunque ya no son tan complejas en posición, sí lo son en el corte en el caso de los arriostres, sumado a la cantidad demandada de recursos.

6) Estructura de techo:

◆ Nada: Sub-actividad donde el trabajador se encuentra ya sea socializando, hablando por teléfono o cualquier actividad que no sea parte del trabajo y pueda provocar distracción de los compañeros.

◆ Preparación del material: Medición tanto de la pieza, como, el corte sencillo de la misma.

◆ Acarreo del material: Incluye el traer el material de la entrada del lugar de la construcción al lugar destinado para su almacenaje o la selección de la pieza de donde se encuentre apilado y su debido traslado al donde es necesario. Tiene mucho peso por el traslado constante que debe de realizarse de la mesa de caboteo al techo y viceversa.

- ◆ Caboteo: Incluye la hechura de la boca de pescado en las piezas, que en el caso de los techos tiene gran peso, ya que en esto se invierte muchísimo tiempo.

- ◆ Estructura principal: Colocación de las piezas de la estructura principal, son piezas pesadas, por lo que para su adecuada manipulación y colocación, así como la elevación al techo se hacen necesarias como mínimo tres personas e, inclusive, dependiendo de la altura y la longitud de las piezas hasta de una cuarta persona.

- ◆ Estructura secundaria: Colocación de las piezas de la estructura secundaria, que aunque ya no son tan pesadas, siguen siendo largas y a alturas considerables, sumado a que la cantidad, es mucho mayor que la anterior, por lo que su valoración es de forma diferente en la inversión de tiempo.

- ◆ Tiempo muerto: El trabajador por alguna razón se queda sin realizar ninguna actividad productiva en espera de que otro dé cabida a su acción o a la hora de café, almuerzo o uso de servicio sanitario.

7) Tablilla de piso:

- ◆ Nada: sub-actividad en la que el trabajador se encuentra ya sea socializando, hablando por teléfono o cualquier actividad que no sea parte del trabajo y pueda provocar distracción de los compañeros.

- ◆ Tiempo muerto: El trabajador por alguna razón se queda sin realizar ninguna actividad productiva en espera de que otro dé cabida a su acción o a la hora de café, almuerzo o uso de servicio sanitario.

- ◆ Preparación del material: Selección de la pieza, como, el corte sencillo y de acabado necesario.

- ◆ Acarreo del material: Incluye el traer el material de la entrada del lugar de la construcción al lugar destinado para su almacenaje o la selección de la pieza de donde se encuentre apilado y su debido traslado a la mesa de corte, tiene mucho peso por el traslado constante que debe realizarse de la mesa de corte a la pared y viceversa.

- ◆ Medición: Se basa en la medida que debe de tener la pieza según los niveles que indique la demarcación de la casa y los niveles del techo o entrepiso.

- ◆ Colocación de la pieza: Consiste en el hacer coincidir el machihembra de una tablilla a la otra, en ocasiones se hace necesario arreglar dicho acabado, ya que no calzan por lo que hay que estar probando una y otra vez la unión de las piezas, además del acabado que se debe de realizar en las tablillas ya llegando al techo que incluyen la forma del rollizo, sea del techo o del entrepiso.

- ◆ Planificación: Sub-actividad importante ya que incorpora la adecuada planificación para el cumplimiento eficiente de la actividad.

8) Tablilla de pared:

- ◆ Nada: Sub-actividad en la que el trabajador se encuentra ya sea socializando, hablando por teléfono o cualquier actividad que no sea parte del trabajo y pueda provocar distracción de los compañeros.

- ◆ Tiempo muerto: El trabajador por alguna razón se queda sin realizar ninguna actividad productiva en espera de que otro dé cabida a su acción o a la hora de café, almuerzo o uso de servicio sanitario.

- ◆ Preparación del material: Selección de la pieza, como, el corte sencillo y de acabado necesario.

- ◆ Acarreo del material: Incluye el traer el material de la entrada del lugar de la construcción al lugar destinado para su almacenaje o la selección de la pieza de donde se encuentre apilado y su debido traslado a la mesa de corte, tiene mucho peso por el traslado constante que se debe de realizar de la mesa de corte al lugar de colocación y viceversa.

- ◆ Medición: Se basa en la medida que debe de tener la pieza según las luces de la estructura secundaria del entrepiso.

- ◆ Colocación de la pieza: Consiste en el hacer coincidir el machihembra de una tablilla a la otra, en ocasiones se hace necesario arreglar dicho acabado, ya que no calzan por lo que hay que estar probando una y otra vez la unión de las piezas, además del acabado que se debe de realizar en las tablillas ya llegando a las paredes y salida o entrada de la casa.

- ◆ Planificación: Sub-actividad importante, ya que incorpora la adecuada planificación para el cumplimiento eficiente de la actividad.

9) Tablilla de techo:

- ◆ Nada: Sub-actividad en la que el trabajador se encuentra ya sea socializando, hablando por teléfono o cualquier actividad que no sea parte del trabajo y pueda provocar distracción de los compañeros.

- ◆ Tiempo muerto: El trabajador por alguna razón se queda sin realizar ninguna actividad productiva en espera de que otro de cabida a su acción o a la hora de café, almuerzo o uso de servicio sanitario.

- ◆ Preparación del material: Selección de la pieza, como, el corte sencillo y de acabado necesario.

- ◆ Acarreo del material: Incluye el traer el material de la entrada del lugar de la construcción al lugar destinado para su almacenaje o la selección de la pieza de donde se encuentre apilado y su debido traslado a la

mesa de corte, tiene muchísimo peso por la dificultad de traslado constante que debe de realizarse de la mesa de corte al techo y viceversa.

- ◆ Medición: Se basa en la medida que debe de tener la pieza según las luces de la estructura secundaria del techo.

- ◆ Colocación de la pieza: Consiste en hacer coincidir el machihembra de una tablilla a la otra, en ocasiones se hace necesario arreglar dicho acabado ya que no calzan por lo que hay que estar probando una y otra vez la unión de las piezas, además, del acabado que se debe de realizar en las tablillas ya llegando a los limatones, limahoyas y/o cunbreras.

Análisis de los resultados

Más adelante se muestra la tabulación de la información obtenida para cada una de las actividades estudiadas.

En el cuadro #79 puede observarse el rendimiento por $hr*hh/m^2$, para cada una de las actividades que se analizaron, a su vez, cada una tiene una anotación referente a la utilización de dicho rendimiento, de esta manera, por ejemplo, si el pilotaje es de más de 2 metros, dicho rendimiento se deberá afectar por la mayor dificultad que representa la altura o, en el caso de colocación de tablilla de manera vertical, afectará la estructura de pared, ya que no es lo mismo colocar durmientes a cada 75 cm. que clavadores a cada 50 cm. máximo. Igual es el caso de las excavaciones; no es lo mismo excavar en suelo duro que en uno semiduro o uno suave. No es lo mismo elaborar concreto manualmente que con batidora. No es lo mismo cabotear estructura principal y secundaria que solo la primaria, en el caso de la estructura de techo.

Por otro lado, cuando se realizaron las mediciones en campo se pudieron detectar algunos aspectos que provocan la disminución del rendimiento, en los cuadros #80, #81 y #82, pueden observarse las subactividades de mayor peso en cada actividad, así como el aspecto que deteriora la productividad y una posible solución.

CUADRO 79: RESUMEN DE RENDIMIENTOS POR ACTIVIDAD*

| Nº ACTIVIDAD | ACTIVIDAD | RENDIMIENTO | σ | UNIDADES | CONDICIONES | EQUIPO |
|--------------|-------------------------|-------------|----------|---------------------|--|--|
| 1 | MARCADO DE CASA | 0,082 | ±0 | $\frac{hr-hh}{m^2}$ | Altura máxima de 1 m. | Angleteadora, serrucho, cinta metrica, martillo, nivel, escuadra |
| 2 | EXCAVACION DE CIMIENTOS | 6,290 | ±0,19 | $\frac{hr-hh}{m^3}$ | Terreno semi duro | Pala, pico, punta |
| 3 | PILOTAJE | 2,019 | ±0,02 | $\frac{hr-hh}{m^2}$ | Altura máxima de 2 m. | Angleteadora, serrucho, cinta metrica, martillo, nivel, escuadra, carretillo, pala |
| 4 | ESTRUCTURA DE ENTREPISO | 0,847 | ±0,04 | $\frac{hr-hh}{m^2}$ | Caboteo unicamente en la estructura principal | Angleteadora, patin, serrucho, cinta metrica, martillo |
| 5 | ESTRUCTURA DE PARED | 0,525 | ±0,04 | $\frac{hr-hh}{m^2}$ | Con cimentación en la columnas y para colocacion de tablilla horizontal | Angleteadora, serrucho, cinta metrica, martillo |
| 6 | ESTRUCTURA DE TECHO | 3,673 | ±0,08 | $\frac{hr-hh}{m^2}$ | Caboteo en estructura principal y secundaria | Angleteadora, patin, serrucho, cinta metrica, martillo |
| 7 | TABLILLA DE PISO | 0,443 | ±0,18 | $\frac{hr-hh}{m^2}$ | Altura máxima de 2 m., luces maximas de 40 cm. tablilla de longitudes mayores a 3 vrs. | Angleteadora, caladora, cegueta |
| 8 | TABLILLA DE PARED | 0,929 | ±0,10 | $\frac{hr-hh}{m^2}$ | Altura máxima de 3,5 m., acabados en las hileras superiores, colocación horizontal | serrucho, cinta metrica, martillo |
| 9 | TABLILLA DE TECHO | 0,982 | ±0,05 | $\frac{hr-hh}{m^2}$ | Alturas de 3,5 m, luces máximas de 40 cm. tablilla de longitudes mayores a 2,5 m | Angleteadora, caladora, cegueta |

* IMPORTANTE ES RECALCAR QUE ESTAS ACTIVIDADES FUERON REALIZADAS BAJO LA MODALIDAD DE CONTRATO POR LO QUE LA PRODUCTIVIDAD, PROBABLEMENTE, SEA MAS ALTA QUE SI FUERA PAGO POR DÍA U HORA.

CUADRO 80: ASPECTOS RELEVANTES PARA UNA PRODUCTIVIDAD MAYOR*

| Nº ACTI. | ACTIVIDAD | ORDEN DE PESO | SUB ACTIVIDAD | ACTIVIDAD | % | ASPECTOS QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD | POSIBLES SOLUCIONES | % RECUPERABLE | TIEMPO RECUPERABLE |
|----------|-------------------------|------------------|-------------------------|--|-----|--|--|--|--------------------|
| 1 | MARCADO DE CASA | 1 ^{era} | MARCADO DE LA CASA | USO DEL CELULAR | 59% | USO DEL CELULAR | RESTRINGIR EL USO DE CELULAR A LAS HORAS DE DESCANSO, ESPECIFICAMENTE | 19,0% | |
| | | 2 ^{da} | ESPERANDO | MUCHO DESPERDICIO | 12% | MUCHO DESPERDICIO | PRODUCIR MENOS REGUEROS PARA INVERTIR MENOS TIEMPO EN LA LIMPIEZA (4%) | | |
| | | 3 ^{era} | PREPARACIÓN DE MATERIAL | NO APLICACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN EN UN 100% | 8% | NO APLICACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN EN UN 100% | AL ELABORAR UNA PLANIFICACIÓN SE PROCURA UNA MENOR PERDIDA DE TIEMPO, PERO AL NO APLICARLA, SE PIERDE EL DOBLE DEL TIEMPO, EL QUE SE DURO ELABORÁNDOLA (7%) Y EL ESPERANDO, (12%), PRODUCTO DE LA NECESIDAD DE QUE UNO LOGRE TERMINAR PARA QUE EL OTRO PUEDA SEGUIR CON LA ACTIVIDAD. | NADA, 1/2 PLANIFICACIÓN, 1/2 ESPERANDO, 1/2 LIMPIEZA | |
| 2 | EXCAVACIÓN DE CIMIENTOS | 1 ^{era} | EXCAVACIÓN | USO DEL CELULAR | 79% | USO DEL CELULAR | RESTRINGIR EL USO DE CELULAR A LAS HORAS DE DESCANSO, ESPECIFICAMENTE | 11,0% | |
| | | 2 ^{da} | NADA | MUCHA CHARLA | 11% | MUCHA CHARLA | ESTA AL SER UNA ACTIVIDAD DE ESFUERZO FISICO ALTO, TIENDE A NECESITAR EL DESCANSO CADA CIERTOS LAPROS, POR LO QUE, COMPRENDIENDO ESTE CANSANCIO, LO QUE SE PODRÍA APLICAR, ES DESCANSAR DE ESTE ESFUERZO CON LA VERIFICACIÓN DE LA MEDIDA DE LOS CIMIENTOS Y NO CON CHARLA, ASÍ, SE DESCANSA SIN DEJAR DE PRODUCIR | NADA | |
| | | 3 ^{era} | MEDICIÓN | | 7% | | EN GENERAL PODRÍA DECIRSE QUE ESTA ES UNA ACTIVIDAD MUY PRODUCTIVA YA QUE AL TENER POCAS SUBACTIVIDADES PARECIERA PERMITIR MAYOR CONCENTRACIÓN Y MENOR PERDIDA DE TIEMPO POR LA TRANSICIÓN DE UNA SUBTIVIDAD A OTRA. | | |
| 3 | PILOTAJE | 1 ^{era} | COLOCACIÓN DE LA PIEZA | USO DEL CELULAR | 35% | USO DEL CELULAR | RESTRINGIR EL USO DE CELULAR A LAS HORAS DE DESCANSO, ESPECIFICAMENTE | 18,0% | |
| | | 2 ^{da} | MEDICIÓN | MAL ACOMODO DE PIEZAS | 21% | MAL ACOMODO DE PIEZAS | RELATIVAMENTE ALTO (13%), PRODUCIDO BÁSICAMENTE POR LA LEJANÍA DE LA OBRA AL LUGAR DE APLICACION DEL MATERIAL. POR LO QUE UN MEJOR ACOMODO DEL LUGAR DE TRABAJO PODRÍA SER LA SOLUCIÓN. | | |
| | | 3 ^{era} | PREPARACIÓN DE MATERIAL | ENTREGA OPORTUNA DE MATERIAL | 17% | ENTREGA OPORTUNA DE MATERIAL | EN OCASIONES LA MALA APLICACIÓN ES PRODUCIDA POR LA FORMA DE ENTREGA DEL MATERIAL, YA QUE EN OCASIONES MANDAN LAS COSAS ALREVEZ O EN CANTIDADES INSUFICIENTES, POR EJEMPLO, MANDAN PRIMERO LA ESTRUCTURA DE PARED QUE LA DE PILOTES, COLOCÁNDOSE LA PRIMERA ENVIADA LO MAS CERCA DEL LUGAR DE TRABAJO DEJANDO LA SEGUNDA MAS LARGO, POR LO QUE, UNA MAYOR PLANIFICACIÓN EN EL SUMINISTRO DE MATERIA PRIMERA PODRÍA SER DE MUCHA AYUDA. | NADA, 1/2 ACARREO | |

| Nº ACTI. | ACTIVIDAD | ORDEN DE PESO | SUB ACTIVIDAD | ACTIVIDAD | % | ASPECTOS QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD | POSIBLES SOLUCIONES | % RECUPERABLE | TIEMPO RECUPERABLE |
|----------|-------------------------|------------------|--|--|-----|---|--|---------------|--|
| 4 | ESTRUCTURA DE ENTREPISO | 1 ^{era} | ESTRUCTURA PRINCIPAL | USO DEL CELULAR | 28% | RESTRINGIR EL USO DE CELULAR A LAS HORAS DE DESCANSO, ESPECIFICAMENTE | RESTRINGIR EL USO DE CELULAR A LAS HORAS DE DESCANSO, EN ESTA ACTIVIDAD, IGUAL QUE EN LA ANTERIOR, EL ACARREO DE MATERIAL TIENE UN PESO ALTO (9%), PRODUCIDO BÁSICAMENTE POR LA LEJANÍA DE LA OBRA AL LUGAR DE APLICACIÓN DEL MATERIAL. POR LO QUE UN MEJOR ACOMODO DEL LUGAR DE TRABAJO PODRÍA AYUDAR, ASÍ, COMO LA PLANIFICACIÓN EN LA ENTREGA DE LA MATERIA PRIMA. | 30,5% | |
| | | 2 ^{da} | CORTE Y CABOTEADO | MAL ACOMODO DE PIEZAS | 26% | | PRINCIPALES EL TIEMPO QUE SE INVIERTE ES BASTANTE ALTO, MAS DE LA MITAD DEL PORCENTAJE INVERTIDO EN LA SEGUNDA SUB ACTIVIDAD QUE DEMANDA MAYOR TRABAJO EN ESTA ACTIVIDAD. | | NADA, ½ ACARREO CABOTEADO |
| | | 3 ^{era} | PREPARACIÓN DE PIEZA ESTRUCTURA SECUNDARIA | ELIMINACIÓN DEL CABOTEADO | 13% | | DEMANDA MAYOR TRABAJO EN ESTA ACTIVIDAD. | | |
| 5 | ESTRUCTURA DE PARED | 1 ^{era} | PREPARACIÓN DE PIEZA | USO DEL CELULAR | 29% | RESTRINGIR EL USO DE CELULAR A LAS HORAS DE DESCANSO, ESPECIFICAMENTE | RESTRINGIR EL USO DE CELULAR A LAS HORAS DE DESCANSO, EN ESTA ACTIVIDAD EL ACARREO DE MATERIAL TIENE UN PESO RELATIVAMENTE ALTO (7%), PRODUCIDO BÁSICAMENTE POR LA LEJANÍA DE LA OBRA AL LUGAR DE APLICACIÓN DEL MATERIAL. POR LO QUE UN MEJOR ACOMODO DEL LUGAR DE TRABAJO PODRÍA AYUDAR. | 21,0% | |
| | | 2 ^{da} | CORTE DE PIEZA | MAL ACOMODO DE PIEZAS | 19% | | AL EXISTIR UNA MAYOR MODULACIÓN DE LAS DISTANCIAS ENTRE COLUMNAS Y CLAVADORES, LOS ARRIOSTRES, AMARRÉS Y DURMIENTES SERÍAN MAS REPETITIVOS EN SUS DIMENSIONES, POR LO QUE, SE INVERTIRÍA MENOR TIEMPO EN LA PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS Y EN SU MEDICIÓN. ASÍ COMO EN UNA MAXIMIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA | | NADA, ½ ACARREO PARTE DE LA PREPARACIÓN DE LA PIEZA |
| | | 3 ^{era} | ESTRUCTURA PRINCIPAL | POCA MODULACIÓN | 17% | | | | |
| 6 | ESTRUCTURA DE TECHO | 1 ^{era} | ESTRUCTURA PRINCIPAL | USO DEL CELULAR | 24% | RESTRINGIR EL USO DE CELULAR A LAS HORAS DE DESCANSO, ESPECIFICAMENTE | RESTRINGIR EL USO DE CELULAR A LAS HORAS DE DESCANSO, AUNQUE EL CABOTEADO EN LA ESTRUCTURA PRINCIPAL ES DE SUMA IMPORTANCIA, NO LO ES TANTO, EN LA SECUNDARIA, POR LO QUE, EN ESTA SE PODRÍA ELIMINAR, AUMENTANDO LA PRODUCCIÓN, SIN ENCARECER LA APARIENCIA. | 28% | ó 20% |
| | | 2 ^{da} | CABOTEADO | ELIMINACIÓN DEL CABOTEADO | 18% | | MODULANDO EL TECHO DE DIFERENTE MANERA, TAL QUE, DISMINUYAN LAS LUCES, SE TRABAJARÍA CON PIEZAS MAS MANIPULABLES, DISMINUYENDO LA CANTIDAD DE PERSONAL, POR OTRO LADO, A RAZÓN DE NO ELIMINAR EL CABOTEADO, AQUÍ, SI SE PODRÍA ELIMINAR PARTE, AL NO UTILIZAR TANTOS LIMATONES Y LIMAHOYAS, QUE DEMANDAN GRAN PARTE DEL CABOTEADO, YA QUE AL NO EXISTIR UNA MEDIDA BASE, SINO, QUE ES DIFERENCIADO POR EL ANGULO QUE LLEVAN ESTAS PIEZAS, SU PROCESO ES MAS LENTO. | | ELIMINACIÓN DEL CABOTEADO Ó SOLO DE APLICACIÓN DE SISTEMAS MAS SENCILLOS |
| | | 3 ^{era} | ESTRUCTURA SECUNDARIA | MAYOR MODULACIÓN Y APLICACIÓN DE DISEÑOS MAS SIMPLIFICADOS | 17% | | | | |

CUADRO 82: ASPECTOS RELEVANTES PARA UNA PRODUCTIVIDAD MAYOR

| Nº ACTI. | ACTIVIDAD | ORDEN DE PESO | SUB ACTIVIDAD | % ACTIVIDAD | ASPECTOS QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD | POSIBLES SOLUCIONES | % RECUPERABLE | TIEMPO RECUPERABLE |
|----------|-------------------|------------------|---------------------------|-------------|---|--|---------------|---|
| 7 | TABLILLA DE PISO | 1 ^{era} | COLOCACIÓN DE LA PIEZA | 37% | USO DEL CELULAR | RESTRINGIR EL USO DE CELULAR A LAS HORAS DE DESCANSO, ESPECIFICAMENTE | 20,0% | |
| | | 2 ^{da} | PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS | 23% | MAYOR CALIDAD EN EL MACHIHEMBRE, MAYOR ANCHO DE LA TABLILLA | RESTRICCIÓN EN LA PREPARACIÓN DEL MATERIAL, POR LAS DIFERENCIAS CONSIDERABLES EN LA CALIDAD Y ESTADO DEL MACHIHEMBRE, ASÍ, COMO EL ESPESOR DE LA MISMA. YA QUE AL TENER PIEZAS MAS ANCHAS, CON UNA SE PODRÍA ABRACAR MAS ÁREA QUE CON UNA DE MENOR ANCHO. AUMENTANDO LA PRODUCTIVIDAD CON UNA UTILIZACIÓN MAXIFICADA DEL RECURSO HUMANO. | | NADA, PARTE DE LA PREPARACIÓN DEL MATERIAL Y DE LA MEDICIÓN |
| | | 3 ^{era} | MEDICIÓN | 18% | ACLIMATACIÓN A DESTIEMPO, APILAMIENTO DEL MATERIAL | APILACION Y ACLIMATACIÓN AL LUGAR DE LA OBRA, AYUDARÍA A NO TENER EXCESO EN EL TIEMPO A LA HORA DE SELECCIONARLA, YA SEA, POR SU MAL ACOMODO O PORQUE NO ESTE A LA HUMEDAD ADECUADA | | |
| 8 | TABLILLA DE PARED | 1 ^{era} | COLOCACIÓN DE LA PIEZA | 38% | MAYOR CALIDAD EN EL MACHIHEMBRE, MAYOR ANCHO DE LA TABLILLA | IGUAL PARA EL ITEM 2 DE LA TABLILLA DE PISO | 14,0% | |
| | | 2 ^{da} | PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS | 25% | ACLIMATACIÓN A DESTIEMPO, APILAMIENTO DEL MATERIAL | IGUAL PARA EL ITEM 3 DE LA TABLILLA DE PISO | | NADA, PARTE DE LA PREPARACIÓN DEL MATERIAL Y DE LA MEDICIÓN, NO AFECTACIÓN POR LA MALA ESTRUCTURA DE LA PARED |
| | | 3 ^{era} | MEDICIÓN | 17% | BUENA CONCLUSIÓN DE LA ACTIVIDAD DE ESTRUCTURA DE PARED | AL TENER UNA BUENA ESTRUCTURA DE PARED, O SEA, QUE LAS ESCUADRAS ESTÉN BIEN, ASÍ, COMO EL PLOMO, NO SE PERDERÁ TIEMPO EN LA CORRECCIÓN DE ESTA PARA LA ADECUADA COLOCACIÓN DE LA TABLILLA. AL TENER UNA MESA DE TRABAJO A LA MITAD DE LA ALTURA ENTRE EL PISO Y LA ALTURA DEL TECHO, SOLO SE TENDRÁ QUE ESTAR TRASLADANDO LA MITAD DE LA DISTANCIA, POR ENDE, SE PODRÍA DAR UN AUMENTO EN LA PRODUCCIÓN. | 37,0% | |
| 9 | TABLILLA DE TECHO | 1 ^{era} | COLOCACIÓN DE LA PIEZA | 28% | HECHURA DE MESA DE TRABAJO A LA MITAD DE LA ALTURA | AL TENER UNA BUENA ESTRUCTURA DE TECHO, O SEA, QUE LOS NIVELES ESTÉN BIEN, AL IGUAL QUE EL PLOMO, NO SE PERDERÁ TIEMPO EN LA CORRECCIÓN DE ESTA PARA LA ADECUADA COLOCACIÓN DE LA TABLILLA. AL TENER MENOS LIMATONES Y LIMAHOVAS, Y MAYORES DISTANCIAS DE COLOCACIÓN DE TABLILLA, SE ABSORBERÁ MENOS TIEMPO CORTANDO, MIDIENDO, DANDO ACABADO Y POR SUPUESTO TRASLADANDO EL MATERIAL. | | |
| | | 2 ^{da} | ACARREO DE MATERIAL | 26% | BUENA CONCLUSIÓN DE LA ACTIVIDAD DE ESTRUCTURA DE TECHO | | | NADA, ACARREO, Y PREPARACIÓN DEL MATERIAL. |
| | | 3 ^{era} | PREPARACIÓN DEL MATERIAL | 16% | MAYOR MODULACIÓN Y APLICACIÓN DE DISEÑOS MAS SIMPLIFICADOS | | | |

En la imagen siguiente, pueden observarse los aspectos más importantes que durante la investigación se identificaron como las de mayor afectación en la productividad.

Más adelante se analizan cada uno de los aspectos, según, conclusiones obtenidas de las observaciones realizadas en campo.

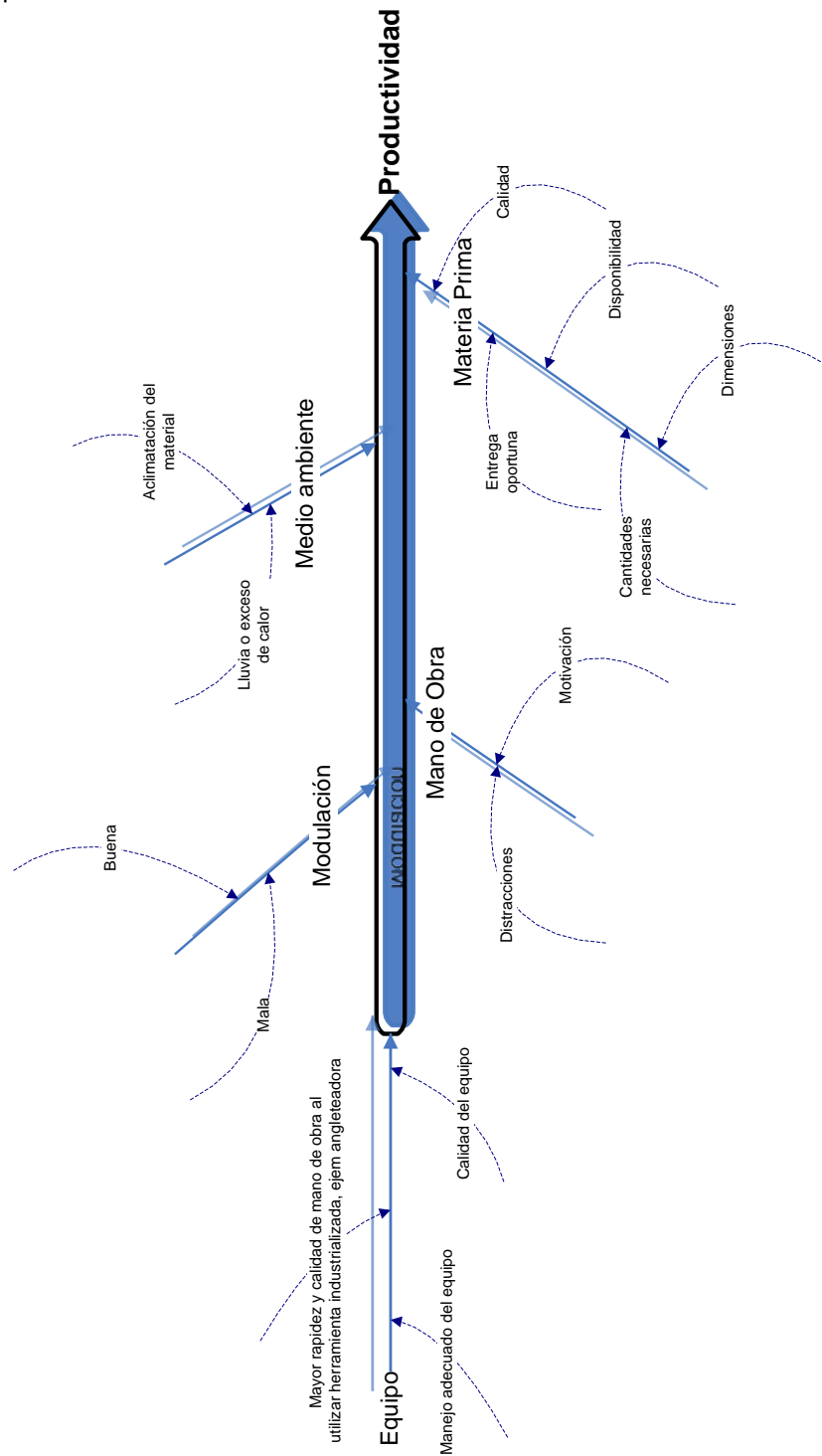


Imagen 42: Aspectos Generales que afectan la productividad en el proceso constructivo en estudio

Comencemos con el ambiente. Este tiene una implicación en el exceso de cansancio y, por ende, poca productividad, si existen temperaturas muy altas. Por el contrario, si lo que impera son las lluvias fuertes, estas conllevan a paro de labores por lo difícil de manipular y lo inadecuado de manejar la madera con condiciones de humedad altas. A su vez, como toda la madera primero debe de aclimatarse. Dependiendo del clima tomara mayor tiempo o menor, así, como mayores precauciones de apilamiento.

Tenemos, además, la propia mano de obra, cuyo aporte fundamental se basa en la motivación que la misma posea, esto será si el empleado se encuentra motivado, aumentará su producción; pero si no se siente bien en su puesto, su aporte no será tan bueno. Por otro lado, también se presentan las distracciones que, en este caso, el pilar está representado por el uso del celular.

Pasamos al uso del equipo. Se dura menos cortando una pieza con la angleteadora que con serrucho y los cortes donde se ven implicados ángulos, quedan mucho más precisos con el equipo industrial, que con el tradicional. Pero, aparecen trabas, como que el equipo tiene un costo tanto de mantenimiento como de adquisición, a su vez existe cierta reserva por parte de la mano de obra de edad avanzada que se siente cohibida a aprender su manejo y manipulación.

Continuando con la modulación. Como ya se menciona en secciones anteriores, a mayores modulación mayor repeticiones de secciones iguales, por lo tanto mayor rapidez,

por ende, mayor producción y menor grado de dificultad.

Por último, tenemos la materia prima, la de mayor peso, ya que sin esta no hay trabajo y sin trabajo no hay avance. En esta se observaron varios aspectos de afectación, como lo son la entrega inoportuna o insuficiente de los materiales, así, como la inexistencia de los mismos, situación que ocurrió en el transcurso de las mediciones, la cual obligó a detenerlas, ya que no se tenía trabajo por la falta de la materia prima.

Por otro lado, la calidad del proceso de la materia prima es vital, en muchas de las actividades se pierde mucho tiempo seleccionando la pieza o tratando de arreglarle alguna característica, como lo es el plomo, en el caso de los rollizos o el machihombre, en el caso de la tablilla. Este factor se podría controlar en el plantel antes de enviarlo a la obra y no desperdigar recursos cargándola, transportándola y descargándola para entregarla tanto en el plantel de Costa Rica, desde Panamá, como, en la obra, sin mencionar, el que se pierde apilándola, seleccionándola y arreglándola, o en el caso de lo muy malo volviendo a cargarla, transportarla y descargarla para sacarla de la obra.

Por último, el tamaño de las piezas, sobretudo en la tablilla podría ayudar a aumentar la productividad, esto básicamente aumentando el ancho de la pieza, por ejemplo, en el techo se utiliza tablilla de 1.25*7.5 cm. (½*3"), si se aumentara a piezas de 1.25*12.5 cm. (½*5") se podría aumentar la productividad en aproximadamente un 35%.

Conclusiones

♦ Se determinaron los rendimientos de la construcción de casas de madera en cuanto a mano de obra, para las actividades cuya materia prima base es la madera, ya que actividades como la instalación mecánica, instalación eléctrica, colocación de la cerámica, entre otras, no son tan relevantes para el sistema constructivo en estudio. Obteniéndose así los siguientes resultados, para la marcado de casa,

$$0.082 \frac{hr - hh}{m^2}, \text{ para altura máxima de casa de}$$

$$1\text{m. Excavación de cimientos, } 6.290 \frac{hr - hh}{m^3},$$

$$\text{para terreno semiduro. Pilotaje, } 2.019 \frac{hr - hh}{m^2},$$

para altura máxima de pilotaje de 2m. Estructura de entepiso, $0.847 \frac{hr - hh}{m^2}$, con caboteo solo en la estructura principal. Estructura de pared,

$$0.525 \frac{hr - hh}{m^2}, \text{ para colocación de tablilla}$$

$$\text{horizontal. Estructura de techo, } 3.673 \frac{hr - hh}{m^2},$$

para caboteo tanto en la estructura principal como en la secundaria. Tablilla de piso,

$$0.443 \frac{hr - hh}{m^2}, \text{ para una altura máxima de}$$

$$\text{pilotaje de 2m. Tablilla de pared, } 0.929 \frac{hr - hh}{m^2},$$

para altura de pared máxima de 3.5 m. Tablilla de techo, $0.982 \frac{hr - hh}{m^2}$, para altura máxima de casa de 3.5 m.

♦ Se establecieron once actividades primordiales y entre estas tantas sub actividades como fueran necesarias.

♦ En cada actividad se lograron establecer las subactividades de mayor peso, al igual que aquellas acciones que no permiten un aumento en la productividad.

♦ En general se pudo detectar que el desperdicio de la madera no es excesivo, ya que mucho de lo sobrante se traslada al plantel, donde las piezas sobrantes se utilizan para otras actividades comerciales, como hechura de plays, perreras, pajareras, entre otras.

♦ Se logró observar que la pérdida de tiempo no está completamente lijada con una baja productividad. Se pudo concluir en la actividad de tablilla de pared, el carpintero que tuvo un alto índice de tiempo productivo no fue el que colocó más metros cuadrados de tablilla, a pesar de estar en las mismas condiciones que los otros trabajadores.

♦ Otro ítem interesante observado fue el hecho de que la mañana, independientemente de la actividad, lugar o clima, es más productiva que la tarde, debido a la acumulación de cansancio o la pesadez después de almuerzo.

♦ Se observó que cuando la cuadrilla mecanizaba en mayor medida la actividad, llegaban a obtener una productividad mayor, al igual que el exceso de una actividad mecanizada llegaba al punto de embotar a la persona y comenzar a bajar el ritmo o buscar mayor dispersión, mayor pérdida de tiempo.

♦ En actividades de altura se dio un incremento en las subactividades de acarreo, así como de tiempo muerto por la espera de la acción de un segundo o un tercero, como por ejemplo en la estructura principal de techo, como la manipulación de piezas largas es bastante difícil, por su peso y la altura a la que hay que colocarla, se ocupan de dos a tres personas para subirlas, por lo que estar esperando a que todos actúen al mismo tiempo provoca atrasos y tiempos muertos.

♦ Un aspecto que afecta mucho el buen desempeño de la actividad es el uso del celular, ya sea por estar contestando llamadas como de estar pasando mensajes, esta cuadrilla prácticamente todo el tiempo que se encuentran haciendo nada, es por el uso de este aparato.

Recomendaciones

- ◆ Se recomienda hacer el mayor uso del tiempo de la mañana, programando entrega de materiales para las horas de la tarde, para lograr así que todos los días a primeras horas tengan todo lo necesario para trabajar y no pierdan tiempo valioso esperando que dicho material llegue o acarreado el material entrante.

- ◆ Sería bueno aplicar la mecanización en las actividades de manera controlada y alternada, logrando con esto una mayor producción y al llegar al pico de la misma, cambiar los roles de los empleados, para dar así un descanso, evitando el embotamiento, es importante recordar que el cerebro es capaz de descansar con el cambio de las actividades, no únicamente con la acción muerta de no hacer nada.

- ◆ En actividades de altura se podría implantar el uso de una mesa de trabajo a media altura, para no tener que perder mucho tiempo, en estar bajando en totalidad la altura para poder cortar las piezas.

- ◆ La entrega de materiales a los tiempos adecuados, es de suma importancia, ya que, en ocasiones, se entrega el material, quizá de techo, cuando se está trabajando el pilotaje, provocando entorpecimiento en el área de trabajo por el exceso de material en la obra, achicamiento en el área de trabajo al tener tanto espacio ocupado por material que no se está usando en ese momento, mayor dificultad al encontrar la pieza buscada, mayor tiempo necesario para la aclimatación del material. Cabe recalcar que la madera siempre, antes de usarla, debe estar algunos días en el lugar de la obra para que se aclimate al sitio y evitar futuras aberturas por exponerla quizás a una humedad no ambiental.

- ◆ Se recomienda usar como política el uso del celular únicamente durante café o almuerzo.

- ◆ Para utilizar los resultados reflejados en este estudio, se recomienda tomar en

consideración las limitantes y los recursos presentes en cada actividad que se detallan en el Cuadro 79, además, tener siempre presente que esta cuadrilla trabaja con el incentivo de productividad, lo cual aumenta considerablemente el rendimiento.

- ◆ Se recomienda a la empresa tomar las medidas correctivas en la planta de producción para dar solución a la calidad del material, así como la programación adecuada de su producción para la entrega de material en tiempos adecuados.

Apéndices

Apéndice I. Memorando externo de la empresa para sus clientes con referencia a la huelga en la frontera Sur del País. El presente apéndice se coloca dentro del trabajo como comprobante del atraso presentado en las obras, siendo, este el causal de haber eliminado las actividades diez (10) y once (11).

Anexos

Anexo I. Mediciones de campo actividad 1
Anexo II. Mediciones de campo actividad 2
Anexo III. Mediciones de campo actividad 3
Anexo IV. Mediciones de campo actividad 4
Anexo V. Mediciones de campo actividad 5
Anexo VI. Mediciones de campo actividad 6

Anexo VII. Mediciones de campo actividad 7
Anexo VIII. Mediciones de campo actividad 8
Anexo IX. Mediciones de campo actividad 9

Referencias

1. BÁRCENAS P., G.M. 1985. Recomendaciones para el uso de 80 maderas de acuerdo con su estabilidad dimensional. Nota técnica No. 11. INIREB-LACITEMA. Xalapa.
2. RIBA R., R. Y M.O. RICALDE C. 1987. Determinación del contenido de humedad en equilibrio para madera en la República Mexicana. Nota Técnica No. 13. INIREB-LACITEMA. Xalapa.
3. RICALDE C., M.O. y G.M. BARCENAS P. 1989. Propiedades físicas de la madera. Cáp. 1.3. Manual para diseño de estructuras de madera. Inst. de Ecología A.C.
4. RICALDE C., M.O. y G.M. BARCENAS P. 1989. Propiedades mecánicas de la madera. Cáp. 1.4. Manual para diseño de estructuras de madera. Inst. de Ecología A.C.
5. 1983. Abraham Fuentes Molina Resumen Rendimientos de mano de obra en la construcción de viviendas.
6. 1985. Eduardo María Lemus. TF 479. Evaluación y análisis del rendimiento de la mano de obra en la construcción de edificios de uno a cuatro pisos. Practica de especialidad. ITCR.
7. 1985. Eduardo Gutiérrez S. TF 482. Control de calidad y rendimiento de mano de obra y maquinaria en la construcción de obras de urbanización. Practica de especialidad. ITCR.
8. 1985, Cartago. Ing. Eduardo Paniagua M., Rendimiento de Mano de Obra en la construcción de edificaciones. Recopilación.
9. 2004. Leandro Ana Grettel. Presentaciones curso Diseño de Procesos.
10. 2004. Ing. Geannina Ortiz Quesada. Ing. Eduardo Paniagua Madrigal. Costos de Construcción.
11. 2005. Paniagua Cascante Ana. Notas de Curso Diseño de Procesos.
12. www.monografias.com. "La construcción".
13. r.rojas@uandresbello.edu
14. <http://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/invest-cientifica.shtml>. "Como recolectar datos"
15. www.construccion.co.cr
16. www.arquonauta.com
17. www.iienet.org
18. <http://dictionary.cambridge.org>
19. www.pestmanagement.co.uk
20. www.bartheby.com
21. www.productividadyeficiencia.htm
22. 2006. Roberto Flores. Maestro de obras. Entrevista
23. 2006. Alex Mata. Maestro de obras. Entrevista
24. 2006. Oldemar Fallas. Maestro de obras. Entrevista
25. 2006. Jairo Restrepo. Conocedor de maderas y de este sistema constructivo en cuestión. Entrevista.