

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS  
AMÉRICAS**

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**TESIS**

**Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en  
actividades de los sistemas Eléctricos y Mecánicos en  
construcción residencial**

**AUTOR**

**ING. ANDRÉS BELIARD MORA**

**SAN JOSÉ,  
Marzo de 2022**

## Contenido

CARTA DE FILOLOGO .....	2
CALIFICACIÓN DEL TUTOR.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
AGRADECIMIENTO.....	4
INTRODUCCIÓN .....	9
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	10
Antecedentes Internacional:.....	10
Antecedente #1.....	10
Antecedente #2.....	10
Antecedente #3.....	10
Antecedente #4.....	11
Antecedente #5.....	11
Antecedente #6.....	11
Antecedentes Nacional: .....	12
Antecedente #1.....	12
Antecedente #2.....	12
Antecedente #3.....	12
PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA .....	13
OBJETIVOS.....	14
OBJETIVO GENERAL.....	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
JUSTIFICACIÓN .....	15
MARCO TEÓRICO.....	16
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN.....	16
SISTEMA ELÉCTRICO .....	16

¿Cómo se conforma una instalación eléctrica residencial? .....	16
¿Qué es una red eléctrica? .....	18
¿Qué elementos componen la red eléctrica?.....	18
¿Cuáles son las partes de los circuitos eléctricos? .....	18
Etapas que se cumplen para suministrar energía eléctrica a una vivienda .....	19
Otros elementos y accesorios en las instalaciones eléctricas residenciales.....	20
SISTEMA MECÁNICO .....	20
MANO DE OBRA DIRECTA.....	22
EL TRABAJO.....	22
PÉRDIDAS .....	23
EL PROCESO Y EL SISTEMA PRODUCTIVO EN LA CONSTRUCCIÓN ...	23
PÉRDIDAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION .....	26
FLUJOGRAMA .....	27
Aplicaciones del Diagrama de Flujo .....	27
Símbolos del Diagrama de Flujo.....	27
Tipos de Diagrama de Flujo.....	28
MARCO METODOLÓGICO .....	30
ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN .....	30
DIAGNÓSTICO.....	32
Porcentaje histórico de mano de obra gastado sobre precio de venta .....	32
Porcentaje histórico de mano de obra presupuestada sobre precio de venta ....	33
Valores estadísticos de mano obra por metro cuadrado de construcción.....	34
Perfil de Personal de Mano de Obra Directa .....	35
Salarios del personal de mano de obra directa (tasa de trabajo).....	35
Flujo de procesos implementado en constructora.....	38

CONFECCIÓN BASES DE DATOS TEÓRICOS SOBRE MATERIALES .....	39
Base datos materiales eléctricos según libro “Estimator's Electrical Man-Hour Manual, Third Edition, John S. Page” .....	39
Base datos materiales mecánicos según libro “Plastic Piping Systems, Second Edition, David A. Chasis” .....	43
Tipo de material: .....	44
Selección del método de unión .....	44
Número de juntas .....	44
Entorno de las tuberías .....	44
ESTUDIO DE CAMPO.....	48
ANALISIS DE ESCENARIOS EN PROYECTOS REALES.....	57
ANALISIS DE RESULTADOS .....	66
Comparación Porcentajes de valor de mano de obra sobre costo de venta .....	67
Comparación precio de mano de obra por metro cuadrado de construcción....	68
Comparación con Porcentaje de mano de obra en proyectos ejecutados sobre costo de venta de proyecto .....	69
CONTROL Y SEGUIMIENTO DE MANO DE OBRA DE PROYECTOS EN EJECUCIÓN .....	71
CONCLUSIONES.....	75
RECOMENDACIONES .....	76
REFERENCIAS.....	78
ANEXOS.....	79
ANEXO #01.....	79
ANEXO #02.....	79
ANEXO #03.....	80
ANEXO #04.....	81

ANEXO #05.....	81
ANEXO #06.....	82
ANEXO #07.....	83
ANEXO #08.....	84
ANEXO #09.....	85
ANEXO #10.....	86
ANEXO #11.....	87
ANEXO #12.....	88
ANEXO #13.....	89
ANEXO #14.....	90
ANEXO #15.....	91
ANEXO #16.....	92
ANEXO #17.....	93
ANEXO #18.....	94
ANEXO #19.....	95

## INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción es uno de los sectores que ha incrementado su participación en el dinamismo en la economía nacional. Muchas empresas constructoras no le dan importancia al nivel de productividad de sus obras ni al rendimiento con que se llevan a cabo las labores ni tampoco prestan atención a estos aspectos. La parte consultora que realiza la inspección, piensan que esta situación no les afecta, sin embargo el éxito de un proyecto en todos los aspectos es responsabilidad de cada uno.

El establecer parámetros de medición y controlar puede garantizar el éxito o exponer debilidades para puntos de mejora. También permite establecer la efectividad de los procesos y determinar los factores que generan mayores tiempos improductivos, lo cual ayudará al administrador del proyecto establecer políticas de cambio y controles más estrictos sobre los recursos empleados en las actividades de construcción, tratando de minimizar los costos asociados a cada uno de ellos.

En esta investigación se busca establecer parámetros sobre rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción en los sistemas eléctricos y mecánicos de proyectos residenciales.

La compañía por intervenir es una empresa constructora en sistemas electromecánicos, con aproximadamente 7 años en el mercado de construcción residencial y comercial. A lo largo del tiempo de competir en dicho mercado ha carecido de controles y procesos para garantizar mayor rentabilidad en sus gastos en mano de obra directa. Esta constructora no cuenta con parámetros definidos para la elaboración del presupuesto en las licitaciones que participa. Además, no usa su historial de rendimientos de los proyectos que ha desarrollado, que podrían determinar montos a utilizar en presupuestos y estimar tiempos de ejecución para los proyectos en la etapa de planificación. Esta ausencia de información básica dificulta la óptima realización de presupuestos y programación del proyecto.

Se requerirá la conformación de una base de datos sobre consumos de mano de obra, que incluye los factores que inciden sobre dicho consumo, y tendrá como parámetro de comparación la base de datos de los siguientes manuales:

- Estimator's Electrical Man-Hour Manual, Third Edition, John S. Page.
- Plastic Piping Systems, Second Edition, David A. Chasis.

En el proceso del desarrollo de un proyecto de construcción, la elaboración del presupuesto y la programación de obra juegan un papel fundamental, ya que establecen anticipadamente el costo y su duración, aspectos que son indispensables para determinar la viabilidad del proyecto.

Con base en planos y especificaciones se realiza un presupuesto detallado de la obra, donde se destina un costo por cada sistema, los cuales sumados determinan el costo total de la construcción del proyecto.

## **ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Antecedentes Internacionales:

### **Antecedente #1**

Título: Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación.  
Autor: Sergio Andrés Arboleda López.  
Año: 2014  
Proyecto: Tesis de la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Arquitectura en Maestría en Construcción, modalidad investigación.

Con base en la tesis anterior, se rescata la información desarrollada para lograr identificar tiempos muertos y la reducción de las actividades que no agregan valor en los procesos. El aporte de los métodos plasmados en ese documento se concentra en los controles y mejoras continuas que se deben de implementar.

### **Antecedente #2**

Título: Estudio de los rendimientos en mano de obra para proyectos de construcción de edificios en altura tipo vivienda en la ciudad de Medellín.  
Autores: Liz Natalia Jaramillo Bohóquez, Raymi Antonio Contreras Baena.  
Año: 2014  
Proyecto: Proyecto de grado de la Universidad de San Buenaventura, Facultad de Artes Integradas. Modalidad Investigación Medellín.

El trabajo anteriormente mencionado explica ampliamente sobre la clasificación de las causas de las pérdidas de productividad. Es trascendental poder identificar las causas de pérdidas de rendimiento lo cual se traduce en reducir la utilidad del proyecto.

### **Antecedente #3**

Título: Modelo de gestión y control de mano de obra basado en fundamentos de dirección de proyectos PMBOK, para constructora dedicada a edificación en altura en la V región.  
Autor: Juan Pablo Gelos Alfaro.  
Año: 2018  
Proyecto: Tesis de la Universidad Técnica Federico Santa María. Departamento de Obras Civiles. Chile

La investigación anterior, determina la gestión de costos para dar respuesta a la necesidad de una empresa constructora por regular las desviaciones en el recurso “mano de obra” en las cuales han incurrido sus últimos proyectos. Para el proceso de estimación de costos, este documento menciona sobre las más relevantes técnicas y herramientas según el PMI.

#### **Antecedente #4**

Título: Plan de gestión de los procesos alcance, tiempo y costo para el proyecto denominado: “Provisión de servicios de saneamiento para el distrito de Punta Hermosa.  
Autores: German José Asenjo Quispe, Julia Angélica Castillo Castillo, Juan Carlos Muñoz Velazco.  
Año: 2017  
Proyecto: Tesis de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

El desarrollo de este trabajo sobre formulación del plan de gestión de alcance, tiempo y costos alineado a los objetivos organizacionales con la metodología del PMBOK, brinda un gran aporte sobre cómo delimitar las 3 aristas principales en el centro de costo de mano de obra.

#### **Antecedente #5**

Título: Aplicación de la metodología LEAN CONSTRUCTION en la vivienda de interés social.  
Autor: Oswaldo Alejandro García Díaz.  
Año: 2012  
Proyecto: Tesis de la Universidad EAN. Facultad de Post grado en Gerencia de Proyectos. Colombia.

Lean Construction es un método que consiste en eliminar del sistema de producción todas aquellas actividades que no le agregaran valor al producto, y que, por lo tanto, generan retrasos en la línea de producción. Además, plantea que debe existir una cooperación entre todos los entes involucrados en el proceso productivo con el fin de evitar retrasos. Este método tiene un gran potencial para ser aplicado en otros campos, no sólo en la industria. Será de gran ayuda para establecer mejoras en el flujo de actividades de control y aplicar mejoras continuas para lograr ser más eficientes.

#### **Antecedente #6**

Título: Lean Construction: Manual Práctico de Herramientas de Mejoramiento de Construcción  
Autor: José Luis Salvatierra, Nicolás Donaire E., Magdalena Galleguillos A., Ignacio Rodríguez Z., Rodrigo Herrera V., Camilo Lagos G.  
Año: 2012

Este documento es un manual práctico de herramientas de Mejoramiento de Construcción. Este ha sido desarrollado poner en práctica el proceso de mejora continua y gestión del conocimiento en las organizaciones, promoviendo un trabajo colaborativo entre los participantes de partidas que contribuyan a la eficiencia global del proyecto.

## Antecedentes Nacionales:

### **Antecedente #1**

Título: Análisis de Rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A.  
Autor: Johan Octavio Brenes Serrano.  
Año: 2014  
Proyecto: Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción.

De este documento se extrae información sobre rendimientos y métodos de medición de productividad, tales como Work Sampling (Muestreo de trabajo) y Five Minutes Rating (Muestreo del trabajo), lo cual beneficia mucho al identificar de manera local la realidad de la producción en los proyectos que participa CMC.

### **Antecedente #2**

Título: Herramienta para la estimación de costos en la construcción de viviendas para la empresa Fomento Urbano S.A.  
Autor: Eddy Alonso Álvarez Parajeles.  
Año: 2011  
Proyecto: Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción.

### **Antecedente #3**

Título: Manual de buenas prácticas para incrementar la productividad en procesos de construcción  
Autor: Ing. MSCE. Ana Grettel Leandro-Hernández  
Año: 2018

Este manual cuenta con información sobre factores que afectan negativamente la productividad de la mano de obra en la construcción a nivel nacional. Y detalla ampliamente cómo determinar qué factores están afectando un proceso.

## **PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

En el sector de construcción, el sistema electromecánico es responsabilidad de un contratista principal que usualmente se trata de constructoras civiles. En la mayoría de los casos, esto significa que los contratistas electromecánicos enviarán una proforma del proyecto a la empresa constructora civil para que incluya un precio de sistemas electromecánicos más los gastos de administración y las ganancias en el precio final de oferta del proyecto. El contratista general es directamente responsable del alcance total del proyecto ante el propietario y debe coordinar a todas las partes involucradas en el proyecto.

Todos los trabajos electromecánicos deben realizarse de acuerdo con las regulaciones correspondientes a cada sistema. El contratista electromecánico debe revisar los planos y leer atentamente las especificaciones para lograr ofertar según lo requerido y diseñado en cada proyecto.

El presente proyecto de investigación parte de una base de datos existente (Estimator's Electrical Man-Hour Manual, Third Edition, John S. Page.; Plastic Piping Systems, Second Edition, David A. Chasis.) y se establecen procesos de principios de administración de proyectos que se desarrollan. Esto se pretende para obtener suficientes datos sobre rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de la construcción de sistemas electromecánicos, para luego ser analizados de una manera estadística e iniciar la elaboración de una base de datos confiable de permanente utilización.

Considerando que la constructora en análisis está inmerso en el mercado residencial mayormente, ese sería el área que se debe investigar e intervenir.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar productividades y rendimientos de mano de obra directa en procesos constructivos de obra electromecánica en proyectos residenciales para uso en licitaciones y control en ejecución de obra.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Definir un parámetro de cálculo de mano de obra directa para usar en licitaciones.
- 2) Establecer una base de datos de horas hombre sobre actividades.
- 3) Realizar controles de porcentajes sobre costos de venta o materiales.
- 4) Contar con los comparativos de rangos estadísticos en proyectos similares licitados y ejecutados.
- 5) Elaborar una plantilla para actualización de valores de horas hombre en materiales.

## **JUSTIFICACIÓN**

Esta investigación dejará como producto final una base de datos general de parámetros de medición para cálculo de mano de obra directa en sistemas electromecánicos. Lo anterior, permitirá que la organización pueda mejorar su eficiencia al presentar ofertas en el mercado que compite. También podrá establecer controles para garantizar construir dentro del alcance, tiempo y costo previamente negociado en cada proyecto adjudicado.

## MARCO TEÓRICO

### PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

La fase de conceptualización engloba la arquitectura, la estructura, las instalaciones sanitarias y eléctricas. Durante el alcance se producirá el delineamiento general de la edificación. En esta fase también se tienen que definir los requisitos del proyecto, se analizan las soluciones constructivas y propuestas de ingeniería de valor.

Otro de los elementos fundamentales a la hora de conceptualizar la construcción se encuentra en la estimación de costos. Las disciplinas que se encuentran concernidas dentro de la conceptualización son la arquitectura, la estructura, las instalaciones sanitarias y eléctricas. En la fase de conceptualización es necesario entregar un documento de presentación del proyecto, que engloba una memoria descriptiva, una estimación de costos y los planos a escala.

Como se ha visto hasta ahora, el trabajo que implica un proyecto de construcción es muy arduo, teniendo en cuenta que todo la labor y la documentación generada se realizan sin que se haya puesto ni siquiera la primera piedra de la edificación que se ha proyectado.

A nivel nacional se cuenta con una entidad que regula el ejercicio de los profesionales en el ámbito de la construcción, además de funcionar como plataforma de trámite de planos de proyectos por ejecutar. La misión del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA) es asegurar la excelencia del ejercicio profesional de la ingeniería y la arquitectura y brindar a sus miembros la posibilidad de un desarrollo integral, con una formación sólida en valores éticos y aspectos del conocimiento técnico necesarios, para el beneficio de la sociedad costarricense, convirtiéndose en un ente de opinión pública en temas de interés nacional.

### SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico es un proceso fundamental para tener energía en los hogares. Consiste en la conexión de diferentes accesorios para la distribución de energía eléctrica, que va desde el proveedor a diversos electrodomésticos y equipos en el hogar. Asimismo, una instalación eléctrica es el conjunto de esos accesorios y dispositivos, que son los encargados de permitir el suministro eléctrico a nuestros hogares.

La instalación eléctrica en sistemas de baja tensión se diseña desde el punto de desconexión antes del medidor eléctrico, hasta su punto de consumo.

#### **¿Cómo se conforma una instalación eléctrica residencial?**

Está conformada por diversos accesorios, dispositivos, estructuras, conductores y canalizadores. Todos estos elementos trabajan juntos para suministrarlos electricidad. Son muchas las partes de una instalación eléctrica residencial, entre ellas:

- Elementos de conducción: Estos son los alambres o cables de la instalación eléctrica residencial, que permiten el paso de la energía eléctrica. Lo hacen desde la fuente inicial, hasta los equipos que consumen electricidad.
- Elementos de consumo: Básicamente son todos aquellos dispositivos, aparatos o cualquier equipo que consuma electricidad. Incluye las cargas fijas (aparatos conectados permanentemente en la instalación). Por ejemplo los timbres, lámparas y focos, entre otros.
- Elementos de control: Son los llamados apagadores. Pueden ser apagadores sencillos, de escalera, de cuatro vías (o de paso), control de ventilador, entre otros. Estos permiten encender o apagar cualquier aparato.
- Elementos varios o mixtos: Son contactos (toma de corriente o enchufes). Se consideran como cargas fijas, esto independientemente de que tengan o no conectado algún equipo, dispositivo o aparato.
- Elementos de protección: Protegen al sistema eléctrico y los aparatos y dispositivos conectados a él. Son los interruptores de seguridad, fusibles y centro de carga.
- Elementos complementarios: Son todas aquellas partes de la instalación necesarias para instalar el resto de los elementos. Por ejemplo los tornillos, cajas de conexión, herramientas, entre otros. Las cajas de conexión pueden ser cuadradas o redondas y es en ellas donde se realizan las conexiones, amarres, empalmes o derivaciones entre conductores eléctricos.
- Elementos externos: No se encuentran dentro de la instalación, pero son parte fundamental de la misma. Un ejemplo claro podría ser el medidor eléctrico que se conecta afuera de la casa. Sirve para llevar control del consumo eléctrico en el hogar. Otro elemento externo son las acometidas, que son los cables que van desde el poste hasta la casa.

Además, existen unos componentes en las instalaciones eléctricas en el hogar. Estos componentes son los siguientes:

- Medidor eléctrico. Básicamente permite cuantificar el consumo de electricidad. Se encuentra generalmente afuera de la vivienda y es un elemento externo en la instalación eléctrica residencial.

- Interruptor general: Sirve como punto de desconexión. Se puede ubicar en la entrada de la energía eléctrica a la casa.
- Tablero principal: Se encuentra en el interior de la casa y su función es muy importante, ya que regula la entrada de electricidad a la vivienda. En caso de ser necesario, también se puede cortar la energía eléctrica desde ese tablero.

### **¿Qué es una red eléctrica?**

Una red eléctrica consiste en un conjunto de elementos interconectados. Estos elementos tienen un objetivo y función: suministrar energía eléctrica. Esto lo hacen desde las centrales eléctricas, hasta donde se vaya a consumir la electricidad.

### **¿Qué elementos componen la red eléctrica?**

- Centrales de generación de electricidad: Su nombre lo dice todo. Es en ellas donde se transforma la energía primaria en energía eléctrica y son el corazón de toda la red eléctrica. Las centrales pueden ser de diversos tipos, por ejemplo, existen centrales hidroeléctricas, centrales solares, eólicas o incluso centrales térmicas.
- Red de transporte: En este caso, no se habla de automóviles, trenes o bicicletas. La red de transporte son todas esas líneas y cables que se ven en las calles, de un poste a otro. Estos cables tienen una tensión igual o mayor a 220 voltios, que significa alta tensión eléctrica. Todos estos cables y líneas tienen un destino que es las subestaciones de transformación.
- Subestaciones de transformación: Son las encargadas de variar y ajustar la tensión de la electricidad, además adaptan la electricidad para su transporte y distribución. Así, en los hogares se puede tener electricidad adecuada y de calidad.
- Red de distribución: Es la encargada de hacer llegar la electricidad desde la central eléctrica hasta los puntos de consumo. Esto lo hacen en una tensión media o baja, (menor a 220 voltios). Cada país tiene sus normas de regulación de esta red.

### **¿Cuáles son las partes de los circuitos eléctricos?**

No importa qué tan simple o complejo sea un circuito, está compuesto por varias partes. Estas son cuatro partes básicas que todo circuito eléctrico en una instalación eléctrica residencial debe tener.

- Fuente de energía eléctrica: Se podría decir que es el corazón del circuito y su objetivo es forzar electrones a fluir a través del circuito. Los electrones también se conocen como corriente eléctrica.
- Conductores: Estos cumplen un papel muy importante en el circuito. Fundamentalmente, son los encargados de hacer que la corriente eléctrica llegue a todo el circuito. Ellos transportan el flujo de electrones por todo el circuito eléctrico. Generalmente, los conductores son de alambre de cobre y en algunos casos, en las instalaciones eléctricas se usa alambre de aluminio. Estos están forrados en un material aislante que puede ser metal o plástico. Se le conoce como tubo Conduit.
- Carga: Estos son los dispositivos o aparatos eléctricos a los cuales se les suministra energía que puede estar representada por una variedad de dispositivos, como los son lámparas, motores, lavadoras, licuadoras, planchas eléctricas, entre otros.
- Disyuntor: El papel que cumple en el circuito es también vital. Es aquel que se encarga de permitir conectar o desconectar el circuito. Cuando se cierra, fluye la circulación de corriente en el circuito.

### **Etapas que se cumplen para suministrar energía eléctrica a una vivienda**

Son dos etapas o fases que se cumplen, para que una vivienda pueda contar con servicio eléctrico:

- Primera Etapa: Esta fase o etapa consiste en la conexión desde el exterior al interior de la vivienda. Es la conexión desde el suministro eléctrico al tablero eléctrico principal del hogar.
- Segunda Etapa: Esta fase o etapa se refiere a la instalación eléctrica interior. Hay varios elementos que destacan de esta etapa que son:
  - Tablero eléctrico principal. De él se derivan todos los circuitos eléctricos. Aquellos circuitos cumplen la importante misión de suministrar energía a la casa. Generalmente, se ubica en la entrada a la casa y su acceso debe ser fácil.
  - Circuitos independientes. Son los que ayudan a dar el servicio de fuerza eléctrica y alumbrado al hogar. En estos circuitos independientes se instalan dispositivos de seguridad y protegen el suministro interior de energía.

## **Otros elementos y accesorios en las instalaciones eléctricas residenciales**

Una instalación eléctrica residencial no estaría completa si no fuera por estos accesorios:

- Interruptores: Se utilizan a diario para controlar la iluminación en el hogar. Son esos accesorios que se usan para encender y apagar las luces, lámparas y bombillos.
- Tomacorrientes: Este pequeño accesorio ayuda a proveer corriente a los aparatos. Es donde se enchufan los electrodomésticos, aparatos eléctricos, dispositivos, entre otros.
- Puntos de energía eléctrica: También llamados portalámparas. Están generalmente conectados con un interruptor y sirven como base para lámparas y focos. Se encuentran ya sea en la pared o en el techo.
- Sistema de puesta a tierra: Es muy importante pues evita que se produzcan electrocuciones y funciona en caso de que falle el sistema de circuitos.

Una vez que se cuenta con estos accesorios, se puede equipar la residencia. Ya se puede disfrutar de acceso a electricidad y se pueden conectar los electrodomésticos, aparatos y dispositivos.

## **SISTEMA MECÁNICO**

Un sistema mecánico estándar residencial se compone en tres partes básicas, un sistema de suministro de agua potable, un sistema de drenaje de aguas residuales y sistema de evacuación de aguas pluviales.

- Primero, el agua potable ingresa a la casa a través de una línea de suministro principal de la infraestructura del municipio. Inmediatamente después de que la línea de suministro principal ingresa a la casa, se bifurca hacia el calentador de agua. A partir de ahí, corre paralela a la línea de agua fría y lleva agua a los accesorios y electrodomésticos de toda la casa. Los accesorios incluyen lavabos, duchas, bañeras y áreas de lavandería. Los electrodomésticos incluyen calentadores de agua, lavavajillas, lavadoras y suavizadores de agua. Los accesorios que usualmente requieren líneas de suministro de agua fría son inodoros y grifos exteriores. Los grifos y válvulas regulan el suministro de agua a los accesorios y electrodomésticos.

- Después de usar el agua potable, las aguas residuales ingresan al sistema de drenaje. Las aguas residuales pasarán a través de una trampa de drenaje, una tubería en forma de U que retiene el agua estancada y evita que los gases de alcantarillado ingresen a la casa. Cada accesorio de la casa requiere una trampa. El sistema de drenaje es impulsado por 100% de gravedad, lo que permite que las aguas residuales fluyan cuesta abajo a través de una serie de conjuntos de tuberías que aumentan gradualmente. Las tuberías de drenaje están conectadas a una serie de tuberías de ventilación. Los tubos de ventilación suministran aire fresco al sistema de drenaje, evitando así cualquier succión que ralentice o incluso detenga el flujo de agua libremente. Las tuberías de ventilación generalmente se pueden ver saliendo de la casa en una ventilación de techo. Todas las aguas residuales eventualmente alcanzan una línea de desechos principal que se curva para formar una línea de alcantarillado. La línea de alcantarillado saldrá de la casa muy cerca de los cimientos. Con un sistema municipal, la línea de alcantarillado se unirá a una línea de alcantarillado principal en la calle. En las zonas rurales donde no hay un sistema de residuos, las aguas residuales se vacían en un sistema séptico.
- Por último, se cuenta con las aguas pluviales, básicamente son tuberías recolectando las aguas de lluvia y las encauza al sistema de alcantarillado municipal.

Con lo anterior la empresa trabaja un sistema electromecánico que dependiendo de los requerimientos del usuario se puede ampliar cada uno de los sistemas mencionados, pero generalmente se componen de la siguiente estructura:

#### Sistema eléctrico.

1. Potencia
2. Acometidas.
3. Tomacorrientes.
4. Iluminación.
5. Sistemas especiales:
6. Señales (Datos, Teléfono y Televisión).
7. Alarma detección de incendio.
8. Alarma de Robo.
9. Sonido.

10. Equipos
11. Tableros
12. Tomas y Apagadores.
13. Luminarias.
14. Sensores de detección de incendio.
15. Sensores de Movimiento.

#### Sistema mecánico

1. Agua Potable.
2. Agua Fría.
3. Agua Caliente.
4. Aguas Negras.
5. Aguas jabonosas o grises.
6. Aguas negras.
7. Aguas Pluviales.
8. Aire Acondicionado.

### MANO DE OBRA DIRECTA

La mano de obra directa es la mano de obra de producción o de servicios que se asigna a un producto, a un centro de costos o a una orden de trabajo específica. Para efectos de una empresa constructora, la mano de obra directa se considera el personal de producción que instala los materiales que conforman los diferentes sistemas del alcance.

### EL TRABAJO

El trabajo se refiere a todas las acciones realizadas por los participantes del sistema para convertir los recursos en productos parciales o finales, o en términos generales, para la producción de valor. Para introducirse en el estudio de la productividad es necesario analizar primero que nada el contenido del trabajo de las actividades que se realizan en una obra de construcción. Esencialmente se diferencian tres tipos de contenido (Manual de Herramientas del S.P.G., 1994):

- Trabajo Productivo: Corresponde a aquellas labores que aportan en forma directa el avance de la obra. Por ejemplo, la canalización de sistema de tomacorrientes, tiraje de canasta de telecomunicaciones, entre otras actividades.
- Trabajo Contributivo: Corresponde a aquellas labores que sirven para poder realizar las labores productivas. Por ejemplo, el transporte de materiales, realizar mediciones, lectura de planos, limpiar el área de trabajo, realizar un plano de taller, entre otros.

- Trabajo No Contributivo: Corresponde a aquellas labores que no aportan nada, por ejemplo, esperando la llegada de algún material, caminar por la obra, entre otras.

La productividad del trabajo se mide con relación al contenido del trabajo productivo, el cual se ve afectado por la existencia de actividades contributivas y no contributivas que restan tiempo al tiempo disponible para realizar dicho trabajo (Serpell, 1993). Sin embargo, llegar a pensar en un 0 % de contenido de trabajo no contributivo, es algo totalmente utópico, puesto que el cuerpo y la mente humana no pueden trabajar mucho tiempo sin detener su actividad para tomar un descanso.

## PÉRDIDAS

Taiichi Ohno, un destacado ingeniero japonés en la industria automotriz, define pérdida como todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipos, materiales, piezas, y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción y esta definición es aceptada en la filosofía de Construcción sin Pérdidas o Lean Construction.

En obra las pérdidas se dan por ciertos factores, pero Borcharding en 1986 propuso un modelo cualitativo que permite identificar cinco grandes causas de la reducción de la productividad:

- Pérdidas por esperas.
- Pérdidas por traslados.
- Pérdidas por trabajo lento.
- Pérdidas por trabajo inefectivo.
- Pérdidas por trabajo rehecho.

## EL PROCESO Y EL SISTEMA PRODUCTIVO EN LA CONSTRUCCIÓN

Dado que la construcción es una industria sujeta a muchas incertidumbres es necesario visualizar el universo de trabajo como un sistema. Este sistema se encuentra inserto en un entorno que es la sociedad en general y, más concretamente, el medio económico y social ya que no pertenece a él pero influye directamente en su estado. Asimismo, el sistema construcción se encuentra integrado por los proyectos de construcción, es decir, por un conjunto de actividades de naturaleza material o no, debidamente planificadas, cuyos objetivos son materializar una obra de ingeniería o construcción para satisfacer necesidades humanas y económicas dentro de un marco que se sustenta principalmente en la calidad, el costo y el plazo (Santana, 1990).

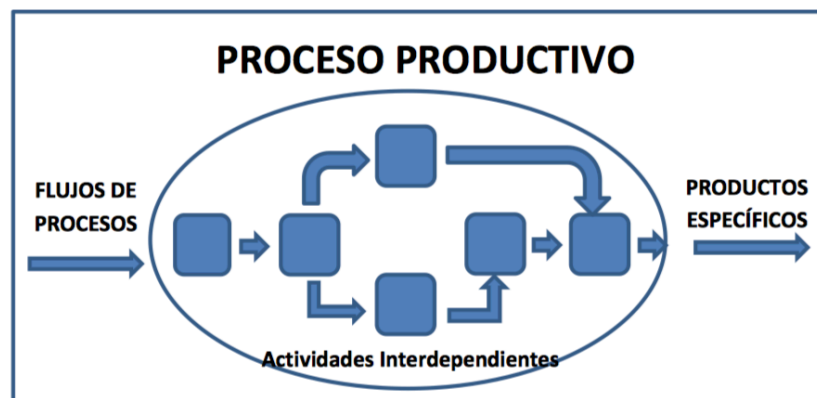
Por lo tanto, se puede decir que una obra de construcción es en sí es un sistema abierto dentro de la construcción ya que intercambia energía e información con su medio. Este enfoque se presenta en la Ilustración 3, la que, además, enmarca introductoriamente el área

donde se encuentra inserta esta investigación, es decir, el nivel operacional en la construcción de un proyecto.

La construcción de una obra es básicamente un proceso productivo y como tal debe ser administrado. Esto significa planificar, organizar, coordinar y controlar todas las actividades del sistema y del proceso productivo de manera de convertir los inputs del sistema (flujo de recursos), a través de actividades de conversión, en un producto terminado, que en este caso corresponde a una obra. (Serpell,1993). Es necesario hacer notar que estas actividades son interdependientes, es decir, el término de algunas condiciona el inicio de otras, por lo tanto, es fundamental visualizar esta situación en las decisiones que constantemente tiene que estar tomando la administración de cualquier obra, pues su impacto afecta a todo el sistema productivo.

**En la imagen #6, se ilustra** en forma global dicho proceso, junto con la administración de estas actividades interdependientes.

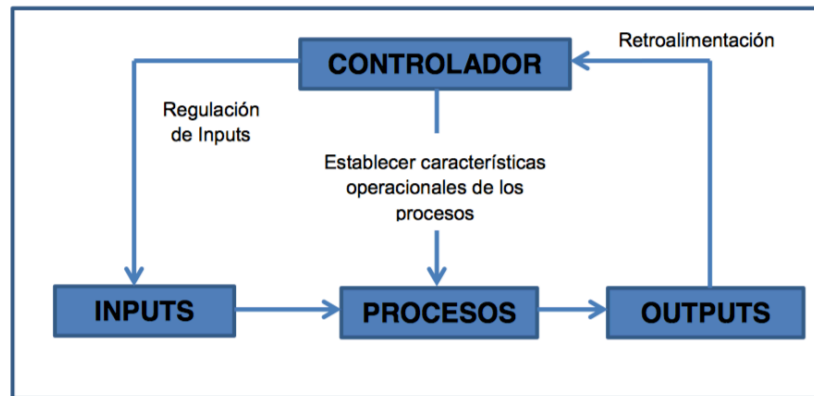
Imagen #6, El proceso productivo de la construcción (adaptado de Serpell, 1993)



A medida que el proceso se desarrolla el sistema sufre cambios en el tiempo mediante el procesamiento de los flujos de recursos, razón por la cual también se puede asegurar que la construcción de una obra es un sistema dinámico pues modifica, ya sea sus componentes o su entorno, por medio de las propiedades que tiene en ese momento y sus valores asociados (Barros,1976).

Entonces, es fundamental establecer la estructura y funcionamiento que tiene el sistema productivo de la construcción. Ya en la década de los setenta Alexander (1974) presentó una sencilla forma de modelar un sistema dinámico (no precisamente para analizar el proceso en la construcción), proporcionando definiciones que ayudan a aclarar el sistema propuesto y las funciones de sus componentes. Su estructura se muestra en la **imagen #7**. e inmediatamente se presentan las definiciones realizadas por su autor para cada una de los cuatro componentes básicos del modelo.

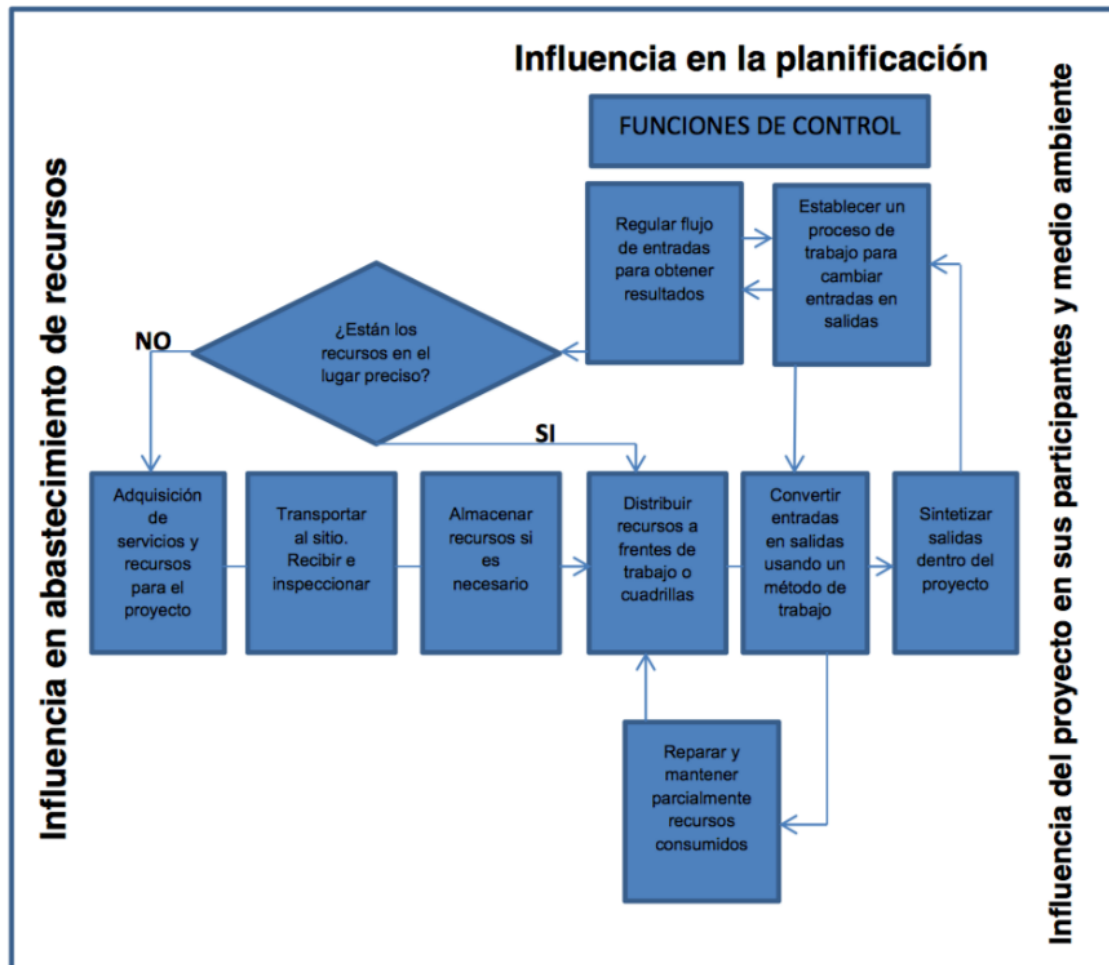
Imagen #7, Modelo dinámico de sistema (Alexander, 1974)



- Input(s): Un elemento (o más) que se consume o transforma durante la operación del proceso dinámico.
- Output(s): Un elemento (o más) de un sistema dinámico que es creado por la operación de un proceso.
- Proceso: El método usado para convertir los recursos (inputs) haciendo uso de las facilidades del procesador (mano de obra) dentro del ambiente decidido por el controlador (administración) para la forma de output deseada.
- Controlador: Controla el flujo de inputs hacia el procesador y establece el modo operante del procesador. Este determina cómo el sistema logrará sus objetivos. En otras palabras, su función es proporcionar las reglas con las cuales el sistema debe operar para alcanzar outputs con calidad y cantidad deseada, a fin de que el sistema sea estable y balanceado.

De acuerdo con este modelo, el controlador sólo se basa en la retroalimentación desde los outputs para alterar las características operacionales o regular el flujo de inputs. En términos generales, este modelo ha servido como base para su adaptación al proceso propio de la industria de la construcción. Es así como Sanvido (1984) desarrolla un modelo más complejo, pero a su vez didáctico, para visualizar el proceso productivo de la construcción, el cual es ilustrado en la **imagen #8**.

Imagen #8, Vista del modelo constructivo (Sanvido, 1984)



Resulta interesante notar la incorporación del enfoque logístico de los flujos de recursos al centrar su problema de distribución, para transformarlos en productos, mediante la pregunta ¿Están los recursos en el lugar debido?, lo que implícitamente obliga a que también estén en el momento preciso. Además, también es importante apreciar el reciclaje o redistribución a los frentes de trabajo considerado para los recursos parcialmente consumidos, como por ejemplo, el mantenimiento de obra falsa durante la obra gruesa.

Por otra parte, este modelo centra su atención en tres áreas globales del funcionamiento productivo que son la planificación, los sistemas de abastecimiento de recursos y la influencia de los productos en el medio ambiente en que se desarrolla el proyecto.

### PÉRDIDAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION

Se consideran pérdidas a todas las actividades a todas las actividades que consumen recursos, tiempo y espacio, pero que no agregan valor, pero si un costo en el proceso de producción. Algunos ejemplos de pérdidas en actividades de la construcción son esperas por

falta de equipos, espera por falta de instrucciones, sobrepoblación, actividades previas sin terminar o mal ejecutadas, tiempo ocioso por actitud del trabajador, conversando, transporte por mala distribución o localización de recursos, falta de equipos, reprocesos por trabajos mal ejecutados o dañados por una cuadrilla diferente, entre otras.

Durante la ejecución de una obra comienzan a aparecer una serie de factores que afectan negativamente la productividad y producen una reducción o pérdida en ésta. De acuerdo con el enfoque productivo, se entiende por pérdida de productividad un amplio concepto. Por ejemplo, la Toyota define pérdida como “Todo lo que sea distinto de los recursos estrictamente necesarios para agregar valor al producto”. Ahora bien, adaptando este principio amplio a la construcción de una obra, se puede definir una pérdida como “Aquellas actividades que, produciendo un costo, ya sea directo o indirecto, no agregan valor ni avance a la obra”. Estas pérdidas se miden en función de sus costos, incluyendo el de oportunidad. (Alarcón, 1994).

## FLUJOGRAMA

El diagrama de flujo (flujograma) es una herramienta utilizada para representar la secuencia e interacción de las actividades del proceso a través de símbolos gráficos. Los símbolos proporcionan una mejor visualización del funcionamiento del proceso, ayudando en su entendimiento y haciendo la descripción del proceso más visual e intuitivo. En la gestión de procesos, la herramienta tiene como objetivo garantizar la calidad y aumentar la productividad de los trabajadores. Esto sucede pues la documentación del flujo de las actividades hace posible realizar mejoras y aclara mejor el propio flujo de trabajo.

### **Aplicaciones del Diagrama de Flujo**








Entre las ventajas de utilizar el diagrama de flujo, es posible resaltar que:

- Mejora la comprensión del proceso de trabajo.
- Muestra los pasos necesarios para la realización del trabajo.
- Crea normas estándares para la ejecución de los procesos.
- Demuestra la secuencia e interacción entre las actividades / proyectos.
- Puede ser utilizado para encontrar fallas en el proceso.
- Se puede utilizar como fuente de información para el análisis crítico.
- Facilita la consulta en caso de dudas sobre el proceso.

### **Símbolos del Diagrama de Flujo**

Para facilitar el entendimiento y análisis del proceso, el diagrama utiliza una serie de símbolos para representar las acciones y momentos del proceso. No es obligatorio el uso de todos los símbolos, debiéndose utilizarlos de acuerdo con las necesidades de las actividades mapeadas. En general, se puede decir que los símbolos de inicio o fin del proceso y de toma de decisiones son los más utilizados.

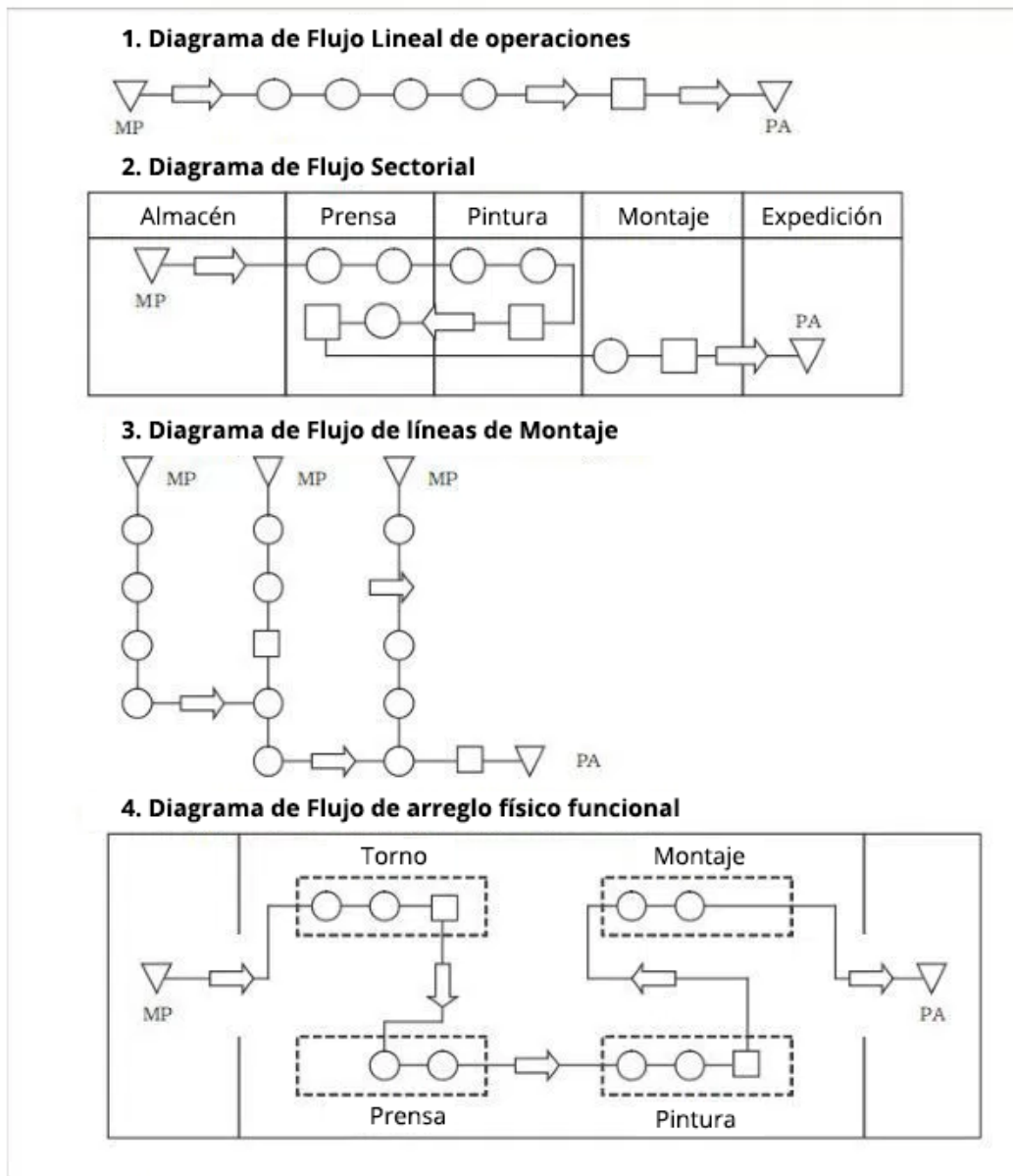
### Imagen #9, Simbología diagrama de flujo

	Indica el inicio o fin de un proceso
	Indica cada actividad que necesita ser ejecutada
	Indica un punto de toma de decisión
	Indica la dirección de flujo
	Indica los documentos utilizados en el proceso
	Indica una espera
	Indica que el flujograma continua a partir de ese punto en otro circulo, con la misma letra o número, que aparece en su interior

### **Tipos de Diagrama de Flujo**

Existen varios tipos de diagramas que deben ser utilizados en diferentes contextos, entre ellos destacan los modelos que se citan:

Imagen #10, Tipos de diagrama de flujo



MP = materia prima  
 PA = Producto Acabado (Producto Terminado)

## MARCO METODOLÓGICO

### ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

La empresa diagnosticada es una compañía que se destaca en actividades de construcción. Por otro lado, en su administración de proyectos separa las siguientes variables para poder controlar el rendimiento de sus proyectos:

- Materiales
- Mano de Obra Directa.
- Mano de Obra Indirecta.

En su historial dicha empresa arrastra un récord negativo en el rubro de mano de obra directa y se busca implementar:

- Una base de datos para cálculo de mano de obra directa referenciado a los materiales a instalar.
- Un proceso para el control del rubro de mano de obra directa en la ejecución del proyecto.

A continuación se plasman las cantidades de licitaciones registradas desde el inicio de la formación de la empresa en análisis, en las que se refleja una mayoría de proyectos residenciales cotizados y adjudicados.

Tabla #1, Resumen de proyectos cotizados y adjudicados

TIPO DE PROYECTO	RESUMEN			
	COTIZADO	% COTIZADO	ADJUDICADO	% ADJUDICADO
RESIDENCIAL	224	47%	68	54%
INDUSTRIAL	66	14%	6	5%
COMERCIAL	167	35%	43	34%
INFRAESTRUCTURA	24	5%	9	7%
<b>TOTALES</b>	<b>481</b>	<b>100%</b>	<b>126</b>	<b>100%</b>

En la tabla anterior se refleja como los proyectos residenciales predominan en los registros tanto en lo cotizado como lo adjudicado. Por esa razón, se requiere a través de esta investigación mejorar el método de cálculo de mano de obra y el control en los proyectos adjudicados.

También como mayor aporte sobre enfocarse en el mercado residencial, según la base de datos del CFIA se presenta una mayoría de aprobación en proyectos residenciales sobre los demás mercados, lo que se indica en la tabla a continuación:

Tabla #2, Base datos área construcción tramitada CFIA.

Cámara Costarricense de la Construcción			
Área de construcción tramitada ante el C.F.I.A, por tipo de edificación.			
En metros cuadrados			
2019-2020			
Provincia	Metros cuadrados tramitados		Tasa de variación 2019 – 2020
	2019	2020	
Vivienda	3 508 209	2 406 375	-31,4%
Industria	672 912	911 352	35,4%
Comercio	2 207 199	1 503 765	-31,9%
Oficinas	667 782	311 396	-53,4%
Otros	568 827	519 337	-8,7%
<b>TOTAL</b>	<b>7 624 929</b>	<b>5 652 225</b>	<b>-25,9%</b>

A pesar de que existe una disminución, los proyectos de vivienda siguen en la punta de cantidades de metros cuadrados construidos, mercado donde se ha desarrollado la empresa en análisis. Debido a lo anterior, este trabajo llega con fuerza a lograr como objetivo principal mejorar el método de cálculo de la mano obra en la etapa de licitación.

Se va a llevar la investigación de la siguiente forma:

1. Diagnóstico de empresa.
  - a. Extracción información histórica de gasto en mano de obra directa.
  - b. Extracción información histórica de rubro en mano de obra directa en licitaciones.
2. Establecer base de datos teóricos por implementar sobre cantidad de materiales, según el manual “Estimator's Electrical Man-Hour Manual, Third Edition, John S. Page”, para los sistemas eléctricos y el libro “Plastic Piping Systems, Second Edition, David A. Chasis” para los sistemas mecánicos.
3. Crear una plantilla para efectos de presupuesto en licitación de proyectos residenciales.
4. Conclusiones y Recomendaciones.

## DIAGNÓSTICO

A continuación, se expone una tabla en la que se reflejan 9 proyectos residenciales similares en alcances, los cuales se van a tomar como ejemplos y referencias para el histórico por analizar.

Tabla #3, Lista de proyectos seleccionados para análisis.

Proyectos	MO presupuesto	Precio Venta (Dólares)	Tipo Cambio	Precio Venta (Colones)
PROYECTO #1	₡ 58.000.000,00	\$ 770.000,00	₡ 542,00	₡ 417.340.000,00
PROYECTO #2	₡ 79.800.000,00	\$ 689.053,25	₡ 500,00	₡ 344.526.625,00
PROYECTO #3	₡ 31.067.750,88			₡ 240.161.000,00
PROYECTO #4	₡ 66.510.661,57	\$ 300.285,00	₡ 500,00	₡ 685.722.500,00
PROYECTO #5	₡ 34.000.000,00	\$ 303.400,00	₡ 500,00	₡ 151.700.000,00
PROYECTO #6	₡ 86.400.000,00	\$ 1.000.000,00	₡ 500,00	₡ 500.000.000,00
PROYECTO #7	₡ 94.818.850,17	\$ 844.000,00	₡ 500,00	₡ 422.000.000,00
PROYECTO #8	₡ 72.000.000,00		₡ 500,00	₡ 264.000.000,00
PROYECTO #9	₡ 88.482.852,60	\$ 1.234.000,00	₡ 500,00	₡ 617.000.000,00

### Porcentaje histórico de mano de obra gastado sobre precio de venta

Está claro que no hay una tendencia según el histórico a continuación, por lo que en este trabajo se busca dejar establecido un porcentaje definido como punto de referencia teórico en bases a los materiales presupuestados.

La siguiente tabla refleja los porcentajes de mano de obra gastados y reportados en los diferentes proyectos y el porcentaje que representa sobre su precio de venta total.

Tabla #4, Tabla gastos de mano de obra proyectos

Proyectos	MO Gastado	Precio Venta (Dólares)	Tipo Cambio	Precio Venta (Colones)	% sobre Venta
PROYECTO #1	₡ 81.897.787,50	\$ 770.000,00	₡ 542,00	₡ 417.340.000,00	20%
PROYECTO #2	₡ 85.254.612,00	\$ 689.053,25	₡ 500,00	₡ 344.526.625,00	25%
PROYECTO #3	₡ 40.493.893,75	-	-	₡ 240.161.000,00	17%
PROYECTO #4	₡ 97.006.837,50	\$ 300.285,00	₡ 500,00	₡ 685.722.500,00	14%
PROYECTO #5	₡ 55.904.470,25	\$ 303.400,00	₡ 500,00	₡ 151.700.000,00	37%
PROYECTO #6	₡ 108.085.006,43	\$ 1.000.000,00	₡ 500,00	₡ 500.000.000,00	22%
PROYECTO #7	₡ 108.646.496,44	\$ 844.000,00	₡ 500,00	₡ 422.000.000,00	26%
PROYECTO #8	₡ 50.051.039,00	-	-	₡ 264.000.000,00	19%
PROYECTO #9	₡ 121.680.228,50	\$ 834.000,00	₡ 500,00	₡ 417.000.000,00	29%

Más Bajo	14%
Promedio	23%
Más Alto	37%

Estos porcentajes son indicadores usuales que dan una guía a los usuarios de la empresa analizada. El dato se obtiene de la siguiente forma:

$$\text{MO Gastado} / \text{Precio Venta} = \text{Porcentaje sobre Venta}$$

La diferencia entre el rubro más alto con el más bajo es un 23%, lo que da una clara señal que a la hora de ejecutar no hay un control sobre el gasto.

#### Porcentaje histórico de mano de obra presupuestada sobre precio de venta

En los casos de licitación según la tabla #1 no se refleja una tendencia en la que se establezca un porcentaje definido, pero lo que se busca con esta investigación es dar como resultado una referencia más firme y estable, según estudios estadísticos y que permitirá a los usuarios tomar una decisión más acertada de los rangos en los que deben mantener los rubros de manos de obra.

Tabla #5, Tabla histórico monto presupuestado de mano de obra proyectos.

Proyectos	MO presupuesto	Precio Venta (Dólares)	Tipo de Cambio	Precio Venta (Colones)	% sobre Venta
PROYECTO #1	₡ 58.000.000,00	\$ 770.000,00	₡ 542,00	₡ 417.340.000,00	14%
PROYECTO #2	₡ 79.800.000,00	\$ 689.053,25	₡ 500,00	₡ 344.526.625,00	23%
PROYECTO #3	₡ 31.067.750,88			₡ 240.161.000,00	13%
PROYECTO #4	₡ 66.510.661,57	\$ 300.285,00	₡ 500,00	₡ 685.722.500,00	10%

PROYECTO #5	₡ 34.000.000,00	\$ 303.400,00	₡ 500,00	₡ 151.700.000,00	22%
PROYECTO #6	₡ 86.400.000,00	\$ 1.000.000,00	₡ 500,00	₡ 500.000.000,00	17%
PROYECTO #7	₡ 94.818.850,17	\$ 844.000,00	₡ 500,00	₡ 422.000.000,00	22%
PROYECTO #8	₡ 72.000.000,00		₡ 500,00	₡ 264.000.000,00	27%
PROYECTO #9	₡ 88.482.852,60	\$ 1.234.000,00	₡ 500,00	₡ 617.000.000,00	14%

Más Bajo	10%
Promedio	18%
Más Alto	27%

En la tabla anterior, la empresa en análisis tampoco cuenta con un estándar para licitar. El método usado no es consecuente ni lineal respecto al precio de venta presentado, lo que afecta la toma de decisiones a la hora de competir en las licitaciones. En ese caso similar a la tabla #1, el resultado requerido que se calcula de la siguiente forma:

$MO \text{ presupuesto} / \text{Precio Venta} = \text{Porcentaje sobre Venta}$

### Valores estadísticos de mano obra por metro cuadrado de construcción

En construcción es muy común extraer datos sobre área de construcción en sistemas a contratar. Esta última tabla refleja los valores extraídos según el diagnóstico realizado a los proyectos seleccionados. Este estudio de igual manera que el dato de la tabla anterior, busca dejar definido un rango en el cual el usuario pueda consultar y tomar decisiones acertadas al momento de licitar.

Tabla #6 Precio de mano obra sobre metro cuadrado de proyecto.

Proyectos	Área	Precio por m2 (₡ /m2)	
PROYECTO #1	4.800,00	₡ /m2	12.083,33
PROYECTO #2	4.300,00	₡ /m2	18.558,14
PROYECTO #3	2.300,00	₡ /m2	13.695,65
PROYECTO #4	8.580,00	₡ /m2	7.751,83
PROYECTO #5	3.100,00	₡ /m2	10.967,74
PROYECTO #6	7.100,00	₡ /m2	12.169,01
PROYECTO #7	6.500,00	₡ /m2	14.587,52
PROYECTO #8	5.200,00	₡ /m2	13.846,15
PROYECTO #9	8.000,00	₡ /m2	11.060,36
	<b>Más Bajo</b>	₡ /m2	<b>7.751,83</b>
	<b>Promedio</b>	₡ /m2	<b>12.746,64</b>
	<b>Más Alto</b>	₡ /m2	<b>18.558,14</b>

La tabla anterior es resultado de la siguiente fórmula:

$$\text{MO presupuesto} / \text{Area} = \text{Precio MO por m}^2$$

La cual también es muy usada como indicador para efectos de revisión de valores de costo de mano de obra. En este resumen de los proyectos sometidos a análisis, es claro de nuevo que la diferencia entre los datos extremos es mucha, del más bajo al más alto existe una diferencia del 139,4%.

### **Perfil de Personal de Mano de Obra Directa**

La siguiente lista es del personal que compone la mano de obra directa del proyecto.

El contrato de cada persona es por horas y es regulado por las leyes estipuladas por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS).

Tabla #7, Descripción personal mano de obra directa.

<b>Descripción</b>	<b>Funciones</b>
Operario Fontanero	Es la persona encargada de la Instalación de tuberías utilizadas para la distribución Aguas Negras, Aguas Pluviales, Agua Potable en sistemas residenciales.
Operario Eléctrico	Es la persona encargada de Montar, instalar líneas eléctricas interiores y exteriores de baja tensión y sistemas de puesta a tierra, en sistemas residenciales.
Ayudante	Es la persona encargada de Ayudar al Operario, Traslado de herramientas, Traslado de materiales.

### **Salarios del personal de mano de obra directa (tasa de trabajo)**

La tabla a continuación desglosa los valores de salarios estipulados por el MTSS, el cual es el encargado de la dirección, estudio y despacho de todos los asuntos relativos al trabajo y el bienestar social. Además, vigila el desarrollo, mejoramiento y aplicación de todas las leyes, decretos, acuerdos y resoluciones referentes a estas materias, principalmente los que tengan el objetivo de fijar y armonizar el buen orden y la justicia social en los vínculos creados por el trabajo.

Tabla #8, Sueldo establecido MTSS.

<b>Sueldo Mínimo MTSS</b>	<b>Salario Bruto por Hora de Jornada Normal</b>	
Operario Fontanero	₡ 1.870,26	Colones/Hora
Operario Eléctrico	₡ 1.870,26	Colones/Hora
Ayudante para Fontanero o Eléctrico	₡ 1.829,23	Colones/Hora

Las tasas de mano de obra varían según la ubicación. Para este análisis se usará una cifra de tarifa laboral según los cálculos a continuación.

Salario Neto de Operario (eléctrico y mecánico). No incluye garantías sociales, provisión de aguinaldo y de vacaciones.

- ₡ 1.800,00

Salario Neto de Ayudante (eléctrico y mecánico). No incluye garantías sociales, provisión de aguinaldo y de vacaciones.

- ₡ 1.300,00

- Cálculo de provisión de Aguinaldo.
  - 48 horas (H), Horas mínimas a trabajar por semana según MTSS.
  - 4,33 semanas (SEM), Cantidades de Semanas al mes.
  - 12 meses (M).
  - $1 \text{ HR} / (48\text{HR} * 4,33\text{SEM} * 12\text{M})$
  - 0,000401
- Cálculo de porcentaje de provisión de Vacaciones.
  - 48 horas (H), Horas mínimas a trabajar por semana según MTSS.
  - 4,33 semanas (SEM), Cantidades de Semanas al mes.
  - 12 meses (M).
  - $8\text{HR} / (48\text{HR} * 4,33\text{SEM} * 12\text{M})$
  - 0,003208
- Aporte de patrono para Garantías Sociales.
  - 26,33% sobre salario Neto.
- Se aplican los factores y aporte del patrono a los Salarios Neto de operario (eléctrico y mecánico).
  - $₡ 1.800,00 * 0,000401$ 
    - ₡ 0,72
  - $₡ 1.800,00 * 0,003208$ 
    - ₡ 69,28
  - $₡ 1.800,00 * 0,2633$ 
    - ₡ 473,14
  - TOTAL:  $₡ 1.800,00 + ₡ 0,72 + ₡ 69,28 + ₡ 473,14$ 
    - **₡ 2.343,95 Salario por Hora del operario. Incluye garantías sociales, provisión de aguinaldo y de vacaciones.**

- Se aplican los factores y aporte del patrono a los Salarios Neto de ayudante (eléctrico y mecánico).
  - ₡ 1.300,00\*0,000401
    - ₡ 0,52
  - ₡ 1.300,00\*0,003208
    - ₡ 50,04
  - ₡ 1.300,00\*0,2633
    - ₡ 342,29
  - TOTAL: ₡ 1.300,00+₡ 0,52+₡ 50,04+₡ 342,29
    - **₡ 1.692,85 Salario por Hora del ayudante. Incluye garantías sociales, provisión de aguinaldo y de vacaciones.**
  - **Tasa de mano de obra:**
    - **₡ 2.343,95 + ₡ 1.692,85**
    - **₡ 4.036,80 Incluye garantías sociales, provisión de aguinaldo y de vacaciones.**

Con base a lo anterior, se determinan los sueldos a considerar en este diagnóstico, en convenio con los gerentes de la empresa en estudio. Las horas hombre a considerar de la tabla siguiente reflejan los salarios brutos por hora, ya que el tipo de contrato de personal de campo en esta compañía es bajo esa modalidad.

Tabla #9, Sueldo por hora estimado en constructora, Incluye garantías sociales, provisión de aguinaldo y de vacaciones.

Sueldo CMC	Salario Bruto por Hora de Jornada Normal (Colones/Hora)
Operario Fontanero	₡ 2.343,95
Operario Eléctrico	₡ 2.343,95
Ayudante Fontanero	₡ 1.692,85
<b>Tasa de mano de obra (Horas Hombre)</b>	<b>₡ 4.036,80</b>

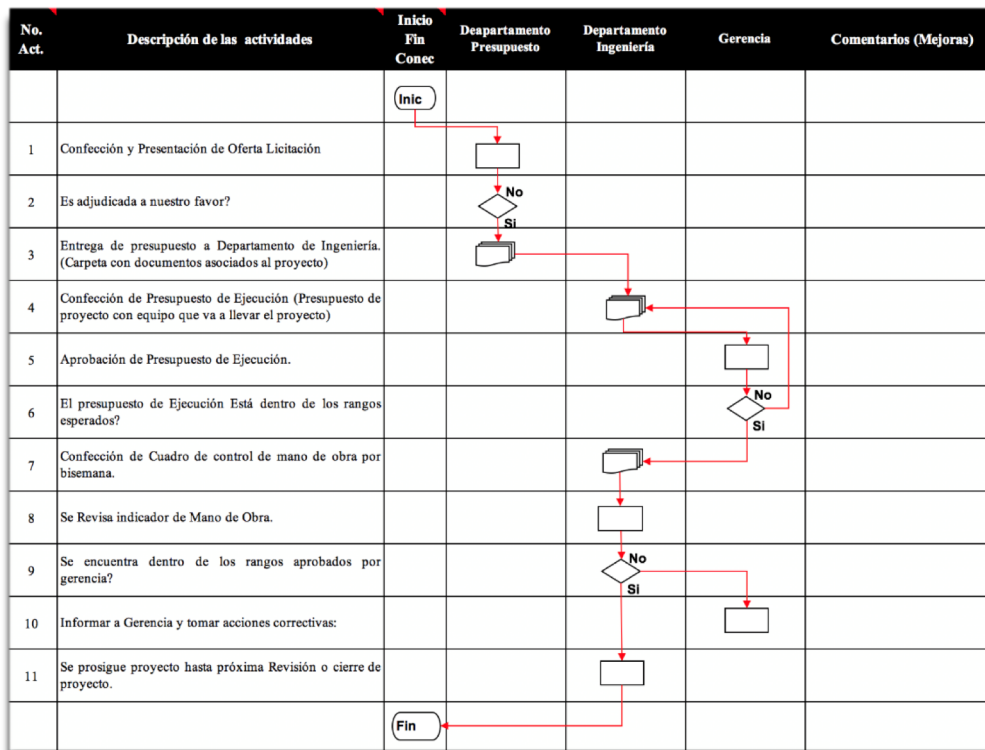
## Flujo de procesos implementado en constructora

Parte de la extracción de información, es conocer cuál es el proceso implementado por la empresa para control de la mano de obra directa. A través de una entrevista (ya que no está plasmado en un manual ni en un flujograma) se obtiene el siguiente paso a paso como procedimiento de control, el cual es usado en todos los proyectos:

Tabla #10, Procedimiento Control Mano de Obra.

Etapa	Descripción Tarea	Departamento Encargada
Etapa de Licitación	Confección de oferta licitación.	Presupuesto
Etapa de Adjudicación	Entrega de Presupuesto a Ingeniería.	Presupuesto
Etapa de Planificación	Confección de Presupuesto de Ejecución (Presupuesto con el cual se va a construir, revisando de paso presupuesto entregado).	Ingeniería
Etapa de Planificación	Confección de Cuadro de control de mano bisemanal.	Ingeniería
Etapa de Control	Revisión de lo gastado contra lo planificado de forma periódica.	Ingeniería

Diagrama #1, Flujograma de proceso en la empresa diagnosticada.



## CONFECCIÓN BASES DE DATOS TEÓRICOS SOBRE MATERIALES

### **Base datos materiales eléctricos según libro “Estimator's Electrical Man-Hour Manual, Third Edition, John S. Page”.**

Las unidades de mano de obra, que se expresan en horas-hombre a lo largo de este manual, sirven para ayudar al usuario a estimar el costo de mano de obra de la instalación eléctrica para un material puntual o el costo directo total del proyecto.

Las miles de unidades de horas hombre que siguen, en su mayor parte, son promedios de muchos proyectos construidos.

Las siguientes unidades de horas hombre básicas proporcionan una asignación de tiempo separada para una operación de mano de obra particular en condiciones y circunstancias específicas, todo de acuerdo con las notas que aparecen en la tabla individual en los anexos.

Para determinar el valor en colones de la mano de obra directa de un proyecto, se debe establecer una tasa de mano de obra compuesta y aplicarla contra las diversas horas-hombre estimadas para las unidades individuales o en total.

Se va a analizar la siguiente lista de materiales eléctricos para asignarle un contenido de horas hombres a cada línea de materiales a presupuestar. Las páginas indicadas en el comentario corresponden a las del libro. Para seleccionar los valores de horas hombre (HH) se plantearon los siguientes criterios:

- El dato de horas hombre, incluyen la verificación del almacenamiento de materiales, el manejo, el traslado de estos, verificación de planos, planificación de trabajo.
- El dato de horas hombre, excluyen la instalación de anclajes especiales armado de andamios.
- Para materiales que forman parte de la actividad de canalización:
  - Se considera la altura de trabajo de 3 metros.
  - Para los accesorios tales como conectores, uniones, curvas se le asigna los mismos datos para el conector biex. (Anexo#9)
- Para materiales que forman parte de la actividad de cableado:
  - Se considera la altura de trabajo de 3 metros.
  - Se considera líneas de 3 cables en sistemas de potencia de tomas.
  - Se considera líneas de 4 cables en sistemas de potencia de iluminación.

- Para los cables de control de sistemas especiales y telecomunicaciones se considera los valores destinados a los cordones de cable de potencia.
- Todos los datos extraídos fueron bajo el supuesto de construcción en paredes de concreto.

La tabla a continuación refleja una lista eléctrica básica usada para un presupuesto residencial, que cuenta con los comentarios y direccionan a los anexos con los datos con los cuales se ha realizado la base de datos, donde se define lo siguiente:

- XX: Donde se indica XX en la descripción representa el calibre, o diámetro a usar según la plantilla. La cual se encontraría en el anexo y la página del libro indicado.
- PAG.: Hace referencia a las páginas del libro Estimator's Electrical Man-Hour Manual, Third Edition, John S. Page.
- Consumible: Hace referencia a materiales menores, los cuales no se le asigna valor de horas hombre. El mismo ya está contenido en el valor correspondiente a cada material.
- Conexión de equipos: Corresponde a equipos a conectar en su respectivo sistema.

Tabla #11, Lista materiales eléctricos básicos para presupuesto residencial.

MATERIALES ELÉCTRICOS	COMENTARIOS
<b>MALLA TIERRA</b>	
Varilla Copperweld XXØ	ANEXO#12, PAG. 134
Cable Desnudo #XX	ANEXO#10, PAG. 116
<b><u>Consumibles</u></b>	
Carga Electrónica de 90 gramos	NO APLICA
<b>CANALIZACIÓN-CABLEADO ACOMETIDA TELECOMUNICACIONES</b>	
TUBO PVC COND XXMM / 3.05M GR TIPO A	ANEXO#5, PAG. 63
UNION PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CONECTOR PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
<b><u>Consumibles</u></b>	
Hojas para cegueta	NO APLICA
Tape Temflex de Colores	NO APLICA
Pegamento PVC	NO APLICA
Mecha	NO APLICA

Acetona	NO APLICA
<b>CANALIZACIÓN-CABLEADO ACOMETIDAS ELÉCTRICAS</b>	
Cable #XX	ANEXO#10, PAG. 116 (COBRE) / ANEXO#11, PAG. 120 (ALUMNIO)
TUBO PVC COND XXMM / 3.05M GR TIPO A	ANEXO#5, PAG. 63
UNION PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CURVA PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CONECTOR PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
<b><u>Conectorizado de Equipos</u></b>	
Medidor con IP	ANEXO#16, PAG. 304
Tablero de Potencia	ANEXO#15, PAG. 281 / PAG. 282 /
<b><u>Consumibles</u></b>	
Hojas para cegueta	NO APLICA
Tape Temflex de Colores	NO APLICA
Pegamento PVC	NO APLICA
Mecha	NO APLICA
<b>CANALIZACIÓN-CABLEADO ILUMINACIÓN</b>	
Cable #XX	ANEXO#7, PAG. 81
TUBO PVC COND XXMM / 3.05M GR TIPO A	ANEXO#5, PAG. 63
UNION PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CURVA PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CONECTOR PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CAJA EMT CUADRADO XXMM	ANEXO#1, PAG. 03
CAJA EMT OCTOGONAL XXMM	ANEXO#2, PAG. 06
CAJA EMT RECTANGULAR XXMM	ANEXO#1, PAG. 03
ARO DE REPELLO XXMM XXGANG	ANEXO#3, PAG. 09
TUBO BIEX EMT XXMM	ANEXO#6, PAG. 71 / ANEXO#8, PAG. 98
CONECTOR BIEX EMT XXMM	ANEXO#9, PAG. 99
<b><u>Conectorizado de Equipos</u></b>	
Luminarias	ANEXO#14, PAG. 172
Apagadores	ANEXO#13, PAG. 151
<b><u>Consumibles</u></b>	
Hojas para cegueta	NO APLICA
Tape Temflex de Colores	NO APLICA
Conectores de resorte	NO APLICA
Pegamento PVC	NO APLICA
Mecha	NO APLICA
Acetona	NO APLICA

<b>CANALIZACIÓN-CABLEADO TOMACORRIENTES SISTEMAS ESPECIALES</b>	
Cable #XX	ANEXO#7, PAG. 81
TUBO PVC COND XXMM / 3.05M GR TIPO A	ANEXO#5, PAG. 63
UNION PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CURVA PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CONECTOR PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CAJA EMT CUADRADO XXMM	ANEXO#1, PAG. 03
CAJA EMT OCTOGONAL XXMM	ANEXO#2, PAG. 06
CAJA EMT RECTANGULAR XXMM	ANEXO#1, PAG. 03
ARO DE REPELLO XXMM XXGANG	ANEXO#3, PAG. 09
TUBO BIEX EMT XXMM	ANEXO#6, PAG. 71 / ANEXO#8, PAG. 98
CONECTOR BIEX EMT XXMM	ANEXO#9, PAG. 99
<b><u>Conectorizado de Equipos</u></b>	
Tomas	ANEXO#13, PAG. 151
Cocina	ANEXO#13, PAG. 151
Secadora	ANEXO#13, PAG. 151
Calentador de Agua	ANEXO#13, PAG. 151
Unidad A/C	ANEXO#13, PAG. 151
<b><u>Consumibles</u></b>	
Hojas para cegueta	NO APLICA
Tape Temflex de Colores	NO APLICA
Conectores de resorte	NO APLICA
Pegamento PVC	NO APLICA
Mecha	NO APLICA
Acetona	NO APLICA
<b>CANALIZACIÓN-CABLEADO TELECOMUNICACIONES</b>	
Cable UTP #XX	ANEXO#7, PAG. 81
TUBO PVC COND XXMM / 3.05M GR TIPO A	ANEXO#5, PAG. 63
UNION PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CURVA PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CONECTOR PVC COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CAJA EMT CUADRADO XXMM	ANEXO#1, PAG. 03
CAJA EMT OCTOGONAL XXMM	ANEXO#2, PAG. 06
CAJA EMT RECTANGULAR XXMM	ANEXO#1, PAG. 03
ARO DE REPELLO XXMM XXGANG	ANEXO#3, PAG. 09
TUBO BIEX EMT XXMM	ANEXO#6, PAG. 71 / ANEXO#8, PAG. 98
CONECTOR BIEX EMT XXMM	ANEXO#9, PAG. 99

<b><u>Conectorizado de Equipos</u></b>	
Salida TV	ANEXO#13, PAG. 151
Salida Datos	ANEXO#13, PAG. 151
Salida Teléfono	ANEXO#13, PAG. 151
Gabinete Telecom	ANEXO#15, PAG. 281
<b><u>Consumibles</u></b>	
Hojas para cegueta	NO APLICA
Tape Temflex de Colores	NO APLICA
Pegamento PVC	NO APLICA
Mecha	NO APLICA
Acetona	NO APLICA
<b>CANALIZACIÓN-CABLEADO SISTEMA DETECCIÓN INCENDIO</b>	
Cable Control #XX	ANEXO#7, PAG. 81
TUBO EMT COND XXMM / 3.05M	ANEXO#4, PAG. 54
UNION EMT COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CONECTOR EMT COND XXMM TIPO A	ANEXO#9, PAG. 99
CAJA EMT CUADRADO XXMM	ANEXO#1, PAG. 03
CAJA EMT OCTOGONAL XXMM	ANEXO#2, PAG. 06
CAJA EMT RECTANGULAR XXMM	ANEXO#1, PAG. 03
ARO DE REPELLO XXMM XXGANG	ANEXO#3, PAG. 09
TUBO BIEX EMT XXMM	ANEXO#6, PAG. 71 / ANEXO#8, PAG. 98
CONECTOR BIEX EMT XXMM	ANEXO#9, PAG. 99
<b><u>Conectorizado de Equipos</u></b>	
Sensores	ANEXO#14, PAG. 172
Panel	ANEXO#15, PAG. 281
<b><u>Consumibles</u></b>	
Tape Temflex de Colores	NO APLICA

**Base datos materiales mecánicos según libro “Plastic Piping Systems, Second Edition, David A. Chasis”.**

Para determinar el valor de horas hombre para la estimación de mano de obra en el sistema mecánico se definirán los siguientes parámetros:

- Tipo de material
- Selección del método de unión
- Número de juntas

- Entorno de las tuberías

### **Tipo de material**

La lista será sólo del material de PVC en sus diferentes cédulas.

- Agua potable: PVC SCH40, SDR17.
- Aguas Negras, Ventilación, y Aguas pluviales: PVC SDR26, SDR32.5, SDR41.
- Agua Caliente: CPVC.

### **Selección del método de unión**

Para cualquier material dado, puede haber varios métodos de unión disponibles, cada uno de los cuales podría afectar directamente el costo de mano de obra para cualquier sistema de tubería en particular. Pero para nuestros propósitos, las juntas de uso más común para una aplicación residencial es la cementada con pegamento de PVC y CPVC (soldadura fría).

La soldadura en frío es el procedimiento más usual para unir los tubos y accesorios de fontanería en general. Cuando se utiliza PVC, las uniones por el procedimiento de soldadura en frío, disuelven el material de las superficies a unir. Los resultados que se obtienen con el procedimiento de unión pueden compararse a los obtenidos por la soldadura tradicional.

### **Número de juntas**

El término Juntas en este caso se refiere a cantidad de puntos dónde se aplicaría la unión con pegamento y para efectos del estudio en curso se asumen dos juntas por pieza y tramo de tubería.

### **Entorno de las tuberías**

El libro de referencia toma el manejo e instalación de las tuberías con una altura máxima de 3 metros y una profundidad máxima de zanja de 1 metro.

La tabla a continuación refleja una lista mecánica básica usada para un presupuesto residencial, el mismo cuenta con los comentarios y direccionan a los anexos con los datos con los cuales se ha realizado la base de datos.

Tabla #12, Lista materiales mecánicos básicos para presupuesto residencial.

<b>MATERIALES MECÁNICOS</b>	<b>COMENTARIOS</b>
<b>SISTEMA AGUA POTABLE</b>	
TUBO PVC XXMMX6M SCH40 CC VE	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 4 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
CODO LISO PVC PRES XXMMX90 BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
CODO LISO PVC PRES XXMMX45 BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
TE LISA PVC PRES XXMM BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 3 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
RED LI PVC PRES XXMM-XXMM BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
VÁLVULA CHECK DE XXMM	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION ROSCADO.
ADAPTADOR MACHO PVC PRES XXMM BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 1 PUNTO DE UNION ROSCADO Y OTRO CEMENTADO.
UNION TOPE LISA PVC PRES XXMM BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION ROSCADO Y 1 CEMENTADO.
SOPORTERÍA XXMM BL	SEGÚN LEVANTAMIENTO EN SITIO Y TIPO DE SOPORTERÍA.
<b>Consumibles</b>	
PEGAMENTO PVC MEDIO 1/4 GL GRIS	NO APLICA
PREPARADOR SUPERFICIE PVC-CPVC 1/4 GL	NO APLICA
MECHA (KILO)	NO APLICA
<b>SISTEMA AGUA CALIENTE</b>	
TUBO CPVC FGG ET XXMMX6M SDR13.5SC	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 4 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
UNION LISA CPVC FGG XXMM BE	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
CODO LISO CPVC FGG XXMMX90 BE	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
CODO LISO CPVC FGG XXMMX45 BE	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
TE LISA CPVC FGG XXMM BE	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 3 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
RED LI CPVC FGG XXMM-XXMM (1/2) BE	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
VÁLVULA DE BOLA DE XXMM	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION ROSCADO.

ADAPTADOR MACHO CPVC FGG XXMM BE	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 1 PUNTOS DE UNION ROSCADO Y 1 CEMENTADO.
UNION TOPE CPVC FGG XXMM BE	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION ROSCADO Y 1 CEMENTADO.
SOPORTERÍA XXMM BL	SEGÚN LEVANTAMIENTO EN SITIO Y TIPO DE SOPORTERÍA.
<b><u>Consumibles</u></b>	
PEGAMENTO CPVC MEDIO FGG 1/8GL AMARILLO	NO APLICA
PREPARADOR SUPERFICIE PVC-CPVC 1/4 GL	NO APLICA
MECHA (KILO)	NO APLICA
<b>SISTEMA AGUAS NEGRAS</b>	
TUBO PVC XXMMX6M SDR26 CC GR	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 4 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
CODO PVC SANI XXMMX90 PG BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
CODO PVC SANI XXMMX45 PG BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
YE PVC SANI XXMMX45 PG BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 3 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
SOPORTERÍA XXMM BL	SEGÚN LEVANTAMIENTO EN SITIO Y TIPO DE SOPORTERÍA.
<b><u>Consumibles</u></b>	
PEGAMENTO PVC MEDIO 1/4 GL GRIS	NO APLICA
PREPARADOR SUPERFICIE PVC-CPVC 1/4 GL	NO APLICA
MECHA (KILO)	NO APLICA
<b>SISTEMA AGUAS VENTILACIÓN</b>	
TUBO PVC XXMMX6M SDR26 CC GR	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 4 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
CODO PVC SANI XXMMX90 PG BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
CODO PVC SANI XXMMX45 PG BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
YE PVC SANI XXMMX45 PG BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 3 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
CAPUCHA DE VENTILACIÓN DE XXMM CI-216 ALUM	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 1 PUNTO DE UNION ROSCADO.
SOPORTERÍA XXMM BL	SEGÚN LEVANTAMIENTO EN SITIO Y TIPO DE SOPORTERÍA.
<b><u>Consumibles</u></b>	
PEGAMENTO PVC MEDIO 1/4 GL GRIS	NO APLICA

PREPARADOR SUPERFICIE PVC-CPVC 1/4 GL	NO APLICA
MECHA (KILO)	NO APLICA
<b>SISTEMA AGUAS PLUVIALES</b>	
TUBO PVC XXMMX6M SDR26 CC GR	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 4 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
CODO PVC SANI XXMMX90 PG BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
CODO PVC SANI XXMMX45 PG BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 2 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
YE PVC SANI XXMMX45 PG BL	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA 3 PUNTOS DE UNION CEMENTADO.
SOPORTERÍA XXMM BL	SEGÚN LEVANTAMIENTO EN SITIO Y TIPO DE SOPORTERÍA.
<b><u>Consumibles</u></b>	
PEGAMENTO PVC MEDIO 1/4 GL GRIS	NO APLICA
PREPARADOR SUPERFICIE PVC-CPVC 1/4 GL	NO APLICA
MECHA (KILO)	NO APLICA
<b>CONEXIÓN DE LOSA SANITARIA Y GRIFERÍA</b>	
TANQUE DE AGUA CALIENTE	ANEXO#17, PAG.96, SE CONSIDERA LOS PUNTOS CEMENTADOS Y ROSCADOS SEGÚN LA CONEXIÓN INDICADO EN LAS FICHAS TECNICAS.
DUCHA	
FREGADERO	
INODORO TANQUE	
LAVAMANOS	
LAVADORA	
REFRIGERADORA	
PILETA	
LLAVE DE CHORRO	

## ESTUDIO DE CAMPO

Respecto a la base de datos, es importante actualizar y comparar con lo ejecutado en los proyectos. Con eso además de lograr una actualización constante, se busca mejorar el control en cada actividad de los proyectos. Esta plantilla reflejada en la tabla #13 fue diseñada para poder medir rendimientos en las actividades de los proyectos.

**Tabla #13, Plantilla para medición rendimiento Horas Hombre en campo**

MUESTREO DE RENDIMIENTO								
PROYECTO:	NOVATRIANA		FECHA:	10-jul				
INGENIERO RESIDENTE:	ING. FELIPE COGHI	andresb@cmc.co.cr: Indicar cantidad de personal involucrada.	HORA DE INICIO:		andresb@cmc.co.cr: Indicar Hora exacta de inicio de actividad.			
CANTIDAD DE PERSONAL:	2		HORA DE FIN:					
CANTIDAD DE OPERARIOS:	1		SISTEMA:	AGUAS NEGRAS			andresb@cmc.co.cr: Indicar Hora exacta de fin de actividad en general.	
CANTIDAD DE AYUDANTES:	1				andresb@cmc.co.cr: Indicar Hora exacta de fin de actividad en general.			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:								
SE PROCEDE CON LA INSTALACIÓN DE MATERIALES PARA UNA BATERÍA DE 2 BAÑOS CON SU RESPECTIVA VENTILACIÓN.								
andresb@cmc.co.cr: Ingresar en CELDA VERDE código de base de datos.		andresb@cmc.co.cr: Rellenar CELDA VERDE con cantidad según cálculos realizados.						
ITEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	HH TEÓRICO	HH TOTAL	HH CALCULADO	HH TOTAL	HH CAMPO	
SOPORTE-12	SOPORTE MECANICO 50MM	4	1,00000	2,00000	4,90436%	1,44679	0,72339	
SOPORTE-14	SOPORTE MECANICO 100MM	2	1,00000	4,00000	9,80873%	2,89358	0,72339	
PVC-TUB-SDR26-50	TUBO PVC 50MM (2")X6M SDR26 CC BL	2	0,60000	1,20000	2,94262%	0,86807	0,43404	
PVC-TUB-SDR26-100	TUBO PVC 100MM (4")X6M SDR26 CC GR	1	2,64000	2,64000	6,47376%	1,90976	1,90976	
PVC-CODO90-SAN-50	CODO PVC SANI 50MM (2")X90° PG BL	4	0,30000	1,20000	2,94262%	0,86807	0,21702	
PVC-CODO90-SAN-100	CODO PVC SANI 100MM (4")X90° PG BL	2	1,32000	2,64000	6,47376%	1,90976	0,95488	
PVC-CODO45-SAN-50	CODO PVC SANI 50MM (2")X45° PG BL	7	0,30000	2,10000	5,14958%	1,51913	0,21702	
PVC-CODO45-SAN-100	CODO PVC SANI 100MM (4")X45° PG BL	5	0,50000	2,50000	6,13046%	1,80848	0,36170	
PVC-TEE-SAN-50	TE PVC SANI 50MM (2")X45° PG BL	2	0,45000	0,90000	2,20696%	0,65105	0,32553	
PVC-TEE-SAN-100	TE PVC SANI 100MM (4")X45° PG BL	5	1,98000	9,90000	24,27661%	7,16160	1,43232	
PVC-TEE-SAN-50	TE PVC SANI 50MM (2") PG BL	2	0,45000	0,90000	2,20696%	0,65105	0,32553	
PVC-TEE-SAN-100	TE PVC SANI 100MM (4") PG BL	1	1,98000	1,98000	4,85532%	1,43232	1,43232	
PVC-RED-SAN-50A3B	RED PVC SANI 50MM (2")X38MM (1 1/2") IN	3	0,30000	0,90000	2,20696%	0,65105	0,21702	
PVC-TEERED-SAN-100A5D	TE PVC SANI 100MM (4")X50MM (2") PG BL	4	1,98000	7,92000	19,42128%	5,72928	1,43232	
<b>TOTAL</b>			<b>40,78000</b>	<b>100%</b>	<b>TOTAL</b>	<b>29,50000</b>	<b>VARIACIÓN</b>	<b>28%</b>
DURACION DE ACTIVIDAD				29,50000 HORAS				
andresb@cmc.co.cr: Indicar Total de Horas requeridas para actividad considerando todos los tiempos muertos y de planificación. FÓRMULA APLICADA: 8 HORAS ORDINARIAS + TIEMPO MÁS DE 8 HORAS CONSIDERADO A TIEMPO Y MEDIO EJEMPLO: SI SON 10 HORAS TRABAJADAS 8+(2*1,5)= 11 HORAS								

El cálculo nuevo del valor de Horas Hombre según la tabla anterior se realiza de la siguiente forma:

- **MATERIALES ELÉCTRICOS:** Descripción de Base de datos confeccionado.
- **CANTIDAD:** Corresponde a la cantidad total de materiales a usar en la actividad por analizar.
- **HH TEÓRICO:** Dato extraído de Base de datos confeccionado.
- **HH TOTAL:** HH TEÓRICO x CANTIDAD:
- **COLUMNA DE PORCENTAJE:** HH TOTAL / SUMA COLUMNA HH TOTAL  
Realizar la fórmula anterior en cada línea de material.
- **DURACIÓN DE ACTIVIDAD:** Indica el total de Horas requeridas para la actividad considerando todos los tiempos muertos, acarreo de material y de planificación de la tarea a ejecutar. La fórmula aplicada sería la siguiente:

8 horas ordinarias + Cantidad de horas después de las horas ordinarias se considera a tiempo y medio.

Por ejemplo: Si son 10 horas trabajadas la aplicación de la fórmula sería de la siguiente forma:  $8+(2*1,5) = 11$  Horas.

- **HH CALCULADO:** Este valor corresponde al nuevo valor a actualizar en la base de datos. Ese dato se determina de la siguiente forma:  
COLUMNA DE PORCENTAJE x DURACIÓN DE ACTIVIDAD
- **HH TOTAL:** HH CALCULADO x CANTIDAD.

La implementación de la plantilla de muestreo de rendimiento de mano de obra, se debe de realizar en la ejecución de todos los proyectos para así detectar factores que no permitan ser eficiente en el recurso de mano de obra. Dicha plantilla se debe de usar para actividad dónde quede claro un punto de inicio y final.

Para el punto anterior se realiza medición de actividades en proyectos en ejecución, dónde tomando en cuenta los parámetros establecidos por la literatura de referencia se extrae los datos en campo.

Los siguientes datos por exponer cuentan con los siguientes parámetros:

- El equipo de trabajo (operario y ayudante) debe de llevar todo el material requerido al sitio de trabajo.
- El material requerido para la actividad fue recolectado previamente.
- El tiempo considerado incluye la planificación de rutas, alturas, niveles, trazos.
- Se contemplan dentro del tiempo los imprevistos, tales como:
  - Material defectuoso el cual se tuvo que cambiar.
  - Recibir instrucciones del maestro de obras debido a un imprevisto en la ruta planificada.
  - Fallo en la herramienta, debido a que dónde se conectaba las herramientas eléctricas estaba saturado.

Para efectos de la investigación se realiza muestreo de las actividades base a nivel residencial y con eso lograr corroborar la base de datos de referencia mencionado a inicios de la investigación.

Las actividades que se lograrán medir son las siguientes:

- Sistema de iluminación.

- Sistema de tomacorrientes.
- Sistema telecomunicaciones.
- Sistema de agua potable.
- Sistema de agua caliente.
- Sistema de aguas negras.
- Sistema de ventilación.

A continuación, las siguientes tablas reflejan los muestreos obtenidos en el campo.

Tabla #14, Plantilla Apartamento #101, sistema eléctrico (Iluminación, Tomas, Telecomunicaciones)

MUESTREO DE RENDIMIENTO										
PROYECTO:	NOVATRIANA				FECHA:	10-feb				
INGENIERO RESIDENTE:	ING. ORIANA MORA				HORA DE INICIO:	-				
CANTIDAD DE PERSONAL:	2				HORA DE FIN:	-				
CANTIDAD DE OPERARIOS:	1				SISTEMA:	SISTEMA ELECTRICO				
CANTIDAD DE AYUDANTES:	1									
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:										
Se procede a la instalación de los sistemas de Iluminación, tomacorrientes, Telecomunicaciones en 1 apartamento de 85m2. #101										
ÍTEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	HH TEORICO	HH TOTAL	HH CALCULADO	HH TOTAL	HH CAMPO			
PVC-COND-TUB-12	TUBO PVC COND 12MM (1/2")X3.05M GR TIPO A	53	0.62106	33.12336	27,99290%	23.79396	23.79396	0,44614		
PVC-COND-TUB-18	TUBO PVC COND 18MM (3/4")X3.05M GR TIPO A	25	0.76083	19.02067	16,07457%	13,66338	13,66338	0,54654		
PVC-COND-TUB-25	TUBO PVC COND 25MM (1")X3.05M GR TIPO A	4	0.77953	3.11811	2,63515%	2,23988	2,23988	0,55997		
PVC-COND-UNION-12	UNIÓN PVC CONDUIT 12MM (1/2") TIPO A	53	0.14300	7,62667	6,44538%	5,47857	5,47857	0,10272		
PVC-COND-UNION-18	UNIÓN PVC CONDUIT 18MM (3/4") TIPO A	25	0.18000	4,50000	3,80300%	3,23255	3,23255	0,12930		
PVC-COND-UNION-25	UNIÓN PVC CONDUIT 25MM (1") TIPO A	4	0.22317	0,89267	0,75440%	0,64124	0,64124	0,16031		
PVC-COND-CON-12	CONECTOR PVC CONDUIT 12MM (1/2") TIPO A C/T	135	0.14300	19,30500	16,31486%	13,86763	13,86763	0,10272		
PVC-COND-CON-18	CONECTOR PVC CONDUIT 18MM (3/4") TIPO A C/T	25	0.18000	4,50000	3,80300%	3,23255	3,23255	0,12930		
PVC-COND-CON-25	CONECTOR PVC CONDUIT 25MM (1") TIPO A C/T	9	0.22317	2,00850	1,69740%	1,44279	1,44279	0,16031		
EMT-CAJA-OCT-4X4-12	EMT Caja octagonal USA/UL 12mm (1/2")	22	0.53000	11,66000	9,85399%	8,37589	8,37589	0,38072		
EMT-CAJA-RECT-4X4-12	EMT Caja rectangular USA/UL (2"x4"X2") 12mm (1/2")	11	0.47000	5,17000	4,36922%	3,71384	3,71384	0,33762		
EMT-CAJADF-CUA-4X4-12-18	EMT Caja cuadrada USA/UL (4"x4"x2") doble fondo 12m	15	0.47000	7,05000	5,95803%	5,06432	5,06432	0,33762		
CABLE-CO-6	CABLE Cobre THHW AWG # 6	52	0.00118	0,06142	0,05190%	0,04412	0,04412	0,00085		
CABLE-CO-10	CABLE Cobre THHW AWG # 10	44	0.00098	0,04331	0,03660%	0,03111	0,03111	0,00071		
CABLE-CO-12	CABLE Cobre THHW AWG # 12	360	0.00069	0,24803	0,20961%	0,17817	0,17817	0,00049		
			<b>TOTAL</b>	<b>118,32773</b>		<b>TOTAL</b>	<b>85,00000</b>			
						<b>VARIACIÓN</b>	<b>-28,17%</b>			
DURACION DE ACTIVIDAD						85,00 HORAS				

Tabla #15, Plantilla Apartamento #102, sistema eléctrico (Iluminación, Tomas, Telecomunicaciones)

MUESTREO DE RENDIMIENTO									
PROYECTO:	NOVATRIANA				FECHA:	10-feb			
INGENIERO RESIDENTE:	ING. ORIANA MORA				HORA DE INICIO:	-			
CANTIDAD DE PERSONAL:	2				HORA DE FIN:	-			
CANTIDAD DE OPERARIOS:	1				SISTEMA:	SISTEMA ELECTRICO			
CANTIDAD DE AYUDANTES:	1								
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:</b>									
Se procede a la instalación de los sistemas de Iluminación, tomacorrientes, Telecomunicaciones en 1 apartamento de 85m2. #102									
ÍTEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	HH TEORICO	HH TOTAL	HH CALCULADO	HH TOTAL	HH CAMPO		
PVC-COND-TUB-12	TUBO PVC COND 12MM (1/2")X3.05M GR TIPO A	53	0,62106	33,12336	27,99290%	22,67425	22,67425	0,42514	
PVC-COND-TUB-18	TUBO PVC COND 18MM (3/4")X3.05M GR TIPO A	25	0,76083	19,02067	16,07457%	13,02040	13,02040	0,52082	
PVC-COND-TUB-25	TUBO PVC COND 25MM (1")X3.05M GR TIPO A	4	0,77953	3,11811	2,63515%	2,13447	2,13447	0,53362	
PVC-COND-UNION-12	UNIÓN PVC CONDUIT 12MM (1/2") TIPO A	53	0,14300	7,62667	6,44538%	5,22075	5,22075	0,09789	
PVC-COND-UNION-18	UNIÓN PVC CONDUIT 18MM (3/4") TIPO A	25	0,18000	4,50000	3,80300%	3,08043	3,08043	0,12322	
PVC-COND-UNION-25	UNIÓN PVC CONDUIT 25MM (1") TIPO A	4	0,22317	0,89267	0,75440%	0,61107	0,61107	0,15277	
PVC-COND-CON-12	CONECTOR PVC CONDUIT 12MM (1/2") TIPO A C/T	135	0,14300	19,30500	16,31486%	13,21503	13,21503	0,09789	
PVC-COND-CON-18	CONECTOR PVC CONDUIT 18MM (3/4") TIPO A C/T	25	0,18000	4,50000	3,80300%	3,08043	3,08043	0,12322	
PVC-COND-CON-25	CONECTOR PVC CONDUIT 25MM (1") TIPO A C/T	9	0,22317	2,00850	1,69740%	1,37490	1,37490	0,15277	
EMT-CAJA-OCT-4X4-12	EMT Caja octagonal USA/UL 12mm (1/2")	22	0,53000	11,66000	9,85399%	7,98173	7,98173	0,36281	
EMT-CAJA-RECT-4X4-12	EMT Caja rectangular USA/UL (2"x4"x2") 12mm (1/2")	11	0,47000	5,17000	4,36922%	3,53907	3,53907	0,32173	
EMT-CAJADF-CUA-4X4-12-18	EMT Caja cuadrada USA/UL (4"x4"x2") doble fondo 12m	15	0,47000	7,05000	5,95803%	4,82600	4,82600	0,32173	
CABLE-CO-6	CABLE Cobre THHW AWG # 6	52	0,00118	0,06142	0,05190%	0,04204	0,04204	0,00081	
CABLE-CO-10	CABLE Cobre THHW AWG # 10	44	0,00098	0,04331	0,03660%	0,02965	0,02965	0,00067	
CABLE-CO-12	CABLE Cobre THHW AWG # 12	360	0,00069	0,24803	0,20961%	0,16979	0,16979	0,00047	
			<b>TOTAL</b>	<b>118,32773</b>		<b>TOTAL VARIACIÓN</b>	<b>81,00000</b>	<b>31,55%</b>	
DURACION DE ACTIVIDAD					81,00 HORAS				

Tabla #16, Plantilla Apartamento #103, sistema eléctrico (Iluminación, Tomas, Telecomunicaciones)

MUESTREO DE RENDIMIENTO									
PROYECTO:	NOVATRIANA				FECHA:	10-feb			
INGENIERO RESIDENTE:	ING. ORIANA MORA				HORA DE INICIO:	-			
CANTIDAD DE PERSONAL:	2				HORA DE FIN:	-			
CANTIDAD DE OPERARIOS:	1				SISTEMA:	SISTEMA ELECTRICO			
CANTIDAD DE AYUDANTES:	1								
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:</b>									
Se procede a la instalación de los sistemas de Iluminación, tomacorrientes, Telecomunicaciones en 1 apartamento de 85m2. #103									
ÍTEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	HH TEORICO	HH TOTAL	HH CALCULADO	HH TOTAL	HH CAMPO		
PVC-COND-TUB-12	TUBO PVC COND 12MM (1/2")X3.05M GR TIPO A	53	0,62106	33,12336	27,99290%	24,91368	24,91368	0,46713	
PVC-COND-TUB-18	TUBO PVC COND 18MM (3/4")X3.05M GR TIPO A	25	0,76083	19,02067	16,07457%	14,30636	14,30636	0,57225	
PVC-COND-TUB-25	TUBO PVC COND 25MM (1")X3.05M GR TIPO A	4	0,77953	3,11811	2,63515%	2,34528	2,34528	0,58632	
PVC-COND-UNION-12	UNIÓN PVC CONDUIT 12MM (1/2") TIPO A	53	0,14300	7,62667	6,44538%	5,73638	5,73638	0,10756	
PVC-COND-UNION-18	UNIÓN PVC CONDUIT 18MM (3/4") TIPO A	25	0,18000	4,50000	3,80300%	3,38467	3,38467	0,13539	
PVC-COND-UNION-25	UNIÓN PVC CONDUIT 25MM (1") TIPO A	4	0,22317	0,89267	0,75440%	0,67142	0,67142	0,16785	
PVC-COND-CON-12	CONECTOR PVC CONDUIT 12MM (1/2") TIPO A C/T	135	0,14300	19,30500	16,31486%	14,52022	14,52022	0,10756	
PVC-COND-CON-18	CONECTOR PVC CONDUIT 18MM (3/4") TIPO A C/T	25	0,18000	4,50000	3,80300%	3,38467	3,38467	0,13539	
PVC-COND-CON-25	CONECTOR PVC CONDUIT 25MM (1") TIPO A C/T	9	0,22317	2,00850	1,69740%	1,51069	1,51069	0,16785	
EMT-CAJA-OCT-4X4-12	EMT Caja octagonal USA/UL 12mm (1/2")	22	0,53000	11,66000	9,85399%	8,77005	8,77005	0,39864	
EMT-CAJA-RECT-4X4-12	EMT Caja rectangular USA/UL (2"x4"x2") 12mm (1/2")	11	0,47000	5,17000	4,36922%	3,88861	3,88861	0,35351	
EMT-CAJADF-CUA-4X4-12-18	EMT Caja cuadrada USA/UL (4"x4"x2") doble fondo 12m	15	0,47000	7,05000	5,95803%	5,30265	5,30265	0,35351	
CABLE-CO-6	CABLE Cobre THHW AWG # 6	52	0,00118	0,06142	0,05190%	0,04619	0,04619	0,00089	
CABLE-CO-10	CABLE Cobre THHW AWG # 10	44	0,00098	0,04331	0,03660%	0,03257	0,03257	0,00074	
CABLE-CO-12	CABLE Cobre THHW AWG # 12	360	0,00069	0,24803	0,20961%	0,18656	0,18656	0,00052	
			<b>TOTAL</b>	<b>118,32773</b>		<b>TOTAL VARIACIÓN</b>	<b>89,00000</b>	<b>24,79%</b>	
DURACION DE ACTIVIDAD					89,00 HORAS				

Tabla #17, Plantilla Apartamento #104, sistema eléctrico (Iluminación, Tomas, Telecomunicaciones)

MUESTREO DE RENDIMIENTO										
PROYECTO:	NOVATRIANA				FECHA:	10-feb				
INGENIERO RESIDENTE:	ING. ORIANA MORA				HORA DE INICIO:	-				
CANTIDAD DE PERSONAL:	2				HORA DE FIN:	-				
CANTIDAD DE OPERARIOS:	1				SISTEMA:	SISTEMA ELECTRICO				
CANTIDAD DE AYUDANTES:	1									
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:										
Se procede a la instalación de los sistemas de Iluminación, tomacorrientes, Telecomunicaciones en 1 apartamento de 85m2. #103										
ÍTEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	HH TEORICO	HH TOTAL	HH CALCULADO	HH TOTAL	HH CAMPO			
PVC-COND-TUB-12	TUBO PVC COND 12MM (1/2")X3.05M GR TIPO A	53	0,62106	33,12336	27,99290%	26,59325	26,59325	0,49862		
PVC-COND-TUB-18	TUBO PVC COND 18MM (3/4")X3.05M GR TIPO A	25	0,76083	19,02067	16,07457%	15,27084	15,27084	0,61083		
PVC-COND-TUB-25	TUBO PVC COND 25MM (1")X3.05M GR TIPO A	4	0,77953	3,11811	2,63515%	2,50339	2,50339	0,62585		
PVC-COND-UNION-12	UNIÓN PVC CONDUIT 12MM (1/2") TIPO A	53	0,14300	7,62667	6,44538%	6,12311	6,12311	0,11481		
PVC-COND-UNION-18	UNIÓN PVC CONDUIT 18MM (3/4") TIPO A	25	0,18000	4,50000	3,80300%	3,61285	3,61285	0,14451		
PVC-COND-UNION-25	UNIÓN PVC CONDUIT 25MM (1") TIPO A	4	0,22317	0,89267	0,75440%	0,71668	0,71668	0,17917		
PVC-COND-CON-12	CONECTOR PVC CONDUIT 12MM (1/2") TIPO A C/T	135	0,14300	19,30500	16,31486%	15,49911	15,49911	0,11481		
PVC-COND-CON-18	CONECTOR PVC CONDUIT 18MM (3/4") TIPO A C/T	25	0,18000	4,50000	3,80300%	3,61285	3,61285	0,14451		
PVC-COND-CON-25	CONECTOR PVC CONDUIT 25MM (1") TIPO A C/T	9	0,22317	2,00850	1,69740%	1,61253	1,61253	0,17917		
EMT-CAJA-OCT-4X4-12	EMT Caja octagonal USA/UL 12mm (1/2")	22	0,53000	11,66000	9,85399%	9,36129	9,36129	0,42551		
EMT-CAJA-RECT-4X4-12	EMT Caja rectangular USA/UL (2"x4"x2") 12mm (1/2")	11	0,47000	5,17000	4,36922%	4,15076	4,15076	0,37734		
EMT-CAJADF-CUA-4X4-12-18	EMT Caja cuadrada USA/UL (4"x4"x2") doble fondo 12mm	15	0,47000	7,05000	5,95803%	5,66013	5,66013	0,37734		
CABLE-CO-6	CABLE Cobre THHW AWG # 6	52	0,00118	0,06142	0,05190%	0,04931	0,04931	0,00095		
CABLE-CO-10	CABLE Cobre THHW AWG # 10	44	0,00098	0,04331	0,03660%	0,03477	0,03477	0,00079		
CABLE-CO-12	CABLE Cobre THHW AWG # 12	360	0,00069	0,24803	0,20961%	0,19913	0,19913	0,00055		
TOTAL				118,32773		TOTAL VARIACIÓN	95,00000	19,71%		
DURACION DE ACTIVIDAD						95,00 HORAS				

Tabla #18, Plantilla Apartamento #101 sistema aguas negras

MUESTREO DE RENDIMIENTO										
PROYECTO:	NOVATRIANA				FECHA:	-				
INGENIERO RESIDENTE:	ING. ORIANA MORA				HORA DE INICIO:	-				
CANTIDAD DE PERSONAL:	2				HORA DE FIN:	-				
CANTIDAD DE OPERARIOS:	1				SISTEMA:	SISTEMA AGUAS NEGRAS				
CANTIDAD DE AYUDANTES:	1									
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:										
Se procede a la instalación de los sistemas de Aguas Negras, Aguas Grasas y Ventilación de 85m2. #101										
ÍTEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	HH TEORICO	HH TOTAL	HH CALCULADO	HH TOTAL	HH CAMPO			
PVC-TUB-SDR32.5-100	TUBO PVC 100MM (4")X6M SDR32.5 CC GR	2	2,64000	5,28000	15,72365%	3,38058	3,38058	1,69029		
PVC-TUB-SDR32.5-50	TUBO PVC 50MM (2")X6M SDR32.5 CC BL	2	0,60000	1,20000	3,57356%	0,76831	0,76831	0,38416		
PVC-TUB-SDR41-50	TUBO PVC 50MM (2")X6M SDR41 CC BL	2	0,60000	1,20000	3,57356%	0,76831	0,76831	0,38416		
PVC-YEE-SAN-100	YE PVC SANI 100MM (4")X45" PG BL	4	1,98000	7,92000	23,58547%	5,07088	5,07088	1,26772		
PVC-YEE-SAN-50	YE PVC SANI 50MM (2")X45" PG BL	3	0,45000	1,35000	4,02025%	0,86435	0,86435	0,28812		
PVC-TEE-SAN-100	TE PVC SANI 100MM (4") PG BL	3	1,98000	5,94000	17,68910%	3,80316	3,80316	1,26772		
PVC-TEE-SAN-50	TE PVC SANI 50MM (2") PG BL	3	0,45000	1,35000	4,02025%	0,86435	0,86435	0,28812		
PVC-CODO45-SAN-100	CODO PVC SANI 100MM (4")X45" PG BL	2	0,50000	1,00000	2,97796%	0,64026	0,64026	0,32013		
PVC-CODO45-SAN-50	CODO PVC SANI 50MM (2")X45" PG BL	9	0,30000	2,70000	8,04050%	1,72871	1,72871	0,19208		
PVC-CODO90-SAN-50	CODO PVC SANI 50MM (2")X90" PG BL	5	0,30000	1,50000	4,46694%	0,96039	0,96039	0,19208		
PVC-SIFCR-SAN-38	SIFON C/REG PVC SANI 38MM (1 1/2") PG BL	3	0,48000	1,44000	4,28827%	0,92198	0,92198	0,30733		
PVC-RED-SAN-38A31	RED PVC SANI 38MM (1 1/2")X31MM (1 1/4") PG BL	9	0,30000	2,70000	8,04050%	1,72871	1,72871	0,19208		
TOTAL				33,58000		TOTAL VARIACIÓN	21,50000	35,97%		
DURACION DE ACTIVIDAD						21,50 HORAS				

Tabla #19, Plantilla Apartamento #102 sistema aguas negras

MUESTREO DE RENDIMIENTO									
PROYECTO:	NOVATRIANA								
INGENIERO RESIDENTE:	ING. ORIANA MORA								
CANTIDAD DE PERSONAL:	2								
CANTIDAD DE OPERARIOS:	1								
CANTIDAD DE AYUDANTES:	1								
FECHA:	-								
HORA DE INICIO:	-								
HORA DE FIN:	-								
SISTEMA:	SISTEMA AGUAS NEGRAS								
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:</b>									
Se procede a la instalación de los sistemas de Aguas Negras, Aguas Grasas y Ventilación de 85m2. #102									
ÍTEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	HH TEORICO	HH TOTAL	HH CALCULADO	HH TOTAL	HH CAMPO		
PVC-TUB-SDR32.5-100	TUBO PVC 100MM (4")X6M SDR32.5 CC GR	2	2,64000	5,28000	15,72365%	3,53782	3,53782	1,76891	
PVC-TUB-SDR32.5-50	TUBO PVC 50MM (2")X6M SDR32.5 CC BL	2	0,60000	1,20000	3,57356%	0,80405	0,80405	0,40203	
PVC-TUB-SDR41-50	TUBO PVC 50MM (2")X6M SDR41 CC BL	2	0,60000	1,20000	3,57356%	0,80405	0,80405	0,40203	
PVC-YEE-SAN-100	YE PVC SANI 100MM (4")X45" PG BL	4	1,98000	7,92000	23,58547%	5,30673	5,30673	1,32668	
PVC-YEE-SAN-50	YE PVC SANI 50MM (2")X45" PG BL	3	0,45000	1,35000	4,02025%	0,90456	0,90456	0,30152	
PVC-TEE-SAN-100	TE PVC SANI 100MM (4") PG BL	3	1,98000	5,94000	17,68910%	3,98005	3,98005	1,32668	
PVC-TEE-SAN-50	TE PVC SANI 50MM (2") PG BL	3	0,45000	1,35000	4,02025%	0,90456	0,90456	0,30152	
PVC-CODO45-SAN-100	CODO PVC SANI 100MM (4")X45" PG BL	2	0,50000	1,00000	2,97796%	0,67004	0,67004	0,33502	
PVC-CODO45-SAN-50	CODO PVC SANI 50MM (2")X45" PG BL	9	0,30000	2,70000	8,04050%	1,80911	1,80911	0,20101	
PVC-CODO90-SAN-50	CODO PVC SANI 50MM (2")X90" PG BL	5	0,30000	1,50000	4,46694%	1,00506	1,00506	0,20101	
PVC-SIFCR-SAN-38	SIFON C/REG PVC SANI 38MM (1 1/2") PG BL	3	0,48000	1,44000	4,28827%	0,96486	0,96486	0,32162	
PVC-RED-SAN-38A31	RED PVC SANI 38MM (1 1/2")X31MM (1 1/4") PG BL	9	0,30000	2,70000	8,04050%	1,80911	1,80911	0,20101	
<b>TOTAL</b>				<b>33,58000</b>		<b>TOTAL VARIACIÓN</b>	<b>22,50000</b>	<b>33,00%</b>	
DURACION DE ACTIVIDAD							22,50 HORAS		

Tabla #20, Plantilla Apartamento #103 sistema aguas negras

MUESTREO DE RENDIMIENTO									
PROYECTO:	NOVATRIANA								
INGENIERO RESIDENTE:	ING. ORIANA MORA								
CANTIDAD DE PERSONAL:	2								
CANTIDAD DE OPERARIOS:	1								
CANTIDAD DE AYUDANTES:	1								
FECHA:	-								
HORA DE INICIO:	-								
HORA DE FIN:	-								
SISTEMA:	SISTEMA AGUAS NEGRAS								
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:</b>									
Se procede a la instalación de los sistemas de Aguas Negras, Aguas Grasas y Ventilación de 85m2. #103									
ÍTEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	HH TEORICO	HH TOTAL	HH CALCULADO	HH TOTAL	HH CAMPO		
PVC-TUB-SDR32.5-100	TUBO PVC 100MM (4")X6M SDR32.5 CC GR	2	2,64000	5,28000	15,72365%	3,77367	3,77367	1,88684	
PVC-TUB-SDR32.5-50	TUBO PVC 50MM (2")X6M SDR32.5 CC BL	2	0,60000	1,20000	3,57356%	0,85765	0,85765	0,42883	
PVC-TUB-SDR41-50	TUBO PVC 50MM (2")X6M SDR41 CC BL	2	0,60000	1,20000	3,57356%	0,85765	0,85765	0,42883	
PVC-YEE-SAN-100	YE PVC SANI 100MM (4")X45" PG BL	4	1,98000	7,92000	23,58547%	5,66051	5,66051	1,41513	
PVC-YEE-SAN-50	YE PVC SANI 50MM (2")X45" PG BL	3	0,45000	1,35000	4,02025%	0,96486	0,96486	0,32162	
PVC-TEE-SAN-100	TE PVC SANI 100MM (4") PG BL	3	1,98000	5,94000	17,68910%	4,24538	4,24538	1,41513	
PVC-TEE-SAN-50	TE PVC SANI 50MM (2") PG BL	3	0,45000	1,35000	4,02025%	0,96486	0,96486	0,32162	
PVC-CODO45-SAN-100	CODO PVC SANI 100MM (4")X45" PG BL	2	0,50000	1,00000	2,97796%	0,71471	0,71471	0,35736	
PVC-CODO45-SAN-50	CODO PVC SANI 50MM (2")X45" PG BL	9	0,30000	2,70000	8,04050%	1,92972	1,92972	0,21441	
PVC-CODO90-SAN-50	CODO PVC SANI 50MM (2")X90" PG BL	5	0,30000	1,50000	4,46694%	1,07207	1,07207	0,21441	
PVC-SIFCR-SAN-38	SIFON C/REG PVC SANI 38MM (1 1/2") PG BL	3	0,48000	1,44000	4,28827%	1,02918	1,02918	0,34306	
PVC-RED-SAN-38A31	RED PVC SANI 38MM (1 1/2")X31MM (1 1/4") PG BL	9	0,30000	2,70000	8,04050%	1,92972	1,92972	0,21441	
<b>TOTAL</b>				<b>33,58000</b>		<b>TOTAL VARIACIÓN</b>	<b>24,00000</b>	<b>28,53%</b>	
DURACION DE ACTIVIDAD							24,00 HORAS		

Tabla #21, Plantilla Apartamento #104 sistema aguas negras

MUESTREO DE RENDIMIENTO									
PROYECTO:	NOVATRIANA								
INGENIERO RESIDENTE:	ING. ORIANA MORA								
CANTIDAD DE PERSONAL:	2								
CANTIDAD DE OPERARIOS:	1								
CANTIDAD DE AYUDANTES:	1								
FECHA:	-								
HORA DE INICIO:	-								
HORA DE FIN:	-								
SISTEMA:	SISTEMA AGUAS NEGRAS								
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:</b>									
Se procede a la instalación de los sistemas de Aguas Negras, Aguas Grasas y Ventilación de 85m2. #104									
ÍTEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	HH TEORICO	HH TOTAL	HH CALCULADO	HH TOTAL	HH CAMPO		
PVC-TUB -SDR32.5-100	TUBO PVC 100MM (4")X6M SDR32.5 CC GR	2	2,64000	5,28000	15,72365%	3,69506	3,69506	1,84753	
PVC-TUB -SDR32.5-50	TUBO PVC 50MM (2")X6M SDR32.5 CC BL	2	0,60000	1,20000	3,57356%	0,83979	0,83979	0,41989	
PVC-TUB -SDR41-50	TUBO PVC 50MM (2")X6M SDR41 CC BL	2	0,60000	1,20000	3,57356%	0,83979	0,83979	0,41989	
PVC-YEE -SAN-100	YE PVC SANI 100MM (4")X45" PG BL	4	1,98000	7,92000	23,58547%	5,54258	5,54258	1,38565	
PVC-YEE -SAN-50	YE PVC SANI 50MM (2")X45" PG BL	3	0,45000	1,35000	4,02025%	0,94476	0,94476	0,31492	
PVC-TEE -SAN-100	TE PVC SANI 100MM (4") PG BL	3	1,98000	5,94000	17,68910%	4,15694	4,15694	1,38565	
PVC-TEE -SAN-50	TE PVC SANI 50MM (2") PG BL	3	0,45000	1,35000	4,02025%	0,94476	0,94476	0,31492	
PVC-CODO45 -SAN-100	CODO PVC SANI 100MM (4")X45" PG BL	2	0,50000	1,00000	2,97796%	0,69982	0,69982	0,34991	
PVC-CODO45 -SAN-50	CODO PVC SANI 50MM (2")X45" PG BL	9	0,30000	2,70000	8,04050%	1,88952	1,88952	0,20995	
PVC-CODO90 -SAN-50	CODO PVC SANI 50MM (2")X90" PG BL	5	0,30000	1,50000	4,46694%	1,04973	1,04973	0,20995	
PVC-SIFCR -SAN-38	SIFON C/REG PVC SANI 38MM (1 1/2") PG BL	3	0,48000	1,44000	4,28827%	1,00774	1,00774	0,33591	
PVC-RED -SAN-38A31	RED PVC SANI 38MM (1 1/2")X31MM (1 1/4") PG BL	9	0,30000	2,70000	8,04050%	1,88952	1,88952	0,20995	
<b>TOTAL</b>				<b>33,58000</b>		<b>TOTAL VARIACIÓN</b>	<b>23,50000</b>	<b>30,02%</b>	
DURACION DE ACTIVIDAD							23,50 HORAS		

Tabla #22, Plantilla Apartamento #101 sistema agua potable y agua caliente

MUESTREO DE RENDIMIENTO									
PROYECTO:	NOVATRIANA								
INGENIERO RESIDENTE:	ING. ORIANA MORA								
CANTIDAD DE PERSONAL:	2								
CANTIDAD DE OPERARIOS:	1								
CANTIDAD DE AYUDANTES:	1								
FECHA:	-								
HORA DE INICIO:	-								
HORA DE FIN:	-								
SISTEMA:	SISTEMA AGUA POTABLE								
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:</b>									
Se procede a la instalación de los sistemas de Aguas Potable, 85m2. #101									
ÍTEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	HH TEORICO	HH TOTAL	HH CALCULADO	HH TOTAL	HH CAMPO		
PVC-TUB -SCH40-12	TUBO PVC 12MM (1/2")X6M SCH40 CC BL	3,00000	0,28000	0,84000	8,00000%	0,68000	0,68000	0,22667	
PVC-TUB -SCH40-18	TUBO PVC 18MM (3/4")X6M SCH40 CC BL	2,00000	0,28000	0,56000	5,33333%	0,45333	0,45333	0,22667	
PVC-CODO90 -PRES-12	CODO LISO PVC PRES 12MM (1/2")X90" BL	7,00000	0,14000	0,98000	9,33333%	0,79333	0,79333	0,11333	
PVC-TEE -PRES-12	TE LISA PVC PRES 12MM (1/2") BL	6,00000	0,21000	1,26000	12,00000%	1,02000	1,02000	0,17000	
PVC-TEE -PRES-18	TE LISA PVC PRES 18MM (3/4") BL	10,00000	0,21000	2,10000	20,00000%	1,70000	1,70000	0,17000	
PVC-ADAPM -PRES-12	ADAPTADOR MACHO PVC PRES 12MM (1/2") BL	1,00000	0,15000	0,15000	1,42857%	0,12143	0,12143	0,12143	
PVC-ADAPM -PRES-18	ADAPTADOR MACHO PVC PRES 18MM (3/4") BL	8,00000	0,15000	1,20000	11,42857%	0,97143	0,97143	0,12143	
CPVC-TUB-12	TUBO CPVC FGG ET 12MM (1/2")X6M SDR13.5 SC	3,00000	0,28000	0,84000	8,00000%	0,68000	0,68000	0,22667	
CPVC-ADAPM-12	ADAPTADOR MACHO CPVC FGG 12MM (1/2") BE	5,00000	0,15000	0,75000	7,14286%	0,60714	0,60714	0,12143	
CPVC-CODO90-12	CODO LISO CPVC FGG 12MM (1/2")X90" BE	13,00000	0,14000	1,82000	17,33333%	1,47333	1,47333	0,11333	
<b>TOTAL</b>				<b>10,50000</b>		<b>TOTAL VARIACIÓN</b>	<b>8,50000</b>	<b>19,05%</b>	
DURACION DE ACTIVIDAD							8,50 HORAS		

Tabla #23, Plantilla Apartamento #102 sistema agua potable y agua caliente

MUESTREO DE RENDIMIENTO										
PROYECTO:	NOVATRIANA				FECHA:	-				
INGENIERO RESIDENTE:	ING. ORIANA MORA				HORA DE INICIO:	-				
CANTIDAD DE PERSONAL:	2				HORA DE FIN:	-				
CANTIDAD DE OPERARIOS:	1				SISTEMA:	SISTEMA AGUA POTABLE				
CANTIDAD DE AYUDANTES:	1									
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:										
Se procede a la instalación de los sistemas de Aguas Potable, 85m2. #102										
ÍTEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	HH TEORICO	HH TOTAL	HH CALCULADO	HH TOTAL	HH CAMPO			
PVC-TUB-SCH40-12	TUBO PVC 12MM (1/2")X6M SCH40 CC BL	3,00000	0,28000	0,84000	8,00000%	0,76000	0,76000	0,25333		
PVC-TUB-SCH40-18	TUBO PVC 18MM (3/4")X6M SCH40 CC BL	2,00000	0,28000	0,56000	5,33333%	0,50667	0,50667	0,25333		
PVC-CODO90-PRES-12	CODO LISO PVC PRES 12MM (1/2")X90° BL	7,00000	0,14000	0,98000	9,33333%	0,88667	0,88667	0,12667		
PVC-TEE-PRES-12	TE LISA PVC PRES 12MM (1/2") BL	6,00000	0,21000	1,26000	12,00000%	1,14000	1,14000	0,19000		
PVC-TEE-PRES-18	TE LISA PVC PRES 18MM (3/4") BL	10,00000	0,21000	2,10000	20,00000%	1,90000	1,90000	0,19000		
PVC-ADAPM-PRES-12	ADAPTADOR MACHO PVC PRES 12MM (1/2") BL	1,00000	0,15000	0,15000	1,42857%	0,13571	0,13571	0,13571		
PVC-ADAPM-PRES-18	ADAPTADOR MACHO PVC PRES 18MM (3/4") BL	8,00000	0,15000	1,20000	11,42857%	1,08571	1,08571	0,13571		
CPVC-TUB-12	TUBO CPVC FGG ET 12MM (1/2")X6M SDR13.5 SC	3,00000	0,28000	0,84000	8,00000%	0,76000	0,76000	0,25333		
CPVC-ADAPM-12	ADAPTADOR MACHO CPVC FGG 12MM (1/2") BE	5,00000	0,15000	0,75000	7,14286%	0,67857	0,67857	0,13571		
CPVC-COD90-12	CODO LISO CPVC FGG 12MM (1/2")X90° BE	13,00000	0,14000	1,82000	17,33333%	1,64667	1,64667	0,12667		
<b>TOTAL</b>				<b>10,50000</b>		<b>TOTAL</b>	<b>9,50000</b>			
						<b>VARIACIÓN</b>	<b>9,52%</b>			
DURACION DE ACTIVIDAD					9,50 HORAS					

Tabla #24, Plantilla Apartamento #103 sistema agua potable y agua caliente

MUESTREO DE RENDIMIENTO										
PROYECTO:	NOVATRIANA				FECHA:	-				
INGENIERO RESIDENTE:	ING. ORIANA MORA				HORA DE INICIO:	-				
CANTIDAD DE PERSONAL:	2				HORA DE FIN:	-				
CANTIDAD DE OPERARIOS:	1				SISTEMA:	SISTEMA AGUA POTABLE				
CANTIDAD DE AYUDANTES:	1									
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:										
Se procede a la instalación de los sistemas de Aguas Potable, 85m2. #102										
ÍTEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	HH TEORICO	HH TOTAL	HH CALCULADO	HH TOTAL	HH CAMPO			
PVC-TUB-SCH40-12	TUBO PVC 12MM (1/2")X6M SCH40 CC BL	3,00000	0,28000	0,84000	8,00000%	0,64000	0,64000	0,21333		
PVC-TUB-SCH40-18	TUBO PVC 18MM (3/4")X6M SCH40 CC BL	2,00000	0,28000	0,56000	5,33333%	0,42667	0,42667	0,21333		
PVC-CODO90-PRES-12	CODO LISO PVC PRES 12MM (1/2")X90° BL	7,00000	0,14000	0,98000	9,33333%	0,74667	0,74667	0,10667		
PVC-TEE-PRES-12	TE LISA PVC PRES 12MM (1/2") BL	6,00000	0,21000	1,26000	12,00000%	0,96000	0,96000	0,16000		
PVC-TEE-PRES-18	TE LISA PVC PRES 18MM (3/4") BL	10,00000	0,21000	2,10000	20,00000%	1,60000	1,60000	0,16000		
PVC-ADAPM-PRES-12	ADAPTADOR MACHO PVC PRES 12MM (1/2") BL	1,00000	0,15000	0,15000	1,42857%	0,11429	0,11429	0,11429		
PVC-ADAPM-PRES-18	ADAPTADOR MACHO PVC PRES 18MM (3/4") BL	8,00000	0,15000	1,20000	11,42857%	0,91429	0,91429	0,11429		
CPVC-TUB-12	TUBO CPVC FGG ET 12MM (1/2")X6M SDR13.5 SC	3,00000	0,28000	0,84000	8,00000%	0,64000	0,64000	0,21333		
CPVC-ADAPM-12	ADAPTADOR MACHO CPVC FGG 12MM (1/2") BE	5,00000	0,15000	0,75000	7,14286%	0,57143	0,57143	0,11429		
CPVC-COD90-12	CODO LISO CPVC FGG 12MM (1/2")X90° BE	13,00000	0,14000	1,82000	17,33333%	1,38667	1,38667	0,10667		
<b>TOTAL</b>				<b>10,50000</b>		<b>TOTAL</b>	<b>8,00000</b>			
						<b>VARIACIÓN</b>	<b>23,81%</b>			
DURACION DE ACTIVIDAD					8,00 HORAS					

Tabla #25, Plantilla Apartamento #104 sistema agua potable y agua caliente

MUESTREO DE RENDIMIENTO										
PROYECTO:	NOVATRIANA			FECHA:	-					
INGENIERO RESIDENTE:	ING. ORIANA MORA			HORA DE INICIO:	-					
CANTIDAD DE PERSONAL:	2			HORA DE FIN:	-					
CANTIDAD DE OPERARIOS:	1			SISTEMA:	SISTEMA AGUA POTABLE					
CANTIDAD DE AYUDANTES:	1									
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:</b>										
Se procede a la instalación de los sistemas de Aguas Potable, 85m2. #102										
ÍTEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	HH TEORICO	HH TOTAL	HH CALCULADO	HH TOTAL	HH CAMPO			
PVC-TUB-SCH40-12	TUBO PVC 12MM (1/2")X6M SCH40 CC BL	3,00000	0,28000	0,84000	8,00000%	0,96000	0,96000	0,32000		
PVC-TUB-SCH40-18	TUBO PVC 18MM (3/4")X6M SCH40 CC BL	2,00000	0,28000	0,56000	5,33333%	0,64000	0,64000	0,32000		
PVC-CODO90-PRES-12	CODO LISO PVC PRES 12MM (1/2")X90° BL	7,00000	0,14000	0,98000	9,33333%	1,12000	1,12000	0,16000		
PVC-TEE-PRES-12	TE LISA PVC PRES 12MM (1/2") BL	6,00000	0,21000	1,26000	12,00000%	1,44000	1,44000	0,24000		
PVC-TEE-PRES-18	TE LISA PVC PRES 18MM (3/4") BL	10,00000	0,21000	2,10000	20,00000%	2,40000	2,40000	0,24000		
PVC-ADAPM-PRES-12	ADAPTADOR MACHO PVC PRES 12MM (1/2") BL	1,00000	0,15000	0,15000	1,42857%	0,17143	0,17143	0,17143		
PVC-ADAPM-PRES-18	ADAPTADOR MACHO PVC PRES 18MM (3/4") BL	8,00000	0,15000	1,20000	11,42857%	1,37143	1,37143	0,17143		
CPVC-TUB-12	TUBO CPVC FGG ET 12MM (1/2")X6M SDR13.5 SC	3,00000	0,28000	0,84000	8,00000%	0,96000	0,96000	0,32000		
CPVC-ADAPM-12	ADAPTADOR MACHO CPVC FGG 12MM (1/2") BE	5,00000	0,15000	0,75000	7,14286%	0,85714	0,85714	0,17143		
CPVC-CODO90-12	CODO LISO CPVC FGG 12MM (1/2")X90° BE	13,00000	0,14000	1,82000	17,33333%	2,08000	2,08000	0,16000		
<b>TOTAL</b>				<b>10,50000</b>		<b>TOTAL</b>	<b>12,00000</b>			
						<b>VARIACIÓN</b>	<b>-14,29%</b>			
				DURACION DE ACTIVIDAD		12,00 HORAS				

Se tabulan los datos obtenidos de cada sistema analizado que se han tomado para efectos de actualizar las base de datos.

Tabla #26, Resumen Horas Hombres según muestreo

SISTEMA ELÉCTRICO			
APARTAMENTO	HH TOTAL	UNIDAD	
101	85,00	HORAS	
102	81,00	HORAS	
103	89,00	HORAS	
104	95,00	HORAS	
HH CACULADO MUESTRA	87,50		
HH TÉORICO	118,33		
VARIACIÓN	26,05%		

SISTEMA AGUAS NEGRAS			
APARTAMENTO	HH TOTAL	UNIDAD	
101	21,50	HORAS	
102	22,50	HORAS	
103	24,00	HORAS	
104	23,50	HORAS	
HH CACULADO MUESTRA	22,88		
HH TÉORICO	33,58		
VARIACIÓN	31,88%		

SISTEMA AGUA POTABLE Y CALIENTE		
APARTAMENTO	HH TOTAL	UNIDAD
101	8,50	HORAS
102	9,50	HORAS
103	8,00	HORAS
104	12,00	HORAS
HH CACULADO MUESTRA	9,50	
HH TÉORICO	10,50	
VARIACIÓN	9,52%	

### ANALISIS DE ESCENARIOS EN PROYECTOS REALES

Con la actualización de la base de datos con las referencias anteriores, se prosigue en implementar la plantilla diseñada en 2 proyectos licitados que fueron adjudicados y otros 2 proyectos licitados los cuales se perdieron.

Tabla #27, Proyectos seleccionados

PROYECTO	MONTO PRESUPUESTO
CASA JACO	₪ 18.410.141,91
CASA SENDEROS	₪ 15.596.930,87
INTERLOMAS	₪ 66.510.661,57
MONTERREY	₪ 58.000.000,00

Los alcances de los proyectos son los siguientes:

Sistema eléctrico:

1. Sistema Malla tierra.
2. Canalización y Cableado Acometidas Potencia.
3. Canalización y Cableado Acometidas Telecomunicaciones.
4. Canalización y Cableado Iluminación.
5. Canalización y Cableado Tomacorrientes.
6. Canalización y Cableado Señales (Datos, Teléfono y Televisión).

Sistema mecánico:

1. Sistema Agua Potable, Agua Fría.
2. Sistema Agua Potable, Agua Caliente.

3. Sistema Aguas Negras.
4. Sistema Ventilación.

Se procede a aplicar el análisis a la misma lista de materiales presupuestado en dicho proyecto, para lograr obtener parámetros para un comparativo contra el método tradicional de cálculo de mano de obra.

A continuación, se desglosa el análisis sobre materiales eléctricos y mecánicos del proyecto denominado “Casa Jaco”. Se realizará un análisis completo y los demás escenarios mencionados en la tabla #27 y sólo se expondrán los resultados para definir conclusiones y recomendaciones.

Tabla #28, Plantilla aplicada sobre materiales eléctricos de proyecto en análisis.

PROYECTO CASA JACO						
PLANTILLA SISTEMA ELÉCTRICO						
ÍTEM	MATERIALES ELÉCTRICOS	CANTIDAD	UNIDAD	HH	TOTAL COSTO MO	
<b>1 MALLA TIERRA</b>						
TIERRA-2	Varilla Copperweld 3/4"Ø	1	UND	1,45	\$5.861,43	
TIERRA-3	Registro de inspección	1	UND	0,66	\$2.664,29	
CABLE-CO-4	CABLE Cobre THHW AWG # 4	3	M	0,00	\$11,28	
EMT-TUB-18	EMT Tubo USA/UL 18mm (3/4")	1	UND	0,46	\$1.843,50	
EMT-CON-18	EMT Conector USA/UL 18mm (3/4")	1	UND	0,12	\$479,57	
TIERRA-1	Carga Electrónica de 90 gramos	1	UND	0,66	\$2.664,29	
<b>2 CANALIZACIÓN-CABLEADO ACOMETIDA TELECOMUNICACIONES</b>						
PVC-COND-TUB-25	TUBO PVC COND 25MM (1")X3,05M GR TIPO A	18	UND	0,51	\$37.383,90	
PVC-COND-UNION-25	UNIÓN PVC CONDUIT 25MM (1") TIPO A	18	UND	0,15	\$10.702,43	
PVC-COND-CON-25	CONECTOR PVC CONDUIT 25MM (1") TIPO A C/T	4	UND	0,15	\$2.378,32	
SOPORTE-3	SOPORTE ELÉCTRICO 25MM	36	UND	0,13	\$18.892,20	
<b>Consumibles</b>						
CONS-3	Pegamento PVC	1	1/4 GAL	-	\$0,00	

andresb@cmc.co.cr:  
Ingresar en CELDA VERDE código de base de datos.

IVA SERVICIOS 0%  
IVA MATERIAL 13%  
COSTO HH \$ 4.036,80

andresb@cmc.co.cr:  
Indicar Porcentaje de IVA para servicios.

andresb@cmc.co.cr:  
Indicar Porcentaje de IVA sobre materiales.

andresb@cmc.co.cr:  
Rellenar CELDA VERDE con cantidad según cálculos realizados.

andresb@cmc.co.cr:  
Partida de "consumibles". No se le asignó Horas -Nombre.

<b>3 CANALIZACIÓN-CABLEADO ACOMETIDAS ELÉCTRICAS</b>					
CABLE-ALUM-3/0	CABLE Aluminio XHHW-2 AWG # 3/0 serie 8000	46	M	0,0017	¢321,67
CABLE-ALUM-2/0	CABLE Aluminio XHHW-2 AWG # 2/0 serie 8000	23	M	0,0015	¢136,71
CABLE-ALUM-4	CABLE Aluminio XHHW-2 AWG # 4 serie 8000	23	M	0,0010	¢92,48
EMT-TUB-50	EMT Tubo USA/UL 50mm (2")	1	UND	0,75	¢3.010,43
PVC-COND-TUB-50	TUBO PVC COND 50MM (2")X3.05M GR TIPO A	7	UND	0,68	¢19.310,82
PVC-COND-UNION-50	UNIÓN PVC CONDUIT 50MM (2") TIPO A	7	UND	0,25	¢7.037,26
PVC-COND-CON-50	CONECTOR PVC CONDUIT 50MM (2") TIPO A C/T	2	UND	0,25	¢2.010,65
PVC-COND-TUB-38	TUBO PVC COND 38MM (1 1/2")X3.05M GR TIPO A	5	#N/A	0,55	¢11.053,11
PVC-COND-UNION-38	UNIÓN PVC CONDUIT 38MM (1 1/2") TIPO A	5	UND	0,20	¢4.040,83
PVC-COND-CON-38	CONECTOR PVC CONDUIT 38MM (1 1/2") TIPO A C/T	2	UND	0,20	¢1.616,33
SOPORTE-5	SOPORTE ELECTRICO 50MM	26	UND	0,26	¢27.288,74
	<b>Conectorizado de Equipos</b>				
EQUIPO-TAB	TABLERO DE POTENCIA	3	UND	2,90	¢35.168,56
	<b>Consumibles</b>				
CONS-3	Pegamento PVC	1	1/4 GAL	-	¢0,00
<b>4 CANALIZACIÓN-CABLEADO ILUMINACIÓN</b>					
CABLE-CO-12	CABLE Cobre THHW AWG # 12	617	M	0,00	¢1.132,58
PVC-COND-TUB-12	TUBO PVC COND 12MM (1/2")X3.05M GR TIPO A	62	#N/A	0,41	¢102.590,71
PVC-COND-UNION-12	UNIÓN PVC CONDUIT 12MM (1/2") TIPO A	62	#N/A	0,09	¢23.621,55
PVC-COND-CON-12	CONECTOR PVC CONDUIT 12MM (1/2") TIPO A C/T	54	#N/A	0,09	¢20.573,61
EMT-BX-12	EMT Tubo Biex USA/UL 12mm (1/2")	15	UND	0,12	¢7.526,08
EMT-CONBX-12	EMT Conector Biex USA/UL 12mm (1/2")	54	UND	0,09	¢20.573,61
EMT-AROCUA-1G	EMT Aro 1G USA/UL caja cuadrada (4"x4"x1")	10	UND	0,32	¢12.788,57
EMT-CAJA-OCT-4X4-12	EMT Caja octagonal USA/UL 12mm (1/2")	27	UND	0,35	¢38.125,92
EMT-CAJA-RECT-4X4-12	EMT Caja rectangular USA/UL (2"x4"x2") 12mm (1/2")	10	UND	0,31	¢12.522,14
SOPORTE-1	SOPORTE ELECTRICO 12MM	124	UND	0,13	¢65.073,14
	<b>Conectorizado de Equipos</b>				
EQUIPO-LUM	LUMINARIAS	27	UND	0,33	¢35.967,85
EQUIPO-APAG	APAGADORES	20	UND	1,00	¢80.994,26
	<b>Consumibles</b>				
CONS-2	Tape Temflex de Colores	3	UND	-	¢0,00
CONS-6	Tape Super 33	3	UND	-	¢0,00
CONS-3	Pegamento PVC	2	1/4 GAL	-	¢0,00
CONS-9	TERMINAL DE 1 OJO	37	UND	-	¢0,00
CONS-10	CONECTOR DE RESORTE	81	UND	-	¢0,00

andresb@cmc.co.cr:  
Partida de  
"consumibles" No se le  
asignó Horas -Hombre.

andresb@cmc.co.cr:  
Partida de  
"consumibles" No se le  
asignó Horas -Hombre.

<b>5 CANALIZACIÓN-CABLEADO TOMACORRIENTES SISTEMAS ESPECIALES</b>						
CABLE-CO-12	CABLE Cobre THHW AWG # 12	1033	M	0,00	€1.896,21	
CABLE-CO-10	CABLE Cobre THHW AWG # 10	252	M	0,00	€660,83	
CABLE-CO-8	CABLE Cobre THHW AWG # 8	396	M	0,00	€1.246,13	
CABLE-CO-6	CABLE Cobre THHW AWG # 6	109	M	0,00	€343,00	
CABLE-CO-4	CABLE Cobre THHW AWG # 4	76	M	0,00	€285,66	
PVC-COND-TUB-12	TUBO PVC COND 12MM (1/2")X3.05M GR TIPO A	104	UND	0,41	€172.087,64	
PVC-COND-UNION-12	UNIÓN PVC CONDUIT 12MM (1/2") TIPO A	104	UND	0,09	€39.623,25	
PVC-COND-CON-12	CONECTOR PVC CONDUIT 12MM (1/2") TIPO A C/T	64	UND	0,09	€24.383,54	
PVC-COND-TUB-25	TUBO PVC COND 25MM (1")X3.05M GR TIPO A	38	UND	0,51	€78.921,58	
PVC-COND-UNION-25	UNIÓN PVC CONDUIT 25MM (1") TIPO A	38	UND	0,15	€22.594,03	
PVC-COND-CON-25	CONECTOR PVC CONDUIT 25MM (1") TIPO A C/T	18	UND	0,15	€10.702,43	
PVC-COND-TUB-31	UNIÓN PVC CONDUIT 12MM (1/2") TIPO A	38	UND	0,66	€101.242,83	
PVC-COND-UNION-31	UNIÓN PVC CONDUIT 31MM (1 1/4") TIPO A	38	UND	0,17	€26.340,01	
PVC-COND-CON-31	CONECTOR PVC CONDUIT 31MM (1 1/4") TIPO A C/T	18	UND	0,17	€12.476,85	
EMT-BX-12	EMT Tubo Biex USA/UL 12mm (1/2")	3	UND	0,12	€1.505,22	
EMT-CONBX-12	EMT Conector Biex USA/UL 12mm (1/2")	2	UND	0,09	€761,99	
EMT-AROCUA-1G	EMT Aro 1G USA/UL caja cuadrada (4"x4"x1")	35	UND	0,32	€44.759,99	
EMT-CAJA-OCT-4X4-12	EMT Caja octagonal USA/UL 12mm (1/2")	35	UND	0,35	€49.422,49	
EMT-CAJA-CUA-4X4-12	EMT Caja cuadrada USA/UL (4"x4"x2") 12mm (1/2")	7	UND	0,31	€8.765,50	
EMT-CAJA-RECT-4X4-12	EMT Caja rectangular USA/UL (2"x4"x2") 12mm (1/2")	35	UND	0,31	€43.827,49	
SOPORTE-1	SOPORTE ELECTRICO 12MM	208	UND	0,13	€109.154,95	
SOPORTE-3	SOPORTE ELECTRICO 25MM	76	UND	0,13	€39.883,54	
<b>Conectorizado de Equipos</b>						
EQUIPO-TOMAS	TOMAS	46	UND	0,38	€71.083,12	
<b>Consumibles</b>						
CONS-2	Tape Temflex de Colores	8	UND	-	€0,00	
CONS-6	Tape Super 33	8	UND	-	€0,00	
CONS-3	Pegamento PVC	5	1/4 GAL	-	€0,00	
CONS-9	TERMINAL DE 1 OJO	50	UND	-	€0,00	
CONS-10	CONECTOR DE RESORTE	150	UND	-	€0,00	
<b>6 CANALIZACIÓN-CABLEADO TELECOMUNICACIONES</b>						
CABLE-COAXIAL	CABLE COAXIAL RG-6Q AWG CON MALLA ALUMINIO	82	M	0,13	€42.504,44	
CABLE-UTP-6	CABLE UTP CAT6	164	M	0,13	€85.008,87	
PVC-COND-TUB-18	TUBO PVC COND 18MM (3/4")X3.05M GR TIPO A	44	UND	0,50	€89.190,61	
PVC-COND-UNION-18	UNIÓN PVC CONDUIT 18MM (3/4") TIPO A	44	UND	0,12	€21.101,14	
PVC-COND-CON-18	CONECTOR PVC CONDUIT 18MM (3/4") TIPO A C/T	20	UND	0,12	€9.591,43	
EMT-AROCUA-1G	EMT Aro 1G USA/UL caja cuadrada (4"x4"x1")	10	UND	0,32	€12.788,57	
EMT-CAJA-CUA-4X4-12	EMT Caja cuadrada USA/UL (4"x4"x2") 12mm (1/2")	10	UND	0,31	€12.522,14	
SOPORTE-2	SOPORTE ELECTRICO 18MM	88	UND	0,13	€46.180,94	
<b>Conectorizado de Equipos</b>						
EQUIPO-GABTELECOM	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES	1	UND	2,90	€11.722,85	
EQUIPO-STELECOM	SALIDA TELECOM	10	UND	0,38	€15.452,85	
<b>Consumibles</b>						
CONS-2	Tape Temflex de Colores	2	UND	-	€0,00	
CONS-6	Tape Super 33	2	UND	-	€0,00	
CONS-3	Pegamento PVC	1	1/4 GAL	-	€0,00	
CONS-9	TERMINAL DE 1 OJO	10	UND	-	€0,00	
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>€</b>	<b>1.823.490,32</b>	

andresb@cmc.co.cr:  
Partida de  
"consumibles" No se le  
asignó Horas -Hombre.

andresb@cmc.co.cr:  
Partida de  
"consumibles" No se le  
asignó Horas -Hombre.

andresb@cmc.co.cr:  
Total de Costo por  
Horas-Hombre según  
material calculado.

Tabla #29, Plantilla aplicada sobre materiales mecánicos de proyecto en análisis.

**PLANTILLA SISTEMA MECÁNICO**

ÍTEM	MATERIALES MECÁNICO	CANTIDAD	UNIDAD	HH	TOTAL COSTO M.C
1	<b>SISTEMA AGUA POTABLE</b>				
PVC-TUB-SCH40-12	TUBO PVC 12MM (1/2")X6M SCH40 CC BL	8	UND	0,22	€7.053,09
PVC-TUB-SCH40-18	TUBO PVC 18MM (3/4")X6M SCH40 CC BL	11	UND	0,22	€9.698,00
PVC-TUB-SCH40-25	TUBO PVC 25MM (1")X6M SCH40 CC BL	1	UND	0,22	€881,64
PVC-CODO90-PRES-12	CODO LISO PVC PRES 12MM (1/2")X90° BL	15	UND	0,11	€6.612,27
PVC-CODO90-PRES-18	CODO LISO PVC PRES 18MM (3/4")X90° BL	7	UND	0,11	€3.085,73
PVC-TEE-PRES-12	TE LISA PVC PRES 12MM (1/2") BL	12	UND	0,16	€7.934,73
PVC-TEE-PRES-18	TE LISA PVC PRES 18MM (3/4") BL	4	UND	0,16	€2.644,91
PVC-RED-PRES-18A12	REDUCCION LISA PVC PRES 18MM (3/4")X12MM (1/2") BL	10	UND	0,11	€4.408,18
PVC-RED-PRES-25A18	REDUCCION LISA PVC PRES 25MM (1")X18MM (3/4") BL	1	UND	0,11	€440,82
PVC-RED-PRES-25A12	REDUCCION LISA PVC PRES 25MM (1")X12MM (1/2") BL	3	UND	0,11	€1.322,45
PVC-ADAPM-PRES-12	ADAPTADOR MACHO PVC PRES 12MM (1/2") BL	2	UND	0,12	€944,61
PVC-ADAPM-PRES-18	ADAPTADOR MACHO PVC PRES 18MM (3/4") BL	16	UND	0,12	€7.556,88
PVC-ADAPM-PRES-25	ADAPTADOR MACHO PVC PRES 25MM (1") BL	2	UND	0,12	€944,61
PVC-UTOPE-PRES-12	UNIÓN TOPE LISA PVC PRES 12MM (1/2") BL	2	UND	2,90	€23.426,33
PVC-UTOPE-PRES-18	UNIÓN TOPE LISA PVC PRES 18MM (3/4") BL	16	UND	0,17	€11.083,43
PVC-UTOPE-PRES-25	UNIÓN TOPE LISA PVC PRES 25MM (1") BL	2	UND	0,17	€1.385,43
VALVULA-1	VALVULA DE BOLA 12MM	1	UND	0,23	€944,61
VALVULA-2	VALVULA DE BOLA 18MM	5	UND	0,23	€4.723,05
VALVULA-3	VALVULA DE BOLA 25MM	1	UND	0,23	€944,61
VALVULA-7	VALVULA DE REGULADORA DE PRESION 25MM	2	UND	0,23	€1.889,22
VALVULA-13	MEDIDOR DE AGUA 12MM	1	UND	0,23	€944,61
VALVULA-14	VALVULA BOYA 18MM	1	UND	0,23	€944,61
EQUIPO-LAV	CAJA DE LAVADORA	1	UND	0,61	€2.477,79
EQUIPO-REFRI	CAJA DE REFRIGERADORA	1	UND	0,15	€586,14
SOPORTE-8	SOPORTE MECANICO 12MM	24	UND	0,39	€37.784,41
SOPORTE-9	SOPORTE MECANICO 18MM	33	UND	0,39	€51.953,56
SOPORTE-10	SOPORTE MECANICO 25MM	3	UND	0,39	€4.723,05
	<b>Consumibles</b>				
CONS-3	Pegamento PVC	2	1/4 GAL	-	€0,00
CONS-4	Mecha	1	KG	-	€0,00
CONS-5	Acetona	1	GAL	-	€0,00

andresb@cmc.co.cr:  
Ingresar en CELDA VERDE  
código de base de datos.

IVA SERVICIOS 0%  
IVA MATERIAL 13%  
COSTO HH #####

andresb@cmc.co.cr:  
Indicar Porcentaje de  
IVA para servicios.

andresb@cmc.co.cr:  
Indicar Porcentaje de  
IVA sobre materiales.

andresb@cmc.co.cr:  
Rellenar CELDA VERDE  
con cantidad según  
cálculos realizados.

andresb@cmc.co.cr:  
Partida de  
"consumibles" No se le  
asignó Horas +Hombre.

<b>2 SISTEMA AGUA CALIENTE</b>						
PVC-TUB-SCH40-12	TUBO PVC 12MM (1/2")X6M SCH40 CC BL	8	UND	0,22		€7.053,09
PVC-TUB-SCH40-18	TUBO PVC 18MM (3/4")X6M SCH40 CC BL	11	UND	0,22		€9.698,00
CPVC-TEE-12	TE LISA CPVC FGG 12MM (1/2") BE	9	UND	0,16		€5.951,04
CPVC-TEE-18	TE LISA CPVC FGG 18MM (3/4") BE	3	UND	0,16		€1.983,68
CPVC-COD90-12	CODO LISO CPVC FGG 12MM (1/2")X90° BE	20	UND	0,11		€8.816,36
CPVC-COD90-18	CODO LISO CPVC FGG 18MM (3/4")X90° BE	2	UND	0,11		€881,64
CPVC-UNL-12	UNIÓN LISA CPVC FGG 12MM (1/2") BE	11	UND	0,11		€4.849,00
CPVC-UNL-18	UNIÓN LISA CPVC FGG 18MM (3/4") BE	3	UND	0,11		€1.322,45
CPVC-UNT-12	UNIÓN TOPE CPVC FGG 12MM (1/2") BE	4	UND	0,17		€2.770,86
CPVC-UNT-18	UNIÓN TOPE CPVC FGG 18MM (3/4") BE	4	UND	0,17		€2.770,86
CPVC-ADAPM-12	ADAPTADOR MACHO CPVC FGG 12MM (1/2") BE	4	UND	0,12		€1.889,22
CPVC-ADAPM-18	ADAPTADOR MACHO CPVC FGG 18MM (3/4") BE	4	UND	0,12		€1.889,22
CPVC-RED-18A12	RED LI CPVC FGG 18MM (3/4")X12MM (1/2") BE	4	UND	0,11		€1.763,27
VALVULA-2	VALVULA DE BOLA 18MM	2	UND	0,23		€1.889,22
SOPORTE-8	SOPORTE MECANICO 12MM	24	UND	0,39		€37.784,41
SOPORTE-9	SOPORTE MECANICO 18MM	33	UND	0,39		€51.953,56
	<b>Consumibles</b>					
CONS-7	PEGAMENTO CPVC MEDIO FGG 1/8GL AMARILLO	1	1/8 GAL	-		€0,00
CONS-4	Mecha	1	KG	-		€0,00
CONS-5	Acetona	1	GAL	-		€0,00
<b>3 SISTEMA AGUAS NEGRAS</b>						
PVC-TUB-SDR26-50	TUBO PVC 50MM (2")X6M SDR26 CC BL	5	UND	0,47		€9.446,10
PVC-TUB-SDR26-100	TUBO PVC 100MM (4")X6M SDR26 CC GR	8	UND	2,06		€66.500,55
PVC-CODO90-SAN-50	CODO PVC SANI 50MM (2")X90° PG BL	15	UND	0,23		€14.169,15
PVC-CODO90-SAN-100	CODO PVC SANI 100MM (4")X90° PG BL	2	UND	1,03		€8.312,57
PVC-CODO45-SAN-100	CODO PVC SANI 100MM (4")X45° PG BL	9	UND	0,39		€14.169,15
PVC-YEE-SAN-50	YE PVC SANI 75MM (3")X45° PG BL	2	UND	1,54		€12.468,85
PVC-YEE-SAN-100	YE PVC SANI 150MM (6")X45° PG BL	11	UND	2,01		€89.360,12
PVC-TEE-SAN-100	TE PVC SANI 100MM (4") PG BL	2	UND	1,54		€12.468,85
PVC-ADAPREG-SAN-100	ADAP HEMB P/REG PVC SANI 4" PG BL C/ESP	3	UND	1,14		€13.791,31
PVC-TAPREG-SAN-100	TAPÓN REGISTRO C/R SANI 100MM (4") PG BL	3	UND	1,14		€13.791,31
SOPORTE-12	SOPORTE MECANICO 50MM	15	UND	0,78		€47.230,51
SOPORTE-14	SOPORTE MECANICO 100MM	24	UND	0,78		€75.568,81
	<b>Consumibles</b>					
CONS-3	Pegamento PVC	8	1/4 GAL	-		€0,00
CONS-4	Mecha	4	KG	-		€0,00
CONS-5	Acetona	4	GAL	-		€0,00

andresb@cmc.co.cr:  
Partida de  
"consumibles" No se le  
asignó Horas -Hombre.

andresb@cmc.co.cr:  
Partida de  
"consumibles" No se le  
asignó Horas -Hombre.

4 SISTEMA VENTILACIÓN					
PVC-TUB-SDR26-50	TUBO PVC 50MM (2")X6M SDR26 CC BL	4	UND	0,47	€7.556,88
PVC-CODO90-SAN-50	CODO PVC SANI 50MM (2")X90° PG BL	19	UND	0,23	€17.947,59
PVC-CODO45-SAN-50	CODO PVC SANI 50MM (2")X45° PG BL	2	UND	0,23	€1.889,22
PVC-TEE-SAN-50	TE PVC SANI 50MM (2") PG BL	1	UND	0,35	€1.416,92
PVC-YEE-SAN-50	YE PVC SANI 75MM (3")X45° PG BL	4	UND	1,54	€24.937,71
PVC-ADAPREG-SAN-50	ADAP HEMB P/REG PVC SANI 2" PG BL C/ESP	6	UND	0,26	€6.234,43
VALVULA-15	CAPUCHA DE VENTILACIÓN DE 50MM	6	UND	0,51	€12.468,85
SOPORTE-12	SOPORTE MECANICO 50MM	12	UND	0,78	€37.784,41
<b>Consumibles</b>					
CONS-3	Pegamento PVC	1	I/4 GAL	-	€0,00
CONS-4	Mecha	1	KG	-	€0,00
CONS-5	Acetona	1	GAL	-	€0,00
5 SISTEMA AGUAS PLUVIALES					
PVC-TUB-SDR26-75	TUBO PVC 75MM (3")X6M SDR26 CC BL	9	UND	2,06	€74.813,12
PVC-TUB-SDR26-100	TUBO PVC 100MM (4")X6M SDR26 CC GR	8	UND	2,06	€66.500,55
PVC-CODO90-SAN-75	CODO PVC SANI 75MM (3")X90° PG BL	20	UND	1,03	€83.125,69
PVC-CODO90-SAN-100	CODO PVC SANI 100MM (4")X90° PG BL	5	UND	1,03	€20.781,42
PVC-YEE-SAN-75	YE PVC SANI 100MM (4")X45° PG BL	2	UND	1,54	€12.468,85
PVC-YEE-SAN-100	YE PVC SANI 150MM (6")X45° PG BL	6	UND	2,01	€48.741,88
PVC-ADAPREG-SAN-75	ADAP HEMB P/REG PVC SANI 3" PG BL C/ESP	2	UND	1,14	€9.194,21
PVC-TAPREG-SAN-75	TAPÓN REGISTRO C/R SANI 75MM (3") PG BL	2	UND	1,14	€9.194,21
PVC-ADAPREG-SAN-100	ADAP HEMB P/REG PVC SANI 4" PG BL C/ESP	6	UND	1,14	€27.582,62
PVC-TAPREG-SAN-100	TAPÓN REGISTRO C/R SANI 100MM (4") PG BL	6	UND	1,14	€27.582,62
SOPORTE-13	SOPORTE MECANICO 75MM	27	UND	0,78	€85.014,91
SOPORTE-14	SOPORTE MECANICO 100MM	24	UND	0,78	€75.568,81
<b>Consumibles</b>					
CONS-3	Pegamento PVC	7	I/4 GAL	-	€0,00
CONS-4	Mecha	3	KG	-	€0,00
CONS-5	Acetona	4	GAL	-	€0,00
6 CONEXIÓN DE LOSA SANITARIA, GRIFERÍA Y EQUIPOS					
EQUIPO-TAC	CALENTADOR DE AGUA	1	und	0,92	€3.730,00
EQUIPO-BOMBA	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE	1	und	6,60	€26.642,85
EQUIPO-LAVAT	LAVATORIOS	2	und	0,61	€4.955,57
EQUIPO-INOD	INODOROS	2	und	1,12	€9.058,57
EQUIPO-FREG	FREGADERO	1	und	0,61	€2.477,79
EQUIPO-DUCHA	DUCHA	2	und	0,91	€7.353,43
EQUIPO-PILETA	PILETA	5	und	0,61	€12.388,93
EQUIPO-TAC	CALENTADOR DE AGUA	1	und	0,92	€3.730,00
<b>TOTAL</b>				<b>€</b>	<b>1.439.023,94</b>

andresb@cmc.co.cr:  
Partida de  
"consumibles" No se le  
asignó Horas -Hombre.

andresb@cmc.co.cr:  
Partida de  
"consumibles" No se le  
asignó Horas -Hombre.

andresb@cmc.co.cr:  
Total de Costo por  
Horas-Hombre según  
material calculado.

A continuación, se detalla el significado de pablaras abreviadas:

- IVA: Impuesto de Valor Agregado.
- HH: Horas Hombre.
- MO: Mano de Obra.

En resumen el resultado de las tablas anteriores, dónde se implementan las plantillas diseñadas en la investigación se obtiene la tabla siguiente:

Tabla #30, Resumen plantillas mano de obra directa

COSTOS DIRECTOS OPERARIOS				
SISTEMA ELECTRICO	1	GLB		¢1.823.490,92
SISTEMA MECANICO	1	GLB		¢1.439.023,94
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>¢3.262.514,86</b>

Respecto a la tasa de mano de obra utilizada en esta plantilla, se desglosa a continuación el cálculo correspondiente a los involucrados:

Tabla #31, Plantilla aplicada para cálculo de tasa de mano de obra (valor de horas hombre).

**CÁLCULO DE MANO DE OBRA POR HORA**

Descripción	Suelo por Hora
SUELDO OPERARIO NETO	¢1.800,00
SUELDO AYUDANTE NETO	¢1.300,00
SUELDO OPERARIO BRUTO	¢2.343,95
SUELDO AYUDANTE BRUTO	¢1.692,85

**andresb@cmc.co.cr:**  
Casilla para asignar, costo por hoprar de los Operarios.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Casilla para asignar, costo por hoprar de los Operarios.

Provisiones a sumar en salario	%	Operario	Ayudante
Provisión Vacaciones	3,8491%	¢ 69,28	¢ 50,04
Provisión Aguinaldo	0,0401%	¢ 0,72	¢ 0,52
Aporte Patrono Laboral	26,3300%	¢ 473,94	¢ 342,29
<b>Total Cargas Sociales</b>		<b>¢ 543,95</b>	<b>¢ 392,85</b>
<b>H.H. a considerar en supuesto en cada puesto</b>		<b>¢2.343,95</b>	<b>¢1.692,85</b>

<b>H.H. Total a considerar en supuesto</b>	<b>¢ 4.036,80</b>
--	-------------------

Los costos directos en la empresa en analisis se componen de la siguiente forma:

- Mano de obra directa: Es representado por el operario y el ayudante, quienes instalan directamente el material. Este rubro es el que se ha tomado de referencia de las literaturas descritas en la base de la investigación de este trabajo.

- Equipo Líder: Este es compuesto por los maestros de obras de cada sistema (eléctrico y mecánico) quienes supervisan técnicamente a tiempo completo los trabajos por realizar. Además, se suma también el bodeguero quien representa una figura de soporte logístico y administrativo.

El personal descrito anteriormente es calculado en función al tiempo de ejecución del proyecto, y se usará la siguiente plantilla:

Tabla #32, Plantilla Equipo líder

Horas por mes	251,55			
<b>Costo maestros de obras electrico</b>				
Salario por hora	₡ 2.550,00			
<b>Total por mes</b>	<b>₡ 810.346,94</b>			
<b>Costo maestros de obras mecánico</b>				
Salario por hora	₡ 2.550,00			
<b>Total por mes</b>	<b>₡ 810.346,94</b>			
<b>Bodegueros</b>				
Salario por hora	₡ 1.600,00			
<b>Total por mes</b>	<b>₡ 508.452,98</b>			
<b>Equipo Líder</b>				
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Maestros de obras electricos	1	1	1	1
Maestros de obras mecánicos	1	1	1	1
Bodegueros	1	1	1	1
	₡ 2.129.146,87	₡ 2.129.146,87	₡ 2.129.146,87	₡ 2.129.146,87
<b>Resumen</b>				
Total de MO	₡ 8.516.587,48			
INS	₡ 335.553,55			
Aguinaldo	₡ 709.715,62			
<b>Gran total</b>	<b>₡ 9.561.856,65</b>			

Agregar cantidad de personal requerido por mes.  
 Agregar columnas de meses de ejecución de proyecto.

Como resultado final se obtiene el siguiente resumen con los montos de todos los rubros de los involucrados para ejecutar un proyecto residencial:

Tabla #33, Resumen mano de obra directa total

<b>TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA</b>				
COSTOS DIRECTOS EQUIPO LIDER	1	GLB		₡9.561.856,65
COSTOS DIRECTOS OPERARIOS	1	GLB		₡3.262.514,86
<b>TOTAL</b>				<b>₡12.824.371,51</b>

## ANALISIS DE RESULTADOS

Los resultados se plasman en la siguiente tabla:

Tabla #34, Datos comparando resultados obtenidos con la implementación de plantilla Horas Hombres.

DESCRIPCIÓN	PROYECTO CASA JACO	DATOS USANDO BASE DE DATOS DE HORAS HOMBRE
MANO DE OBRA	₡ 18.410.141,91	₡ 12.824.371,51
PRECIO MATERIALES	₡ 8.151.871,78	₡ 8.151.871,78
INDIRECTOS	₡ 11.278.428,20	₡ 11.278.428,20
UTILIDAD	₡ 5.060.998,44	₡ 5.060.998,44
PRECIO VENTA	₡ 42.901.440,34	₡ 37.315.669,94
AREA	214 m <sup>2</sup>	214 m <sup>2</sup>
% SOBRE VENTA	43%	34%
PRECIO POR METRO CUADRADO (COLONES/M2)	₡ 86.028,70	₡ 59.926,97

Al interpretar la tabla anterior, las diferencias por analizar están achuradas en color verde, donde se puntualiza la atención en el monto de mano de obra. El proyecto “Casa Jaco” es una licitación de una residencia cotizada semanas atrás, y la otra columna corresponde a los datos obtenidos tras la implementación de la plantilla expuesta en las tablas #28 al 33.

Se obtiene 9% de disminución sobre el monto de mano de obra presentado en la licitación. A través de los siguientes gráficos se refleja el comportamiento de los datos calculados de la forma en la que la empresa en análisis lo obtenía, comparada con asignar a la misma lista de materiales presupuestada valores de horas hombres según la tabla #28 y 29.

## Comparación Porcentajes de valor de mano de obra sobre costo de venta

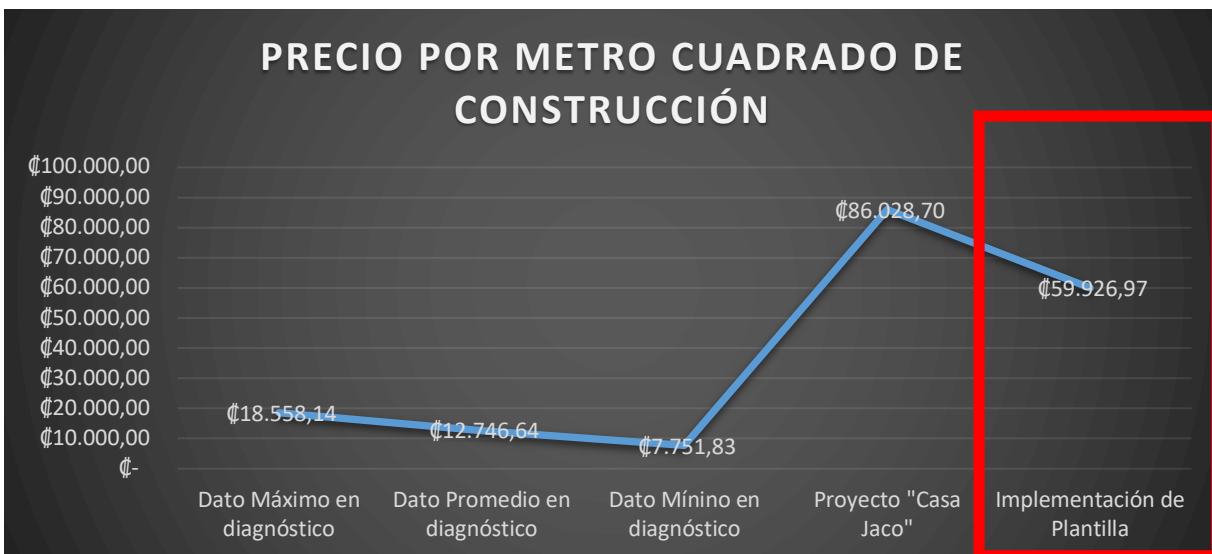
Gráfico #1, Datos de porcentaje de mano de obra sobre monto de venta comparando resultados obtenidos versus los datos del diagnóstico.



El gráfico anterior coloca los resultados obtenidos en los valores promedio según la estadística de proyectos licitados. Prácticamente el implementar la plantilla confeccionada en esta investigación arrastra un valor que estaba en el punto máximo de datos registrados a un promedio.

## Comparación precio de mano de obra por metro cuadrado de construcción

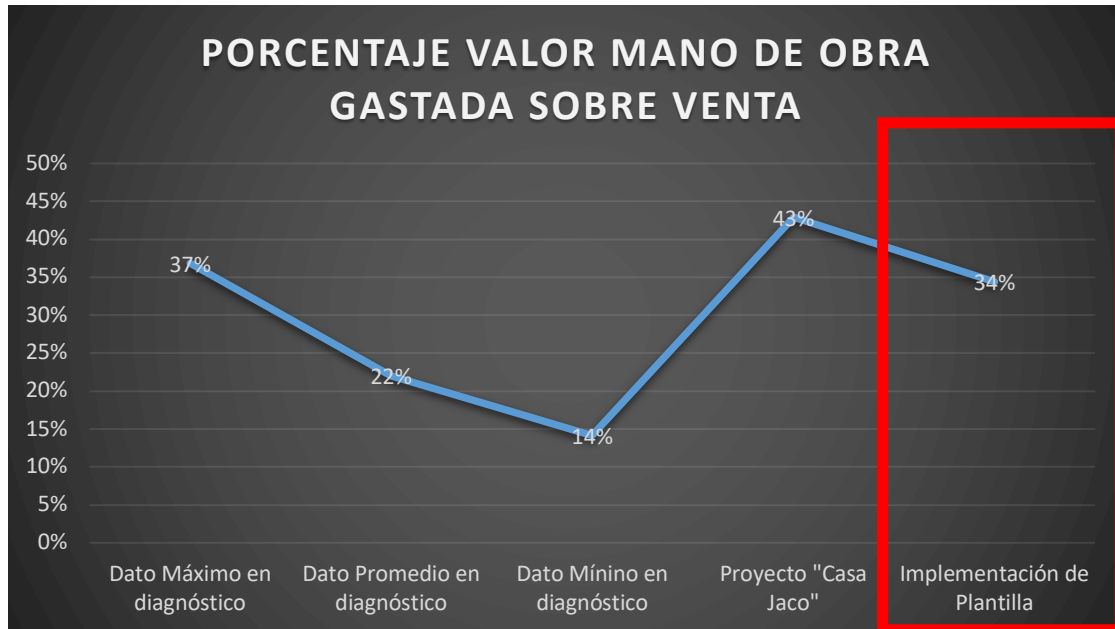
Gráfico #2, Datos de monto de precio por metro cuadrado de construcción comparando resultados obtenidos versus los datos del diagnóstico.



El precio por metro cuadrado en la construcción es un parámetro muy utilizado, pero es muy sensible según la densidad de los sistemas en el área. En ese caso el precio por metro cuadrado a pesar de la reducción de acerca a los valores máximos registrados en proyectos licitados.

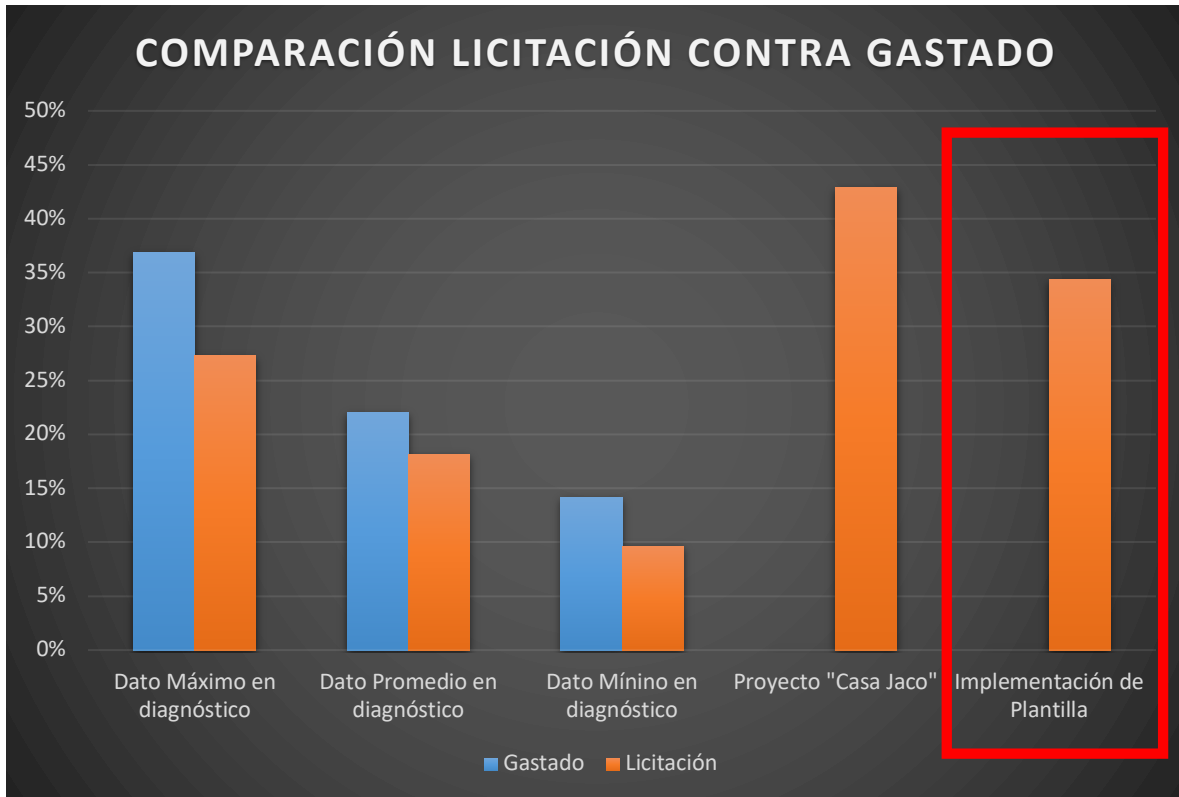
## Comparación con Porcentaje de mano de obra en proyectos ejecutados sobre costo de venta de proyecto

Gráfico #3, Datos de porcentaje de mano de obra gastada sobre monto de venta comparando resultados obtenidos versus los datos del diagnóstico.



El gráfico anterior refleja los resultados obtenidos en los valores promedio según la estadística de proyectos ejecutados. El resultado alcanzado lleva los montos a acercarse a datos mínimos registrados. Resulta una información interesante, ya que el diagnóstico en la tabla #1 muestra una tendencia muy diferente a lo licitado, lo cual es una de las preocupaciones de la empresa analizada. El gráfico siguiente muestra las diferencias tan pronunciadas entre lo licitado y ejecutado, que además se haya registrado en los proyectos seleccionados como muestra y que reflejan los datos del proyecto al cual se le implementa la plantilla de horas hombre.

Gráfico #4, Comparativo de porcentajes de mano de obra licitado contra gastado.



Como último detalle en este punto de la investigación, se implementará en los proyectos expuestos en la tabla #27 la plantilla diseñada, con el propósito de evidenciar las diferencias. Los resultados se plantean en la siguiente tabla:

Tabla #35, Comparativo de porcentajes de mano de obra en lista de proyectos de la tabla #27 del diagnóstico.

PROYECTO	MONTO PRESUPUESTO	MONTO IMPLEMENTANDO PLANTILLA	VARIACIÓN	ESTATUS
CASA JACO	₡ 18.410.141,91	₡ 12.824.371,51	₡ 5.585.770,40	30% NO ADJUDICADO
CASA SENDEROS	₡ 15.596.930,87	₡ 14.027.773,80	₡ 1.569.157,07	10% NO ADJUDICADO
INTERLOMAS	₡ 66.510.661,57	₡ 71.988.164,17	-₡ 5.477.502,60	-8% ADJUDICADO
MONTERREY	₡ 58.000.000,00	₡ 72.187.326,32	-₡ 14.187.326,32	-24% ADJUDICADO

Se presentan 4 casos: 2 que son proyectos licitados dónde no fue favorecida la empresa en análisis con la adjudicación y otros 2 casos de proyectos que fueron adjudicados pero con un monto de mano que presentó pérdidas, según la tabla #4 (Proyecto 4 y Proyecto 1 respectivamente). Respecto al caso de los proyectos pérdidas, la empresa en análisis hubiera podido ofrecer una oferta más competitiva.

## CONTROL Y SEGUIMIENTO DE MANO DE OBRA DE PROYECTOS EN EJECUCIÓN

Comparando las tabla #4 y 5 respecto a “**Porcentaje Gastado sobre Venta**” contra “**Porcentaje usando Plantilla**”, queda en evidencia que es necesario implementar un control sobre el recurso de mano de obra, en el que la alimentación del archivo diseñado recae en la responsabilidad de los diferentes actores quienes participan en la ejecución del proyecto. También permitirá un control cruzado y así garantizar el seguimiento de forma periódica del documento.

A continuación se desglosará un paso a paso dónde Ind. Significa indicador, el cual está contenido en un archivo anexo a este trabajo (Anexo #19). Para efectos del ejercicio se implementará dicha plantilla en un proyecto en ejecución.

Tabla #25, Indicadores de Mano de Obra

Presupuestado		Eléctrico	Mecánico
Ind.1	Monto de contrato	₡	122.284.663,22
Ind.2	Monto en ODC	₡	-
	Total	₡	122.284.663,22
Gasto real			
Ind.3	Monto de MO sin aporte patronal	₡	13.646.588,65
Ind.4	Aporte patronal a CCSS	₡	3.593.146,79
Ind.5	Subcontratos	₡	-
	Total	₡	17.239.735,44
Proyección de gastos de MO			
Ind.6	Monto de MO sin aporte patronal	₡	70.811.325,00
Ind.7	Aporte patronal a CCSS	₡	18.644.621,87
Ind.8	Provisión de aguinaldo	₡	5.900.943,75
Ind.9	INS		
Ind.10	Subcontratos	₡	-
	Total	₡	95.356.890,62
Ind.11	Ganancia proyectada		
		₡	26.927.772,59
Ind.12	Porcentaje consumido		19%
	Monto Consumido	₡	13.646.588,65
Ind.13	Porcentaje por consumir		81%
	Monto por consumir	₡	66.315.267,69

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar Monto de MO de proyecto con alcance original contractual.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar Monto actividades adicionales contratadas durante la obra.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Total de Monto asignado a Subcontratos

Las celdas en color verde, igual que las anteriores plantillas es en las que el usuario interactúa y digita los datos correspondientes. Los demás son cálculos ya establecidos y automáticos en la plantilla.

- Ind. 1: **Monto de contrato:** Corresponde al monto total de la partida de mano de obra del proyecto adjudicado.
- Ind. 2: **Monto en ODC:** ODC es la abreviatura de Órdenes De Cambio. Esta celda corresponde al monto de mano obra asignado en cada trabajo adicional aprobado en el proyecto en curso.
- Ind. 3: **Monto de MO sin aporte patronal:** MO es la abreviatura de Mano de Obra y esta celda es la suma de los cortes de valores de mano de obra bisemanales gastados que debe de alimentar el usuario en la plantilla.
- Ind. 4: **Aporte patronal a CCSS:** CCSS es la abreviatura de Caja Costarricense de Seguro Social, la cual es la entidad que brinda atención integral de la salud, y por ley el patrono debe de realizar un aporte por cada trabajador registrado, el cual corresponde al 26,33% del salario bruto reportado.  
“**Monto de MO sin aporte patronal**” x 26,33%.
- Ind. 5: **Subcontratos:** En algunas ocasiones se subcontratan las actividades de mano de obra y en esos casos el monto asignado de igual manera que el gasto de planilla se debe reportar en los gastos en subcontratos. Este indicador es la suma de todos los subcontratos contratados en el proyecto.
- Ind. 6: **Monto de MO sin aporte patronal:** MO es la abreviatura de Mano de Obra y esta celda es la suma de los valores de mano de obra proyectados que debe de alimentar el usuario en la plantilla.
- Ind. 7: **Aporte patronal a CCSS:** CCSS es la abreviatura de Caja Costarricense de Seguro Social, la cual es la entidad que brinda atención integral de la salud, y por ley el patrono debe de realizar un aporte por cada trabajador registrado, el cual corresponde al 26,33% del salario bruto reportado.  
“**Monto de MO sin aporte patronal**” x 26,33%. Este rubro corresponde a un monto proyectado.
- Ind. 8: **Provisión de Aguinaldo:** Partida correspondiente a monto de aguinaldo a provisionar a lo largo del proyecto.  
“**Monto de MO sin aporte patronal**” / 12 meses
- Ind. 9: **INS:** Instituto Nacional de Seguros (INS), es la encargada de ofrecer el seguro obligatorio de Riesgos del Trabajo, que aparte de ser un instrumento de la seguridad social.  
“**Monto de MO sin aporte patronal**” x 3,93%.

- Ind. 10: **Subcontratos:** En algunas ocasiones se subcontratan las actividades de mano de obra y en esos casos el monto asignado de igual manera que el gasto de planilla se debe reportar los gastos en subcontratos. Este indicador es la suma de todos los subcontratos contratados en el proyecto.
- Ind. 11: **Ganancia Proyectada:** Presupuesto – Gasto Proyectado
- Ind. 12: **Monto Consumido:** Indicador de Monto gastado porcentual.
- Ind. 13: **Monto Por Consumir:** (Monto gastado – Monto proyectado) / Monto proyectado.

Tabla #26, Planificación y proyección de costo de mano de obra

**CONTROL DE MANO DE OBRA**

PROYECTO: xxxxxxxxxxxxxx

CLIENTE: xxxxxxxxxxxxxx

andresb@cmc.co.cr:  
Rellenar con salarios  
Netos promedios.

andresb@cmc.co.cr:  
Proyectar cada mes la  
cantidad de cada  
trabajador requerido.

Planificación total de proyecto							
Costo por hora	1800	1300	1800	1300	2400	1650	
Mes	OE	AE	OM	AM	MO	BO	Total Personal
1 Enero	1	1	1	1	2	1	7
2 Febrero	2	2	2	2	2	1	11
3 Marzo	4	4	4	4	2	1	19
4 Abril	4	4	4	4	2	1	19
5 Mayo	4	4	4	4	2	1	19
6 Junio	4	4	4	4	2	1	19
7 Julio	4	4	4	4	2	1	19
8 Agosto	4	4	4	4	2	1	19
9 Septiembre	4	4	4	4	2	1	19
10 Octubre	4	4	4	4	2	1	19
TOTALES	35	35	35	35	20	10	170

Proyección de Costo MO Mensual							
Mes	OE	AE	OM	AM	MO	BO	Total
Personal	2	2	2	1	2	1	
Costo x Hora	€ 3.600,00	€ 2.600,00	€ 3.600,00	€ 1.300,00	€ 4.800,00	€ 1.650,00	€ 17.550,00
Costo por semana	€ 210.600,00	€ 152.100,00	€ 210.600,00	€ 76.050,00	€ 280.800,00	€ 96.525,00	€ 1.026.675,00
Costo por mes	€ 905.580,00	€ 654.030,00	€ 905.580,00	€ 327.015,00	€ 1.207.440,00	€ 415.057,50	€ 4.414.702,50

andresb@cmc.co.cr:  
Rellenar con salarios  
Netos promedios.

andresb@cmc.co.cr:  
Proyectar cada mes la  
cantidad de cada  
trabajador requerido.

andresb@cmc.co.cr:  
Copiar cantidades de cada puesto de "Planificación  
total de proyecto" en celdas VERDES de  
"Proyección de Costo MO Mensual" para obtener

- Paso #1: definir Monto de salario Bruto por Hora.
  - OE: Operario Eléctrico.
  - AE: Ayudante Eléctrico.
  - OM: Operario Mecánico.
  - AM: Ayudante Mecánico.
  - BO: Bodeguero.
- Paso #2: Proyectar en los meses contratados la cantidad requerida de cada uno de los colaboradores mencionados anteriormente.
- Paso #3: En el recuadro de “Proyección de Costo de MO Mensual” se llenan las celdas con la proyección de cada mes, para determinar el costo de cada mes contratados.

- Paso #4: Rellenar la tabla a continuación el cual va a consolidar todos los meses y totalizarlo.

Tabla #27, Consolidado de costos mensuales proyectados.

PROYECCION			
CMC		SUBCONTRATOS	
Mes	COSTO	SUBCONTRATISTA	MONTO
1 Enero	₡ 3.182.107,50		
2 Febrero	₡ 4.741.717,50		
3 Marzo	₡ 7.860.937,50		
4 Abril	₡ 7.860.937,50		
5 Mayo	₡ 7.860.937,50		
6 Junio	₡ 7.860.937,50		
7 Julio	₡ 7.860.937,50		
8 Agosto	₡ 7.860.937,50		
9 Septiembre	₡ 7.860.937,50		
10 Octubre	₡ 7.860.937,50		
<b>Total</b>	<b>₡ 70.811.325,00</b>		<b>₡ -</b>

andresb@cmc.co.cr:  
Copiar cantidades de cada puesto en celdas VERDES para obtener costo mensual el cual esta en "Proyeccion de Costo MO Mensual" en la celda CELESTE

Por último, la tabla a continuación es para llevar el registro de costos de mano de obra gastado, que se lleva de forma bisemanal.

Tabla #28, Consolidado de costos mensuales gastados.

COSTO REAL			
CMC		SUBCONTRATOS	
Mes	COSTO	SUBCONTRATISTA	MONTO
Enero			
Febrero	₡ 241.633,70		
Febrero	₡ 426.310,89		
Marzo	₡ 733.000,89		
Marzo	₡ 1.255.436,68		
Abril	₡ 1.328.222,11		
Abril	₡ 2.019.478,54		
Mayo	₡ 1.791.523,16		
Mayo	₡ 1.742.923,16		
Junio	₡ 2.076.523,23		
Junio	₡ 2.031.536,30		
<b>Total</b>	<b>₡ 13.646.588,65</b>		<b>₡ -</b>

andresb@cmc.co.cr:  
Rellenar con montos reales gastados según planilla. El monto es el monto NETO.

## CONCLUSIONES

Analizando en detalle los resultados se llega a las siguientes conclusiones:

- Se obtiene una base de datos para proyectos residenciales para efectos de cálculos directamente relacionado con el cálculo de materiales. (Ver Anexo #20 archivo adjunto)
- La base de datos implementada en este proyecto permitirá a la empresa en estudio realizar de una manera acertada, presupuestos con valores de mano de obra de mayor precisión. Eso contando los siguientes datos comparativos:
  - Porcentajes sobre ventas. Gráfico #1
  - Precio por metro cuadrado. Gráfico #2
  - Porcentajes comparando registros de lo construido, y lo licitado. Gráfico #4
- Implementando la plantilla en los 4 proyectos seleccionados según la tabla #27 se logra una mejor propuesta en ambos casos:
  - En el caso de los proyectos que no fueron adjudicados, se evidencia que implementando la tabla se hubiera logrado un mejor número en el rubro de mano de obra.
  - En el caso de los proyectos adjudicados se refleja un mal cálculo de mano obra, exponiendo la empresa a una pérdida económica en el rubro de mano de obra.
- La generación de plantilla de control de rendimiento, para la actualización de la base de datos, permite garantizar una mejora continua, identificando fallos en el proceso de ejecución de los proyectos. Ver anexo #18.
- Con los resultados analizados en la tabla se concluye que la plantilla además de reflejar resultados de menor porcentaje que los licitados, presenta menos variación entre un proyecto y otro.

- En licitaciones se debe extraer el monto correspondiente a los maestros de obra y bodeguero del costo directo. Ese costo debe ser calculado en función al tiempo. Se debe manejar como un rubro aparte.

## **RECOMENDACIONES**

- Se confecciona plantilla de control de mano de obra para efectos de mejorar, incentivar y tener monitoreado los montos de mano obra, Anexo #19.
- La base de datos obtenida en este estudio debe estar en constante revisión y actualización, en la que a través de plantillas de medición de rendimientos en campo se esté mejorando continuamente. Es decir, se recomienda realizar actualizaciones a los datos obtenidos de rendimientos de mano de obra, con el propósito de obtener presupuestos y programaciones más cercanas a la realidad. Dicha actualización se recomienda implementar en los proyectos actuales en ejecución.
- Se recomienda verificar en los procesos de planificación todos los errores que ocasionan retrabajos, ya que eso no se contempla en esta plantilla. A través de procesos de verificación de información y alcance del proyecto, se pueden garantizar un proceso de ejecución fluido y efectivo de parte de la mano de obra directa de los proyectos.
- La planificación de tareas a ejecutar es recomendable realizarla semanalmente para poder analizar todos los riesgos que impidan el incumplimiento del cronograma y así intervenir a tiempo con decisiones acertadas. Se deben identificar muy bien las actividades predecesoras, lo que implica la participación de un equipo de trabajo externo a esta disciplina profesional.
- Se deben realizar planos para guiar al personal técnico en la ejecución de la actividad y así obtener un adecuado flujo de trabajo.
- Se recomienda mejorar la planificación en el pedido de materiales y equipos de importación, para no interrumpir el adecuado proceso de trabajo en las actividades.

- Tomando en cuenta los imprevistos anteriores, los datos obtenidos aún son menores a los cálculos. Por lo tanto, se llega a las siguientes recomendaciones para el uso de las plantillas:
  - Realizar muestra de rendimiento al inicio de la producción de actividades electromecánico, con el fin de ajustar el rendimiento del personal asignado. Con dicho rendimiento se monitorea durante el proyecto.
  - Apuntar y resaltar los imprevistos para anticiparlo en el resto de la producción.
  - Se propone agregar 1 hora al final de cada actividad para efecto de limpieza y devolución de herramienta a bodega.
  - Se propone agregar 1 hora al final de cada actividad para revisión e inspección de trabajo realizado.
  - Se propone agregar 2 hora al final de cada actividad para realizar pruebas correspondientes a cada sistema.

## REFERENCIAS

- Arboleda, S. (2014). Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación. Obtenido de Bdigital.
- Castro, D. &. (2015). Organización y control de obras. Cantabria: Editorial Universidad de Cantabria.
- David A. Chasis, (1988) Plastic Piping Systems, Second Edition.  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/45932/1/71792750.2014>.  
<https://www.urbanismo.com/proyecto-de-construccion-fase-de-conceptualizacion-y-fases-de-definicion/>
- John S. Page, (1999) Estimator's Electrical Man-Hour Manual, Third Edition,

ANEXOS

ANEXO #01

BRANCH, SERVICE, AND FEEDER ROUGH-IN 3

**SQUARE BOXES, COVERS, AND RINGS**

**Concrete Block, Brick, or Hollow Tile Walls  
(Concealed Installation)**

MANHOURS EACH

Item	Size (Inches)	Manhours for Height to			
		10'	15'	20'	25'
<b>Square Type</b>					
Box	4	.47	.52	.55	.59
Box Extension	4	.29	.32	.34	.36
Plaster Ring	4	.16	.18	.19	.20
Cover - 1- or 2-Device	4	.15	.17	.18	.19
Tile Cover - 1- or 2-Device	4	.20	.22	.24	.25
Offset Cover - 1-Device	4	.30	.33	.35	.37
Cover Surface Mtg. Device	4	.16	.18	.19	.20
Blank Cover	4	.16	.18	.19	.20
Cover with K.O.	4	.43	.47	.51	.54
Swivel Hanger Cover	4				
Box	4-11/16	.54	.59	.64	.67
Box Extension	4-11/16	.34	.37	.40	.42
Plastic Ring	4-11/16	.25	.28	.29	.31
Cover - 1- or 2-Device	4-11/16	.25	.28	.29	.31
Tile Cover - 1- or 2-Device	4-11/16	.31	.34	.36	.39
Cover Surface Mtg. Device	4-11/16	.47	.52	.55	.59
Blank Cover	4-11/16	.26	.29	.31	.32
Cover with K.O.	4-11/16	.26	.29	.31	.32

ANEXO #02

**Concrete Block, Brick, and Hollow Tile Walls**

**(Concealed Installation)**

MANHOURS EACH

Item	Size (Inches)	Manhours for Height to			
		10'	15'	20'	25'
<b>Octagon Type</b>					
Box	4	.53	.58	.62	.66
Hung Ceiling Box	4	.50	.55	.59	.62
Box Extension	4	.30	.33	.35	.37
<b>Round Type</b>					
Plaster Ring	4	.16	.18	.19	.20
Device Cover	4	.16	.18	.19	.20
Blank Cover	4	.16	.18	.19	.20
Cover with K.O.	4	.16	.18	.19	.20
Switch or Receptacle Cover	4	.16	.18	.19	.20
Swivel Hanger Cover	4	.56	.62	.66	.70

Manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, layout, and installing items as outlined.

Manhours exclude installing special fasteners and anchors, fittings, conduit, raceway, and scaffolding. See respective tables for these time frames.

For individual heights greater than 25 feet increase above manhours 10% for each additional 5 feet or fraction thereof.

ANEXO #03

**BRANCH, SERVICE, AND FEEDER ROUGH-IN 9**

**KNOCKOUT TYPE OUTLET GANG BOXES AND  
COVERS**

**Flat Concrete Slab Construction  
(Concealed Installation)**

**MANHOURS EACH**

Item	Manhours for Height to			
	10'	15'	20'	25'
<b>Square Boxes</b>				
2-Gang	0.48	0.53	0.56	0.60
3-Gang	0.85	0.94	1.00	1.06
4-Gang	0.85	0.94	1.00	1.06
5-Gang	1.10	1.21	1.29	1.37
6-Gang	1.38	1.52	1.62	1.72
7-Gang	1.82	2.00	2.14	2.27
8-Gang	2.31	2.54	2.72	2.88
<b>Device Covers</b>				
2-Gang	0.23	0.25	0.27	0.29
3-Gang	0.32	0.35	0.38	0.40
4-Gang	0.32	0.35	0.38	0.40
5-Gang	0.32	0.35	0.38	0.40
6-Gang	0.48	0.53	0.56	0.60
7-Gang	0.48	0.53	0.56	0.60
8-Gang	0.48	0.53	0.56	0.60
<b>Surface Mounting Cover Device</b>				
2-Gang	0.32	0.35	0.38	0.40
3-Gang	0.32	0.35	0.38	0.40
4-Gang	0.47	0.52	0.55	0.59
5-Gang	0.47	0.52	0.55	0.59
6-Gang	0.66	0.73	0.78	0.82
<b>Blank Covers</b>				
2-Gang	0.23	0.25	0.27	0.29
3-Gang	0.23	0.25	0.27	0.29
4-Gang	0.32	0.35	0.38	0.40
5-Gang	0.32	0.35	0.38	0.40
6-Gang	0.48	0.53	0.56	0.60
7-Gang	0.48	0.53	0.56	0.60
8-Gang	0.48	0.53	0.56	0.60

Manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, layout, and installing items as outlined.

Manhours exclude installing special fasteners and anchors, fittings, conduit, raceway, and scaffolding. See respective tables for these time frames.

For individual heights greater than 25 feet increase manhours 10% for each additional 5 feet or fraction thereof.

ANEXO #04

**54 BRANCH, SERVICE, AND FEEDER ROUGH-IN**

**GALVANIZED RIGID STEEL CONDUIT**

**Walls and Ceilings  
(Exposed Installation)**

**MANHOURS PER HUNDRED LINEAR FEET**

Size (Inches)	Manhours for Height to			
	10'	15'	20'	25'
1/2	5.74	6.31	6.76	7.16
3/4	7.03	7.73	8.27	8.77
1	7.20	7.92	8.47	8.98
1-1/4	7.23	7.95	8.51	9.02
1-1/2	8.61	9.47	10.13	10.74
2	11.48	12.63	13.51	14.32
2-1/2	16.04	17.64	18.88	20.01
3	21.19	23.31	24.94	26.44
3-1/2	22.47	24.72	26.45	28.03
4	30.49	33.54	35.89	38.04
5	41.68	45.85	49.06	52.00
6	53.86	59.25	63.39	67.20

ANEXO #05

**BRANCH, SERVICE, AND FEEDER ROUGH-IN 63**

**PLASTIC CONDUIT**

**Concrete Block, Brick, or Hollow Tile  
(Concealed Installation)**

**MANHOURS PER HUNDRED LINEAR FEET**

Size (Inches)	Manhours for Height to			
	10'	15'	20'	25'
1/2	6.31	6.95	7.43	7.88
3/4	7.73	8.51	9.10	9.65
1	7.92	8.71	9.32	9.88
1-1/4	7.95	8.75	9.36	9.92
1-1/2	8.43	9.27	9.92	10.51
2	10.52	11.58	12.39	13.13
2-1/2	17.64	19.41	20.76	22.00
3	19.43	21.37	22.86	24.24
3-1/2	20.60	22.66	24.25	25.70
4	27.95	30.75	32.90	34.87
5	38.20	42.03	44.96	47.66
6	49.37	54.30	58.11	61.59

ANEXO #06

**Walls and Ceilings  
(Exposed Installation)**

**MANHOURS PER HUNDRED LINEAR FEET**

Size (Inches)	Manhours for Height to			
	10'	15'	20'	25'
3/8	3.80	4.18	4.47	4.74
1/2	4.34	4.77	5.10	5.41
3/4	5.62	6.19	6.62	7.02
1	5.76	6.34	6.78	7.19
1-1/4	7.06	7.77	8.31	8.81
1-1/2	8.80	9.68	10.36	10.98
2	13.27	14.60	15.62	16.56
2-1/2	18.54	20.39	21.82	23.13
3	27.30	30.03	32.14	34.07

Manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, layout, and installing flexible conduit as outlined.

Manhours exclude installation of fittings and wire, and placement of scaffolding. See respective tables for these time frames

For heights above 25 feet increase manhours 10% for each additional 5 feet or fraction thereof.

If parallel runs are to be installed at the same time apply the following percentages of the manhours for each additional run:

- For Second Parallel Run—97%
- For Third Parallel Run—94%
- For Fourth Parallel Run—90%
- For Fifth Parallel Run—85%
- For Each Run Above Five—82%

**BRANCH CIRCUIT WIRING  
SINGLE CONDUCTOR—600 VOLTS  
Size # 8 and Smaller—Solid Copper Wire  
For Heights to 10 Feet**

MANHOURS PER LINEAR FOOT AND NUMBER OF WIRES LISTED

Type of Insulation	Wire Size	Runs in Length											
		To 15'				16' to 30'				31' to 50'			
		Number of Wires				Number of Wires				Number of Wires			
		2	3	4	6	2	3	4	6	2	3	4	6
Rubber	#16	.015	.020	.028	.039	.014	.019	.025	.036	.013	.017	.024	.033
	#14	.016	.021	.029	.041	.014	.019	.025	.036	.014	.019	.025	.036
	#12	.019	.025	.035	.049	.017	.023	.031	.044	.016	.021	.029	.041
	#10	.028	.037	.051	.072	.025	.033	.045	.064	.024	.032	.044	.062
Thermo-Plastic	#16	.014	.019	.025	.036	.013	.017	.024	.033	.012	.016	.022	.031
	#14	.015	.020	.028	.039	.014	.019	.025	.036	.013	.017	.024	.033
	#12	.018	.024	.033	.046	.016	.021	.029	.041	.015	.020	.027	.038
	#10	.026	.035	.047	.067	.023	.031	.042	.059	.022	.029	.040	.056
	# 8	.031	.041	.056	.080	.028	.037	.051	.072	.026	.035	.047	.067

**For Heights to 15 Feet**

MANHOURS PER LINEAR FOOT AND NUMBER OF WIRES LISTED

Type of Insulation	Wire Size	Runs in Length											
		To 15'				16' to 30'				31' to 50'			
		Number of Wires				Number of Wires				Number of Wires			
		2	3	4	6	2	3	4	6	2	3	4	6
Rubber	#16	.016	.021	.029	.041	.014	.019	.025	.036	.014	.019	.025	.036
	#14	.017	.023	.031	.044	.015	.020	.028	.039	.014	.019	.025	.036
	#12	.021	.028	.038	.054	.019	.025	.035	.049	.018	.024	.033	.046
	#10	.030	.040	.040	.077	.027	.036	.049	.069	.026	.035	.047	.067
	# 8	.036	.048	.048	.092	.032	.043	.058	.082	.031	.041	.056	.080
Thermo-Plastic	#16	.015	.020	.028	.039	.014	.019	.025	.036	.013	.017	.024	.033
	#14	.016	.021	.029	.041	.014	.019	.025	.036	.014	.019	.025	.036
	#12	.019	.025	.035	.049	.017	.023	.031	.044	.016	.021	.029	.041
	#10	.028	.037	.051	.072	.025	.033	.045	.064	.024	.032	.044	.062
	# 8	.033	.044	.060	.085	.030	.040	.055	.077	.028	.037	.051	.072

Manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, placing wire coils or spools on reel stands or racks or opening wire cartons, fishing raceway runs, attaching wire to fish tape or other pull-in means, pulling wire into conduit type raceway and duct or pull-out and laying wire into wireways or channels, identifying or "polling out" the circuit conductors, and splicing and tagging for connections to panelboards, equipment, or outlet device.

If duplicate pulls above 6 are made reduce manhours 4% for each 2-, 3-, 4-, or 6-wire installation to compensate for equipment set-up time.

Manhours apply for all types of rubber or thermoplastic insulated wire.

Manhours exclude extensive identification, "ringing-out," connection to panelboard, equipment or outlet device and scaffolding. See respective tables for these time frames.

**FLEXIBLE METALLIC ARMORED CABLE  
FOR BRANCH CIRCUITS**

**BX and BXL Types—Wire Size #8 and Smaller  
Suspended Ceilings (Concealed Work)**

MANHOURS PER 100 LINEAR FEET

Type of Cable	Wire Size	Number of Conductors	Manhours for Height to			
			10'	15'	20'	25'
AC Solid BX	#14	2	4.12	4.45	4.63	4.77
	#14	3	4.81	5.19	5.40	5.56
	#14	4	5.49	5.93	6.17	6.35
	#12	2	4.81	5.19	5.40	5.56
	#12	3	5.49	5.93	6.17	6.35
	#12	4	6.11	6.60	6.86	7.07
	#10	2	6.72	7.26	7.55	7.77
	#10	3	7.40	7.99	8.31	8.56
	#10	4	8.39	9.06	9.42	9.71
	# 8	2	8.09	8.74	9.09	9.36
	# 8	3	9.47	10.23	10.64	10.96
# 8	4	11.00	11.88	12.36	12.73	
ACL Solid BXL	#14	2	4.27	4.61	4.80	4.94
	#14	3	4.96	5.36	5.57	5.74
	#12	2	4.96	5.36	5.57	5.74
	#12	3	5.49	5.93	6.17	6.35
	#10	2	6.64	7.17	7.45	7.68
	#10	3	7.48	8.07	8.40	8.65
	# 8	2	8.70	9.40	9.77	10.06
	# 8	3	9.92	10.71	11.14	11.48
Solid Armored	# 8	1	4.88	5.27	5.48	5.65
	# 6	1	6.11	6.60	6.86	7.07
	# 4	1	7.33	7.92	8.23	8.48

Manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, placing cable reels on stands or racks, layout, cutting, installing, placing normal cable clamps at termination, and normal securing of cable in position.

Manhours exclude installation of special connectors, fasteners and anchors, and scaffolding. See respective tables for these time frames.

For heights above 25 feet increase manhours 5% for each additional 5 feet or fraction thereof.

**CONNECTORS FOR  
FLEXIBLE METALLIC ARMORED CABLE  
AND  
NONMETALLIC SHEATHED CABLE**

MANHOURS EACH

Item and Description	Size (Inches)	Manhours for Height to			
		10'	15'	20'	25'
<b><u>Flexible Metallic Armored Cable</u></b>					
Straight Connector	3/8	.044	.048	.049	.051
Straight Connector	1/2	.143	.154	.161	.165
Straight Connector	3/4	.180	.194	.202	.208
Duplex Connector	3/8	.056	.060	.063	.065
Angle Connector	3/8	.050	.054	.056	.058
Angle Connector	1/2	.147	.184	.191	.197
Angle Connector	3/4	.190	.205	.213	.220
<b><u>Nonmetallic Sheathed Cable</u></b>					
Snap Connector	3/8	.041	.044	.046	.047
Screw Connector	3/8	.050	.054	.056	.058
Screw Connector	1/2	.143	.154	.161	.165
Screw Connector	3/4	.180	.194	.202	.208

Manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, placing and connecting, connectors as outlined.

Manhours exclude installation of cable, fasteners, and scaffolding. See respective tables for these time frames.

For heights above 25 feet increase manhours 5% for each additional 5 feet or fraction thereof.

ANEXO #10

116 BRANCH, SERVICE, AND FEEDER WIRING

**SERVICE AND FEEDER WIRING  
SINGLE CONDUCTOR—600 VOLTS  
Size #6 and Larger—Stranded Copper Wire  
Rubber Insulated  
For Heights to 10 Feet**

MANHOURS PER LINEAR FOOT AND NUMBER OF WIRES LISTED

Wire Size	Runs in Length											
	To 50'				51' to 100'				101' to 200'			
	Number of Wires				Number of Wires				Number of Wires			
	2	3	4	6	2	3	4	6	2	3	4	6
6	.031	.036	.043	.056	.029	.032	.036	.046	.027	.029	.033	.040
4	.037	.043	.051	.066	.034	.037	.043	.054	.032	.035	.039	.047
2	.041	.047	.057	.074	.038	.042	.048	.060	.035	.038	.042	.051
1	.047	.054	.065	.084	.043	.047	.054	.068	.040	.043	.048	.059
1/0	.057	.066	.079	.102	.052	.057	.066	.082	.049	.053	.059	.072
2/0	.066	.076	.091	.118	.061	.067	.077	.096	.057	.062	.069	.083
3/0	.077	.089	.106	.138	.071	.078	.090	.112	.066	.071	.080	.097
4/0	.089	.102	.123	.160	.082	.090	.104	.130	.077	.083	.093	.107
250 MCM	.094	.108	.130	.169	.086	.095	.109	.136	.081	.087	.098	.119
300 MCM	.100	.115	.138	.179	.092	.101	.116	.145	.086	.093	.104	.126
350 MCM	.106	.122	.146	.190	.098	.108	.124	.155	.091	.098	.110	.133
400 MCM	.115	.132	.159	.206	.106	.117	.134	.168	.099	.107	.120	.145
500 MCM	.124	.143	.171	.222	.114	.125	.144	.180	.107	.116	.129	.157
750 MCM	.165	.190	.228	.296	.152	.167	.192	.240	.142	.153	.172	.208
1000 MCM	.201	.231	.277	.361	.185	.204	.234	.293	.173	.187	.209	.253

Manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, placing wire coils or spools on reel stands or racks or opening wire cartons, fishing raceway runs, attaching wire to fish tape or other pull-in means, measuring and cutting wire, pulling wire into conduit type raceway or duct, or pull-out and lay wire into wireways or channels, identifying or "polling out" the circuit conductors, and tagging for connections to branch circuits, panel boards, or equipment.

If duplicate pulls above 6 are made reduce manhours 4% for each 2-, 3-, 4-, or 6-wire installation to compensate for equipment set-up time.

Manhours exclude extensive identification, "ringing-out," connection to branch circuit, panel board or equipment, and scaffolding. See respective tables for these time requirements.

ANEXO #11

**120 BRANCH, SERVICE, AND FEEDER WIRING**

**SERVICE AND FEEDER WIRING  
SINGLE CONDUCTOR—600 VOLTS  
Size #6 and Larger—Stranded Aluminum Wire  
Rubber Insulated  
For Heights to 10 Feet**

**MANHOURS PER LINEAR FOOT AND NUMBER OF WIRES LISTED**

Wire Size	Runs in Length											
	To 50'				51' to 100'				101' to 200'			
	Number of Wires				Number of Wires				Number of Wires			
	2	3	4	6	2	3	4	6	2	3	4	6
6	.029	.033	.040	.052	.027	.030	.034	.043	.025	.027	.030	.037
4	.035	.040	.048	.063	.032	.035	.040	.051	.030	.032	.036	.044
2	.039	.045	.054	.070	.036	.040	.046	.060	.034	.037	.041	.050
1	.042	.048	.058	.075	.039	.043	.049	.062	.036	.039	.044	.053
1/0	.053	.061	.073	.095	.049	.054	.062	.077	.046	.050	.056	.067
2/0	.059	.068	.081	.106	.054	.059	.068	.085	.051	.055	.062	.075
3/0	.069	.079	.095	.124	.063	.069	.080	.100	.059	.064	.071	.086
4/0	.080	.092	.110	.144	.074	.081	.094	.117	.069	.075	.083	.101
250 MCM	.084	.097	.116	.151	.077	.085	.097	.122	.072	.078	.087	.105
300 MCM	.090	.104	.124	.161	.083	.091	.105	.131	.077	.083	.093	.113
350 MCM	.096	.110	.132	.172	.088	.097	.111	.139	.083	.090	.100	.121
400 MCM	.101	.116	.139	.181	.092	.101	.116	.145	.087	.094	.105	.127
500 MCM	.104	.120	.144	.187	.096	.106	.121	.152	.089	.096	.108	.130
750 MCM	.142	.163	.196	.255	.131	.144	.166	.207	.122	.132	.148	.179
1000 MCM	.175	.201	.242	.314	.161	.177	.204	.255	.151	.163	.183	.221

Manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, placing wire coils or spools on reel stands or racks or opening wire cartons, fishing raceway runs, attaching wire to fish tape or other pull-in means, measuring and cutting wire, pulling wire into conduit type raceway or duct, or pull-out and lay wire into wireways or channels, identifying or "polling out" the circuit conductors, and tagging for connections to branch circuits, panel boards, or equipment.

If duplicate pulls above 6 are made reduce manhours 4% for each 2-, 3-, 4-, or 6-wire installation to compensate for equipment set-up time.

Manhours exclude extensive identification, "ringing-out," connection to branch circuit, panel board or equipment, and scaffolding. See respective tables for these time requirements.

**134 BRANCH, SERVICE, AND FEEDER WIRING****SERVICE AND FEEDER WIRE GROUNDING MATERIALS****MANHOURS FOR UNITS LISTED**

Item and Description	Size	Unit	Manhours
Ground Clamps	1/2"-1"	Each	1.10
Ground Clamps	1-1/4"-2"	Each	1.93
Ground Clamps	2-1/2"-3-1/2"	Each	2.75
Ground Clamps	4"-5"	Each	3.85
Ground Clamps	6"	Each	4.40
Ground Straps	3/8"-1"	Each	0.55
Ground Straps	3/8"-2"	Each	0.83
Ground Straps-Perforated	3/4"	Each	0.83
Ground Clamp with 1/2" Conduit Hub	1/2"-1"	Each	1.65
Ground Clamp with 1/2" Conduit Hub	1-1/4"-2"	Each	2.48
Ground Clamp with 1/2" Conduit Hub	2-1/4"-4"	Each	3.30
Ground Clamp with 3/4" Conduit Hub	1/2"-1"	Each	1.93
Ground Clamp with 3/4" Conduit Hub	1-1/4"-2"	Each	2.75
Ground Clamp with 3/4" Conduit Hub	2-1/2"-4"	Each	3.58
Ground Clamp with 1" Conduit Hub	1/2"-1"	Each	2.20
Ground Clamp with 1" Conduit Hub	1-1/4"-2"	Each	3.03
Ground Clamp with 1" Conduit Hub	2-1/4"-4"	Each	3.85
Ground Rods	3/8"x5'0"	Each	1.10
Ground Rods	1/2"x5'0"	Each	1.10
Ground Rods	1/2"x8'0"	Each	1.65
Ground Rods	5/8"x8'0"	Each	1.65
Ground Rods	5/8"x10'0"	Each	2.20
Ground Rods	3/4"x10'0"	Each	2.30
Ground Rods	1"x10'0"	Each	4.40
Ground Rod Clamps	3/8"	Each	0.83
Ground Rod Clamps	1/2"	Each	1.10
Ground Rod Clamps	5/8"	Each	1.38
Ground Rod Clamps	3/4"	Each	1.65
Ground Rod Clamps	1"	Each	1.93
Solid Bare Copper Wire	#8	Lin. Ft.	0.02
Solid Bare Copper Wire	#6	Lin. Ft.	0.03
Stranded Bare Copper Wire	#4	Lin. Ft.	0.04
Stranded Bare Copper Wire	#2	Lin. Ft.	0.05
Stranded Bare Copper Wire	#1/0	Lin. Ft.	0.06
Stranded Bare Copper Wire	#2/0	Lin. Ft.	0.07
Stranded Bare Copper Wire	#3/0	Lin. Ft.	0.08

Manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, and installing items as outlined for grounding conductors.

Manhours exclude installation of service and feeder wiring, tagging, and scaffolding. See respective tables for these time frames.

**WIRING DEVICES—SWITCHES, OUTLETS, AND RECEPTACLES 151****SWITCH AND RECEPTACLE COMBINATIONS AND  
DUPLEX RECEPTACLES**

MANHOURS EACH

Item Description	Manhours
<b>Switch and Receptacle Combinations</b>	
Single Pole Switch and 2-Wire Receptacle	1.38
Single Pole Switch and 3-Wire Grounding Receptacle	1.45
Two Single Pole Switches	1.38
One Single Pole and One 3-way Switch	1.45
Two 3-Way Switches	1.52
<b>Duplex Receptacles</b>	
Nongrounding – 125V – 2-Pole 2-Wire – 15 Amp	0.29
Nongrounding – 125V – 2-Pole 2-Circuit – 15 Amp	0.50
Grounding – 125V – 2-Pole 2-Wire – 15 Amp	0.33
Grounding – 125V – 2-Pole 2-Wire – 20 Amp	0.58
Grounding – 125V – 2-Pole 2-Circuit – 15 Amp	0.50
Grounding – 125V – 2-Pole 2-Circuit – 20 Amp	0.72
Grounding – 250V – 2-Pole 2-Wire – 15 Amp	0.44
Grounding – 277V – 2-Pole 2-Wire – 15 Amp	0.44

Manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, distributing, clearing box of debris, making copper conductor of normal gauge connections, and mounting device in box or fitting.

Manhours are based on installation of up to 10 devices on a single floor. If more than 10 devices are to be installed decrease manhours by the following percentages:

- 11 to 50 – Decrease 20%
- 51 to 100 – Decrease 30%
- 101 or more – Decrease 35%

If aluminum conductors of a larger gauge for a given amperage are to be connected to the devices increase the manhours 10%.

Manhours exclude installation of conduit, boxes, plates, conductors and other devices. See respective tables for these time frames.

## 172 LIGHTING FIXTURES

**COMMERCIAL INTERIOR INCANDESCENT  
FIXTURES  
SQUARE BODY RECESSED MOUNTED  
3- and 4-Lamp Units**

## MANHOURS EACH

Item Description	Manhours Required to							
	Hang Only For Height to				Assemble and Hang For Height to			
	10'	15'	20'	25'	10'	15'	20'	25'
<u>Unwired – 3-Lamp</u>								
60 Watts	0.50	0.55	0.59	0.63	0.91	1.00	1.08	1.15
100 Watts	0.56	0.62	0.67	0.71	0.99	1.09	1.18	1.25
150 Watts	0.59	0.65	0.70	0.74	1.10	1.21	1.31	1.39
200 Watts	0.65	0.72	0.77	0.82	1.18	1.30	1.40	1.49
<u>Prewired – 3-Lamp</u>								
60 Watts	0.39	0.43	0.46	0.49	0.69	0.76	0.82	0.87
100 Watts	0.43	0.47	0.51	0.54	0.74	0.81	0.88	0.93
150 Watts	0.46	0.51	0.55	0.58	0.85	0.94	1.01	1.07
200 Watts	0.50	0.55	0.59	0.63	0.91	1.00	1.08	1.15
<u>Unwired – 4-Lamp</u>								
60 Watts	0.50	0.55	0.59	0.63	0.91	1.00	1.08	1.15
100 Watts	0.56	0.62	0.67	0.71	0.99	1.09	1.18	1.25
150 Watts	0.59	0.65	0.70	0.74	1.07	1.18	1.27	1.35
200 Watts	0.65	0.72	0.77	0.82	1.16	1.28	1.38	1.46
<u>Prewired – 4-Lamp</u>								
60 Watts	0.65	0.72	0.77	0.82	1.16	1.28	1.38	1.46
100 Watts	0.67	0.74	0.80	0.84	1.21	1.33	1.44	1.52
150 Watts	0.72	0.79	0.86	0.91	1.29	1.42	1.53	1.62
200 Watts	0.78	0.86	0.93	0.98	1.40	1.54	1.66	1.76

All manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, distributing, layout, and marking for installation.

Hang-Only manhours only include hanging of fixture.

Assemble-and-Hang manhours include complete assembling of fixture, installation, connecting the circuit power to the fixture, testing, and verifying fixture operation.

Manhours exclude installation of conduit, boxes, circuit wiring, switches, light bulbs, special hangers or supports not supplied with fixture, and ladders or scaffolding. See respective tables for these time frames.

For heights above 25 feet increase manhours 5% for each additional 5 feet or fraction thereof.

ANEXO #15

**DISTRIBUTION AND POWER PANELBOARDS**

**Cabinet Installation**

**MANHOURS EACH**

Weight Range (Pounds)	Wall Construction In Place	Wall Construction Not In Place
25-50	4.40	5.00
51-74	6.60	7.40
76-100	8.80	9.90
101-125	11.00	12.40
126-150	13.20	15.10
151-175	15.40	17.90
176-200	17.60	20.30
201-250	21.60	25.40
251-300	23.80	28.00
301-350	29.70	35.50
351-400	34.00	40.80
401-450	39.00	46.10

Manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, distributing, locating and setting of the back box, panel interior, and cover.

Manhours exclude installation of back box fastenings, special supports, and conductor connections. See respective tables for these time frames.

**282 PANELBOARDS AND ACCESSORIES**

**DISTRIBUTION AND POWER PANELBOARDS  
CIRCUIT BREAKER TYPE**

**Panelboard Branches**

**MANHOURS EACH**

Trip Amperage Range	Maximum Lug Capacity	Number of Pole Branch and Conductor Connections				
		1-Pole 2-Wire	2-Pole 2-Wire	2-Pole 3-Wire	3-Pole 3-Wire	3-Pole 4-Wire
15-50	#4	0.80	0.93	1.11	1.39	1.66
70-100	#1	1.64	1.85	2.21	2.49	3.05
70-125	#1/0	-	3.00	3.39	3.58	4.22
125-225	#1/0	-	3.00	3.30	3.45	3.85
150-225	#300 MCM	-	3.30	3.90	4.17	4.81
150-225	#4/0	-	3.30	3.90	3.90	4.60
250	#4/0	-	3.30	4.20	4.20	4.68
400	#4/0	-	-	-	4.60	5.50
125-225	#250 MCM	-	3.90	4.80	5.10	5.75
250-400	2-#250 MCM	-	4.50	5.40	5.70	6.33
250-400	1-#600 MCM	-	4.50	5.40	5.70	6.33
400	2-#500 MCM	-	6.60	8.70	9.00	10.64
600	2-#500 MCM	-	7.20	9.00	9.30	10.93
600	1-#600 MCM	-	7.20	9.00	9.30	10.93
800	3-#500 MCM	-	9.00	9.60	10.20	12.00
800	2-#600 MCM	-	9.00	9.60	10.20	12.00
1,000	3-#600 MCM	-	9.60	13.20	13.80	16.68

Manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, distributing and installing the individual component items comprising the interior of a distribution panelboard and giving consideration to a prorated amount of bus and mounting paw assembly weight, and the conductor connections.

Manhours exclude installation of the cabinet or back box and cover. See respective table for this time frame.

ANEXO #16

**304 SWITCHES, STARTERS, CONTROLS AND GUTTERS**

**EXTERNALLY OPERATED SAFETY SWITCHES  
GENERAL PURPOSE TYPE ENCLOSURE**

**250-Volt Fusible and Nonfusible**

**Separate Installation**

**MANHOURS EACH**

Amperage Size	Maximum Lug Capacity	Fusible				Nonfusible			
		2-Pole 2-Wire	2-Pole 3-Wire	3-Pole 3-Wire	3-Pole 4-Wire	2-Pole 2-Wire	2-Pole 3-Wire	3-Pole 3-Wire	3-Pole 4-Wire
30	#14-#6	2.20	2.40	2.40	2.60	1.70	1.90	1.90	2.00
60	#14-#2	2.70	3.00	3.00	3.20	2.30	2.50	2.50	2.70
100	#14-#1/0	3.00	3.30	3.30	3.50	2.50	2.80	2.80	3.00
200	#6-#250 MCM	4.90	5.30	5.30	5.80	4.40	4.90	4.90	5.20
400	2-#4-#250 MCM	7.70	8.50	8.50	9.20	7.30	8.00	8.00	8.70
600	2-#2-#600 MCM	10.40	11.50	11.50	12.40	10.00	11.00	11.00	11.90
800	3-#1/0-#600 MCM	14.40	15.80	15.80	17.10	14.00	15.30	15.30	16.60
1,200	4-#1/0-#500 MCM	19.80	21.80	21.80	23.50	18.90	20.80	20.80	22.50

**Combination Installation**

**MANHOURS EACH**

Amperage Size	Maximum Lug Capacity	Fusible				Nonfusible			
		2-Pole 2-Wire	2-Pole 3-Wire	3-Pole 3-Wire	3-Pole 4-Wire	2-Pole 2-Wire	2-Pole 3-Wire	3-Pole 3-Wire	3-Pole 4-Wire
30	#14-#6	2.60	2.90	2.90	3.10	2.20	2.40	2.40	2.60
60	#14-#2	3.60	4.00	4.00	4.30	3.20	3.50	3.50	3.70
100	#14-#1/0	3.90	4.30	4.30	4.60	3.40	3.80	3.80	4.10
200	#6-#250 MCM	5.80	6.30	6.30	6.80	5.30	5.80	5.80	6.30
400	2-#4-#250 MCM	8.60	9.50	9.50	10.30	8.20	9.00	9.00	9.70
600	2-#2-#600 MCM	11.30	12.50	12.50	13.50	10.90	12.00	12.00	12.90
800	3-#1/0-#600 MCM	15.30	16.80	16.80	18.20	14.90	16.30	16.30	17.60
1,200	4-#1/0-#500 MCM	20.70	22.80	22.80	24.60	19.80	21.80	21.80	23.50

Manhours include checking out of job storage, handling, job hauling, distributing, positioning, and conductor terminations of switches as outlined.

Manhours exclude fastening or field cut knockouts. See respective tables for these time frames.

Separate installation involves the installation of the individual switch and does not require the detailed layout of the combination installation. The combination installation manhours reflect the additional layout time required.

ANEXO #17

**Table 6-3. Estimated Man-Hours for Joining Methods of Aboveground Piping**

Type of Joint	Pipe Size (in.)						
	1	2	4	6	8	10	12
	Estimated Man-Hours per Joint (hr)						
Welded	0.15	0.30	0.80	1.32	1.72	2.16	2.81
Threaded	0.08	0.18	0.80	2.00	...	...	...
Flanged <sup>a</sup>	0.06	0.11	0.15	0.40	0.50	0.80	1.00
Cemented	0.07	0.15	0.25	0.66	0.86	1.08	1.41
Fusion	0.05	0.10	0.18	0.50	0.70	0.92	1.20
Mechanical	0.04	0.08	0.12	...	...	...	...
Solder/brazed	0.07	0.15	0.50	1.50	2.15	...	...

<sup>a</sup>Solid flanges to 2 in. and Van Stone flanges above 2 in.; lined piping comes with solid one-piece flanges.

<sup>b</sup>Compression-type joints (not used in our analysis).

## ANEXO #18

MUESTREO DE RENDIMIENTO

PROYECTO:	
INGENIERO RESIDENTE:	
CANTIDAD DE PERSONAL:	
CANTIDAD DE OPERARIOS:	
CANTIDAD DE AYUDANTES:	

FECHA:	
HORA DE INICIO:	
HORA DE FIN:	
SISTEMA:	

**andresb@cmc.co.cr:**  
Fecha de Muestreo

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar Hora exacta de inicio de actividad.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar Hora exacta de fin de actividad en general.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar Hora exacta de fin de actividad en general.

**DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD:**

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar material según base de datos.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar clasificación de material. por ejemplo: PVC, EMT.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar calibre en caso de cable, accesorios de conexión, y diámetros o dimensiones en caso de tuberías.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar Hora exacta de inicio de instalación de material.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Describir ampliamente actividad. debe ser una actividad que sea completa. Por ejemplo una batería sanitaria completa, un circuito ramal, una alimentación eléctrica de un punto a otro.

DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	TIPO DE MATERIAL	CALIBRE / DIAMETRO	HORA INICIO	HORA FIN	CANTIDAD

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar Cantidad de material instalado en el tiempo del muestreo.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar Hora exacta de fin de instalación de material.

**FACTORES DEL ENTORNO:**

TEMPERATURA:	
ALTURA DE TRABAJO:	
PROFUNDIDAD DE ZANJA:	
DISTANCIA DE LA BODEGA DE SUMINISTRO:	
DISTANCIA DE BAÑOS:	

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar temperatura ambiente.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar profundidad en zanja de instalación de material.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar altura de instalación de material.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar distancia en metros desde zona de trabajo a baños de proyecto.

**andresb@cmc.co.cr:**  
Indicar distancia en metros desde zona de trabajo a bodega de suministro.

