



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría De Investigación y Estudios de Posgrado

**INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA
CONSTRUCCION DE VIVIENDA POR MEDIO DE LA
APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LA INGENIERÍA
INDUSTRIAL EN PUEBLA-MEXICO**

TESINA

Que para obtener el grado de

MAESTRO EN INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Presenta:

LUCIANO ALBERTO GAMEZ GUEVARA

Asesora de tesina:
Mtra. Beatriz Gamboa Filisola

Puebla, Pue.

Mayo 2014

BUAP



Oficio No. 4503/2012

C. LUCIANO ALBERTO GÁMEZ GUEVARA

Pasante de la Mtría. en Ingeniería en Construcción
Facultad de Ingeniería, BUAP.
Presente

Por medio del presente, el suscrito M. en I. Edgar Iram Villagrán Arroyo, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de tema de Tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **Incrementar la productividad en la construcción de vivienda por medio de la aplicación de herramientas de la ingeniería industrial en Puebla-México.** Para obtener el grado de Maestro en Ingeniería en Construcción. Asignándose como Asesor a la Mtra. Beatriz Gamboa Filisola.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"PENSAR BIEN, PARA VIVIR MEJOR"
H. Puebla de Zaragoza, noviembre 5 de 2012.

M. en I. EDGAR IRAM VILLAGRAN ARROYO
DIRECTOR



C.c.p. Mtra. Beatriz Gamboa Filisola, Asesor del Tema de Tesis

C.c.p. Archivo

GJS/RGP/sco*

M. EN I. EDGAR IRAM VILLAGRAN ARROYO

Director

Facultad de Ingeniería B.U.A.P.

Presente:

Por medio de la presente la suscrita Mtra. Beatriz Gamboa Filisola asignada como asesora del pasante de la Maestría En Ingeniería en Construcción Luciano Alberto Gámez Guevara, por medio del oficio No. 4503/2012 con fecha del 5 de noviembre del 2012, autorizo la impresión de la de la tesina titulada: **Incrementar la productividad en la construcción de vivienda por medio de la aplicación de herramientas de la ingeniería industrial en Puebla-Mexico.** Para obtener el grado de Maestro en Ingeniería En Construcción.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

H. Puebla de Zaragoza, 6 de mayo de 2014.

MTRA. BEATRIZ GAMBOA FILISOLA
ASESORA

C.c.p. Mtro. Raúl González Padilla Director de la Mtria. En Construcción

INDICE

Lista de figuras.....	v
Lista de tablas.....	vi
INTRODUCCIÓN	vii
CAPITULO I.....	1
PERSONAL Y FACTORES QUE AFECTAN A LA INDUSTRIA DE LA	
CONSTRUCCION EN PUEBLA.....	1
1.1 Características de la industria de la construcción en Puebla.....	2
1.2 Consumo y rendimiento de la mano de obra.....	4
1.2.1 Rendimiento de mano de obra.....	5
1.2.2 Factores de afectación de los rendimientos y consumos de mano de obra	
.....	7
1.2.3 Economía general	7
1.2.4 Aspectos laborales	8
1.2.5 Clima	10
1.2.6 Actividad	10
1.2.7 Equipamiento.....	11
1.2.8 Supervisión	13
1.2.9 Trabajador.....	13
1.3 Personal y funciones dentro de proceso la Construcción de vivienda	14

1.3.1 Director de Obra	15
1.3.2 Misión del Director de obra.....	16
1.3.3 Las funciones del Director.....	17
1.3.4 El Jefe de Obra.	18
1.3.5 Encargado General	19
1.3.6 El jefe administrativo	20
1.3.7 Jefe de Maquinaria	21
1.3.8 Jefe de la Oficina Técnica.	22
1.3.9 Gestiones Previas.....	22
1.4 Juzgar la calidad de la productividad por fuerza de trabajo.....	25
1.4.1 La Calidad en la Industria de la Construcción.....	25
1.4.2 La Gestión de la Calidad en problemas de la construcción de vivienda	26
CAPITULO II	31
CALCULO DE RENDIMIENTOS, ORDENES DE TRABAJO Y REPORTE DE PRODUCCION	31
2.1 La distribución normal a partir de actividades de análisis de estudios de datos en la edificación de obra	31
2.1.1 Población, muestra y eventos.	32
2.1.2 Media aritmética o promedio.....	34
2.1.3 Varianza de la muestra.	34
2.1.4 Desviación estándar de la muestra.	35

2.1.5 Coeficiente de variación.....	35
2.1.6 Error Estándar.....	36
2.1.7 Intervalos de confianza.....	36
2.1.8 Distribución Normal.....	37
2.1.9 Descripción del método de muestreo	39
2.1.10 Obtención de los valores de rendimiento.	43
2.2 Ordenes de trabajo.....	44
2.2.1 Creación de orden de trabajo	45
2.2.2 Contenido de las Órdenes de trabajo	46
2.3 Reportes de producción de la obra.	50
2.3.1 De la forma del reporte de producción	51
2.3.2 Errores.	51
2.3.3 Sobreposiciones.....	52
2.3.4 Inutilización de espacios.....	52
2.3.5 Compromiso de uso.....	52
2.3.6 Anotaciones relativas al plazo y programa de la obra	53
2.3.7 Relativas a la ejecución de la obra	53
2.3.8 Custodia.....	53
CAPITULO 3	54
METODOLOGIA.....	54
3.1 Etapa de familiarización.....	55

3.2Análisis de la información.	56
3.2.1 Partida de construcción de muro de tabique común o ligero no aparente espesor 7 cm.	56
3.2.2 Partida de repellado en muros con mortero cemento arena e=2cm.....	58
3.2.3. Partida de construcción firme de concreto e=10cm.	60
3.2.4. Partida de colocación piso de loseta 30X30X2.5cm.	62
3.3 Implementación ordenes de trabajo (ODT).....	64
3.4 Implementación de reportes de producción de la obra.....	66
3.5 Definición del nuevo proyecto	67
3.6 Pre-implementación del proceso	68
3.6 Implementación del proceso	69
CAPITULO IV	70
ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	70
4.1. Análisis del rendimiento según los valores obtenidos en campo.	70
4.1.1. Partida de construcción de paredes de Bloques con espesor 10 cm. ...	71
CONCLUSIONES	74
BIBLIOGRAFIA	75
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Factores de afectación de los rendimientos y consumos de mano de obra. .	7
Figura 1.2	Diagrama de Flujo Gestión de Calidad.	28
Figura 3.1	Metodología de implantación de nuevo sistema.	54
Figura 3.2	Orden de trabajo.	65
Figura 3.3	Reporte de Producción.	66
Figura 3.4	Pre implementación del proceso.	68
Figura 4.1	Histograma, correspondiente a 57 eventos de construcción de paredes de bloque de lunes a viernes.	71
Figura 4.2	Rendimiento promedio por día vs. m ² /día en la construcción de paredes de muros de tabique.	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1	Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra.	6
Tabla 2.1	Tabla de Recolección de Eventos.	40
Tabla 2.2	Distribución normal acumulada.	41
Tabla 2.3	Hoja de cálculo para el tamaño de la muestra.	42
Tabla 2.4	Orden de trabajo.	48
Tabla 3.1	Hoja de cálculo determinación tamaño de la muestra en construcción de tabique.	57
Tabla 3.2	Rendimientos ponderados en el lapso de tres semanas.	58
Tabla 3.3	Hoja de cálculo determinación tamaño de la muestra en repellado de muro.	59
Tabla 3.4	Rendimientos ponderados en el lapso de tres semanas.	60
Tabla 3.5	Hoja de cálculo determinación tamaño de la muestra en firme de concreto.	61
Tabla 3.6	Rendimientos ponderados en el lapso de tres semanas.	62
Tabla 3.7	Hoja de cálculo determinación tamaño de la muestra en firme de concreto.	63
Tabla 3.8	Rendimientos ponderados en el lapso de tres semanas.	64

INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de esta tesina está enfocado en desarrollar una metodología mediante herramientas de la ingeniería industrial para incrementar la productividad en la construcción de vivienda para Puebla – México. Mejorar la información del proceso, y flujo de la comunicación del trabajo, el sistema de orden, y evaluar su eficacia, sobre la base de la mejora de la calidad. Esta investigación se hace cuestiones tales como:

- a) Necesidades de información (especificaciones de los procesos)
- b) Recopilación de datos para el papel de cada participante del sistema.
- c) Aceleración de entrada de antecedentes y flujo de datos.
- d) Sistema de control, exactitud en la medición del trabajo (informes que darán visibilidad a la optimización del trabajo, para uso, disciplina, recopilación de datos, tiempo de asignación de tareas específicas a los trabajadores).

Desarrollar un enfoque de predecir la duración del trabajo en los procesos de la construcción de vivienda, mejoramiento en la precisión de los datos para una mejor comprensión del trabajador y secciones de eficiencia. Esto incluye:

- a) La creación de un tiempo modelo estándar para actividades de procesos de la construcción.
- b) Identificación de correspondientes parámetros de trabajo (por ejemplo, la distancia, número de equipos, área, etc.)
- c) Evaluación de las personas, orden a cada cesión de trabajo y sus funciones dentro de su equipo.
- d) La definición de la relación entre los parámetros de trabajo, personas y duración del trabajo.

Aplicar una solución al problema teniendo en cuenta la unión y actual ambiente.

- a) Familiarización con políticas de la unión.
- b) Minimizar la resistencia al cambio.

CAPITULO I

PERSONAL Y FACTORES QUE AFECTAN A LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION EN PUEBLA

La construcción de vivienda como cualquier proceso constructivo consta de varios pasos, desde la concepción del proyecto, el diseño, y la puesta en marcha, donde participan una organización compuesta de un personal capacitado con respectivas funciones y obligaciones. La mano de obra, como uno de los componentes en el proceso productivo, aparece como una de las variables que afectan la productividad. Uno de los principales objetivos de todas las empresas, es la competencia, y ello se logra mejorando la productividad de sus procesos, por lo que es necesario conocer los diferentes factores que afectan la mano de obra, clasificándolos y determinando una metodología para medir su afectación en los rendimientos y consumos de mano de obra de los diferentes procesos de producción.

La calidad en la industria de la construcción puede definirse como la conformidad relativa con las especificaciones, el grado en que la vivienda cumple las especificaciones del diseño, la gestión de la calidad dentro de la construcción de vivienda es de vital importancia, así como el generar la toma de compromiso pleno y total respecto de la calidad aplicada a la construcción, “Las obras al termino del ciclo de vida de los proyectos, deben satisfacer las necesidades, y con esto, lograr la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos del que la habiten en el futuro”.

1.1 Características de la industria de la construcción en Puebla.

La actividad de la construcción de vivienda posee características especiales y únicas entre todas los distintos tipos de industrias creadas por el hombre. Cada obra o trabajo constructivo es único y diferente, en el sentido de que representa un esfuerzo especialmente dirigido a desarrollar y dominar una cierta porción de los recursos naturales en un lugar determinado por lo que los rendimientos y consumos utilizados en la presupuestación y programación de obras, deben estar fundamentados en múltiples observaciones y análisis de la calidad, entendiendo por tal el cumplimiento satisfactorio de los requerimientos de los futuros propietarios, y la calidad de vida de trabajo por parte del personal de la empresa, sean éstos directivos o empleados.

En este esfuerzo, es necesario primero concebir claramente el objetivo de los trabajos a realizar, después diseñar dichos trabajos de una manera detallada y práctica y en tercer lugar construir los elementos diseñados y finalmente poner en funcionamiento todo lo que se construyó. Este cuádruple proceso puede durar meses ó años y requiere el trabajo de gran cantidad de personas, la experiencia acumulada por generaciones de expertos y cientos de productos naturales, manufacturados artesanalmente o por diferentes industrias.

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

Sobre la base de los planos y especificaciones se realiza el cálculo de cantidades de obra, se elaboran los análisis de los costos directos⁸, Integración del costo: costo base materiales, costo base mano de obra, costos preliminares y costos finales.

Para elaborar la programación y calendarización de las actividades, si bien hoy existen herramientas informáticas que facilitan la elaboración de presupuestos y programas de construcción, el análisis y las consideraciones asumidas por el profesional de la construcción influyen considerablemente en la confiabilidad de los resultados.

Ha sido tradicional la utilización de bases de datos comerciales sobre rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción como el soporte de análisis del costo tiempo del proyecto a ejecutar. Los estimados presentados se alejan muchas veces de la realidad, generando en el sector gran desconfianza debido a su alta dispersión.

El logro de la calidad, no sólo permite satisfacer plenamente los requerimientos de los planos y especificaciones, sino que posibilita el incremento de la productividad y la correspondiente reducción de costos, permitiendo así la permanencia de la empresa en el mercado, y asegurando de tal modo los empleos y los beneficios para sus accionistas o propietarios, considerando las condiciones particulares en las cuales se realizan las diferentes actividades de construcción.

De esta manera que la fase de planeación, tan importante y muchas veces descuidada en la industria de la construcción, ayudará a los constructores a la

obtención del éxito en los proyectos y se convertirá en un punto de partida para la medición del desempeño humano, requisito indispensable para mejorar la productividad y competitividad de la industria de la construcción en nuestro Estado.

A pesar de que en el medio existen bases de datos comerciales en la que se describen diferentes rendimientos y consumos que acreditan la buena calidad de los materiales y de los trabajos ejecutados en la construcción, su utilización está condicionada por un alto grado de desconfianza entre los profesionales de la construcción, quienes han modificado sus especificaciones debido con a un ineficiente control convirtiéndose esto en elevados niveles de desperdicios, además, de tratarse siempre de la producción o reparación de construcciones por valores significativos. Es por otra parte una actividad signada por la exigencias en materia de calidad y productividad, con elevados riesgos en materia de accidentes de trabajo.

1.2 Consumo y rendimiento de la mano de obra

La mano de obra, como uno de los componentes en el proceso productivo, aparece como una de las variables que afectan la productividad. Uno de los objetivos de todas las empresas es ser más competitivos, mejorando la productividad se sus procesos productivos, se hace necesario conocer los diferentes factores que afectan la mano de obra, clasificándolos y determinando una metodología para medir su afectación en los rendimientos y consumos de mano de obra de los diferentes procesos de producción. Los conceptos rendimiento y consumo, se prestan a confusiones entre ingenieros y arquitectos de la construcción, es necesario entonces precisar el significado de estos dos términos.

1.2.1 Rendimiento de mano de obra.

Se define rendimiento de mano de obra, como cantidad de obra de alguna actividad complementaria ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/hH (unidad de medida de actividad por hora Hombre).

Consumo de mano de obra. Se define como la cantidad de recurso humano en horas-Hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH / um (horas – Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra.

La eficiencia en la productividad de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible.

Enmarcados entre los dos anteriores límites, se encuentran los rendimientos y consumos reales de mano de obra obtenibles en cualquier condición, para los cuales se han definido diferentes rangos de acuerdo con la eficiencia en la productividad, como lo muestra la tabla 1, de acuerdo a la propuesta de John S. Page en su libro *estimator's general profesionales y las empresas constructoras construction manhour manual*.

TABLA 1.1 Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra.

EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD	RANGO
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy Buena	81% - 90%
Excelente	91% - 100%

Fuente: Estimator's general construction man hour manual, John S. Page(3).

Se considera como normal o promedio, el rango de eficiencia en la productividad comprendido entre 61% y 80%, por lo tanto, se puede definir como el 70% el valor normal de productividad en la mano de obra, valor que puede ser afectado positiva o negativamente por diferentes factores, de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna obteniéndose así rendimientos mayores o menores al actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, promedio respectivamente, compuesta por uno o varios operarios .

1.2.2 Factores de afectación de los rendimientos y consumos de mano de obra

Cada proyecto es diferente y se realiza en diversas condiciones, derivándose en diferentes factores que influye o positiva o negativamente en los rendimientos y consumos de mano de obra, los cuales podemos agrupar bajo siete categorías como muestra el siguiente diagrama de Ishikawa

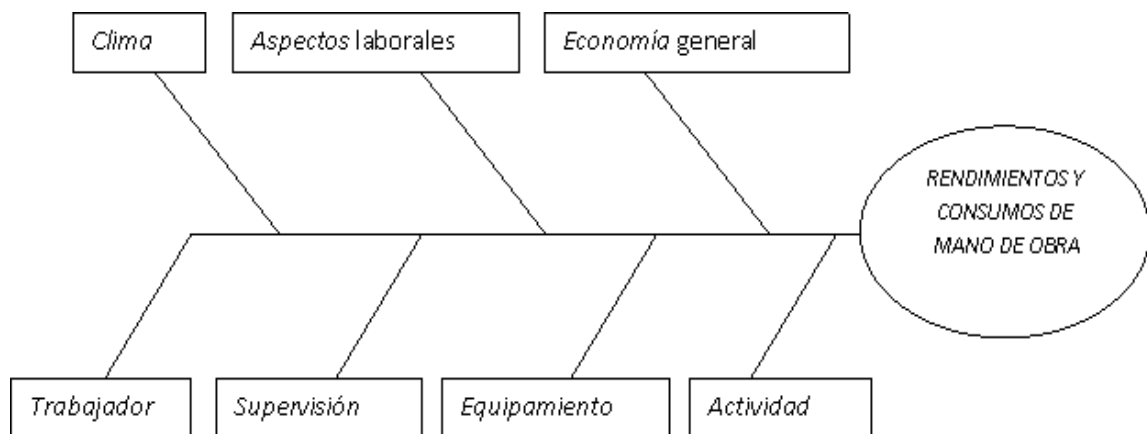


Figura 1.1 Factores de afectación de los rendimientos y consumos de mano de obra.

1.2.3 Economía general

Este factor se refiere al estado económico de la nación o el área específica en donde se desarrolla el proyecto. Los aspectos a ser considerados dentro de esta categoría son los siguientes:

- Tendencias y resultados de los negocios en general
- Volumen de la construcción
- Situación del empleo

Si después de considerar los anteriores aspectos se concluye que la economía general es buena o excelente, la productividad tiende a rebajar, debido a que cuando los sectores están bien, se hace difícil encontrar mano de obra de buena calidad, supervisores competentes, teniendo que recurrir a personal inexperto. En caso contrario, cuando la economía se encuentra en estados normales, la productividad tiende a mejorar, ya que bajo condiciones normales se dispone de personal calificado para realizar labores de supervisión y ejecución de actividades.

La economía general en la que se desarrolla el proyecto, produce una reacción en cadena con las otras seis categorías, por lo tanto este aspecto debe ser considerado cuidadosamente.

Los factores que hacen parte de esta categoría y deben ser tenidos en cuenta son los siguientes:

- Disponibilidad de mano de obra, en los casos de actividades que requieran personal calificado (oficiales de construcción)
- Disponibilidad de supervisores (maestros y residentes de obra)
- Disponibilidad de insumos

1.2.4 Aspectos laborales

Existe una relación importante entre la productividad de la mano de obra y las condiciones laborales en que se realiza el proyecto. La disponibilidad de personal experto y capacitado en la zona donde se realizan los trabajos o la necesidad de desplazar personal de otros sitios con condiciones de pago algunas veces diferentes a

las de la zona, son aspectos muy importantes a tener en cuenta. Los aspectos a considerar bajo esta categoría son los siguientes.

- Tipo de contrato. El sistema de subcontratación a destajo favorece considerablemente el rendimiento obtenido, si se compara por un sistema de contratación por día laborado (personal de obra por administración)
- Incentivos. La asignación de tareas o labores a destajo con recompensas por labor cumplida, favorece el mejoramiento de la productividad de la mano de obra. Una clara y sana política de incentivos aumenta el rendimiento de las cuadrillas de trabajo.
- Salarios o pago por labores a destajo. La justa remuneración por la labor realizada, motiva al obrero a aumentar la productividad de la mano de obra.
- Ambiente de trabajo. Las relaciones cordiales entre compañeros y entre personal obrero y jefes, sumando a un ambiente de trabajo con condiciones en las que se tenga en cuenta un mayor desempeño de la mano de obra.
- Seguridad social. La tranquilidad ofrecida por un sistema de seguridad social que cubra al trabajador y su familia, incentiva el rendimiento de la mano de obra.
- Seguridad e higiene ambiental, la minimización de riesgos para la salud y el resguardo de la propia vida, y que permitan arribar al éxito al fin que en dichas actividades se ha propuesto. Los trabajadores deberán contar con la experiencia y la capacidad necesaria para llevar a cabo de buena forma el trabajo que les será encomendado. Del mismo modo deberán ser conscientes de los riesgos que podría implicar y de las reglas de seguridad que por su propio bien deberán acatar, por escrito para que quede constancia de su conocimiento. La implementación y desarrollo de programas de seguridad industrial en los sitios de trabajo, disminuyen los riesgos que afectan negativamente la productividad de la mano de obra.

1.2.5 Clima

Los antecedentes del estado del tiempo en el área en la que construye el proyecto deben ser considerados, tratando de prever las condiciones durante el periodo de ejecución de obra. Los factores a considerar dentro de esta categoría son los siguientes:

- Estado del tiempo. Condiciones favorables del estado del tiempo en el momento de realizar las actividades, influyen positivamente en la obtención de mejores rendimientos
- Temperatura. El exceso de calor afecta el desempeño del obrero.
- Condiciones de suelo. Las lluvias ocasionan condiciones críticas del estado del suelo donde las cuadrillas realizan actividades, viéndose afectadas negativamente en su desempeño bajo condiciones críticas.
- Cubierta. Los factores negativos de la condición del tiempo, pueden ser mitigados si se realiza las actividades bajo cubierta, en cuyo caso se favorece el rendimiento de la mano de obra.

1.2.6 Actividad

Las condiciones específicas de la actividad a realizar, las relaciones con otras actividades, el plazo para la ejecución de la misma, los medios para realizarla y el entorno general de la obra. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes.

- Grado de dificultad. La productividad se ve afectada al tener actividades con un alto grado de dificultad.

- Riesgo. El peligro al cual se ve sometido el obrero al realizar ciertas actividades, disminuye su rendimiento.
- Discontinuidad. Las interferencias e interrupciones en la realización de las actividades, disminuye la productividad de la mano de obra.
- Orden y aseo. El rendimiento se ve favorecido con sitios de trabajo limpio y organizado.
- Actividades predecesoras. La calidad de la superficie sitio de trabajo sobre la que se realizara una actividad, afecta los rendimientos de mano de obra.
- Tipicidad. Los rendimientos se ven afectados positivamente si existe un alto número de repeticiones de actividades iguales, ya que facilita al obrero desarrolla una curva de aprendizaje.
- Tajo. Si se dispone de un trabajo limitado a pequeños espacios, el rendimiento del obrero disminuye.

1.2.7 Equipamiento

El disponer del equipo apropiado para la realización de diferentes actividades, su estado general, su mantenimiento y la reparación oportuna, afectan el rendimiento de la mano de obra. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes.

- Herramienta. La calidad estado y adecuación a la operación realizada, a afecta el rendimiento.
- Equipo. El estado y la disponibilidad del mismo facilita la ejecución de las diferentes actividades.
- Mantenimiento. La oportunidad en el mantenimiento de equipos y herramientas afectan la productividad.

- Suministro. Disponer oportunamente del equipo y herramienta adecuada favorecen un alto desempeño del operario.

- Elementos de protección:

-Casco

-Chaleco

-Guantes

-Lentes de seguridad

-Botas

En caso de realizar trabajos en alturas utilizar además el siguiente equipo de protección:

- Arnés de seguridad

- Línea de vida

- Calzado antiderrapante

En caso de realizar trabajos de soldadura, utilizar el siguiente equipo de protección:

- Careta o lentes de soldados

- Guantes largos

- Mandil de cuero

- Monja

1.2.8 Supervisión

La calidad y experiencia del personal utilizado en la supervisión de las operaciones en la obra, influye considerablemente en la productividad esperada. Los factores que deben tenerse en cuenta en esta categoría son los siguientes:

- Criterios de aceptación. El contar con los criterios definidos de aceptación o rechazo de las diferentes actividades, facilita la labor de supervisión e influye positivamente en el rendimiento de la mano de obra.
- Instrucción. Al personal capacitado y con instrucciones claras, se le facilita la realización de las actividades.
- Seguimiento. El grado de supervisión en las diferentes etapas del proceso, facilita una mejor productividad.
- Supervisor. La idoneidad, experiencia y relación del maestro en relación con los obreros que supervisa, son factores que favorecen el desempeño operativo.
- Gestión de calidad. El desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad en la construcción (que se vio en el capítulo 1) y su aplicación en los proyectos, crean el ambiente propicio para un aumento en la productividad.
- Determinación de condiciones mínimas de higiene y seguridad para la adopción de medidas, complementando con acciones técnicas y educativas que prevengan de accidentes laborales que afecten de manera negativa a la productividad.

1.2.9 Trabajador

Los aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño. Los factores que se incluyen en esta categoría son:

- Situación personal. La tranquilidad del trabajador y de su grupo familiar, generan un clima propicio para la realización de las actividades. Definir políticas de recursos humanos y apoyo al trabajador, traerá como consecuencia efectos positivos sobre el rendimiento de la mano de obra.
- Ritmo de trabajo. El trabajo exigente y continuado agota naturalmente a los seres humanos. Se requiere definir políticas sobre descansos que garanticen un normal rendimiento del trabajador en sus actividades.
- Habilidad. Algunos obreros poseen o desarrollan habilidades independientemente del grado de capacitación alcanzando, favoreciendo la ejecución de las actividades y consecuentemente aumentando su productividad.
- Conocimientos. El nivel de capacitación alcanzado, así como su posibilidad de mejorarlo, favorecen en alto grado la mayor eficiencia de su labor.
- Desempeño. Algunas personas no ponen todo de sí en el desempeño de sus actividades. Esta situación debe ser controlable con un adecuado proceso de selección.
- Actitud hacia el trabajo. Se debe contar con trabajadores con actitudes positivas hacia la labor a realizar, para que dicha situación se refleje un adecuado desempeño. Esta situación se logra con un buen sistema de selección de personal y con la existencia de buenas relaciones laborales
- Todos y cada uno de los trabajadores deben de conocer políticas de seguridad e higiene, manual de primeros auxilios, así como informar de cualquier situación de inseguridad que detecten en la obra.

1.3 Personal y funciones dentro de proceso la Construcción de vivienda

En el lenguaje habitual en la Industria de la Construcción se llama Administración al Promotor o Propietario y a sus representantes en la obra. El promotor, ya sea el Estado, cualquier Corporación Pública o un particular, delega la

dirección de las obras a un Arquitecto o equipo de arquitectos que responden ante el Propietario, de la calidad técnica de las obras, y de la administración del Contrato hasta la finalización de las mismas.

Cuando el volumen de obra lo justifica, este equipo técnico del Promotor mantiene a pie de obra al menos un arquitecto y sus colaboradores técnicos con el consiguiente equipo de personal administrativo y subalterno. Como es lógico la importancia de este equipo depende de la importancia de la obra y de la complejidad de la misma, pero en cualquier caso este equipo representa la Dirección de Obra.

El equipo humano del Constructor o Contratista varía sustancialmente de unas obras a otras, dependiendo de multitud de factores como pueden ser: extensión de las obras, importancia de las mismas, situación respecto a las oficinas centrales o delegaciones de empresa etc. De cualquier forma, en una obra de cierta importancia, existen una serie de personas clave en la dirección de las obras por parte de la Empresa Constructora: Jefe de Obra, Encargado General, Jefe Administrativo, Jefe de Maquinaria y Jefe de Oficina Técnica. En ocasiones este conjunto se reduce a solamente las tres primeras, asumiendo también el Jefe de Obra las tareas correspondientes al Jefe de Maquinaria y al Jefe de Oficina Técnica.

1.3.1 Director de Obra

Básicamente es el Administrador del Contrato por parte del Promotor, la persona encargada de certificar la obra realizada para su abono al Constructor. Es el especialista o experto "in situ", en contacto permanente con el desarrollo de los trabajos, capaz de prever el futuro discurrir de los mismos y anticipar los problemas que se presentarán, facilitando las soluciones inmediatas sobre la marcha. Esta característica le confiere un poder de decisión sobre los trabajos que tiene una influencia determinante en la buena calidad y en el coste de los mismos.

1.3.2 Misión del Director de obra

Su misión principal consiste en asegurar que los trabajos se realizan de acuerdo con las directrices del Proyecto y que el Constructor o Contratista cumpla con sus obligaciones, especificadas en el contrato.

El Director de Obra no debe olvidar en ningún momento su carácter de técnico o experto, en representación del Promotor. Aunque represente al Promotor, y por lo tanto debe defender los intereses de su patrón, no puede ni debe olvidar en ningún momento su responsabilidad como técnico, tanto frente al Constructor como frente a su propio patrón. El Promotor ha contratado la experiencia y capacidad técnica del Arquitecto que él no posee, por lo tanto, éste tiene la obligación de utilizar dicha experiencia y capacidad de una manera independiente y puramente técnica.

Se supone (aunque muchas veces desgraciadamente no es así) que el Promotor paga a un técnico o especialista y por lo tanto está dispuesto a aceptar y a asumir como suyas las decisiones puramente técnicas de este especialista. Se da sin embargo el caso del Arquitecto o técnico que supedita sus conocimientos o su experiencia a los caprichos o conveniencias de quien le contrata, no decidiendo de acuerdo a sus criterios arquitectónicos o profesionales, sino de acuerdo a las conveniencias coyunturales de aquél que lo ha empleado. Por todo ello es conveniente hacer hincapié en la independencia que debe tener todo Director de obras en su función puramente profesional tanto respecto al Constructor, como respecto a su propio Promotor.

1.3.3 Las funciones del Director

- a) Coordinar el trabajo de los distintos contratistas, si los hay, evitando interferencias y conflictos entre ellos.
- b) Comprobar que la calidad de los materiales empleados es la adecuada y que los pedidos de los mismos se hacen con tiempo suficiente para así garantizar la continuidad de la obra.
- c) Comprobar que los procedimientos de ejecución son correctos y se ajustan a las especificaciones del Pliego de Condiciones del Proyecto.
- d) Comprobar que los replanteos, nivelaciones y puntos de referencia en el terreno de los trabajos a realizar son correctos.
- e) Medir las cantidades de cada unidad de obra realizadas cada mes para certificar que se han ejecutado y por tanto pueden ser abonadas.
- f) Mantener un historial escrito, y gráfico si es posible, de todas las incidencias de la obra así como de todos los ensayos y pruebas de materiales realizados a lo largo de la ejecución de los trabajos.
- g) Comprobar que los elementos de obra terminados están libre de defectos, realizar las pruebas de los mismos y ponerlos en marcha.
- h) Llevar un permanente control económico de los trabajos, que permita evaluar el importe acumulado de los mismos en cualquier momento.
- i) Mantener informado regularmente al Promotor, de la marcha de los trabajos y de cualquier incidencia que pueda suponer una variación en el resultado final de los mismos.

De cualquier forma es conveniente que en las condiciones generales del contrato figuren los poderes y competencias del Director de Obra, como representante del Promotor. El Director de Obra y el Jefe de Obra de la empresa constructora son los responsables técnicos de los trabajos a realizar y por lo tanto

deben tener no sólo capacidad técnica y humana para el desempeño de su tarea sino también poder efectivo para asumir dicha responsabilidad en todo momento.

Recalquemos que la figura del Director de Obra, que es una de las figuras típicas de un Arquitecto en la Industria de la Construcción de vivienda, es una figura con un cometido difícil, lleno de responsabilidad y muchas veces sin los medios adecuados para asumir dicha responsabilidad. Es una figura sometida a fuertes y permanentes presiones tanto por parte del Promotor como del Constructor, puesto que sus decisiones aún en los casos en que son puramente técnicas tienen casi siempre unas consecuencias económicas importantes.

Mantener una ecuanimidad de juicio en este puesto y no dejarse influir por razones extra profesionales no siempre resulta fácil. Mantenerse en su puesto exacto sin tratar de interferir en el trabajo propio del Constructor por una parte, ni en el del Promotor por otra, tampoco resulta sencillo y por tanto no es siempre lo habitual.

1.3.4 El Jefe de Obra.

Es el responsable de la decisión y control total de las obras "in situ", es el máximo representante de la Empresa Constructora ante la Administración y la persona que tiene los más amplios poderes para contratar personal, alquilar maquinaria y equipo, comprar materiales y contratar subdestajistas.

La amplitud de estos poderes, en cuanto a su magnitud, depende también como es lógico, del tamaño del trabajo a realizar, de su naturaleza, de la política de la

Empresa y desde luego de su situación personal dentro de la Empresa. El Jefe de Obra debe ser no solamente un buen arquitecto o técnico especializado, sino un auténtico gestor y director con sentido comercial, buen organizador y administrador. Su misión no es sólo realizar un buen trabajo profesional a satisfacción de la Dirección Técnica, sino obtener con ello un beneficio para el Constructor, que es el objetivo final de la Empresa. Es además la persona que da la imagen de la Empresa ante la Administración y por tanto debe además cuidar esta imagen que esto puede ser garantía de futuros contratos.

Un buen Jefe de Obra es la mejor garantía para la Empresa de que todo marchará bien; él y el Encargado General de la Obra son los dos pilares más fundamentales del buen funcionamiento de cualquier obra de vivienda. Entre las cualidades importantes que debe poseer quizás haya que destacar su capacidad para decidir y resolver rápidamente ya que la mayor parte de sus decisiones estarán condicionadas permanentemente por la necesidad imperiosa de mantener la obra en funcionamiento. Esta necesidad supone que una buena parte de sus órdenes serán verbales y sobre la marcha, teniendo que decidir en multitud de ocasiones sobre cuestiones de gran repercusión económica.

1.3.5 Encargado General

La segunda persona clave en una obra es el Encargado General. Es el hombre encargado de distribuir día a día todo el personal de la obra, mantener todos los tajos abiertos y colocar a cada uno de sus capataces o Jefes de Equipo en aquellos lugares donde puedan dar más rendimiento. Debe ser una persona de fuerte carácter, con dotes de mando y mano izquierda pues al ser la persona que trata cotidianamente con todo el personal, de él depende casi siempre que el clima de la obra sea positivo o no.

El Encargado General, es en realidad el líder natural del personal y el hombre puente entre los mandos de la obra y el personal no cualificado que trabaja en ella.

Debe visitar diariamente todos y cada uno de los tajos de la obra, prever las necesidades de todo tipo de cada tajo y preparar los traslados y cambios de personal y equipo entre las distintas partes de la obra. Es el hombre que mantiene el trabajo en funcionamiento a la velocidad necesaria, y sin duda alguna es la mano derecha del Jefe de Obra en cuanto a la ejecución práctica de los trabajos. Es una de las personas que más influye en la correcta marcha de una obra. Frecuentemente suele ser una persona de trato difícil; su fuerte carácter y su propio convencimiento de que es una persona esencial en el funcionamiento de los trabajos, le hace tener una autoridad grande en la obra, chocando frecuentemente con el resto de mandos de la misma.

Por otra parte es una persona que debe tener unas dotes diplomáticas notables, ya que su trato no sólo se desarrolla con el personal de la Empresa sino con el personal de la Administración, proveedores, sub-destajistas, etc. etc. y de este trato depende en muchas ocasiones la fluidez de las relaciones con todas estas personas.

1.3.6 El jefe administrativo

El Jefe Administrativo es otro de los pilares de la organización de una obra. El se encarga de todos los archivos, documentos, correspondencia, órdenes de entrada y salida de materiales, contabilidad de la obra, nóminas de personal, etc. etc.

El movimiento de materiales, personal y maquinaria en una obra en funcionamiento es grande y mantener en orden y con un control estricto todo este tráfico es tarea vital para que el Jefe de Obra esté en todo momentos bien informado y pueda tomar sobre la marcha decisiones bien documentadas y basadas en la última información disponible. Por otra parte es la persona que responde de la caja, bien directamente, bien a través de otra persona a su cargo, y la que debe mantener al día los documentos de pago de proveedores y cobro de certificaciones de obra.

1.3.7 Jefe de Maquinaria

El Jefe de Maquinaria es el responsable de la correcta utilización del equipo y del Mantenimiento del mismo. Dada la mecanización actual de la inmensa mayoría de las obras, su labor es esencial para el buen funcionamiento de las mismas.

Mantener en movimiento todo el equipo y maquinaria de la obra, reparar a la máxima velocidad posible cualquier avería y saber utilizar a su equipo de mecánicos y taller en momentos de poco trabajo es parte de sus responsabilidades.

A veces su obligación de mantener la maquinaria en condiciones haciendo rentable su utilización choca con las prisas y emergencias del Encargado de la Obra, que frecuentemente no tiene la sensibilidad mecánica que el Jefe de Maquinaria debe de poseer.

1.3.8 Jefe de la Oficina Técnica.

Debe ser el soporte técnico y profesional del Jefe de la Obra. Normalmente es el segundo de a bordo del mismo y él es el responsable de replanteos, mediciones, dosificaciones de hormigones, diseño de procedimientos constructivos, suministros de energía, agua, aire comprimido, etc. etc. Suele ser un puesto ocupado por el futuro Jefe de Obra, es decir el puesto habitual ocupado por un arquitecto antes de alcanzar su categoría de responsable total de una obra.

Naturalmente en obras de dimensiones reducidas estas cinco funciones-clave pueden ser desempeñadas por dos o tres personas solamente. En especial, el Jefe de Obra acumula algunas veces las misiones del Jefe de la Oficina Técnica y del Jefe de Maquinaria, o el Jefe de la Oficina Técnica es a la vez el Jefe de Maquinaria.

Las figuras que suelen permanecer siempre son las del Jefe de Obra, Encargado General y Jefe Administrativo. Puede variar el volumen de equipo humano a las órdenes de cada una de estas personas, pero estas tres personas resultan imprescindibles en cualquier obra medianamente organizada.

1.3.9 Gestiones Previas.

Una vez firmado el contrato, o incluso antes, una vez conocida la adjudicación definitiva de la obra, el equipo humano que se vaya a hacer cargo de la misma, debe estudiar a fondo el proyecto adjudicado, juntamente con el equipo que ha preparado la oferta ya que este equipo conoce el Proyecto y el estudio que ha provocado la oferta adjudicada.

A continuación es necesaria una visita al lugar de emplazamiento de todo el equipo humano básico, del que hemos hablado más arriba, y siempre como mínimo del Jefe de Obra, Encargado General y Jefe Administrativo. Este equipo, una vez "en sitio", es decir en el mismo lugar donde van a emprenderse los trabajos, con la documentación de la oferta y sobre todo con el Proyecto y el contrato a la vista debe realizar las siguientes tareas:

- Patear a fondo y sin prisas el lugar, recorrerlo andando varias veces, identificar posibles referencias en el terreno, pasearse una y otra vez tratando de aprehender y aprenderse el lugar.
- Empaparse profundamente del entorno, geográfico, social, ambiental de su obra, confraternizar con los nativos, charlar con todo bicho viviente, extraer toda la información posible de todo aquello que la pueda suministrar.
- Escuchar todo lo que el paisaje transmitirá con toda seguridad, si se tienen los sentidos bien despiertos, tratando de captar los mil y un mensajes que cualquier entorno natural nos envía, mensajes que no todo el mundo es capaz de captar.
- Imaginar la construcción de su obra poco a poco, ver y prever, las posibles dificultades y problemas con que se va a encontrar. Imaginar las posibles soluciones y su resolución. Incluso imaginar el resultado y las consecuencias de dicha solución a los problemas que se irán planteando.
- Apuntar todo minuciosamente para poder utilizarlo en la redacción del programa y plan de obra que habrá que realizar antes de comenzar la obra.
- Recoger toda la información posible sobre la geografía, topografía, geología y meteorología de la zona y el lugar de emplazamiento:

Geografía: Comunicaciones. Estaciones de ferrocarril cercanas. Carreteras con su trazado, pendiente, estado del firme, limitaciones del gálibo, curvas, etc.

Horarios y frecuencia de autobuses.

Líneas eléctricas, voltaje, capacidad, titularidad, puntos de toma.

Cauces de agua en la zona, posibilidades de captación. Graveras.

Núcleos de población más próximos con los servicios existentes: Correos, teléfonos, telégrafos, Servicios Sanitarios, Clínicas, Escuelas, Servicios de ocio, Servicios de alojamiento, oficinas o delegaciones de los servicios de la Administración, etc.

Topografía: Comprobación de los planos en el terreno, levantamiento de plano real y referencias en el terreno. Idea de ubicación de instalaciones cuidando de prever una instalación segura.

Geología: Atención al anejo Geotécnico, sobretodo atención a la mentalidad de obra terminada y funcionando con que se suelen redactar estos documentos.

Meteorología: Las lluvias en determinados trabajos pueden ser muy molestas, incluso pueden determinar la paralización de la obra. Las compactaciones bajo la lluvia son imposibles. Los vientos a su vez son peligrosos para grúas, encofrados, trabajos a cierta altura. También pueden ocasionar problemas las avenidas en zonas de poca lluvia, las heladas nocturnas y diurnas con todas sus conocidas consecuencias. Una buena idea es tener dispuestos siempre "fusibles", es decir lugares que se rompan y alivien tensión o empuje de la naturaleza de una manera prevista y encauzada. Cuando la naturaleza nos muestra sus iras lo mejor es aguantar y esperar a que escampe, no tratar de hacerle frente. Afortunadamente sus enfados son pasajeros.

- **Permisos y Autorizaciones:** Antes de volverse a casa y empezar los preparativos, hay que repasar la lista de permisos y autorizaciones, expropiaciones, permisos de ocupación, permisos de obras en las cercanías de carreteras, líneas eléctricas, etc. etc.

1.4 Juzgar la calidad de la productividad por fuerza de trabajo.

La productividad en la mano de obra puede obtenerse a través de la evaluación del tiempo requerido para completar debidamente cada etapa de la obra. En general resulta difícil motivar a la gente para que alcancen las metas de la compañía; en primera instancia, porque el punto de vista de los empleados nunca es el mismo en relación a los dueños y administradores. Así que la única forma de controlar la productividad es a través de una revisión regular de la eficiencia en la mano de obra.

1. Aplicar herramientas e instrumentos para el control y la reducción de desperdicios y despilfarros, a través del Control Estadístico de Procesos.
2. Incorporar el desarrollo de mejores procesos de producción como métodos de mejora continua
3. Elevar el interés como el principal factor de producción que es la mano de obra, sujeta a un elevado índice de rotación.
4. Análisis de los resultados

1.4.1 La Calidad en la Industria de la Construcción

Otro de los temas urgentes para respaldar el desarrollo sostenido de la obra, es el generar la toma de compromiso pleno y total respecto de la calidad aplicada a la construcción, es la necesidad de discutir al más alto nivel la Visión del Sector Construcción de Vivienda. “Las obras al termino del ciclo de vida de los proyectos, deben satisfacer las necesidades, y con esto, lograr la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos del que la habiten en el futuro”, se considera conveniente analizar lo que podría significar dicha visión para el estado o individuo:

1. Para una entidad pública, significaría que su gestión sobre cualquier inversión en proyectos de construcción debería asegurar que al término, el producto realmente debería representar una solución al problema o necesidad que dio origen al proyecto, y con esto aportar a la mejora de calidad de vida.
2. Para una entidad privada, el compromiso sería el mismo, es decir, que su gestión sobre cualquier inversión en proyectos de construcción debe asegurar que al término, de la vivienda realmente debería representar una solución al problema o necesidad que dio origen al proyecto, y con esto lograr la mejora de la calidad de vida.
3. Para un centro de formación universitaria o técnica, significaría analizar su estructura curricular y el perfil del egresado, y trabajar en las competencias que garantice el cumplimiento de la visión propuesta.
4. Para un profesional o técnico, el compromiso de alcanzar resultados que realmente aporten a la mejora de la calidad de vida, representa un compromiso con toda la sociedad.

1.4.2 La Gestión de la Calidad en problemas de la construcción de vivienda

La gestión de la Calidad de la construcción de vivienda tiene por objeto esquematizar el proceso de respuesta de acción a los problemas de calidad en la obra de construcción de vivienda. Al cumplir las etapas señaladas, se crea una visión acabada del problema, facilitando y acelerando la búsqueda de soluciones que minimicen su efecto en el proyecto; además, permite concentrarse en problemas de real importancia. El esquema se desarrolló a partir de las ideas expuestas por varios autores y la experiencia recogida en inspecciones técnicas de obras. En la actualidad, es evidente la necesidad de contar con estas herramientas por parte de los ejecutores de proyectos.

Una vez detectado el problema de calidad, se suceden las siguientes etapas: descripción evaluación, corrección o no-corrección, valoración, documentación y retroalimentación. En primera instancia, se reúne la mayor cantidad de información sobre el problema con el fin de tener los elementos de juicio para evaluarlo frente al proyecto y con el cual, sea posible diseñar una solución para enfrentarlo. Acto seguido, se ejecuta la decisión, evalúan sus efecto y documenta, para finalizar con la retroalimentación hacia las partes involucradas.

1) Descripción Es la instancia más importante y donde los problemas de calidad se sitúan dentro de una causa y parte responsable. Se cumple al determinar cada uno de los siguientes aspectos:

- Localización: indicar la actividad en que se detectó el problema, señalando dónde y cuándo se produjo, cuando se descubrió y como puede ser medido.
- Naturaleza: explica en qué consiste el problema mediante la revisión de los objetos o especificaciones de la actividad contra lo ejecutado realmente.
- Extensión: dimensionar el problema en cuanto al incumplimiento de la especificación, los recursos y tareas paralelas o subsiguientes afectadas.
- Magnitud: indicar la gravedad, importancia, valoración y frecuencia del evento frente a la actividad misma, la fase del proyecto e integridad de éste.
- Fase comprometida: determinar la prioridad que tiene actividad en la programación de obra y establecer si puede llegar a ser crítica.
- Causa: encontrar el diseño, práctica de construcción, fabricación o control que, de haber sido ejecutado debidamente, hubiera evitado que se produjera el problema.
- Fuente de la causa: situar la responsabilidad por el incumplimiento del correcto proceso, práctica o verificación en quien tiene el control sobre la causa.
- Controles de calidad: verificar si hubo controles, si eran adecuados, suficientes y si fueron aplicados a tiempo para evitar el problema de calidad.

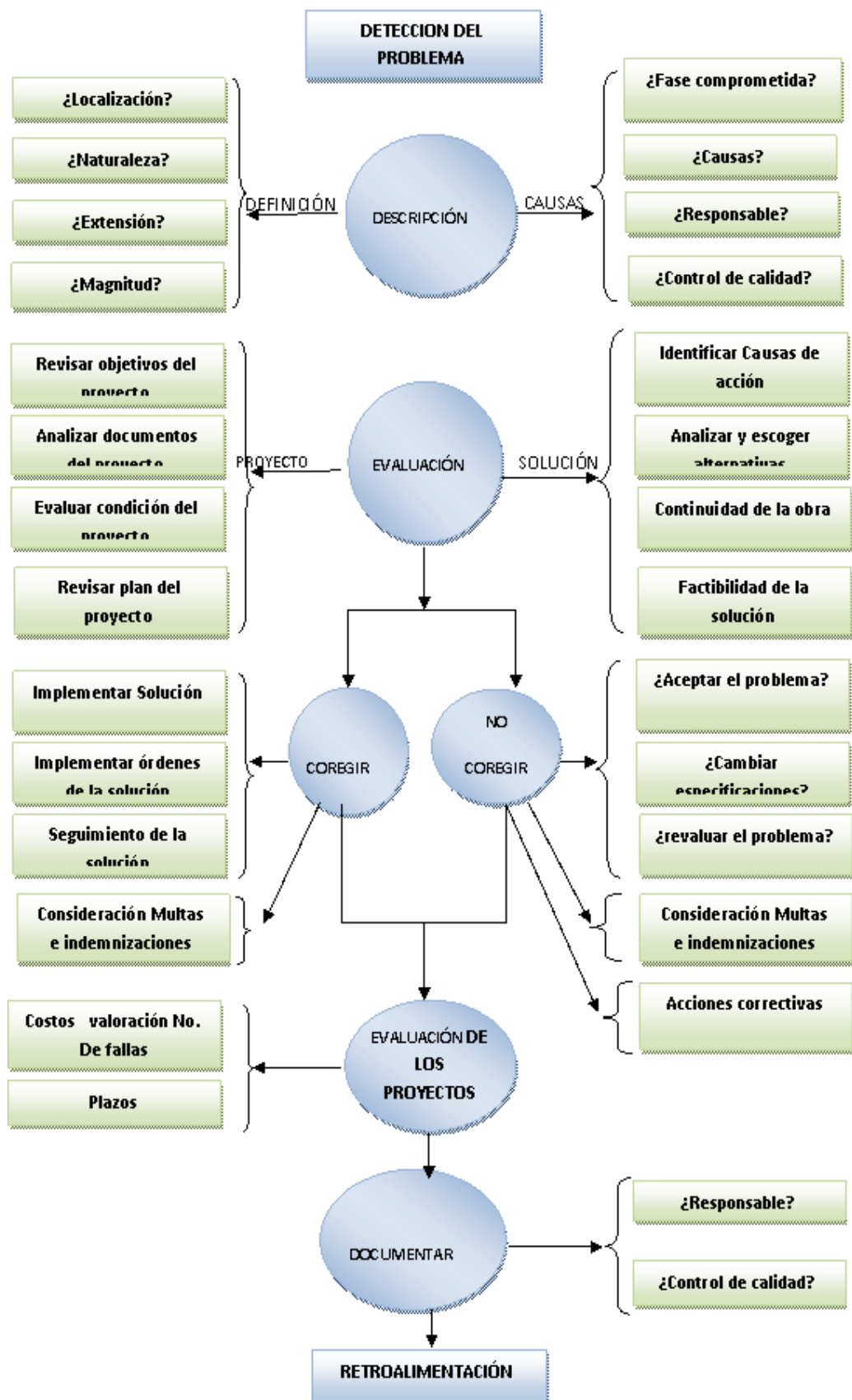


Figura 1.2 Diagrama de Flujo Gestión de Calidad

La información descrita puede obtenerse por diferentes métodos: inspección visual, listas de control, ensayos de laboratorio, revisión de los datos sobre la actividad, programa, procedimientos e instrucciones, consulta a diseñadores, etc. Además, es necesario saber si existía conocimiento por parte de quien está a cargo del control de calidad de la aplicación de las técnicas constructivas, recursos utilizados y su comportamiento en obra, con el objetivo de obtener un adecuado diagnóstico e interpretación del problema.

- 2) Evaluación. Instancia donde se analiza el problema frente al proyecto y sus posibles soluciones. Se revisa el problema frente a los objetivos generales, desarrollo del tiempo, condición o estado actual del plan adoptado (programación y cumplimiento de metas) del proyecto o de la fase particular. Con los resultados anteriores y la información obtenida en la etapa anterior se establecen las acciones para buscar, analizar y escoger, en conjunto las partes actuantes, la alternativa de solución más apropiada, además, debe evaluarse contra la continuidad de los trabajos y la funcionabilidad del proyecto para finalmente adoptar la más factible.
- 3) Corregir / no Corregir. El análisis de factibilidad coloca al constructor ante dos posiciones no necesariamente excluyentes:
 - a) Corregir, para lo cual debe implementar la solución y sus controles, además de efectuar el seguimiento de esta.
- 4) No corregir, debido a que no es físicamente posible hacerlo, se vulneran los acuerdos del contrato o por decisión propia del contratista, siendo necesario cambiar la especificación e indemnizar al propietario. Este, tiene la opción de aceptarlo o no la obra y reevaluar las condiciones del contrato, siendo las acciones de arbitraje o de tipo legal el camino menos deseable a seguir. Evaluación de los efectos de los costos y efectos en los plazos, Se cuantifica en unidades monetarias lo que ha significado tener el problema de calidad, y por otra parte, la determinación de aquellos bienes intangibles o inconmensurables afectados como son la pérdida de imagen de la organización, efectos en la comunidad o medio ambiente.

- 5) Documentar Aquí se clasifican los problemas, realizan análisis estadísticos y elaboran registros que reúnan el conocimiento existente sobre la calidad comprometida y las medidas adoptadas para reconstruirla, mirando a la prevención de futuras fallas de calidad mediante una adecuada retroalimentación para la misma obra o similares.
- 6) Retroalimentar. Pone en conocimiento de la empresa contratista o, proyectista y mandantes el problema, con el fin de que exista conocimiento sobre el mismo futuro y seguridad sobre la efectividad de la solución adoptada. Además, sirve como medio de evaluación del desempeño del proyecto, los grupos de trabajo y las obras, también prevé la ocurrencia de problemas mediante la actuación anticipada sobre las causas.

El desempeño de la gestión se refleja en el tipo de problemas que afronta y la efectividad de su solución por ende, esta gestión permite introducir mejoramientos para eliminar o reducir desviaciones de calidad mediante la obtención sistemática y organizada de información y una efectiva retroalimentación. El modelo presentado puede ser adaptado a eventos tales como bajas de la productividad y seguridad en las obras.

Aun cuando el gerente de obra debe planificar más que el operario, no significa que este último no planifica, todos también deben controlar su trabajo, todos deben actuar según los resultados del mismo. Esto da más autonomía en el trabajo, pero evidentemente requieren de una mayor toma de conciencia del personal, y una cultura de calidad mucho más amplia. Es decir se requiere de mayor información y entrenamiento.

CAPITULO II

CALCULO DE RENDIMIENTOS, ORDENES DE TRABAJO Y REPORTES DE PRODUCCION

Durante tres meses se realizaron observaciones y se tomaron datos suficientes para ser analizados estadísticamente. Como resultado, se inició la conformación de una base de datos sobre consumos de mano de obra, que incluye los factores que inciden sobre dicho consumo.

Como aplicación práctica de la investigación, se desarrolló una hoja de cálculo con el cual es posible predecir el consumo de mano de obra en las actividades estudiadas, a partir de la calificación de los factores de afectación.

Con los rendimientos calculados se procede a plasmarlos en una orden de trabajo la cual traducirá el trabajo en la oficina a un control de la calidad, tiempo de ejecución controlado y un gasto correcto de los materiales, y a su vez siendo estos tiempos reales reportados por los trabajadores tomaran conciencia al observar la diferencia con lo calculado, además de crear competencia entre ellos mismos.

2.1 La distribución normal a partir de actividades de análisis de estudios de datos en la edificación de obra

Este trabajo es descriptivo con diseño de campo. Es considerada de campo debido a que el estudio tiene como característica fundamental la de observar y

obtener datos suficientes en sitios de trabajo de manera presencial para ser analizados por los investigadores en cuanto al rendimiento de obra se refiere.

2.1.1 Población, muestra y eventos.

Esta población está conformada por las partidas contenidas en el libro de Suárez Salazar “*Costo y Tiempo en Edificación*”⁸ escogido debido a que rige todas las edificaciones del centro del país incluyendo a Puebla.

El estudio de las muestras para la obtención de los rendimientos fue realizado en la ciudad de Puebla en el Municipio de San Andrés Cholula, como consecuencia de la inexistencia de registros de rendimientos de las partidas. La selección de las cuatro partidas, que para efecto de este trabajo son denominadas muestras, fueron escogidas por ser de realización obligatoria en cualquier construcción de edificación y además el modo de realización de las mismas no observa afectación en gran medida por la variabilidad en los equipos utilizados.

Los obreros son remunerados por unos pagos semanales y supervisados por el Jefe de obra. Por acuerdo entre el empleador y las organizaciones sindicales, se establece una jornada diaria de trabajo hasta de ocho (8) horas, sin que exceda el límite semanal de cuarenta y cuatro (44), para otorgar a los trabajadores un (1) día de descanso completo cada semana.

Se considera como jornada diurna la cumplida entre las 9:00 a.m. y las 5 p.m. Esta cláusula define claramente la duración de la jornada semanal de trabajo, la cual

es de 44 horas semanales en jornadas diarias de hasta 8 horas. El horario acordado entre los constructores y los trabajadores, cumpliendo con lo establecido por la cláusula anterior del contrato colectivo es de 8 horas diarias de lunes a viernes, en el horario comprendido de 9:00am a 5:00pm, mientras que los días sábados se trabajan 4 horas en el horario comprendido entre las 9:00am a 13:00pm. Esto se hace con la finalidad de trabajar la media jornada los días sábado y de igual forma sumar las 44 horas semanales, y así otorgar un día completo de descanso cada semana.

Las cuadrillas fueron definidas con un número mínimo de 5 albañiles y una relación ayudante/albañil mayor a 0.75, por ser las más comunes en las obras estudiadas.

Los obreros deben tener al menos un año de experiencia en la labor que desempeñan al momento de realizar la medición y pertenecer a cuadrillas con al menos cinco obreros y una relación ayudante albañil en el rango:

El estudio se basará en la medición de cuatro partidas, las cuales son:

- Construcción de muro de tabique común o ligero no aparente de 0.07 m de espesor.
- Repellados en muro con mortero cemento arena $e=2\text{cm}$
- Firmes de concreto para pisos, espesor de 0 a 10 cm.
- Piso loseta 30 x 30 x 2.5cm

Cada muestra consta de un número definido de eventos delimitado por las fórmulas de la distribución normal para obtener confiabilidad estadística. Los eventos son todas las mediciones obtenidas en las edificaciones estudiadas bajo condiciones normales de trabajo.

2.1.2 Media aritmética o promedio.

Es la medida más común de localización o centro de un grupo de datos, es decir el promedio aritmético ordinario.

$$X_{prom} = \frac{x_i}{n}$$

(Ec. 2.1)

Donde:

X_i	=	Valor de rendimiento de cada evento
N	=	Número de eventos.
X_{prom}	=	Rendimiento promedio

2.1.3 Varianza de la muestra.

Es el resultado de la división de la sumatoria de las distancias existentes entre cada dato y su media aritmética elevadas al cuadrado, y el número total de datos.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{prom})^2}{n - 1}$$

(Ec. 2.2)

Donde:

$$S^2 = \text{Varianza de la muestra.}$$

2.1.4 Desviación estándar de la muestra.

Se define como la raíz cuadrada de los cuadrados de las desviaciones de los valores de la variable respecto a su media.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{\text{prom}})^2}{n - 1}}$$

(Ec. 2.3)

Donde:

$$S^2 = \text{Desviación estándar de la muestra.}$$

2.1.5 Coeficiente de variación.

Este coeficiente mide la variabilidad o grado de dispersión en forma porcentual de la relación existente entre la desviación estándar y la media aritmética.

$$V = \frac{S}{X_{\text{prom}}} \times 100$$

(Ec. 2.4)

$$\text{Donde: } V = \text{Coeficiente de variación.}$$

2.1.6 Error Estándar.

“El error estándar de una estadística es la desviación estándar de su distribución de muestreo” (Montgomery, Runger, 2003).

$$\sigma_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

(Ec. 2.5)

Donde:

$$\sigma_x = \text{Error estándar.}$$

2.1.7 Intervalos de confianza.

En muchas situaciones, una estimación puntual no proporciona información suficiente sobre un parámetro, esto debido a que “para estimar un resultado, una muestra puntual seguramente no es lo suficientemente representativa como si lo sería un intervalo dentro del cual, con toda seguridad se encontrará el valor buscado” (Montgomery, Runger, 2003⁶). Para este estudio se recomienda la utilización de estos intervalos estimados, el cual recibe el nombre de intervalo de confianza.

Los límites inferior y superior se definen a través de las ecuaciones:

$$l_i = x_{prom} - Z_{\alpha/2} \times \frac{S}{\sqrt{n}}$$

(Ec. 2.6)

$$l_s = x_{prom} + Z_{\alpha/2} \times \frac{S}{\sqrt{n}}$$

(Ec. 2.7)

Donde:

l_i = Intervalo inferior.

l_s = Intervalo superior.

2.1.8 Distribución Normal.

Según Montgomery y Runger⁶, en Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería, la distribución normal es el método más acorde a las necesidades de los investigadores, gracias a que las características de las muestras y eventos, hacen que esta investigación sea estudiada para modelar experimentos aleatorios que contengan una variable aleatoria binomial cuando el número de eventos se vuelve cada vez mas grande.

Al realizar una gráfica donde la abscisa representa un rango de valores de rendimiento y la ordenada representa la correspondencia con el número de eventos obtenidos, la curva toma una forma acampanada que recibe el nombre de distribución normal o curva de Gauss.

En la distribución normal el área total debajo de la curva equivale a una probabilidad del 100% de ocurrencia, y el área entre límites de magnitud representa la probabilidad de ocurrencia entre esos límites.

La curva de Gauss, en su forma típica es simétrica, por lo que tiene dos mitades iguales que se unen en el valor medio, es decir el rendimiento promedio. En la región central de la curva se acumula aproximadamente el 68% de los resultados.

En esta investigación para controlar el tamaño de la muestra, tal que se obtenga un 95% de confianza, y que el error al estimar la media (X_{prom}) sea menor que el error especificado E (fijado en 10%), el tamaño apropiado de la muestra se obtiene al seleccionar n de modo que:

$$n = \frac{s \times z_{\alpha/2}}{E}^2$$

(Ec. 2.8)

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

s = Desviación estándar (calculada por hoja de cálculo)

$z_{\alpha/2}$ = Variable aleatoria normal.

E = 0.1 (Error establecido por los autores).

Luego de obtenidos los eventos, para garantizar que solo se calculen los rendimientos promedios con valores que se encuentren dentro del 95% de confianza, se halla la variable aleatoria normal ($Z_{\alpha/2}$) para cada evento obtenido:

$$Z_{\alpha/2} = \frac{X_i - X_{prom}}{s}$$

(Ec. 2.9)

Si la variable es menor o igual a 2 en valor absoluto el punto se encuentra dentro del intervalo considerado, de lo contrario se eliminarán los números que no cumplan con esta premisa y se halla nuevamente la variable aleatoria normal ($Z_{\alpha/2}$) hasta que todos los eventos cumplan con el rango comprendido entre -2 y 2.

2.1.9 Descripción del método de muestreo

Se tomaron mediciones piloto para cada partida estudiada. La cantidad de mediciones establecida por los investigadores fue de 15. Se expresan los rendimientos en m²/hora de cada evento debido a que las mediciones están expresadas en m²/día, como se muestra en la Tabla 2.1, de esta manera se logra estandarizar la diferencia existente en las horas que se laboran los días sábados con respecto al resto de los días laborables, por acuerdo entre el empleador y trabajadores, se establece una jornada diaria de trabajo hasta de ocho (8) horas, sin que exceda el límite semanal de cuarenta y cuatro (44), para otorgar a los trabajadores un (1) día de descanso completo cada semana.

Tabla 2.1. Tabla de Recolección de Eventos.

Muestra	Edificación	Día/fecha	Rendimiento m²/día	Rendimiento m²/hora	Horas trabajadas

Para obtener el número de mediciones se realizaron los siguientes pasos:

- 1) Se halla el valor de, $Z_{\alpha/2}$ (variable aleatoria normal) con 0.95053 de probabilidad, lo cual representa el valor más cercano al 95% de confianza, se busca en la columna “normal” el valor en la misma fila que corresponda a 0.95053 y se suma el valor de la fila normal ubicado en la misma columna del 0.95053.
- 2) Se descargan los valores de rendimiento en m²/hora en una hoja de cálculo, como se observa en la Tabla 2.3, la cual aplica la ecuación de la distribución normal (Véase Ec. 2.8) para obtener el tamaño de la muestra necesaria para cumplir el 95% de confianza.

Tabla 2.2 Distribución normal acumulada.

normal	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	0.5	0.50399	0.50798	0.51197	0.51595	0.51994	0.52392	0.5279	0.53188	0.53586
0.1	0.53983	0.5438	0.54776	0.55172	0.55567	0.55962	0.56356	0.56749	0.57142	0.57535
0.2	0.57926	0.58317	0.58706	0.59095	0.59483	0.59871	0.60257	0.60642	0.61026	0.61409
0.3	0.61791	0.62172	0.62552	0.6293	0.63307	0.63683	0.64058	0.64431	0.64803	0.65173
0.4	0.65542	0.6591	0.66276	0.6664	0.67003	0.67364	0.67724	0.68082	0.68439	0.68793
0.5	0.69146	0.69497	0.69847	0.70194	0.7054	0.70884	0.71226	0.71566	0.71904	0.7224
0.6	0.72575	0.72907	0.73237	0.73565	0.73891	0.74215	0.74537	0.74857	0.75175	0.7549
0.7	0.75804	0.76115	0.76424	0.7673	0.77035	0.77337	0.77637	0.77935	0.7823	0.78524
0.8	0.78814	0.79103	0.79389	0.79673	0.79955	0.80234	0.80511	0.80785	0.81057	0.81327
0.9	0.81594	0.81859	0.82121	0.82381	0.82639	0.82894	0.83147	0.83398	0.83646	0.83891
1	0.84134	0.84375	0.84614	0.84849	0.85083	0.85314	0.85543	0.85769	0.85993	0.86214
1.1	0.86433	0.8665	0.86864	0.87076	0.87286	0.87493	0.87698	0.879	0.881	0.88298
1.2	0.88493	0.88686	0.88877	0.89065	0.89251	0.89435	0.89617	0.89796	0.89973	0.90147
1.3	0.9032	0.9049	0.90658	0.90824	0.90988	0.91149	0.91308	0.91466	0.91621	0.91774
1.4	0.91924	0.92073	0.9222	0.92364	0.92507	0.92647	0.92785	0.92922	0.93056	0.93189
1.5	0.93319	0.93448	0.93574	0.93699	0.93822	0.93943	0.94062	0.94179	0.94295	0.94408
1.6	0.9452	0.9463	0.94738	0.94845	0.9495	0.95053	0.95154	0.95254	0.95352	0.95449
1.7	0.95543	0.95637	0.95728	0.95818	0.95907	0.95994	0.9608	0.96164	0.96246	0.96327
1.8	0.96407	0.96485	0.96562	0.96638	0.96712	0.96784	0.96856	0.96926	0.96995	0.97062
1.9	0.97128	0.97193	0.97257	0.9732	0.97381	0.97441	0.975	0.97558	0.97615	0.9767
2	0.97725	0.97778	0.97831	0.97882	0.97932	0.97982	0.9803	0.98077	0.98124	0.98169

Fuente: Montgomery Douglas, Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería⁶

Tabla 2.3 Hoja de cálculo para el tamaño de la muestra.

Construcción de paredes de bloques Eventos Expresados en m²/Hr			
N	X _i	Z _{α/2}	n
1	2,250	1,829	57,861
2	1,190	-0,720	8,960
3	1,500	0,026	0,011
4	1,630	0,338	1,979
5	1,000	-1,176	23,945
6	1,060	-1,032	18,433
7	2,130	1,540	41,045
8	1,380	-0,263	1,195
9	1,310	-0,431	3,216
10	1,560	0,170	0,499
11	1,440	-0,119	0,243
12	1,130	-0,864	12,912
13	2,250	1,829	57,861
14	1,130	-0,864	12,912
15	1,380	-0,263	1,195

S=	0,416
X _{prom} =	1,489
E=	0,1
Z=	1,65
$n = \frac{s \times z_{\alpha/2}^2}{E}$	

3) Se compara el valor exigido por “n” para alcanzar el 95% de confianza con la cantidad de eventos obtenidos, de ser mayor esta última, la recolección de datos para esa partida se considera terminada, debido a que se recolectaron, más eventos de los

necesarias para garantizar la confianza. De lo contrario se recolectan más eventos iniciando un proceso iterativo hasta alcanzar lo antes mencionado.

2.1.10 Obtención de los valores de rendimiento.

A continuación se presentan los pasos a seguir para la obtención del rendimiento para cada una de las partidas estudiadas:

1) Por medio de observación en las edificaciones mencionadas en la sección 2.2.1, se asiste en el horario mencionado en la sección 2.2.2, y finalizada la jornada se procede a medir la cantidad de trabajo ejecutado por cada obrero. Las mediciones son vaciadas en la tabla 2.1 cuyo resultado final se muestran en el Capítulo III del presente trabajo.

2) Se procede a calcular el $Z_{\alpha/2}$ (variable aleatoria normal) para cada evento de las cuatro muestras estudiadas, aquellos cuyo valor $Z_{\alpha/2}$ sea menor o igual a 2 en valor absoluto, serán los eventos representativos con los cuales se determinará el rendimiento para esa muestra.

3) Con la Ecuación 2.10, se calcula el rendimiento ponderado de los eventos obtenidos para cada una de las muestras.

$$R_p = X_{L-V} - \frac{m^2}{hora} \frac{H_{L-V}}{H_{sem}} + X_s \frac{m^2}{hora} \frac{H_s}{H_{sem}}$$

(Ec. 2.10)

Donde:

R_p = Rendimiento ponderado en m²/hora.

X_{L-V} = Rendimiento promedio de lunes a viernes en m²/hora

X_s	=	Rendimiento promedio los sábados en m ² /hora.
H_{L-V}	=	Horas trabajadas de lunes a viernes (40 horas).
H_s	=	Horas trabajadas los sábados (4 horas).
H_{sem}	=	Horas trabajadas en la semana (44 horas).

4) Se calcula con la Ecuación 2.2 el rendimiento definitivo en m²/día para cada muestra estudiada.

$$R = R_p \times \frac{H_{sem}}{D_{trab}}$$

(Ec. 2.11)

Donde:

R	=	Rendimiento en m ² /hora.
R_p	=	Rendimiento ponderado en m ² /hora.
H_{sem}	=	Horas trabajadas en la semana (44 horas).
D_{trab}	=	Días trabajados en la semana (44 horas).

2.2 Ordenes de trabajo

La denominada, generalmente, Orden de Trabajo u Orden de Producción es un sencillo procedimiento que desde los inicios de la industrialización y de su

racionalización, se viene utilizando en todas partes. No obstante la sencillez del sistema, que contrasta con su gran aportación a la organización industrial.

De acuerdo al capítulo anterior en la sección 1.3.3 El director de la obra será el encargado de la elaboración de las ordenes de trabajo y mantendrá en la obra un Jefe de obra, a fin de garantizar la ejecución de los trabajos dentro del plazo contractual establecido, de acuerdo con lo exigido en las ordenes de trabajo (OT) y de ser requerido en las especificaciones particulares del proyecto.

2.2.1 Creación de orden de trabajo

El primer paso es calcular las horas de trabajo por partida dependiendo de los rendimientos calculados del grupo de trabajo. La orden de trabajo incluye el rendimiento por cada grupo de trabajo; cada uno de ellos, bajo la dirección de un supervisor o del maestro de obras, anota el tiempo dedicado en cada trabajo principal. El tiempo puede aproximarse a la media hora más cercana, pero debe contarse cada hora de trabajo al día y anotarse en la tarjeta al final de la jornada. Cuanto su personal este acostumbrado a este procedimiento, solo le tomara unos minutos registrar el trabajo de cada día.

La división de horas en la tarjeta de trabajo en la oficina se traducirá a un control de la calidad, tiempo de ejecución y un gasto correcto de los materiales, la tarjeta contendrá:

- Conceptos de trabajo (se tomaran las mismas de las cuales se realice el cálculo de rendimientos de trabajadores).
- Diseño de la mezcla
- Especificaciones técnicas

Hay que considerarla inscrita en el marco de una planificación de la fabricación o producción de la edificación. Con la Orden de Trabajo pueden coexistir otros documentos tales como:

- Pedidos
- Hojas de rutas
- Vales de materiales
- Vales de devoluciones
- Planos
- Fichas de control horario
- Hojas de control de calidad

Una producción que no esté sujeta a un control y a una organización de los medios materiales y humanos disponibles y necesarios será, siempre, una producción anárquica y desorganizada. Y además, perderá la ocasión de controlar esos medios y los costes que conllevan.

2.2.2 Contenido de las Órdenes de trabajo

En este ambiente industrial, la Orden de trabajo es un elemento de planificación que indica, partidas concretas a fabricar conteniendo:

- Los materiales que han de utilizarse y / o los realmente empleados.
- Las máquinas que han de intervenir
- La mano de obra necesaria
- Los planos, croquis o esquemas necesarios
- El circuito administrativo o de recorrido de la Orden
- Las autorizaciones necesarias
- La firma de los empleados o de los mandos intermedios que intervienen en esa producción.

- Las fechas de planificación, producción y terminación de los productos fabricados.
- Los tiempos empleados

Su diseño puede ser muy variado, pero todos o la mayoría de esos datos suelen aparecer en una Orden de Fabricación. El área o parte de la Orden de Trabajo destinada a Materiales suele referenciar todos aquellos que se precisan, para esa fabricación concreta, o referirse a listados, vales u hojas adjuntas en las que aparecen estos.

Es precisa la familiarización de esos materiales para llevar a cabo la producción. Esta parte suele, por tanto, ser una estimación o planificación de esos materiales necesarios.

El área o parte de la Orden referida a mano de obra, suele destinarse para que hayan sido necesarias para esa fabricación. Esto puede anotarse como dato procedente de fichadas en relojes de control de tiempos, o como indicación directa de operarios, encargados o jefes de equipo. Su objetivo es poder conocer los tiempos, medidos en horas, minutos o cualquier otra referencia horaria, que se han invertido en la fabricación de la partida como los factores de afectación que se nombran en el capítulo anterior apartado 1.2.1.

El área destinada a indicar las máquinas que intervienen puede ofrecer diversas variantes. Unas veces se indican la máquina o máquinas precisas para cada orden. Otras se hacen órdenes por máquinas. Como quiera que sea, se estará ligando una determinada producción a unas máquinas concretas.

Las Órdenes de Fabricación pueden llevar un recuadro para indicar croquis o dibujos, con dimensiones o medidas, de aquellas piezas, elementos o productos a fabricar. Cuando éstos son más complejos, suelen acompañarse con los planos necesarios para la fabricación y/o el montaje.

Tabla 2.4 Orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO No.		Ubicación de la obra
Jefe de obra:		
Grupo de trabajo:		
Duración Estimada:		
Hora inicial:	Hora finalización:	
Concepto del trabajo		
Diseño de mezcla		
Especificaciones técnicas	Croquis	
Autorizo:	Firma del responsable:	

Siempre existe en las Órdenes de Fabricación algún recuadro para la firma del operario que ha intervenido, de su encargado, jefe de administrativo o jefe de maquinaria correspondiente. Estas firmas suelen ser una forma de plasmar el ejercicio de las respectivas responsabilidades y autoridades de las partes implicadas o que intervienen en la fabricación.

Todo lo anterior puede, tener diversas variantes y formas de llevarse a cabo. Pero la filosofía y su finalidad es la indicada.

La orden de trabajo suele acompañar a los conceptos en sus diversas fases de fabricación. Podrá ir de un operario a otro, de una máquina a otra o de una sección a otra. Los casos son muy amplios, pero al final del proceso, la Orden habrá recogido toda la información que permitirá:

- Conocer los materiales utilizados y las cantidades físicas empleadas y los desperdicios producidos.
- Cuantificar los tiempos de mano de obra empleados, incluidos los de paradas, tiempos muertos o perdidos por las circunstancias que correspondan.
- Saber las piezas o elementos fabricados o producidos y, posiblemente, los devueltos o defectuosos.

Esto enlaza directamente con los denominados “costos directos” o de los medios empleados en la fabricación. La mano de obra directa y los materiales utilizados darán la medida de los costes reales de naturaleza directa o sea, los realmente consumidos en esa fabricación concreta.

Será posible, entonces, unir directamente:

- La planificación de la producción
- El control de la misma y sus consumos materiales y de mano de obra
- La determinación y cálculo de costes directos

- La determinación y cálculo de costos totales
- El control de los costos
- Los cálculos de rentabilidad

Finalmente, se debe de considerar que la preparación de las Órdenes de trabajo, que evidentemente requieren un esfuerzo de tiempo y de planificación, no es nunca algo perdido o inútil. Al contrario, su utilidad está siempre garantizada y la relación coste/ beneficio de su implantación siempre será positiva para la empresa.

En la gran empresa esto no admite la menor discusión. No sucede del mismo modo en las construcciones de vivienda de tipo medio. Quienes están al frente deben comprender y convencerse, si es que no lo están ya, de la bondad absoluta de una planificación de la producción, debidamente organizada, mediante Órdenes de Trabajo o similares.

Y con carácter más general, debemos de recordar esa faceta, antes apuntada, de las posibilidades que el uso de las Órdenes de fabricación y los datos en ellas reflejados permiten de cara al control de los costes de los productos.

2.3 Reportes de producción de la obra.

Es un instrumento técnico de control durante el desarrollo de los trabajos de construcción, controlando el ejercicio de los mismos. Mantiene, actualiza y proporciona información detallada a tiempo real para el control de producción. Registra el consumo de materia prima en la producción de un concepto específico. El subsistema de control de manufactura permite determinar si se tiene escasez de los materiales empleados en una fórmula en particular y permite determinar cuánto

puede producirse con la cantidad disponible. Se integra con los subsistemas de procesos de construcción así como con los de control. En ella deben registrarse los asuntos relevantes que se presenten, considerando los acontecimientos que resulten diferentes a los establecidos; así como dar fe del cumplimiento de eventos significativos en tiempo o situaciones ajenas a la responsabilidad del grupo de trabajo. El anotar en reporte de producción de obra al final de cada día. Cuanto su personal este acostumbrado a este procedimiento, solo le tomara unos minutos registrar el trabajo de cada día.

2.3.1 De la forma del reporte de producción

El formato del reporte de producción se ajustará a las necesidades de cada proyecto pero en todos los casos deberá cumplir, como mínimo con lo siguiente:

- Utilizar hojas distintas por días laborados.
- El reporte de producción de la Obra consistirá en una o más libretas de pastas duras y resistentes. En la pasta principal aparecerá el nombre de Organismo Subsidiario y espacios para indicar el área responsable de la ejecución de los trabajos, según sea el caso, la Descripción de la Obra y la identificación Reporte de producción de Obra y un Renglón para el número de libreta.
- El contenido de cada hoja debe precisar: número, fecha, descripción del concepto, ubicación, hora de inicio, hora de finalización, o en su caso de no finalizado el trabajo el avance logrado, y el gasto de material.

2.3.2 Errores.

Cuando se cometa algún error de escritura, de intención o redacción, la nota deberá anularse por quien la emita, abriendo de inmediato otra nota con el número consecutivo que le corresponda y con la descripción correcta.

2.3.3 Sobreposiciones.

No se deberá sobreponer ni añadir texto alguno a las notas de bitácora, ni entre renglones, márgenes o cualquier otro sitio, de requerirse, se deberá abrir otra nota haciendo referencia a la de origen.

2.3.4 Inutilización de espacios.

Se deberán cancelar los espacios sobrantes de una hoja al completarse el llenado de las mismas.

2.3.5 Compromiso de uso.

El compromiso es de ambas partes y no puede evadirse esta responsabilidad. Asimismo, deberá utilizarse la bitácora para asuntos trascendentes que deriven del objeto de los trabajos en cuestión.

- Instrucciones de los trabajos adicionales y/o extraordinarios, solicitándole el programa.
- Constancia de acuerdos y soluciones que se van generando en el proceso de la obra.

2.3.6 Anotaciones relativas al plazo y programa de la obra

- Modificaciones del programa de obra.
- Estado del tiempo que influya en la obra.
- Avance de los trabajos, tiempos perdidos por diversas causas y demoras respecto al programa.
- Describir con detalle las causas que puedan originar ampliaciones en el plazo.
- Cuando se efectúen cambios en especificaciones de ingeniería y alcances.
- Cuando el inmueble en que deberá ejecutarse la obra, o la información, o los accesos necesarios para realizar el trabajo, no estén disponibles.
- Atraso en la contestación de aclaraciones.
- Atraso con respecto a la entrega de ingeniería y/o especificaciones.

2.3.7 Relativas a la ejecución de la obra

- Órdenes de corrección por defectos de obra.
- Advertencias al contratista por falta de recursos en la obra sobre personal, equipo, materiales, herramientas, almacenamientos inadecuados y fallas de calidad.
- Cancelación o cambio de órdenes o instrucciones.

2.3.8 Custodia.

Será responsabilidad del jefe de obra la custodia y permanencia de este instrumento en la obra

CAPITULO 3

METODOLOGIA

La metodología se basa en los principios de reingeniería de procesos. La Figura (3.1) presenta la metodología mediante un diagrama de flujo. Consiste en una secuencia sistemática de pasos para hacer un rediseño definir las responsabilidades, métodos constructivos y normas, a fin de garantizar la operabilidad, seguridad, y la calidad esperada, durante y después de la ejecución de la obra.

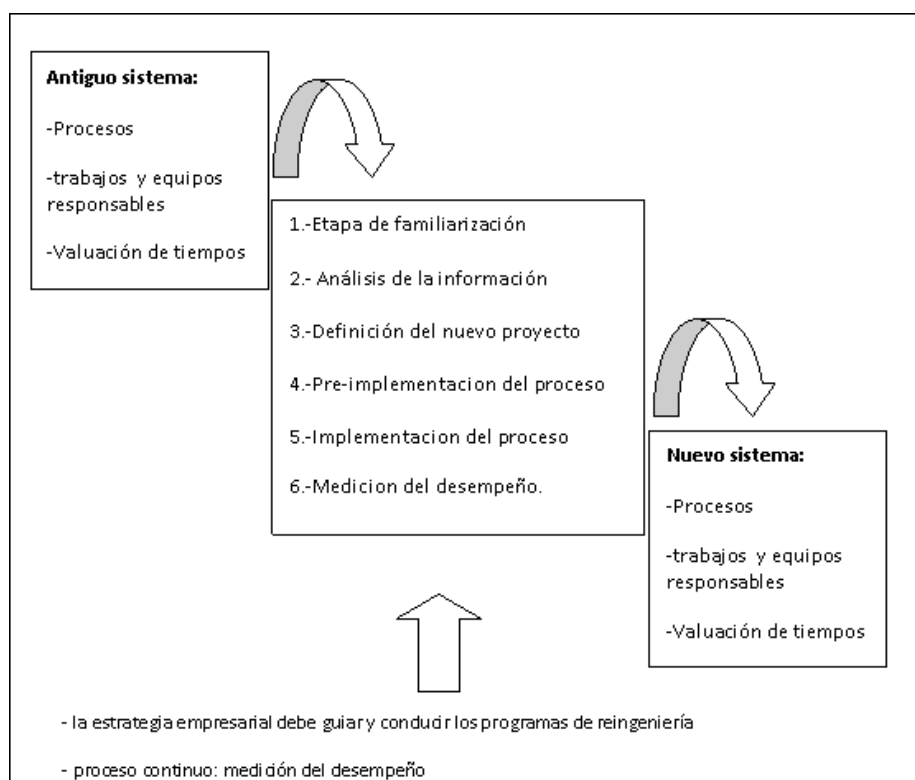


Figura 3.1 Metodología de implantación de nuevo sistema

3.1 Etapa de familiarización

Este paso consiste en definir las funciones necesarias y el conocimiento en las áreas incluidas en el estudio. Participando desde la administración iniciando en un principio definiendo:

- Descripción del problema
- Las variables de estudio que no pueden ser controladas: mercado, las políticas generales, presupuesto, inversión inicial, plazo de entrega, permisos de construcción, etc.
- Áreas y gente envuelta en el estudio de las actividades (ver Sección 1.3):
 - Características comunes: - orientación al proceso
 - Definición del proceso constructivo (ordenación específica de actividades, con entradas y salidas)
 - Asunción de responsabilidad de los procesos por parte de la alta dirección
 - Quien tiene la responsabilidad de gestionar el proceso de cambio, en toda la aplicación del nuevo proceso.
- Criterio de metas y su definición. Como ejemplos:
- tiempo de construcción, minimizar costos, mejoramiento de la calidad.

La reingeniería de procesos actúa como un "puente" entre la dirección y empleados fungiendo como patrocinador para el cambio. Además la iniciativa hace que se reúnan con miembros como supervisores de obra y oficiales para ayudar a anticipar y preparar a las personal para el nuevo sistema y la evaluación de la disposición de los grupos de trabajo para el cambio.

3.2 Análisis de la información.

Con el fin de alcanzar uno de los objetivos de este trabajo, el cual busca caracterizar los rendimientos de la mano de obra en la construcción de edificaciones, se realizaron los cálculos para la obtención de los rendimientos para las cuatro muestras escogidas. En base a los resultados obtenidos, se cumple con una confianza superior al 95%, gracias a la aplicación de la fórmula de la distribución normal, obteniéndose más eventos que los exigidos por “n” para alcanzar en la última iteración, ya que se recolectaron 18 eventos para todas las partidas equivalentes a tres semanas de observaciones.

Una vez recolectados todos los valores de rendimiento se procedió al descarte calculando la variable aleatoria normal ($Z_{\alpha/2}$) para cada evento y se iteró hasta que todos fuesen menor o igual a 2 en valor absoluto definiéndose así las muestras definitivas con los que se calcularon los rendimientos (tablas 3.1, 3.3, 3.5, y 3.7).

3.2.1 Partida de construcción de muro de tabique común o ligero no aparente espesor 7 cm.

Luego de obtenida la última iteración, con un total de 15 eventos de Lunes a viernes y 3 eventos los Sábados, durante la jornada completa en tres semanas se muestran la Tabla 3.2 con los eventos definitivos.

Utilizando el procedimiento explicado en el capítulo anterior (Ver sección 2.1.10) se calculó el rendimiento para la partida por cada semana con los eventos de la Tabla 3.1.

$$R_p = X_{L-V} - \frac{m^2}{hora} \frac{H_{L-V}}{H_{sem}} + X_s \frac{m^2}{hora} \frac{H_s}{H_{sem}}$$

Tabla 3.1 Hoja de cálculo determinación tamaño de la muestra en construcción de tabique

Construcción de paredes de tabique Eventos Expresados en m ² /Hr			
N	X _i	Z _{$\alpha/2$}	n
1	1.000	-1.243	8.917
2	1.188	-0.463	1.235
3	1.500	0.838	4.056
4	1.625	1.359	10.653
5	1.000	-1.243	8.917
6	1.063	-0.983	5.575
7	0.875	-1.764	17.945
8	1.375	0.318	0.584
9	1.313	0.058	0.019
10	1.563	1.099	6.964
11	1.438	0.578	1.929
12	1.125	-0.723	3.014
13	1.125	-0.723	3.014
14	1.125	-0.723	3.014
15	1.375	0.318	0.584
16	1.500	0.838	4.056
17	1.563	1.099	6.964
18	1.625	1.359	10.653

S=	0.240
$X_{prom} =$	1.299
E=	0.1
Z=	1.65
$n = \left(\frac{s \times Z_{\alpha/2}}{E} \right)^2$	15.70886949

Tabla 3.2 .Rendimientos ponderados en el lapso de tres semanas muros de tabique

Semana I		Semana II		Semana III	
$X_{L-V} =$	1.28 m ² /hora	$X_{L-V} =$	1.36 m ² /hora	$X_{L-V} =$	1.44 m ² /hora
$X_s =$	1.00 m ² /hora	$X_s =$	0.88 m ² /hora	$X_s =$	1.13 m ² /hora
$H_{L-V} =$	40.00 horas	$H_{L-V} =$	40.00 horas	$H_{L-V} =$	40.00 horas
$H_s =$	4.00 horas	$H_s =$	4.00 horas	$H_s =$	4.00 horas
$H_{sem} =$	44.00 horas	$H_{sem} =$	44.00 horas	$H_{sem} =$	44.00 horas
$R_p =$	1.25 m ² /hora	$R_p =$	1.32 m ² /hora	$R_p =$	1.41 m ² /hora
$R_{pior} =$	10.00 m ² /Jor	$R_{pior} =$	10.55 m ² /Jor	$R_{pior} =$	11.27 m ² /Jor

3.2.2 Partida de repellado en muros con mortero cemento arena e=2cm

Luego de obtenida la última iteración, con un total de 15 eventos de Lunes a viernes y 3 eventos los Sábados, durante la jornada completa en tres semanas se muestran la Tabla 3.3 con los eventos definitivos.

Tabla 3.3 Hoja de cálculo determinación tamaño de la muestra en repellado de muro

Repellado en muros con mortero cemento arena e=2cm Expresados en m ² /Hr			
N	X _i	Z _{α/2}	n
1	2.563	-0.188	0.198
2	2.325	-1.193	7.949
3	2.375	-0.982	5.380
4	2.325	-1.193	7.949
5	2.363	-1.035	5.975
6	2.000	-2.569	36.838
7	2.625	0.076	0.033
8	2.688	0.341	0.649
9	2.813	0.870	4.225
10	2.875	1.134	7.185
11	2.813	0.870	4.225
12	2.625	0.076	0.033
13	2.750	0.605	2.046
14	2.750	0.605	2.046
15	2.813	0.870	4.225
16	2.788	0.764	3.260
17	2.688	0.341	0.649
18	2.750	0.605	2.046

S=	0.236
X _{prom} =	2.607
E=	0.1
Z=	1.65
$n = \frac{s \times z_{\alpha/2}^2}{E^2}$	15.2

Para la partida de repellado en muros con mortero cemento arena e=2cm se calculó el rendimiento de la misma forma como se obtuvo el rendimiento para la partida de muros con tabique, y se calcula el rendimiento por cada semana (tabla 3.4)

Tabla 3.4 Rendimientos ponderados en el lapso de tres semanas

Semana I		Semana II		Semana III	
$X_{L-V} =$	2,28 m ² /hora	$X_{L-V} =$	2,76 m ² /hora	$X_{L-V} =$	2,76 m ² /hora
$X_s =$	2,56 m ² /hora	$X_s =$	2,63 m ² /hora	$X_s =$	2,75 m ² /hora
$H_{L-V} =$	36,00 horas	$H_{L-V} =$	36,00 Horas	$H_{L-V} =$	36,00 horas
$H_s =$	8,00 horas	$H_s =$	4,00 Horas	$H_s =$	4,00 horas
$H_{sem} =$	44,00 horas	$H_{sem} =$	40,00 Horas	$H_{sem} =$	40,00 horas
$R_p =$	2,33 m ² /hora	$R_p =$	2,75 m ² /hora	$R_p =$	2,76 m ² /hora
$R_{pior} =$	18,63 m ² /Jor	$R_{pior} =$	21,99 m ² /Jor	$R_{pior} =$	22,05 m ² /Jor

3.2.3. Partida de construcción firme de concreto e=10cm.

Luego de obtenida la última iteración, con un total de 15 eventos de Lunes a viernes y 3 eventos los Sábados, durante la jornada completa en tres semanas se muestran la Tabla 3.5 con los eventos definitivos.

Tabla 3.5 Hoja de cálculo determinación tamaño de la muestra en firme de concreto

Firme de concreto para pisos e=10cm Eventos Expresados en m ² /Hr			
N	X _i	Z _{α/2}	n
1	1.063	-1.204	4.311
2	1.188	-0.479	0.683
3	1.088	-1.059	3.336
4	1.150	-0.697	1.443
5	1.188	-0.479	0.683
6	1.000	-1.566	7.298
7	1.188	-0.479	0.683
8	1.500	1.333	5.284
9	1.375	0.608	1.100
10	1.313	0.246	0.179
11	1.375	0.608	1.100
12	1.125	-0.842	2.107
13	1.500	1.333	5.284
14	1.125	-0.842	2.107
15	1.375	0.608	1.100
16	1.500	1.333	5.284
17	1.563	1.695	8.548
18	1.250	-0.117	0.041

S=	0.172
X _{prom} =	1.270
E=	0.1
Z=	1.65
$n = \frac{s \times z_{\alpha/2}^2}{E}$	8.098

Para la partida de construcción de firme de concreto e=10 se calculó el rendimiento (tabla 3.6)

Tabla 3.6 Rendimientos ponderados en el lapso de tres semanas

Semana I		Semana II		Semana III	
$X_{L-V} =$	1,12 m ² /hora	$X_{L-V} =$	1,34 m ² /hora	$X_{L-V} =$	1,36 m ² /hora
$X_s =$	1,06 m ² /hora	$X_s =$	1,19 m ² /hora	$X_s =$	1,50 m ² /hora
$H_{L-V} =$	36,00 horas	$H_{L-V} =$	36,00 horas	$H_{L-V} =$	36,00 horas
$H_s =$	8,00 horas	$H_s =$	8,00 horas	$H_s =$	8,00 horas
$H_{sem} =$	44,00 horas	$H_{sem} =$	44,00 horas	$H_{sem} =$	44,00 horas
$R_p =$	1,11 m ² /hora	$R_p =$	1,31 m ² /hora	$R_p =$	1,39 m ² /hora
$R_{pior} =$	8,89 m ² /Jor	$R_{pior} =$	10,48 m ² /Jor	$R_{pior} =$	11,10 m ² /Jor

3.2.4. Partida de colocación piso de loseta 30X30X2.5cm.

Estos cálculos fueron realizados con un total de 57 eventos de lunes a viernes y 9 eventos los sábados (tabla 3.7)

Tabla 3.7 Hoja de cálculo determinación tamaño de la muestra en firme de concreto

Colocación piso de loseta 30X30X2,5cm Eventos Expresados en m ² /Hr			
N	X _i	Z _{α/2}	n
1	1.563	-0.596	0.390
2	1.625	0.001	0.000
3	1.600	-0.238	0.062
4	1.438	-1.791	3.513
5	1.363	-2.507	6.887
6	1.700	0.717	0.564
7	1.624	-0.011	0.000
8	1.750	1.195	1.564
9	1.688	0.598	0.391
10	1.625	0.001	0.000
11	1.700	0.717	0.564
12	1.625	0.001	0.000
13	1.750	1.195	1.564
14	1.688	0.598	0.391
15	1.500	-1.194	1.561
16	1.613	-0.119	0.015
17	1.688	0.598	0.391
18	1.713	0.837	0.767

S=	0.105
X _{prom} =	1.625
E=	0.1
Z=	1.65
$n = \frac{s \times z_{\alpha/2}^2}{E^2}$	2.983

El promedio ponderado se obtuvo de manera similar al de las tres muestras anteriores:

Tabla 3.8 Rendimientos ponderados en el lapso de tres semanas

Semana I		Semana II		Semana III	
$X_{L-V} =$	1,55 m ² /hora	$X_{L-V} =$	1,68 m ² /hora	$X_{L-V} =$	1,64 m ² /hora
$X_s =$	1,56 m ² /hora	$X_s =$	1,62 m ² /hora	$X_s =$	1,75 m ² /hora
$H_{L-V} =$	36,00 horas	$H_{L-V} =$	36,00 horas	$H_{L-V} =$	36,00 horas
$H_s =$	8,00 horas	$H_s =$	8,00 horas	$H_s =$	8,00 horas
$H_{sem} =$	44,00 horas	$H_{sem} =$	44,00 horas	$H_{sem} =$	44,00 horas
$R_p =$	1,55 m ² /hora	$R_p =$	1,67 m ² /hora	$R_p =$	1,66 m ² /hora
$R_{pior} =$	12,39 m ² /Jor	$R_{pior} =$	13,34 m ² /Jor	$R_{pior} =$	13,28 m ² /Jor

Los análisis estadísticos de las encuestas y entrevistas, sus resultados dieron credibilidad a las conclusiones alcanzadas. Algunos de los resultados se presentaron al equipo de trabajo con el fin de desarrollar una visión compartida y el proceso de consenso en los objetivos.

3.3 Implementación ordenes de trabajo (ODT)

La ODT tiene el propósito de estimar el tiempo de desarrollo para cada tarea del proyecto. En esta plantilla se toma en consideración los siguientes aspectos: el responsable del equipo de trabajo, fecha de registro de las tareas con su respectiva distribución del personal, la planificación en horas estimadas y el tamaño real. En el presente caso, la ODT fue utilizada por cada incremento.

ORDEN DE TRABAJO				No.	
Descripción					
Equipo					
SOLICITADA		AUTORIZADA			
Oficial Jesús Pérez	20/09/2009	Octavio López	20/09/2009		
RESPONSABLE DE EJECUCION	Fecha. Plan	Supervisor	Fecha de inicio		
Oscar Morales	20/09/2009	Edgar López			
TAREAS A EJECUTAR					
DESCRIPCION DE LA TAREA		Tiempo Estimado	Tiempo Real	OK	
MATERIAL REQUERIDO					
CANTIDAD		Cant. Planif	Cant. Utilizada	Unidad	
PERSONAL NECESARIO PARA LA EJECUCION DE TRABAJOS					
CATEGORIA		Hrs. Rep.	Hrs. Normal	Hrs. Extras	
DATOS TECNICOS		OBSERVACIONES			
FINALIZACION DE TRABAJOS					
REVISADO	FECHA	FIRMA	APROBADO	FECHA	FIRMA

Figura 3.2 Orden de trabajo

3.4 Implementación de reportes de producción de la obra.

El anotar en reporte de producción de obra al final de cada día. Cuanto su personal este acostumbrado a este procedimiento, solo le tomara unos minutos registrar el trabajo de cada día.

El formato es el siguiente:

Fecha	Reporte de producción			No.	
DIRECCION DELA OBRA	NOMBRE DE LA CONSTRUCTORA			PERMISO No.	
DESCRIPCION DE LA TAREA	Tiempo inicial	Tiempo Final	No. De orden	Operario	Observaciones

Figura 3.3 Reporte de Producción

3.5 Definición del nuevo proyecto

En esta fase se define la solución a implementar las órdenes de trabajo con los nuevos rendimientos obtenidos, para después el operario lo anote en la hoja de reportes con la finalidad de que sea visible su trabajo y las diferencias con otros compañeros de trabajo. Esta solución incluye:

- las nuevas operaciones, los diseños, las políticas, los diagramas de flujo y las formas teniendo en cuenta los objetivos definidos en la primera etapa;
- nuevos roles y responsabilidades (quién, cuándo y qué actividades han de realizarse);
- las operaciones de construcción y las tareas y actividades fundamentales para el sistema previsto;
- las medidas pertinentes de los resultados de las principales tareas y actividades;
- los cambios necesarios para el medio ambiente de trabajo (por ejemplo, el contar siempre con hojas de trabajo, etc.), y
- características de la tecnología de la información (por ejemplo, nuevas bases de datos y arquitecturas de red).

Las mejoras se han centrado en los criterios (objetivos) definidos por los directores y supervisores de obra en la primera etapa. Las alternativas se presentaron a los Inversores y los empleados que se dirigió a la selección de la mejor alternativa y guió la puesta a punto el desarrollo de acciones correctivas en las versiones de la base de datos. En cuanto a la resistencia al cambio es importante establecer que la naturaleza del cambio y sus propias características se basan en la introducción de nuevas operaciones. Esto genera el compromiso de todos los niveles de la

organización, mejora de los canales de comunicación y motivación de los trabajadores a utilizar el nuevo sistema.

3.6 Pre-implementación del proceso

Esta etapa prepara a la población para el proceso de aplicación. El objetivo es reducir al mínimo la resistencia al cambio (por ejemplo, utilizando nuevos sistemas de tecnología de la información) y de tener una transición entre el sistema antiguo y el nuevo sistema. La parte más importante de la pre-ejecución es introducir a los usuarios del nuevo sistema. Esto les permitió centrarse en sus objetivos y tareas en lugar de la tecnología subyacente y la interacción necesaria

La pre-aplicación incluye:

- participación bien coordinada de ajuste del sistema con los trabajadores.
- Desarrollo de la documentación y directrices (por ejemplo, los procedimientos y manuales de los trabajadores)

El proyecto fue dividido en tres etapas básicas para cada incremento: definición, desarrollo y producción (5), tal como se muestra en la figura 2.3.

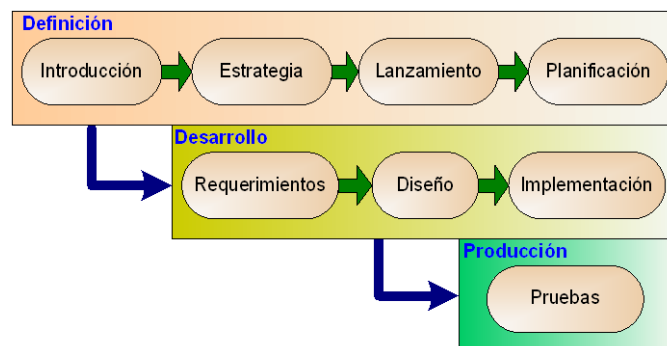


Figura 3.4 Pre implementación del proceso

3.6 Implementación del proceso

El objetivo principal fue dar seguimiento a la adopción de los nuevos procesos y sistemas. La participación activa del comité los supervisores de obra y el liderazgo BPR son fundamentales para una implementación exitosa. Un ambiente de colaboración mediante el trabajo en equipo fue otro ingrediente clave para una implementación exitosa.

El BPR tuvo especial cuidado de los siguientes:

- Cambios físicos en el ambiente de trabajo;

Los éxitos y los fracasos o de los trabajadores con el nuevo sistema;
- La disciplina o en el uso de procedimientos y manuales del trabajador;
- Formación adicional o las necesidades en respuesta a las dificultades del usuario, y
- Fomento de un buen ambiente a través de la motivación y compromiso.

Después de la aplicación de una evaluación empírica se verifico el impacto de los cambios en la obra.

CAPITULO IV

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se analiza los cambios de la puesta en marcha desde los cálculos de rendimientos que a su vez se plasman en las órdenes de trabajo y estas reflejan un resultado en los reportes de obra.

Antes de adquirir conocimiento acerca de la metodología ningún miembro del equipo de trabajo tenía como procedimiento utilizar estándares tanto de documentación como de desarrollo. No efectuaban planificaciones; por lo tanto, no se distribuían las tareas de forma efectiva cuando se trabajaba en grupo. No definían fechas de entrega ni respetaban un cronograma de trabajo. No tenían como costumbre efectuar pruebas cuando se efectuaban desarrollos, ni realizaban inspecciones en la documentación. Tampoco controlaban los cambios efectuados en el sistema. En suma, el grupo de trabajo no conocía en realidad lo que era trabajar en equipo.

4.1. Análisis del rendimiento según los valores obtenidos en campo.

Siguiendo con la metodología planteada, y alcanzando el tercer objetivo de la investigación, se realizó el estudio de los resultados obtenidos en el primer objetivo, para así poder entender los rendimientos promedios de manera más precisa.

Los investigadores notaron que debido a las grandes diferencias presentadas en los valores de rendimiento de lunes a viernes con los de los días sábados, fue necesario estudiar dichos eventos por separado ya que no presentan el mismo comportamiento.

4.1.1. Partida de construcción de paredes de Bloques con espesor 10 cm.

Para evaluar de manera gráfica la variabilidad de los resultados, en cuanto al rendimiento por evento se refiere de lunes a viernes, se muestra la Figura 4.1

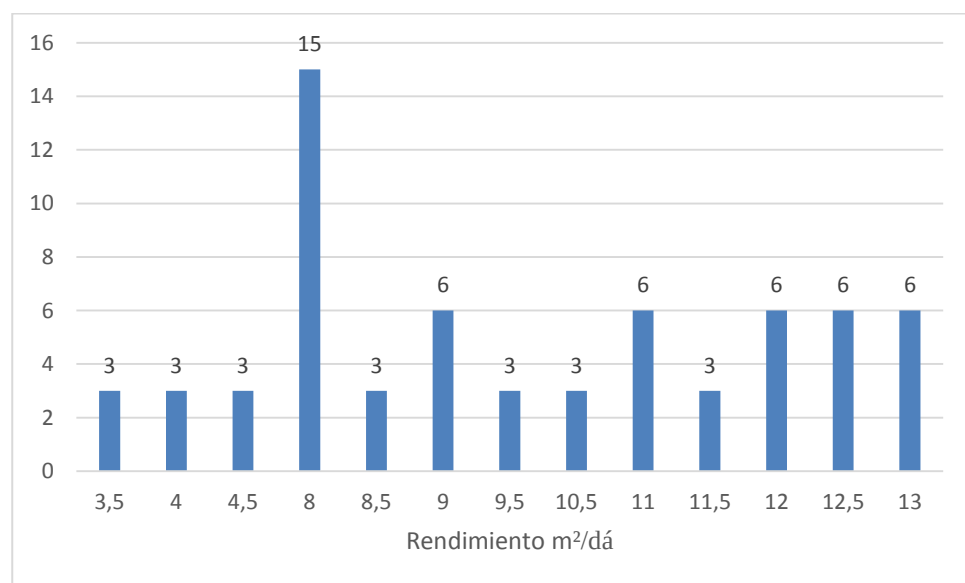


Figura 4.1. Histograma, correspondiente a 57 eventos de construcción de paredes de bloque de lunes a viernes

La Figura 4.1 demuestra que la gran mayoría de los eventos obtenidos para esta partida tienden a estar entre 9 y 13 m²/día, teniendo a su vez eventos que se acercan tanto por arriba como por debajo de este rango, generando una forma de campana a partir de 18 m²/día hasta los 19.60 m²/día.

Los días sábados, son significativamente inferiores por el hecho de trabajar cuatro horas menos que el resto de los días de la semana, y por lo tanto afectan la forma de la gráfica. Además de esto, los sábados los trabajadores se retiraban de las obras hasta una hora antes de lo estipulado con el fin de dirigirse a recibir la remuneración por sus labores. La función principal de las Figuras 4.1 la de ilustrar de una forma rápida y práctica el rendimiento obtenido en función al número de eventos, lo cual permite confirmar que el estudio pertenece a una distribución normal, como se mencionó al inicio de esta investigación.

Luego de tener los resultados para cualquier rendimiento, se discriminó por día el rendimiento promedio para cada uno de ellos, de tal forma que se obtuvo la gráfica de rendimiento promedio por día de la semana que se muestra en la Figura 4.2 correspondiente a la construcción de muros de tabique.

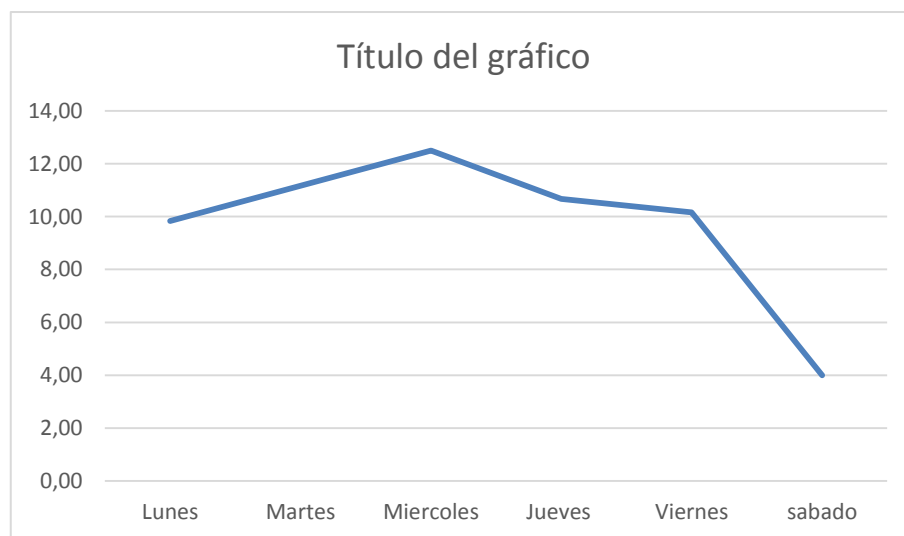


Figura 4.2. Rendimiento promedio por día vs. m²/día en la construcción de paredes de muros de tabique.

Debido a que para efectos de esta investigación las muestras seleccionadas conllevan procesos que incluyen más el uso de la mano de obra que un proceso

mecánico y/o industrial, que a su vez son afectados por diversos factores externos o internos explicados en capítulo 1, los resultados expresados en esta gráfica poseen cierta variabilidad aun cuando las horas y condiciones de trabajo son las mismas, por supuesto exceptuando los Sábados.

Observando la Figura 4.3, podemos apreciar que los días lunes obtenemos una leve baja en comparación con los días martes, miércoles, jueves, y viernes esto se debe a que siendo el inicio de la semana de trabajo los obreros en varias ocasiones no presentan el ritmo de trabajo, en comparación con los días martes, miércoles y jueves. De igual forma, se puede observar que los días sábados la caída que presenta la gráfica es abrupta, la razón principal es la diferencia de horas trabajadas en el día, cuatro menos que el resto de la semana para un total de cinco como se explicó anteriormente, en comparación con el resto de la semana que son nueve horas.

A esto se suma que el trabajador se ve afectado tanto por el cansancio físico producido por el trabajo desempeñado durante la semana, como por las condiciones anímicas en las que se encuentra, producto del deseo de iniciar el fin de semana y así poder descansar causado por la cercanía de esos días, por lo que el rendimiento de trabajo tiende a disminuir. Todo esto se puede apreciar en la Figura 4.2, donde se muestra la caída drástica en el rendimiento por hora los días viernes y sábados, agente que es totalmente independiente de las horas trabajadas durante el día.

CONCLUSIONES

Esta tesina describe el procedimiento para cálculos de rendimientos de la mano de obra en la construcción de vivienda, proponiendo con herramientas de la ingeniería industrial eficientar el control la calidad y tiempos de construcción, una vez analizados los resultados de las observaciones, se llega a las siguientes conclusiones:

Los rendimientos obtenidos de las muestras estudiadas son:

- Construcción muro de tabique común no aparente 7 cm de espesor son de 10.6 m²/día.
- Repellado en muro con mortero cemento arena e=2cm, es de 20.89 m²/día
- Firmes de concreto para pisos, espesor 10cm, es de 10.15 m²/día
- Piso loseta 30X30X2.5cm es de 13.00 m²/día

Se ha mejorado el rendimiento en todas nuestras pruebas con excepción del firme de concreto ya que, los valores de rendimiento presentados en el Manual de Costos de Data Construcción carecen de ciertas especificaciones que son necesarias para que un estimador los pueda utilizar con confianza plena de que son aplicables a sus cálculos, derivando en resultados comprometedores y las muy comunes variaciones finales en rendimiento. A continuación se muestran los rendimientos propuestos por Data Construcción en el Manual de Costos.

Rendimientos Manual de costos de Data Construcción

CONCEPTO	UNIDAD	RENDIMIENTO MINIMO	MEDIO	MAXIMO
MURO DE TABIQUE E=7	M2	10.25	12.00	13.00
REPELLADO EN MUROS CON MORTERO CEMENTO-ARENA, e=2 cm	M2	18.50	21.50	23.00
PISO DE LOSETA 30x30 cm	M2	10.25	12.00	13.00

BIBLIOGRAFIA

- 1 Igoa José María MANUAL DEL CONSTRUCTOR, Ediciones CEAC 1986
Barcelona España
- 2 Fisher Robert PAREDES, trad. Jiménez Luis M. Editorial BLUME Barcelona
1976
- 3 John S. Page. ESTIMATOR'S GENERAL CONSTRUCTION MAN
HOURMANUAL, Second edition
- 4 Murguía Díaz Miguel, Mateo Centeno Diana, DETALLES DE
ARQUITECTURA Segunda reimpresión México DF 1997
- 5 Hernández Laos, Enrique, Productividad Industrial México Historia Siglo XX
- 6 MONTGOMERY Douglas C., RUNGER George C., Probabilidad y Estadística
Aplicadas a la Ingeniería, Ed. McGraw Hill, 1996, Capítulo 9.
- 7 Julio Pereyra, Carlos Abad, Jose Fajardo SIMULACIÓN ESTADISTICA DE
RENDIMIENTOS DE OBRA EN PROCESOS DE CONSTRUCCION Trabajo
de grado.
- 8 Suarez Salazar COSTOS Y TIEMPO DE EDIFICACIÓN ·3ra Edición.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Hay, Edward J. "Justo a Tiempo" Editorial Norma
2. Brocka Bruce; Brocka Suzanne M. "Quality Management",
3. Guía para el Mejoramiento Continuo en la Pequeña Empresa – Sergio
Castillo Ortiz – Panorama – 1998
4. Factores de Costos en Construcción – Gustavo Gómez Lara – Trillas
– 1992

5. Costo y Tiempo en Edificación – Carlos Suárez Salazar – Limusa – 1998
6. El éxito empresarial – Lair Ribeiro – Urano – 1997
7. Imai, Masaaki – Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo – McGraw Hill- 1998
8. Chese – Aquilano – Dirección y Administración de la Producción y de las Operaciones –McGraw Hill - 1997