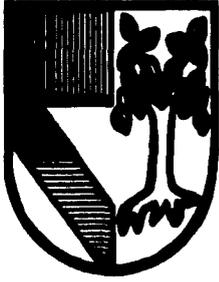


308917

29  
29



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PROCESO DE IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA  
DE CALIDAD TOTAL APLICADO A UNA PLANTA  
DE TUBO Y TABICON

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO**

**MECANICO ELECTRICISTA**

**AREA: INGENIERIA INDUSTRIAL**

P R E S E N T A N

**JOSE MANUEL GONZALEZ VALDIVIA**  
**ALEJANDRO GUTIERREZ-OLVERA CABRALES**

DIRECTOR:

ING. ANTONIO CASTRO D'FRANCHIS

MEXICO, D. F.

1996s

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A MIS PADRES:**

**POR HABER INCULCADO EN MI  
PERSONA ALTOS VALORES ETICOS Y  
MORALES Y PORQUE GRACIAS A SUS  
ESFUERZOS Y DESVELOS HA SIDO  
POSIBLE CULMINAR LA CARRERA DE  
INGENIERIA INDUSTRIAL.**

**CON TODO MI AMOR  
MIL GRACIAS.**

**A MIS HERMANOS:**

**POR SU GRAN APOYO Y COMPRESION  
DURANTE TODOS LOS DIAS DE MI VIDA.**

**JOSE MANUEL**

**A DIOS,**

**A MIS PADRES,**

**Y A TODOS LOS QUE ME HAN APOYADO  
AL HABER PUESTO SU CONFIANZA EN  
MI Y AYUDARME A COMPLETAR ESTA  
IMPORTANTE ETAPA DE MI VIDA.**

**ALEJANDRO.**

## **INTRODUCCIÓN**

<b>Marco de referencia</b>	<b>1</b>
<b>Aspectos económicos</b>	<b>2</b>
<b>Desarrollo regional</b>	<b>3</b>
<b>Situación actual</b>	<b>4</b>

## **CAPITULO I: "Situación actual de la planta"**

<b>1.1 Mercado del tubo</b>	<b>9</b>
<b>1.1.1 Mercado de mayoreo</b>	<b>10</b>
<b>1.1.2 Materialistas medianos</b>	<b>11</b>
<b>1.1.3 Materialistas pequeños</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Mercado del tabicón</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Procesos en la planta</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1 Proceso del tubo</b>	<b>16</b>
<b>1.3.1.1 Centro de trabajo 1</b>	<b>16</b>
<b>1.3.1.2 Centro de trabajo 2</b>	<b>18</b>
<b>1.3.1.3 Centro de trabajo 3</b>	<b>19</b>
<b>1.3.1.4 Proceso de secado</b>	<b>19</b>
<b>1.3.2 Proceso del tabicón</b>	<b>20</b>
<b>1.3.2.1 Centro de trabajo 1</b>	<b>20</b>
<b>1.3.2.2 Centro de trabajo 2</b>	<b>22</b>

<b>1.4 Terreno, maquinaria y equipo</b>	<b>23</b>
<b>1.4.1 Terreno</b>	<b>23</b>
<b>1.4.2 Area de proceso del tubo</b>	<b>26</b>
<b>1.4.3 Area de proceso del tabicón</b>	<b>26</b>
<b>1.4.4 Area de oficina y atención a clientes</b>	<b>26</b>
<b>1.4.5 Areas comunes y terreno muerto</b>	<b>26</b>
<b>1.4.6 Maquinaria y equipo</b>	<b>27</b>
<b>1.5 Distribución de trabajadores</b>	<b>28</b>
<b>1.6 Estructura de la administración actual</b>	<b>29</b>
<b>1.6.1 Proceso de administración</b>	<b>29</b>
<b>CAPITULO II: “Teorías y técnicas de optimación”</b>	<b>31</b>
<b>2.1 Calidad</b>	<b>31</b>
<b>2.2 Factor de supervivencia</b>	<b>36</b>
<b>2.3 Filosofía de los cinco ceros</b>	<b>37</b>
<b>2.4 Reingeniería de los procesos</b>	<b>39</b>
<b>2.5 Control estadístico de los procesos</b>	<b>47</b>
<b>2.6 Mejora continua</b>	<b>55</b>
<b>CAPITULO III: “Mejora continua aplicada en la fábrica”</b>	<b>56</b>
<b>3.1 Situación del proceso de mezclado</b>	<b>57</b>
<b>3.1.1 Enunciado del objetivo</b>	<b>57</b>
<b>3.1.2 Proceso inicial</b>	<b>57</b>

<b>3.1.3 Diagrama de proceso de mezclado</b>	<b>59</b>
<b>3.1.4 Indicadores de calidad (QPM's)</b>	<b>60</b>
<b>3.1.5 Valores iniciales de QPM's</b>	<b>61</b>
<b>3.1.6 Diagrama de causa-efecto</b>	<b>62</b>
<b>3.1.7 Identificación de las causas</b>	<b>63</b>
<b>3.1.8 Teoría de solución</b>	<b>63</b>
<b>3.1.9 Diagrama de la teoría de solución</b>	<b>65</b>
<b>3.1.10 Resultados obtenidos</b>	<b>66</b>
<b>3.1.11 Planes futuros</b>	<b>68</b>
<b>3.2 Situación del proceso de fabricación de tubo</b>	<b>68</b>
<b>3.2.1 Enunciado del objetivo</b>	<b>69</b>
<b>3.2.2 Proceso inicial</b>	<b>69</b>
<b>3.2.3 Diagrama de fabricación de tubo</b>	<b>70</b>
<b>3.2.4 Indicadores de calidad (QPM's)</b>	<b>71</b>
<b>3.2.5 Valores iniciales de QPM's</b>	<b>72</b>
<b>3.2.6 Diagrama de causa-efecto</b>	<b>73</b>
<b>3.2.7 Identificación de las causas</b>	<b>74</b>
<b>3.2.8 Teoría de solución</b>	<b>74</b>
<b>3.2.9 Diagrama de la teoría de solución</b>	<b>75</b>
<b>3.2.10 Resultados obtenidos</b>	<b>76</b>
<b>3.2.11 Planes futuros</b>	<b>78</b>

<b>3.3 Situación del proceso de deshojado</b>	<b>78</b>
<b>3.3.1 Enunciado del objetivo</b>	<b>78</b>
<b>3.3.2 Proceso inicial</b>	<b>78</b>
<b>3.3.3 Diagrama de proceso de deshojado</b>	<b>80</b>
<b>3.3.4 Indicadores de calidad (QPM's)</b>	<b>81</b>
<b>3.3.5 Valores iniciales de QPM's</b>	<b>83</b>
<b>3.3.6 Diagrama de causa-efecto</b>	<b>84</b>
<b>3.3.7 Identificación de las causas</b>	<b>85</b>
<b>3.3.8 Teoría de solución</b>	<b>85</b>
<b>3.3.9 Diagrama de la teoría de solución</b>	<b>86</b>
<b>3.3.10 Resultados obtenidos</b>	<b>87</b>
<b>3.3.11 Planes futuros</b>	<b>89</b>
<b>3.4 Proceso de secado</b>	<b>89</b>
<b>3.4.1 Enunciado del objetivo</b>	<b>90</b>
<b>3.4.2 Proceso inicial</b>	<b>90</b>
<b>3.4.3 Diagrama de proceso de secado</b>	<b>91</b>
<b>3.4.4 Indicadores de calidad (QPM's)</b>	<b>92</b>
<b>3.4.5 Valores iniciales de QPM's</b>	<b>93</b>
<b>3.4.6 Diagrama de causa-efecto</b>	<b>94</b>
<b>3.4.7 Identificación de las causas</b>	<b>95</b>
<b>3.4.8 Teoría de solución</b>	<b>95</b>
<b>3.4.9 Resultados obtenidos</b>	<b>96</b>

<b>3.4.10. Planes futuros</b>	<b>97</b>
<b>3.5 Impacto de las mejoras a las ventas y al servicio al cliente</b>	<b>97</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>101</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>104</b>

## **INTRODUCCIÓN**

### **Marco de Referencia**

La política económica y social sobre la que se ha trabajado durante la última administración ha permitido la creación de las bases para el desahogo de la crisis que se ha suscitado a partir de Noviembre de 1994 y que ha sumido al país en una profunda recesión hasta la fecha.

Como premisas importantes de esta administración se pueden mencionar el adelgazamiento del sector público por medio de desincorporación de algunas empresas paraestatales, la lucha por reducir la inflación y la apertura económica comercial del país.

Debido a la crisis y la falta de confianza que se generó por el caso Mexicano se observó que los flujos de capital hacia México y América Latina fueron frenados; también se han observado diferentes síntomas negativos como son: la disminución del PIB, una pérdida del poder adquisitivo, contracciones en el aparato productivo mexicano, un campo muy abandonado y estancado, así como una gran desestabilidad social debido a la extrema pobreza y las condiciones desiguales de vida entre los mexicanos.

Todo esto nos ha llevado a vivir una ola de violencia coronada por diferentes levantamientos y una sociedad más participativa, la cual ya es parte de los mismos.

## **INTRODUCCIÓN**

### **Marco de Referencia**

La política económica y social sobre la que se ha trabajado durante la última administración ha permitido la creación de las bases para el desahogo de la crisis que se ha suscitado a partir de Noviembre de 1994 y que ha sumido al país en una profunda recesión hasta la fecha.

Como premisas importantes de esta administración se pueden mencionar el adelgazamiento del sector público por medio de desincorporación de algunas empresas paraestatales, la lucha por reducir la inflación y la apertura económica comercial del país.

Debido a la crisis y la falta de confianza que se generó por el caso Mexicano se observó que los flujos de capital hacia México y América Latina fueron frenados; también se han observado diferentes síntomas negativos como son: la disminución del PIB, una pérdida del poder adquisitivo, contracciones en el aparato productivo mexicano, un campo muy abandonado y estancado, así como una gran desestabilidad social debido a la extrema pobreza y las condiciones desiguales de vida entre los mexicanos.

Todo esto nos ha llevado a vivir una ola de violencia coronada por diferentes levantamientos y una sociedad más participativa, la cual ya es parte de los mismos.

Pero es a los futuros profesionistas de México a los que les corresponde el abrir los ojos ante un México desigual para buscar la forma de distribuir la riqueza, de tal manera que la evolución de México sea justa e involucre a todos aquéllos que participaron de este cambio. Esto no se presenta como una tarea fácil ahora que se vive una etapa de apertura comercial que nos obliga a pensar en la modernización, adaptación y complementación de todas y cada una de las actividades tanto económicas como productivas de cada uno de los sectores que conforman al país.

### **Aspectos económicos**

Durante 1995, dada la incertidumbre que prevaleció, la dirección de la economía se mantiene orientada al abatimiento de la inflación mediante una política monetaria restrictiva, el control del gasto público (que limita la expansión de la demanda agregada) y la libre flotación cambiaria que buscan el decrecimiento de los precios, cuya tasa anual alcanzó en 1995 casi un 52%. Empero, esta tendencia ha ido de la mano con un menor dinamismo de la actividad económica y con la estabilización del déficit comercial con el exterior. En el último trimestre reaccionaron favorablemente algunos sectores productivos, pero aún no se puede hablar de fenómeno generalizado.

El comportamiento de las tasas de interés refleja una tendencia a la baja de la inflación, el saneamiento de las finanzas públicas, la estabilidad macroeconómica y la certidumbre cambiaria favorecen las expectativas, lo cual permite reducir el diferencial de rendimientos de medios de ahorro nacionales y extranjeros.

El bajo dinamismo del consumo en 1995, por diversos factores, entre los que destacan menor liquidez, aumento del desempleo (que induce a mayor prudencia en las decisiones de gasto por parte de consumidores) y sobreendeudamiento de algunos agentes económicos, se refleja en un comportamiento desfavorable del comercio y de la actividad productiva.

### **Desarrollo Regional.**

México es un país con profundas disparidades regionales. En 1990, el ingreso per cápita anual del Distrito Federal fue de 5,600 dólares, mientras que el de Oaxaca fue de 855 dólares. En términos porcentuales, esa brecha es mayor que la que existe entre el ingreso de un mexicano y el de un norteamericano en promedio. Esta disparidad regional obedece fundamentalmente a que la ciudad de México acapara un gran porcentaje de la producción de bienes y servicios de alto valor agregado.

Debido a que los efectos regionales son muy dispares las regiones mal situadas y sin infraestructura pueden resultar afectadas; por lo que la inversión en sistemas de transporte urbano en las grandes metrópolis debería ocupar un lugar secundario en relación con la construcción de carreteras, puertos o ferrovías. En el largo plazo, la forma más efectiva de reducir las desigualdades regionales es mediante la inversión en infraestructura de comunicaciones y transportes.

## **Situación actual**

La situación actual del país nos puede indicar en cierta forma que la inversión en nuevos negocios es de alto riesgo, sin embargo, hoy ante un esquema de libre competencia no sólo a nivel nacional sino mundial, no podemos esperar a que la situación mejore para entonces pensar en hacer bien las cosas e invertir en lograrlo, por lo que en este estudio consideraremos la aplicación de técnicas aprendidas durante nuestra formación profesional, para mejorar la situación de la empresa en cuestión.

El proyecto de mejora continua que se piensa implementar se basa en las diferentes teorías de calidad total, estándares internacionales (ISO 9000), tiempos y movimientos, así como un sistema que asegure el servicio a nuestros clientes.

El negocio de la construcción ha existido toda la vida y como un ejemplo, una de las constructoras más desarrolladas en América Latina es el caso del Grupo ICA (Ingenieros Civiles Asociados) que se fundó el 4 de Julio de 1947 y en nuestros días es una de las más fuertes en su ramo, si consideramos que una empresa como ésta que ha edificado la mayor unidad habitacional diseñada hasta nuestros días, se podrá imaginar la cantidad de materiales para la construcción que se necesitan, pero estos materiales deben de coincidir con las características principales de esta empresa que son: trabajo en equipo, dedicación, entrega, calidad y cumplimiento, y que gracias a estas características ha llegado a ser una de las mejores.

En este estudio se tratará de adoptar o implantar las teorías de William Edwards Deming, Joseph M. Juran, aplicadas a nuestra empresa de la mejor forma, tal vez modificando y llevando a la realidad estas teorías para tener un mejor servicio y calidad para con nuestros clientes y ser más competitivos en un entorno globalizado como es la industria de los materiales para la construcción y tratando de obtener una mayor participación en el mercado, basándonos en dichas teorías, ya que las empresas que no cumplan con los requerimientos mínimos de un mercado más exigente, va a ser difícil que sobrevivan ante esta crisis y la gran competencia que existe en el mercado.

Como les hemos mencionado anteriormente, ante una crisis como la que se vive hoy en nuestro país, un gran número de empresas dependientes de insumos del extranjero, pasan por uno de sus peores momentos y se encuentran con grandes pasivos, por lo que estas empresas deben de cambiar su estructura organizacional y deben pensar en ser mejores.

La nueva organización estructural debe de enfocarse en los procesos y la planeación, ya que según estudios el 94% de los costos, de los defectos y de los errores que se manifiestan en las empresas caen dentro de estos rubros, y el restante 6% es debido al personal que labora en las mismas.

Dentro de las empresas se deben de desarrollar grandes cambios porque la solución no está solamente en la reducción de los costos de nuestros productos o servicios, sino siempre pensando en el extra que podemos otorgar a nuestros clientes, buscando así tener clientes leales y duraderos, no es nuestro objetivo tener un número excesivo de clientes que estén rotando con gran rapidez; lo que nos interesa es tener el mayor número de clientes que decidan no cambiarse

porque no hay empresa que les ofrezca una mejor calidad en servicio y producto como el que esta empresa ofrecerá.

Este cambio también debe afectar a los proveedores, ya que ellos forman parte importante dentro de la cadena de procuramiento de los productos o servicios ofrecidos, debido a que el servicio que la empresa pueda ofrecer a los clientes estará directamente afectado por el servicio que se reciba de los proveedores.

Otro factor primordial es el cliente, que también debe de colaborar con la empresa para que él pueda evaluar si es mejor el servicio y el producto que se le está ofreciendo y cuales son sus expectativas, porque en muchos casos sólo nos autoevaluamos y en realidad la mejor forma de evaluación son los clientes, todas las observaciones que haga ayudará a la empresa a posicionarse dentro del entorno.

El estudio que se hará tiene como finalidad buscar que la empresa sea la mejor a los ojos del cliente, pero sólo se puede llegar a ser el mejor estableciendo un sistema de mejora continua medible, y haciendo conciencia en todos los trabajadores de la empresa, en forma de cascada desde la dirección hasta los operadores, de que todos deben ser parte del cambio.

Como lo menciona el Dr. Deming: "Estamos en una nueva era económica. No podemos seguir viviendo con los niveles comúnmente aceptados de retrasos, errores, materiales defectuosos y preparación de los trabajadores"; en México, el establecer este tipo de mejoras es un poco más difícil de realizar que en otros, debido que la fuerza de trabajo tiene una cultura muy elemental.

El trabajador mexicano sólo se limita a hacer lo que su superior le indica, no es participativo, no hace nuevas propuestas de mejora continua, está comprobado que si se establece un sistema de administración por objetivos sólo llega a ellos forzando tiempos y movimientos, y se ha visto que en largo plazo no funciona, ya que el trabajador se agota y le es difícil mantener el mismo ritmo de trabajo, es por esto que es más recomendable evaluar la factibilidad de hacer cambios a los procesos, en base a la relación costo-beneficio.

## **CAPITULO I**

### **“SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA”**

Dentro de este capítulo se desarrolla cómo funciona actualmente la fábrica de materiales para la construcción en cuestión; sus procedimientos y procesos, partiendo desde la materia prima hasta la entrega del producto al cliente.

La fábrica atraviesa por una situación muy delicada, las ventas han bajado, mientras que los costos se han incrementado y es difícil sobrevivir ante perspectiva así; por lo que la empresa no se puede quedar estática, por el contrario, debe de plantear una estrategia con la cual pueda lograr la reducción de costos, aumentar sus ventas y lograr una mayor participación en el mercado.

La fábrica trabaja a un 70% de la capacidad instalada, por lo que ésta puede cubrir con facilidad las fluctuaciones del mercado.

Para las entregas y el manejo de materiales cuenta con dos camionetas de tres y media toneladas cada una, además de un camión de siete metros cúbicos con que sólo surte a la fábrica de su materia prima y entrega a sus clientes.

A pesar de que el mercado se encuentra contraído y que la fábrica está trabajando por debajo de su capacidad, podemos observar que su situación es estable, pues existe un número grande de empresarios que han tenido que cerrar y otro tanto que han tenido que hacer aportaciones de sus propios recursos, para mantener con vida a sus empresas.

Es muy importante ver que a todo el sector de la industria le afecta de la misma manera los aspectos externos, pero la gran diferencia es ver a cada una de las empresas o plantas con sus diferentes habilidades para afrontar el reto de sobrevivir en el ramo y lograr el crecimiento sostenido.

De tal forma en este capítulo se van a determinar cuáles son las fuerzas y debilidades con las que cuenta la empresa y de qué forma se pueden apuntalar las fuerzas de la misma y eliminar sus debilidades.

Es conveniente indicar que el material más importante por sus volúmenes de producción y de venta dentro de la fábrica es el producto terminado denominado tubo para drenaje en sus diferentes medidas.

De acuerdo a lo anterior, el estudio, la investigación y soluciones que se darán en este trabajo de Tesis se harán tomando como base este material, independientemente de que en la fábrica se produce otro material denominado tabicón, sus volúmenes de producción y venta no tienen los índices necesarios para modificar las cifras originadas por el material principal.

### **1.1 Mercado de Tubo**

En este apartado se hará referencia al mercado en el cual se encuentra la fábrica, el cual abarca toda la zona sur del Distrito Federal y Área Metropolitana. Es importante mencionar que tanto la empresa como sus clientes potenciales, se encuentran en esta zona.

Para efectos de lograr una mejor explicación del mercado, lo dividiremos en tres secciones, denominadas:

- Mercado de Mayoreo
- Materialistas Medianos
- Materialistas Pequeños

#### **1.1.1 Mercado de Mayoreo**

Dentro del Mercado de Mayoreo en el sur de la capital se encuentran 10 grandes empresas que funcionan como centros de distribución y que abastecen a sus propias sucursales o que en su caso, venden directamente a los usuarios finales, consumiendo lo mismo que los grupos más fuertes dentro del sector de la construcción por sus diversos puntos de venta y sus economías de escala al agrupar a varios compradores.

La fábrica abastece al 80% de este grupo de empresas, se podría pensar que los que tienen una mayor demanda de nuestro producto serían lo más atractivo, pero no es así, ya que aunque son clientes que dan seguridad, es decir, que tienen la solvencia para pagar, manejan créditos y obtenemos bajos márgenes de utilidad por unidad vendida; sin embargo, se logra con esto mantener una sana relación de flujos constantes de efectivo, usados para absorber el costo por unidad producida, o en su defecto, también se maneja el intercambio de producto por materias primas a un menor costo, el cual al ser transformado nos ofrece un mayor margen de utilidad.

Para efectos de este análisis se hablará de tiempos buenos y malos para poder hacer una comparación en cuanto al volumen de consumo en los extremos.

El consumo del Mercado de Mayoreo en tiempos buenos es de 9,500 piezas de tubo por mes, tomando en cuenta todas las medidas, y el consumo en tiempos malos es de 4,000 piezas de tubo mensualmente.

Este mercado se podría abarcar en su totalidad, pero no es el objetivo vender a este grupo del mercado, ya que no es el que más conviene en cuestión del margen de utilidad y pago en efectivo al entregar el pedido, es muy importante mencionar que el crédito que se maneja aparentemente de poco tiempo significa mucho, ya que en ocasiones los importes podrían cubrir los costos de días enteros de trabajo. Por lo que cabe mencionar que el flujo de dinero dentro de este sector industrial es muy importante.

En este rubro del sector el vender a un precio de venta demasiado bajo podría obligar a perder un mayor margen de utilidad obtenido con los materialistas medianos y pequeños, creando así la propia competencia de la misma, ya que ellos le podrían vender a éstos con menores costos.

### **1.1.2 Materialistas Medianos**

Los Materialistas Medianos en la zona sur son 60 negocios aproximadamente que tienen un promedio de consumo bastante aceptable, se abastece al 70% de estas casas.

Cabe destacar que este es el ramo del sector que más nos interesa por diferentes circunstancias que a continuación mencionaremos.

Dentro de este grupo la mayoría paga en efectivo y sólo se les otorga crédito a la minoría de los clientes y a plazos muy cortos. El margen de utilidad que se maneja con este tipo de clientes es mayor al del grupo anterior y es el que más conviene, ya que son consumo constante a un margen justo de utilidad.

Su volumen de consumo en tiempos buenos son de 5,000 piezas de tubo mensuales y 2,500 piezas de tubo en tiempos malos.

Si se hacen algunas cuentas se podría percatar que es más fácil atacar el 20% restante del Mercado de Mayoreo que el 30% de Materialistas Medianos y que da un consumo mayor el primero, sin embargo es el Materialista Mediano el que más conviene por el margen de utilidad y el flujo de dinero que existe en la empresa.

### **1.1.3 Materialista Pequeño.**

Es importante mencionar que este sector es muy pequeño y que para efectos del estudio se tomarán en cuenta como si fueran consumo de particulares ya que se le da al mismo precio que a menudeo y sólo se envía si el consumo es por lo menos de 160 piezas de tubo.

Hacer una estimación del número de clientes en este sector sur es muy variable, por lo tanto el estudio estará limitado sólo al consumo mensual sin

importar el número de clientes que existen en la zona y qué porcentaje de participación se tiene.

El volumen de consumo en tiempo bueno es de 2,500 piezas de tubos mensuales, y en tiempo malo es de 1,000 piezas de tubo mensual. En este caso son muy variables las ventas, así que se sacó un promedio de los meses buenos del consumo mensual, así como también de los meses malos para poder compararlo.

Cabe mencionar que los tiempos buenos son aquéllos que son óptimos para la construcción con una buena economía y los tiempos malos son como los que se están viviendo actualmente que hay escasez de dinero, así como los aspectos climatológicos, entre otros como la temporada de lluvias.

## **1.2 Mercado de Tabicón**

El mercado de tabicón no se incluyó en el inciso anterior, ya que éste se lleva a cabo como un producto secundario, su mercado primordial está enfocado al consumidor final, es decir, no hay venta al mercado de mayoreo como tampoco al materialista mediano.

Esta diferencia es muy marcada, ya que el mercado es mucho más competido y los márgenes de utilidad son mucho más bajos que los del tubo, por esta situación no se vende al mercado de mayoreo puesto que estos márgenes bajarían aún más.

También es importante mencionar que toda la venta de tabicón se hace de contado, puesto que la venta se hace al consumidor final, esta venta por lo general se hace a particulares que viven dentro de la zona sur.

El consumo mensual de tabicón presenta picos o puntos extremos que denominaremos en tiempos buenos y en tiempos malos, el consumo de toda la zona sur mensual en tiempo bueno es de 800 millares de tabicón medida estándar, y por otro lado el consumo en tiempo malo es de 400 millares mensuales.

Cabe destacar que solamente se cuenta con un 8% de participación en el mercado, por lo que se desarrolla como un producto secundario en la fábrica, ya que una de sus materias primas al igual que el tubo es el cemento y es muy caro para producir el tabicón, por esta razón y su poco margen de utilidad no se ha buscado tener una mayor participación en el mercado.

Por otra parte, al igual que el cemento, hay otra materia prima que es fundamental para la fabricación del tabicón que es el Tepojal, el cual hay que traerlo desde Calimaya (Toluca) y por no ser una materia prima accesible incrementa su valor comercial por los gastos indirectos que se tienen.

La producción de tabicón medida estándar en la fábrica en tiempo bueno es de 60 millares mensuales y en tiempo malo es de 25 millares.

Por otra parte es bueno comentar que en el sur hay aproximadamente 35 fábricas que su producto principal es el tabicón y sus ventas a materialistas medianos y a particulares son mayores, sobresaliendo la venta a particulares en

un 80%. En tan sólo en la zona, donde se encuentra la fábrica se encuentran 10 fábricas de tabicón, situación que no se presenta con el tubo.

### **1.3 Procesos en la Planta**

Actualmente el 100% de todos los procesos de fabricación son semiautomáticos desde la concentración de los materiales, hasta el mismo manejo de la maquinaria.

Aún cuando en el mercado existen otros tipos de máquinas que en algunos casos resultan ser muy costosas, se estima que de acuerdo con las necesidades actuales de la fábrica no se requieren ya que un sólo operario especializado hace las maniobras para el proceso, terminación y revisión del producto.

Es necesario mencionar que esta fábrica de material para la construcción se inició como un negocio muy pequeño, lo cual como en muchas de estas microempresas la distribución de su planta ha crecido conforme a sus necesidades y no se planeó estratégicamente, en otras palabras, se puede decir que hay mucho espacio desperdiciado y sólo se prevé que la línea de producción no entorpezca las otras actividades.

Los procesos detallados se mencionarán posteriormente, ya que todos ellos aunque son similares, tienen diferencias y se podrían confundir entre ellos.

### **1.3.1 Proceso del Tubo**

Cabe señalar que el proceso del tubo es el mismo para cualquiera de sus medidas que son: 10 cm, 15 cm y 30 cm aunque la mayor parte de la producción se destina para el tubo de 15 cm que es el que tiene una mayor demanda en el mercado.

Dentro de una jornada de trabajo se debe de hacer una producción de 350 tubos no importando la medida de su diámetro, por lo general su producción durante las 7:00 am a las 12:00 pm es de 200 tubos y la diferencia la empiezan a partir de la 1:00 pm y por lo general la terminan a las 4:00 pm.

Para el proceso del tubo en la fábrica se requieren de 3 personas desde el arranque de la producción hasta el final.

#### **1.3.1.1 Centro de Trabajo 1**

Los requerimientos del centro de trabajo 1 y el operario 1 son los siguientes:

- 1 Revolvedora
- 3 Botes de 19 litros cada uno
- 1 Bote de 4 litros
- Cemento ( cantidad según la producción )
- Granzón ( cantidad según la producción )
- Arena ( cantidad según la producción )
- Agua ( toma de agua directa )
- 1 pala

- Casco y guantes

Las cantidades que se mencionarán para el proceso son tomadas en cuenta para una producción de 7 tubos de 15 cm, que es el óptimo para la producción (tomando en cuenta tiempos y movimientos de todo el proceso del tubo).

Para la producción de 7 tubos de 15 cm es necesario poner las cantidades de los siguientes materiales:

- 8 Botes de arena ( 19 Lts. cada uno )
- 1 Bote de granzón ( 19 Lts. )
- 1/2 Bulto de cemento ( 25 Kg )
- 22 Litros de agua

El procedimiento que hace el operario 1 se puede describir de la siguiente manera:

- Pone en marcha la revolvedora
- Con la pala llena el bote de arena y vierte el bote con capacidad de 19 Lts. en la revolvedora, este proceso lo hace 8 veces
- Pone a llenar los botes de agua uno de 19 Lts. y otro de 4 Lts.
- Con la pala llena el bote ( 19 Lts. ) de granzón y lo vierte en la revolvedora
- Vacía los dos botes de agua a la revolvedora
- Vacía 1/2 bulto de cemento en la revolvedora
- Espera aproximadamente 1 minuto
- Vierte la revolvedora directamente al piso para el centro de trabajo 2.

El tiempo estimado de preparación para la revoltura es de tres y medio minutos aproximadamente, desde el primer paso hasta el vaciado, haciendo esta operación cuantas veces sea necesario para la producción requerida.

### **1.3.1.2 Centro de Trabajo 2**

Los requerimientos para el centro de trabajo 2 y operario 2 son los siguientes:

- 1 Pala
- 1 Cuchara
- Casco y guantes

El procedimiento que desarrolla el operario 2 se puede describe de la siguiente forma:

- Pone en marcha la máquina tubera
- Con la pala recoge la revoltura que hizo el operario 1 y lo vierte en el alimentador de la tubera
- Baja el émbolo de la tubera hacia donde están los moldes
- Con la cuchara quita el excedente de la revoltura
- Sube el émbolo de la tubera
- Recorre plataforma para que salga el molde

Este proceso del operario 2 se hace en un tiempo estimado de uno y medio minutos para cada tubo.

### **1.3.1.3 Centro de Trabajo 3**

Los requerimientos para el operario 3 son los siguientes:

- 1 Carro sacador
- 1 Manguera con toma de agua directa
- Casco y guantes

El procedimiento del operario 3 se puede describir de la siguiente forma:

- Toma el carro sacador
- Espera que salga el molde de la plataforma del operario 2
- Toma el molde con el carro sacador
- Lo lleva al patio de secado
- Baja el molde del carro sacador
- Carga el molde y lo deja caer desde una altura de 10 cm

aproximadamente

- Desprende el molde
- Arma el molde
- Monta el molde en el carro sacador
- Deja el molde en la plataforma del operario 2

El tiempo estimado del proceso del operario 2 es de un minuto aproximadamente por tubo.

### **1.3.1.4 Proceso de Secado**

El operario 3 tiene la responsabilidad de regar tres veces al día el patio de secado durante los primeros 3 días después de haber realizado la producción de

los tubos, generalmente lo hace al empezar su jornada de trabajo, al regresar de su hora de comida y al finalizar su jornada de trabajo.

El proceso de secado es muy variable, ya que se depende fundamentalmente del clima y tiene una variación dependiendo de la medida del tubo en secado, pero para el tubo de 15 cm que es nuestra unidad de prueba varía de tres a cinco días para poder ser entregado a nuestros clientes.

### **1.3.2 Proceso del Tabicón**

El proceso del tabicón es similar al proceso del tubo, nada más hay diferencias en materias primas y forma de terminado; en este caso, sólo se hace tabicón de la medida estándar, el mismo que se hace en las fábricas de la competencia.

Para el proceso del tabicón se necesitan dos centros de trabajo con un operario cada uno, para una producción diaria de 3 millares de tabicón con una jornada de trabajo de 8 horas.

#### **1.3.2.1 Centro de Trabajo 1**

Las necesidades del centro de trabajo 1 y para el operario 1 son las siguientes:

- 1 Revolvedora
- Tepojal ( cantidad según producción )
- Cemento ( cantidad según producción )
- Arena ( cantidad según producción )

- 3 Botes de 19 Lts. cada uno
- Agua ( toma de agua directa )
- 1 Pala
- Casco y guantes

Las cantidades de materias primas que se necesitan para la producción de 48 tabicones es la siguiente tomando en cuenta lo óptimo ( según tiempos y movimientos del proceso ) para evitar el desperdicio del material:

- 9 Botes de tepojal ( 19 Lts. cada uno )
- 1/2 Bulto de cemento ( 25 Kg )
- 1 Bote de arena ( 19 Lts. )
- 28 Litros de agua ( Bote y medio aproximadamente )

El trabajo que desempeña el operario uno se puede describir de la siguiente forma:

- Pone en marcha la revolvedora
- Con la pala llena 2 botes de tepojal y los vierte en la revolvedora ( 4 veces )
- Pone a llenar un bote de agua ( 19 Lts. )
- Con la pala llena el último bote de tepojal y lo vierte en la revolvedora
- Pone a llenar 1/2 bote de agua ( 9.5 Lts. )
- Vierte el primer bote de agua en la revolvedora
- Vierte 1/2 bulto de cemento en la revolvedora
- Con la pala llena un bote de arena y lo vierte en la revolvedora ( 19 Lts. )
- Vierte el 1/2 bote de agua en la revolvedora
- Espera 1 minuto aproximadamente
- Vierte la revolvedora en el piso para el centro de trabajo 2

El tiempo estimado de operación es de tres a tres y medio minutos desde principio a fin y esta operación se hace cuantas veces sea necesario para la producción requerida.

### **1.3.2.2 Centro de Trabajo 2**

Los requerimientos para el centro de trabajo 2 y el operario 2 son los siguientes:

- 1 Pala
- 1 Tabiconera
- Tablas ( cantidad según producción )
- Casco y guantes

El procedimiento que lleva a cabo el operario 2 se puede describir de la siguiente forma:

- Pone en marcha la tabiconera
- Con la pala toma del piso la revoltura que hace el operario 1 y la pone en el alimentador de la tabiconera
- Baja una palanca para comprimir el material
- Sale la tabla con 6 tabicones
- Los lleva al patio de secado

El tiempo que se tarda este proceso es de un minuto aproximadamente desde el alimentado de la máquina hasta el llevarlo al patio de secado.

Es importante mencionar que las tablas que se utilizan en este proceso son proporcionadas por 2 estibadores que se utilizan tanto para el proceso del tubo como para el del tabicón y para surtir a los camiones.

Los estibadores regresan las tablas a la tabiconera después de dos días de que se llevó a cabo el proceso, ya que hasta el segundo día después de haber terminado el producto se puede estibar haciendo filas de cincuenta tabicones de largo por diez de alto, para tenerlos separados por medios millares y sea más fácil llevar el control del inventario.

#### **1.4 Terreno, Maquinaria y Equipo**

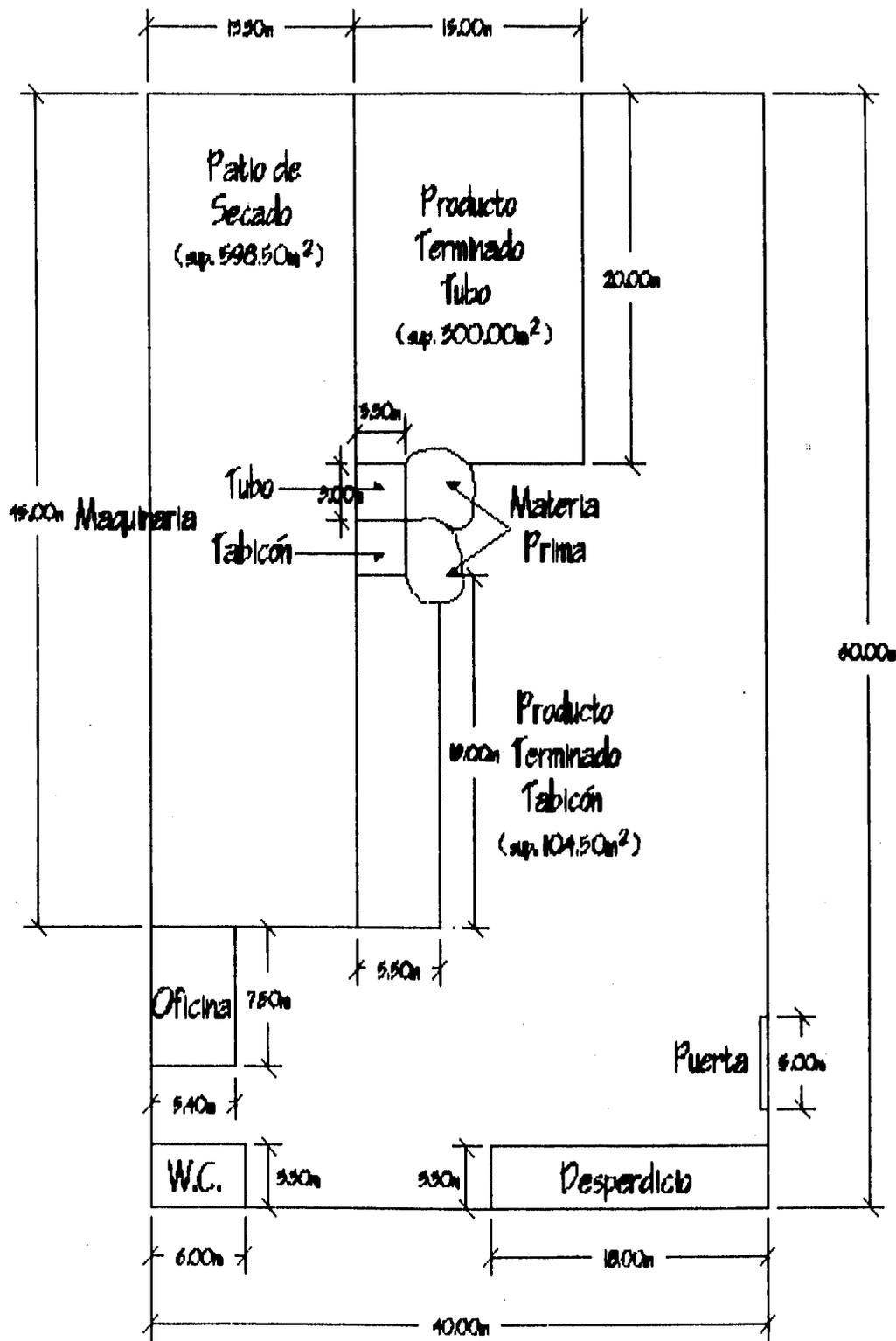
Aunque ya fueron mencionados en párrafos anteriores algunos de los equipos con los que cuenta la fábrica, en esta sección se comentará la maquinaria y equipo completo de la fábrica con sus capacidades y con el terreno que se cuenta para cada proceso, así como para la entrada de materias primas y salidas de producto terminado.

##### **1.4.1 Terreno .**

Se cuenta con un área de 2400 metros cuadrados en los cuales están distribuidas las diversas funciones que se efectúan en la planta. Para hacer más fácil la descripción de la división del terreno se establecen tres áreas, fundamentalmente las más grandes de la fábrica, que son: área de tubo, área de tabicón y área de oficinas.

Aunque se va a desarrollar la descripción de la distribución del terreno se proporcionará posteriormente un plano del LAY-OUT actual de la planta (ver cuadro 1) para tener una mejor perspectiva del terreno y de las diferentes áreas de trabajo, por tal motivo sólo se mencionarán los metros cuadrados designados para cada área de trabajo.

CUADRO I: LAY-OUT



#### **1.4.2 Área del Proceso de Tubo**

- Tubera 10 metros cuadrados
- Patio de materias primas 20 metros cuadrados
- Patio de secado 400 metros cuadrados
- Patio de estiba 300 metros cuadrados
- Total 730 metros cuadrados

#### **1.4.3 Área del Proceso de Tabicón**

- Tabiconera 10 metros cuadrados
- Patio de materias primas 20 metros cuadrados
- Patio de secado 200 metros cuadrados
- Patio de estiba 100 metros cuadrados
- Total 330 metros cuadrados

#### **1.4.4 Área de Oficina y Atención a Clientes**

- Oficina 40 metros cuadrados
- Patio de maniobras para carga y descarga 900 metros cuadrados
- Total 940 metros cuadrados

#### **1.4.5 Áreas Comunes y Terreno Muerto**

- Baños y vestidores para los trabajadores 20 metros cuadrados
- Área de desperdicio de los procesos 60 metros cuadrados
- Terreno Muerto 320 metros cuadrados

- Total 400 metros cuadrados

#### **1.4.6 Maquinaria y Equipo**

En esta sección se hablará de toda la maquinaria y equipo con el que cuenta la fábrica sin importar el proceso o función para el que se ocupe.

- 11 Cascos
- 11 Juegos de guantes
- 4 Palas
- 1 Cuchara
- 1,200 Tablas
- 1 Báscula para 1,000 Kg
- 2 revolvedoras ( 1 de 5 Hp, y otra de 10 Hp )
- 1 Tabiconera
- 1 Tubera
- 1 Carro sacador
- 3 Moldes para tubos de cada medida ( 10, 15 y 30 cm. )
- 1 Camión de 7 metros cúbicos
- 1 Camioneta de volteo de 3 metros cúbicos
- 1 Camioneta de redilas de 3 metros cúbicos
- 1 Planta de soldar eléctrica
- 1 Esmeril industrial removible
- 1 Esmeril industrial fijo
- 1 Taladro Industrial
- 1 Juego de herramienta en general.

### **1.5 Distribución de Trabajadores**

La fábrica cuenta con 13 personas trabajando actualmente y se dividen según sus actividades en diferentes grupos, aunque en ocasiones hay rotación en sus tareas por alguna causa específica.

El mayor número de personas de la fábrica se encuentra en la producción de tabicón y tubo, es decir el 54% de los trabajadores están en la producción y se dividen de la siguiente forma.

- 3 Operarios en el proceso de tubo
- 2 Operarios en el proceso de tabicón
- 2 Estibadores de Tabicón

Los trabajadores restantes se dividen de la siguiente forma, el 31% están en el área de entrega de producto terminado y en la transportación de la materia prima, mientras que el 15% trabajan en la oficina.

División de materias primas y entregas:

- 2 Choferes
- 2 Ayudantes de choferes

División oficina:

- 1 Secretaria
- 1 Responsable de la fábrica

## **1.6 Estructura de la Administración Actual**

La estructura de la administración actual de la fábrica es muy primitiva, ya que sólo se lleva un control de inventarios del tubo y del tabicón; este control se lleva diario y posteriormente se hace semanal

Se dice que es muy primitivo, ya que para poder competir no sólo es necesario llevar un control de inventarios sino también hay que llevar un control de todo lo que sucede en la fábrica, como lo son los inventarios de las materias primas, y de otros productos que se venden aunque solamente la empresa sea un intermediario, hay que tener un control de las entradas y salidas de todos los productos y de todos los pedidos (hablando de la administración) para facilitar el manejo de la fábrica, tanto en la cuestión de la producción como financiera.

Haremos una pequeña descripción de lo que sucede dentro de la fábrica para darnos cuenta desde que se hace un pedido hasta que se entrega, observando tanto el control de la producción como el administrativo, para hacer la fábrica más productiva.

### **1.6.1 Proceso de administración**

Cuando entra un pedido que se paga de contado, se cobra el 50% cuando se hace el pedido y el otro 50% se cobra al entregar el material requerido, el encargado ve su inventario y de ahí toma lo necesario, en caso de no alcanzar el inventario para cubrir el pedido del cliente se entrega lo disponible y la diferencia se le entrega uno o dos días más tarde, esto sucede sólo cuando es un pedido muy grande.

En la forma de financiamiento el proceso que se lleva es el siguiente, la materia prima como el cemento tiene un crédito de 15 días para cubrirlo, en muchas ocasiones hay que pagarlo de contado por las promociones que nos hacen por ser distribuidores y sólo en pago de contado se hacen descuentos (APASCO), todas las demás materias primas se tienen que pagar de contado ya que en ninguna mina hay otra forma de pago, y que estos pagos se hacen con los cobros del día anterior o con los del mismo día.

Todos los pagos de equipo de transporte, materias primas, seguro social, renta y sueldos los efectúa el encargado del negocio, y el mismo entrega todos los comprobantes a un contador externo para efectuar los pagos de impuestos, los comprobantes son entregados mensualmente los últimos días de cada mes.

## **CAPITULO II**

### **TEORÍAS Y TÉCNICAS DE OPTIMACIÓN**

En este capítulo se desarrollarán las diferentes teorías y técnicas de optimación para obtener un mejor funcionamiento de la fábrica, buscando que sea más productiva; cabe destacar que sólo se mencionarán tal y como las determinaron los grandes pensadores e incursionistas de estas filosofías, para conocerlas más a fondo; y en el capítulo siguiente se podrán ver aplicadas directamente en la fábrica.

Se mencionarán algunas soluciones, ya que hay muchas teorías y técnicas que se pueden aplicar a la fábrica, pero en muchos de estos casos hay modificaciones que son sumamente costosas por lo que es conveniente tener un conocimiento más profundo y ver la forma en que se pueden acoplar a los sistemas que existen dentro de la planta, al menor costo posible.

#### **2.1 CALIDAD**

La calidad es uno de los elementos competitivos más significativos usados actualmente; pero en décadas pasadas, principalmente en la de los setentas, ya se conocía este término aunque usaban otra terminología o sinónimos, como la palabra rendimiento; en el mundo de la industria se hacía estudio de todos los productos terminados, y se encontraban resultados tales como que el desperdicio en la producción total era de un diez por ciento.

Pasando a la década de los ochentas empezamos a ver que la palabra rendimiento había cambiado a desperdicio, ahora trabajaban en función de éste; la visión era diferente, se fijaban no en la producción buena sino en el desperdicio, y se pudo ver que el diez por ciento bajó significativamente, pero este acontecimiento se empezó a ver a nivel mundial y se dio cuenta que las empresas que trabajaban con altos niveles de calidad eran las que se estaban apoderando rápidamente de los mercados y reflejaban la necesidad de los niveles competitivos de calidad, llegando a tales niveles por debajo del uno por ciento.

En esta época la terminología también ha cambiado, ahora se habla de la frase "cero defectos" que fue copiada a los Japoneses, y ellos la usan como una medida en función de partes de desperdicio por millón.

Actualmente la calidad no es ya una ventaja competitiva como lo podíamos creer en décadas pasadas, ahora es una necesidad, o en otras palabras es un requerimiento universal, se puede decir que no hay sector manufacturero en donde a nivel internacional no se hagan productos de calidad y en las empresas no se manejen conceptos de calidad.

Debido al esquema aplicado por el gobierno de sustitución de importaciones, en el que nuestras fronteras estaban cerradas, la calidad en nuestro país había estado paralizada, pero al entrar de lleno a una economía de libre comercio y con el apoyo del gobierno, se empezaron a desarrollar campañas de calidad como lo fueron " lo hecho en México está bien hecho " o " al tratado hay que entrarle con calidad " o "compra lo bien hecho en México" que gracias a este tipo de campañas y la feroz competencia que se desató por el mercado

nacional, los empresarios despertaron y vieron que sólo se habían preocupado por las utilidades de la empresa y no por las necesidades de los clientes.

A nivel mundial se puede ver que las empresas deben de contar con estándares de calidad, ya que en muchos de los productos industriales se negocia principalmente con el costo y con la calidad que se presupone contienen.

Otro punto importante a nivel mundial se puede manifestar que se encuentra fuera de la competencia, si no se entiende al cliente, la calidad es resultado de las exigencias de los clientes, la calidad debe ser establecida por un sondeo del mercado y no sólo por lo que los directivos crean.

A continuación se expondrán algunas definiciones de las personas que han indicado el camino hacia la Calidad Total.

Según Deming: "Hacer la cosas bien desde la primera vez".

Sus conocidos catorce puntos:

- 1.- Crear constancia de propósitos hacia el mejoramiento de productos y servicios, con el fin de hacerse competitivos, permanecer en el negocio y proveer empleos.
- 2.- Adoptar la nueva filosofía.
- 3.- No depender más de la inspección para lograr la calidad.

- 4.- Acabar con la práctica de otorgar contratos de negocios sobre la base del precio.
- 5.- Mejorar constantemente y por siempre el sistema de producción y de servicio, para mejorar la calidad y la productividad y así, reducir constantemente los costos.
- 6.- Instituir el entrenamiento en el trabajo.
- 7.- Instituir el liderazgo.
- 8.- Erradicar el temor, para que todos puedan trabajar eficazmente para la organización.
- 9.- Derribar las barreras entre departamentos.
- 10.- Eliminar lemas, exhortaciones y metas para la fuerza de trabajo solicitando cero defectos o nuevos niveles de productividad.
- 11.- Eliminar patrones de trabajo ( cuotas ) en el piso de la fábrica.
- 12.- Remover las barreras que roban a las personas el derecho a sentir orgullo por un trabajo bien hecho.
- 13.- Instituir un vigoroso programa de capacitación y auto-mejoramiento.

14.- Poner a todos en la compañía a trabajar para lograr la transformación, la transformación es trabajo de todos.

Según Ishikawa: "Los medios de proporcionar productos de calidad a bajo costo, compartiendo el beneficio entre consumidores, empleados y accionistas, al tiempo que se mejora la calidad de vida de la gente".

Según Taguchi: "Calidad es el mínimo costo que un producto supone para la sociedad. Satisfacer al cliente dándole más de lo que espera".

Según la Sociedad Americana para el Control de la Calidad: "La totalidad de funciones y características de un producto o servicio dirigidas a su capacidad para satisfacer las necesidades de un cierto usuario", "La búsqueda de excelencia mediante la promoción de una cultura de mejoras continuas, sin fin, en todos los aspectos del negocio y entre toda la gente de la compañía".

Según Juran: "La adecuación para el uso"

"La calidad es similar a la planta de bambú, la cual requiere de cuatro años de minucioso cuidado antes de germinar, pero una vez logrado esto, es capaz de crecer a un ritmo de medio metro diario"

The New Manufacturing

Kiyoshi Suzuki

Así, se podrían seguir mencionando las diferentes descripciones de calidad que dan otros grandes autores de este tema pero éstas son las más reconocidas

a nivel mundial, y en ocasiones es lo mismo pero con diferentes palabras y procedimientos por tal motivo, nada más se mencionaron éstas.

## **2.2 Factor de Supervivencia**

La competitividad de los mercados depende del factor calidad, como se ha mencionado con anterioridad, es primordial establecer un sistema de calidad y nunca dejar de desarrollar todo con calidad, para no tener un parámetro que nos distinga por no contar con ella.

Debemos desarrollar los factores del ciclo de productividad de un producto:

- Productos con baja tasa de fallos o errores, costos de reparación y reemplazamiento.
- Productos con facilidad de mantenimiento
- Productos con nivel alto de normalización
- Productos con bajo consumo de electricidad
- Productos de acuerdo a normas de seguridad y protección del medio ambiente

Las empresas competitivas son las que utilizan la filosofía de calidad total en todas las fases de sus procesos, ya que la supervivencia depende del triángulo que conforman la calidad, productividad y competitividad, en otras palabras, dependen de la misión integral de la empresa, la participación del personal, las nuevas tecnologías y la normalización de los productos.

### **2.3 Filosofía de los Cinco Ceros**

La filosofía de los cinco ceros se refiere básicamente a la eliminación del conjunto de recursos humanos y materiales que son asignados a operaciones que no agregan valor y por lo tanto representan costos, como son:

- Porcentaje de averías elevado
- Demoras excesivas
- Falta de calidad
- Excesivos inventarios ( stocks )
- Exceso de papeles o papeleo.

Para poder eliminar estas operaciones que no representan valor añadido, se aplica la filosofía de los cinco ceros:

1.- Cero Averías: las averías causan diferentes efectos como:

- Bloquea el proceso de producción
- Interrumpe su continuidad
- Suscita la formación "Río arriba y río abajo" de cuellos de botella
- Aumenta los almacenamientos intermedios
- Incrementa los productos en proceso

2.- Cero Demoras:

- Cambio de herramienta
- Cambio de máquina
- Demora de proveedores
- Demora en el correo interno de requerimientos
- Demora en la aplicación o toma de decisiones

3.- Cero Defectos: cada empleado hace su control de calidad, ya que un defecto corregido a tiempo puede eliminar costos, para una mejor comprensión de este punto daremos un ejemplo de la forma de eliminar estos costos por llevar un autocontrol de calidad.

- Corregir un defecto en proceso de fabricación cuesta 10
- Corregir un defecto ya fabricado y almacenado cuesta 100
- Corregir un defecto de una devolución del cliente cuesta 1000

Y lo más costoso en este punto es el motivo último citado, ya que cuando un cliente hace una devolución muchas veces deja de comprar y no nada más eso, sino que en ocasiones difunde el error que se cometió por no tener calidad en el producto y es un cliente potencial para hacer una mala publicidad del producto y así otros clientes pueden dejar de consumir dicho producto.

#### 4.- Cero Existencias:

- Recurrir a formas especiales de proceder como justo a tiempo o Kanban
- Esforzarnos por limitar las existencias comprometiéndonos con los proveedores

#### 5.- Cero Papeles:

- Burocracia entre los departamentos
- Una hoja para cada procedimiento

La excelencia se dice que es igual a cero defectos, llamándola así ya que no hay defectos en las cosas que se saben hacer muy bien, y esto es lo que

introduce hacia el mínimo de errores al efectuar un trabajo, haciendo mucho más fácil detectar sus causas y corregirlas.

## **2.4 Reingeniería de los Procesos**

En nuestros tiempos la palabra reingeniería ya es común pero es un tema demasiado completo y que siempre ha existido como lo es la calidad nada más que ahora lo llamamos genéricamente con el término reingeniería, y se tratará de detallar de la mejor forma posible para una mejor comprensión de este término y lo que en él involucra.

¿ Qué es Reingeniería ?

Es una nueva forma de llamarle a la antigua práctica de cambiar radicalmente las formas de trabajo a fin de satisfacer las necesidades del momento.

La reingeniería vista de diferentes formas desde la antigüedad hasta nuestros tiempos.

**Nómada**

Asegura su existencia mediante el desplazamiento geográfico a zonas que ofrezcan recursos.

**Sedentario**

Asegura su existencia cosechando en ciertas temporadas lo que plantan en otras.

### Egipcios y Babilonios

Aseguran su existencia creando grandes potencias económicas desviando el cauce de los ríos a sus desiertos creando vergeles.

### Fenicios y Griegos

Aseguran su existencia desarrollando una gran cultura que tiene su origen en el comercio.

### Edad Media

La riqueza de particulares es mal vista. La riqueza se origina mediante conquista de feudos.

### Renacimiento

Surge la burguesía, la empresa y la banca como entes generadores de riqueza.

### Revolución Industrial

Inicio de la producción en masa

### Época Actual

Producción esbelta y la cadena de valor

La producción o procesos esbeltos son aquéllos que cuentan con la filosofía de los cinco ceros mencionada anteriormente.

- Cero Averías
- Cero Demoras
- Cero Defectos"

- Cero Inventarios
- Cero Papeleo

Todos los puntos de vista anteriormente mencionados tienen en común algo muy importante:

- Cambio radical en la forma de trabajar y asegurarse un futuro
- En todas ellas existe una forma particular de trabajo

Para poder explicar de una mejor manera como ha pasado la producción masiva a una producción esbelta se explicará en un cuadro comparativo pasando desde la producción artesanal, producción masiva y producción esbelta.

PRODUCCIÓN ARTESANAL	PRODUCCIÓN MASIVA	PRODUCCIÓN ESBELTA
El precio no está en función del volumen	Precio en función del volumen	Precio en función del desperdicio
Integración de la tarea	Fragmentación de la tarea	Re-integración de la tarea
Desperdicio agrega valor	Desperdicio parte del costo	Eliminación del desperdicio
Costeo directo	Costeo prorrateo	Costeo por actividad
Remuneración por producto	Remuneración por proceso	Remuneración por valor
Producto personal	Estandarización	Personalización
Calidad personal	Calidad por inspección	Calidad de la cadena
Oficio	Especialización	Cerebro de obra
No monotonía	Repetitividad	Multihabilidades
Localización por oficio	Transferencia de plantas en base a costo de mano de obra	Competitividad de la cadena
Requisitos por oficio	Cumplir requisitos internos	Cumplir requisitos de clientes externos
Énfasis en reconocimiento	Énfasis en control de calidad	Énfasis de autocontrol
Alta variabilidad	Variabilidad controlada	Cero variabilidad cero deserciones
Lote único	lote económico	Lote variable
Línea de espera	Empujar la producción	Jalar la producción
No integración	Integración vertical	Empresa virtual
Objetivo lo mejor que se pueda	Objetivo alto volumen	Objetivo satisfacción del cliente
Hombre total	Hombre parcial	Hombre total
Dirección por proyecto	Dirección por funciones	Dirección por procesos

## La Cadena de Valor y la Cadena Gente-Servicio-Utilidad

PROVEEDOR	EMPRESA	DISTRIBUIDOR	CLIENTE
Empleados Satisfechos retención de empleos y productividad de empleados	Empleados Satisfechos retención de empleos y productividad de empleados	Empleados Satisfechos retención de empleos y productividad de empleados	GENTE
Calidad del Servicio satisfacción del cliente y lealtad de clientes	Calidad del Servicio satisfacción del cliente y lealtad de clientes	Calidad del Servicio satisfacción del cliente y lealtad de clientes	SERVICIO
Crecimiento de las ventas Rentabilidad	Crecimiento de las ventas Rentabilidad	Crecimiento de las ventas Rentabilidad	UTILIDADES

En la empresa se presenta de la siguiente manera:

		retención de empleados				crecimiento de las ventas
Calidad del servicio interno	empleado satisfecho		valor del servicio externo	satisfacción de los clientes	lealtad de los clientes	
		productividad de los empleados				índices de rentabilidad

¿Cuál es el objetivo de la empresa ?

- Con la cara al cliente.
  - Hacer lo que sea necesario
  
- Satisfacción total
  - Cero deserciones
  
- Con la cara al proceso interno
  - Controlar la variabilidad
  - Cumplir con los requisitos
  - Cero defectos

En el proceso de reingeniería todas las empresas están con una organización orientada al cliente donde se deben de establecer tres criterios:

- Necesidades del Mercado
  - Políticas comerciales, definir el "qué" y el "cómo".
  
- Definición
  - Procesos, instrumentación del "cómo".
  
- Motivación
  - Actitudes, todo con la participación de la gente.

## Etapas de Implantación del Modelo de Dirección por Procesos

### 1.- Liderazgo:

Capacidad de mover a la organización hacia el futuro elegido. Este proceso lo lleva un líder el cual coordina la organización y él debe de precisar, enseñar, medir, premiar y castigar. Dentro de este punto hay que mencionar que se debe de voltear el organigrama para cambiar el enfoque tradicional.

Enfoque Tradicional	El propósito de la organización es servir al Director
Enfoque de Dirección por Procesos	El propósito del Director es apoyar a la organización

2.- Auditoría de clientes, este punto se refiere primordialmente a ver las capacidades de la empresa y a medir las necesidades de los clientes, es decir:

- ¿Qué representan las políticas comerciales de la empresa?
- ¿Cuáles son las necesidades de los clientes?
- ¿Qué necesita el cliente ?
- ¿Qué se le ofrece ?
- ¿Qué compromisos se tienen con él ?
- ¿Qué es lo verdaderamente crítico ?

3.- Revisión de procesos, aquí se puede ver hacia dónde están orientados los procesos

¿Hacia las necesidades de los clientes o hacia las capacidades de la empresa?

¿ Qué impide que el cliente reciba lo que se le ofrece y él necesita ?

¿ Qué procesos internos se tienen que revisar para que el cliente reciba lo que se le ofrece ?

¿ La gente de la empresa tiene claro cómo contribuye a los procesos elegidos?

Relación Cliente - Proveedor

4.- Proveedores, se necesita exigir a los proveedores que haga competitiva a la empresa con sus productos para enlazar una cadena de valor para los clientes, viendo las necesidades del mercado.

Pasar a los proveedores los estándares de calidad - servicio

5.-Reapreciación, aquí se parte de la pregunta ¿Se hace lo que se dice?, es decir, ver la organización, atender las necesidades de los clientes, ver la competencia, y hacer dinero. En otras palabras se regresaría a ver a la gente, el servicio y las utilidades.

Auditar para ver si se hace lo que se dice.

Ventajas del análisis referencial

Desarrolla una consciencia respecto a la mejor práctica ( en cuanto a rendimiento ) en un proceso específico

Identifica el estándar de excelencia para el proceso

El aprendizaje y la aplicación de las lecciones aprendidas conduce a una ventaja competitiva

Mejora la capacidad de establecimiento de objetivos y de evaluación del desempeño

Desafías la actitud de "Si no está descompuesto, no intentes arreglarlo"

**El Papel del Análisis Referencial en la Dirección por Procesos**

**Equipo de Rediseño Radical:**

- Lleva a cabo el benchmarking necesario (la competencia), la investigación de mejores prácticas y de necesidades de los clientes

- Crea una solución que rebasa los límites de los que es posible hasta ese momento.

- Se apoya en la creatividad y en un enfoque de pensamiento radical

## **2.5 Control Estadístico de Procesos**

El control estadístico de procesos es desarrollado por el Dr. Walter A. Shewhart de origen americano; se empieza a usar a mediados de siglo, sin embargo, no se utilizó mucho debido a la falta de competencia en cuanto a la falta

de productos y procesos, además representaba una gran complejidad debido a que no se contaba con tecnología apropiada en el entorno.

Antes de la década de los ochenta no se utilizaba, sin embargo, en Japón se empezó a utilizar este tipo de control bajo el tutelaje del Dr. W. Edward Deming, alumno del Dr. Shewhart, y gracias a la utilización de este control por empresas japonesas se vio la importancia del mismo, dándose a conocer en todo el mundo.

Conforme ha pasado el tiempo se ha visto que las principales razones por las que se empezó a utilizar son las siguientes:

- Mejora en la Productividad
- Mejora en la Calidad de los Productos
- Exigencia de los mismos Clientes

El control estadístico de procesos es la utilización de métodos estadísticos para monitorear y controlar la producción en la industria manufacturera principalmente, el fin de este control es mejorar y asegurar la calidad de la producción manteniendo las características de los productos terminados dentro de un límite de especificaciones permitidas, reduciendo costos y desperdicios y buscando la prevención de defectos.

Se basa en la aprobación de los productos y procesos, estando dentro de unos límites establecidos con anterioridad en las mismas industrias.

Para poder hacer las diferencias entre el control de procesos y productos se hará un cuadro comparativo:

	CONTROL DE PRODUCTO	CONTROL DE PROCESO
ENFOQUE	Producto	Proceso
META	Variabilidad en límite de especificaciones	Identificación de variaciones
HERRAMIENTAS	Muestreo aceptado	Gráficas de control
MEJORA	Sólo en calidad	Sólo en productividad
FILOSOFÍA	Detección y solución de problemas	Prevención de problemas

Hay que tomar en cuenta que este control no puede resolver todos los problemas de calidad existentes en un producto o en un proceso pero es una herramienta que ayuda a la relación de la gran mayoría, debiéndose esto principalmente al factor humano.

Los principales puntos que afectan al proceso son:

**Medio ambiente:** es el medio físico que rodea a la producción, y que por lo tanto afecta directa o indirectamente, como lo son las condiciones ambientales, temperatura, limpieza, humedad, etc.

**Mano de obra:** el factor humano es un punto muy importante en los procesos de producción debido a que todo gira principalmente en torno a él, y el grado de capacitación que se desempeña dentro de cada empresa.

**Maquinaria:** es la parte medular del proceso de producción ya que en ella se llevan a cabo las actividades que agregan valor a los productos, y en la condición y tecnología de las mismas se basa en gran parte la calidad.

**Material o Materias Primas:** la calidad en el material utilizado se refleja directamente en los productos, de ahí la gran importancia de que el material utilizado sea adecuado, cubriendo las especificaciones requeridas.

**Medidas:** las medidas son todas las reglas y especificaciones que se implantan en la producción, y en ellas se basan los límites permitidos para la aceptación o rechazo de los productos y procesos.

**Métodos:** es la forma en que se llevan a cabo los procesos de producción y la logística de operación de todos los elementos involucrados en la elaboración de los productos.

Para poder desarrollar el control estadístico de procesos es necesario tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Implementación de la Capacitación
- Capacitación en el Uso de Tecnología Existente
- Determinación de los Problemas Clave en los Procesos y las Variables que lo afectan.
- Control de las Variables que Afectan el Proceso
- Verificación de la Capacidad del Proceso

Dentro del control estadístico de proceso hay veces que no es posible aplicar las acciones correctivas necesarias por lo cual se pueden seguir las siguientes soluciones:

- Mejorar el proceso para reducir la variabilidad del producto
- Si la curva de restricciones es demasiado exigente o estrecha es mejor ensanchar esta curva para que puedan entrar más productos
- Medir cada producto y dejar afuera los que no necesitan especificaciones
- Dejar que el cliente separe los buenos de los malos
- Dejar de hacer ese producto

Los últimos tres puntos no son los ideales pero hay veces que se tiene que tomar este tipo de decisiones. Todos los procesos caen en variabilidad y existen dos causas básicas de variabilidad, las causas comunes y las causas asignables.

Las causas comunes son las que se dan implícitamente dentro del proceso (temperatura, edad, etc.) y las causas asignables son problemas que ocurren en el momento (descomposturas de máquinas, ruptura de bandas, etc.).

Para el uso de cualquier técnica es esencial el uso de información o base de datos por lo que todo método empieza con la recopilación de datos para lo cual se pueden usar colectores portables, que por lo general son dispositivos de lectores láser, código de barras, etc., los cuales tienen las siguientes ventajas:

- Capturan bases de datos
- Minimiza errores
- Es flexible
- Por lo general da alarma cuando hay un error.

Dentro de las herramientas utilizadas se tienen a los histogramas, polígonos de frecuencia y curvas de frecuencia los cuales grafican la variación de los productos contra la frecuencia, además de que se puede ver la tendencia de los datos en el tiempo a lo cual se le llama distribución siendo las más importantes la binomial y la normal, los métodos matemáticos que más se utilizan son la media, la desviación estándar, la varianza, el modo y el teorema del límite central.

Para analizar los datos recopilados se utilizan herramientas como son el diagrama de pareto y el causa-efecto, una vez analizados los datos obtenidos se determina cuáles son los principales problemas o variables que causan las variaciones mayores. Para poder determinar cuáles son los principales problemas, se utilizan por lo general los diagramas de pareto, donde se enlistan los defectos encontrados en los productos, y porcentaje de productos con esos defectos, clasificando así en orden de importancia a los diferentes defectos.

Para ilustrar se dará un ejemplo de la representación de un diagrama de pareto a continuación:

DEFECTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	RANGO
W	70	50%	1
X	20	14.28%	2
Y	15	10.71%	3
Z	10	7.15%	4
Otros	25	17.85%	
Total	140	100%	

En esta tabla se muestran el número de defectos en cada categoría y su porcentaje, nótese que en el caso de otros, no se pone rango, ya que éste toma varios tipos de defectos que no son muy comunes o de importancia.

Con este tipo de información se pueden atacar los principales problemas de calidad en nuestros productos, para lo cual se debe de hacer una definición de las causas de estos defectos y atacarlos directamente, el principal beneficio del diagrama de pareto es que muestra claramente los resultados de las mejoras.

Hay otros métodos para ver las variaciones como lo son los histogramas que son útiles para saber qué tanta variación existe en nuestros datos, más concretamente, sirven para ver si los datos están centrados alrededor de un valor determinado, tipo de distribución, etc.

También existen los diagramas de puntos los cuales nos grafican la causa contra el efecto de ésta, dentro de las gráficas se puede ver la tendencia de los defectos y cómo se comportan en el tiempo, la utilidad principal es al haber determinado las causas que contribuyen a un problema poder observar qué tan fuerte es el efecto que tiene cada causa sobre el producto o proceso.

Las gráficas de control son una de las principales herramientas para el control estadístico de la producción, este tipo de herramientas son las mejores para identificar y eliminar las variaciones en productos y procesos, muestran cómo los datos obtenidos en los procesos van evolucionando con el tiempo y causan las diferentes variabilidades, los usos más importantes de estas gráficas son:

- Identificar causas asignables en el momento que éstas ocurren
- Determinan si la acción aplicada para mejorar realmente reduce la variabilidad
- Determinan la capacidad real del proceso

Dentro de estas gráficas de control de variables se puede ver que se basan en tomar datos y compararlos contra su media, desviación estándar y rango de aceptación.

¿ Cómo funcionan este tipo de gráficas ?

Tomando los diferentes datos, es decir tomando muestras y midiendo sus diferentes variables como tamaño, peso, color, etc. y cada uno de estos datos es graficado punto por punto y se compara contra una media o promedio, la cual es representada por una línea recta, también se grafican los límites inferiores y superiores permitidos para poder confirmar que los datos estén dentro de un rango permitido, de tal forma que se observan mejor las variaciones dentro del proceso o producto.

Para poder medir qué tan bien está el producto es necesario ver las siguientes características:

- La mayoría de los puntos estén dentro o cerca de la línea media
- Algunos puntos están dispersos y cerca de los límites de control
- Ningún punto está más allá de los límites de control

## **2.6 Mejora Continua**

En este punto se verá que se repiten muchos aspectos de los que ya se mencionaron con anterioridad pero este método trata de conjugar todas las teorías y técnicas de optimización existentes para hacer una empresa con constante superación, ya que siempre existe algo para hacerla más productiva.

No se desarrollará, ya que el trabajo de Tesis tiene por objeto efectuar este método dentro de la fábrica, por lo cual se presenta en el siguiente capítulo con mucho mayor detalle de la aplicación o adaptación de las técnicas y teorías mencionadas.

### **CAPITULO III**

#### **MEJORA CONTINUA APLICADA EN LA FÁBRICA**

Al aplicar las teorías mencionadas en el capítulo 2 al proceso de fabricación del tubo para la construcción, se ha tenido que batallar no sólo con métodos de trabajo sumamente viciados, sino con personal de distintas formaciones sociales, familiares y educacionales, lo cual representaba una interrogante sobre el cómo proceder para nivelar las grandes diferencias entre los conocimientos y percepciones de los diferentes individuos. Todo esto llevó a contar con algunos pocos que apoyaban incondicionalmente la teoría, así como otros pocos que se oponían completamente al cambio y una gran mayoría que se encontraba en medio de estas dos corrientes de pensamiento.

A pesar de lo anteriormente mencionado en todo grupo de trabajo es bueno contar con gente que se oponga al cambio pues ellos son los que cuestionan intensamente cualquier movimiento en contra de sus métodos tradicionales de trabajo, llevándolo a analizar y reflexionar sobre todas las implicaciones que significa implementar un cambio.

Se decidió enfocarse al proceso de manufactura del tubo para la construcción y haciendo a un lado el proceso para la fabricación del tabicón, debido a que éste representa menores márgenes de utilidad, una fuerte inversión debido a que es un mercado fuertemente competido, como también cabe mencionar que las fuentes de abastecimiento para la materia prima se encuentran retiradas.

Para poder juzgar el desempeño de los procesos es necesario comparar, por lo que se ha decidido usar algunos puntos que servirán como mediciones y/o puntos de comparación, a los que se llamará QPM's por sus siglas en inglés (Quality process measures).

### **3.1 Situación del Proceso de Mezclado.**

Debido a que el proceso de mezclado hoy en día se hace muy rudimentariamente al ser completamente manual, este proceso se hace lento y demasiado cansado para el trabajador, lo cual merma su productividad.

#### **3.1.1 Enunciado del Objetivo.**

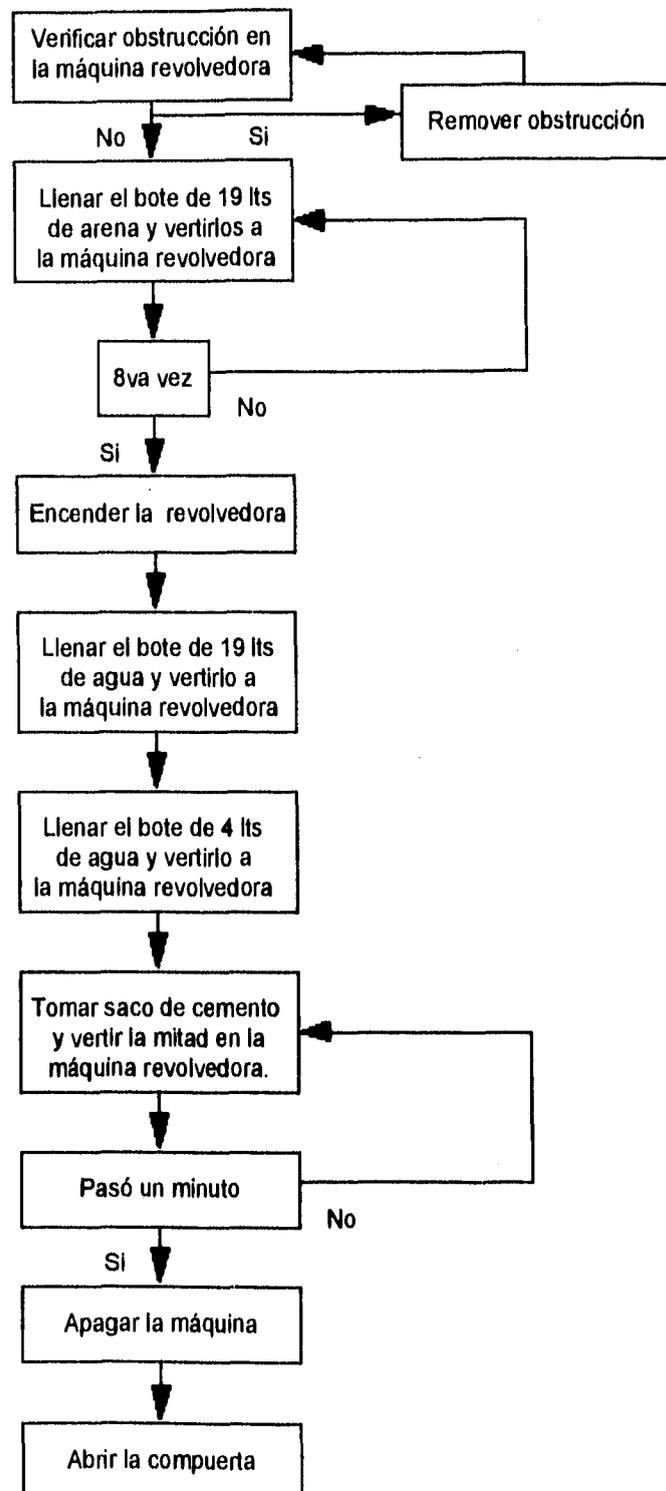
Por medio de la semiautomatización del proceso de mezclado se espera reducir el tiempo utilizado por el operario 1, para que éste pueda ayudar en otras actividades.

#### **3.1.2 Proceso Inicial.**

El operario 1 es el encargado de verificar que la revoladora no tenga nada que la pueda obstruir, tal como materia solidificada o algún objeto que pueda atorar las aspas; una vez que se llevó a cabo el chequeo tiene que llenar un bote con capacidad de 19 Lts con arena y vertirlo a la máquina mezcladora, repitiendo el proceso 8 veces, inmediatamente después pone en marcha la máquina mezcladora, después llena el bote de 19 Lts y otro bote de 4 Lts con agua, los cuales vierte en la revoladora, también deberá vaciar un medio bulto de cemento de 50 kgs (25 kgs aproximadamente) y por último, después de un minuto del

trabajo de la máquina la apaga y abre la compuerta para que salga la mezcla, la cual cae directamente al piso.

### 3.1.3 diagrama de proceso de mezclado



### **3.1.4 Indicadores de Calidad (QPM's)**

De acuerdo a todas las variables que intervienen en este proceso y la afectación que éstas tienen, se ha llegado a la conclusión de que las más representativas son el tiempo de proceso y el número de lotes procesados por hora lo cual nos indica la disponibilidad que tendremos del operario para realizar otras tareas.

**Tiempo de proceso: en minutos**

El tiempo de proceso se compone básicamente por la suma de los tiempos de cargado y el tiempo que emplea la máquina para realizar la mezcla.

Se deberá checar contra estándares ambos tiempos, en el caso de las variaciones del tiempo máquina se verificará si la mezcla es la correcta o si la máquina se encuentra funcionando a la perfección, para el caso de las variaciones en el tiempo de carga se supervisará que el empleado esté realizando adecuadamente la operación.

**Número de lotes: número de lotes procesados por hora**

Se deberá estar muy pendientes de monitorear de cerca este parámetro de medición debido a su relación con el proceso de fabricación del tubo, es decir, cualquier falta de material terminado ( mezcla ) del primer proceso se reflejará en una disminución de la producción de tubo, lo cual de alguna forma indica la capacidad a la que se está trabajando en la planta.

## 3.1.5 Valores Iniciales de QPM's

<b>Tubo de 10 cms</b>	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>	<b>5ta</b>	<b>6ta</b>	<b>8va</b>
<b>Tiempo de mezclado en min.</b>	3.1	3.7	3	3.5	3.5	3.2	3.1
<b>Número de lotes por hora</b>	3	4	2	3	3	2	4

<b>Tubo de 15 cms</b>	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>	<b>5ta</b>	<b>6ta</b>	<b>8va</b>
<b>Tiempo de mezclado en min.</b>	3.2	3.4	3.6	3	3.9	3.2	3.1
<b>Número de lotes por hora</b>	6	7	6	5	4	7	8

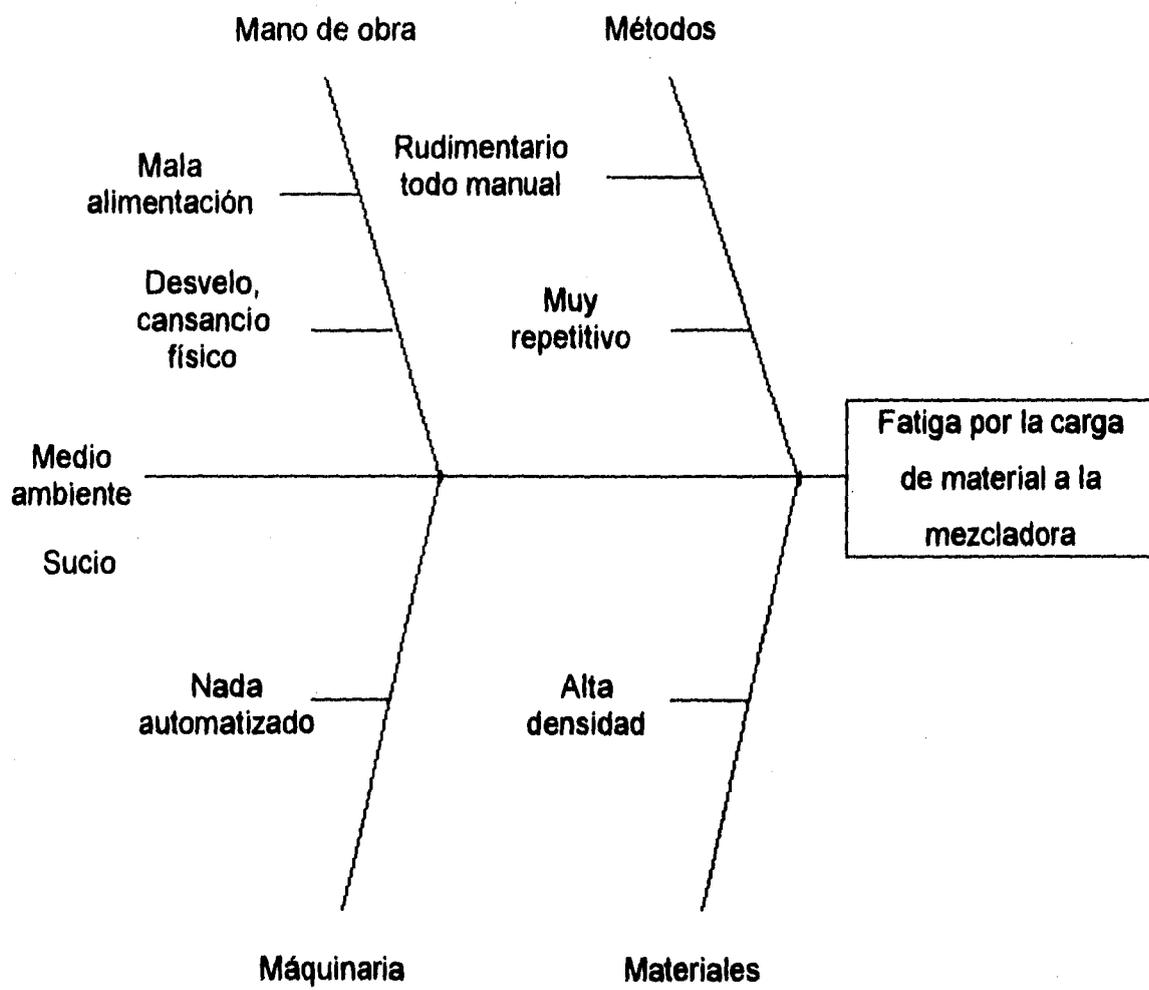
<b>Tubo de 30 cms</b>	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>	<b>5ta</b>	<b>6ta</b>	<b>8va</b>
<b>Tiempo de mezclado en min.</b>	3.5	3.7	3.6	3.1	4	3.1	3.2
<b>Número de lotes por hora</b>	12	14	14	12	13	12	13

<b>Tubo de 10 cms</b>	<b>9na</b>	<b>10ma</b>	<b>11va</b>	<b>12va</b>	<b>Prom</b>	<b>Desv</b>
<b>Tiempo de mezclado en min.</b>	3.8	4	4.5	3.6	3.5	0.45
<b>Número de lotes por hora</b>	2	3	4	3	3.0	0.77

<b>Tubo de 15 cms</b>	<b>9na</b>	<b>10ma</b>	<b>11va</b>	<b>12va</b>	<b>Prom</b>	<b>Desv</b>
<b>Tiempo de mezclado en min.</b>	3.1	3.6	3.5	3.8	3.4	0.30
<b>Número de lotes por hora</b>	5	6	6	7	6.1	1.14

<b>Tubo de 30 cms</b>	<b>9na</b>	<b>10ma</b>	<b>11va</b>	<b>12va</b>	<b>Prom</b>	<b>Desv</b>
<b>Tiempo de mezclado en min.</b>	4	3.8	3.9	3.7	3.6	0.34
<b>Número de lotes por hora</b>	14	13	13	14	13.1	0.83

3.1.6 Diagrama Causa-Efecto



Existe un problema de declinación en la productividad debido a la fatiga producida por el alto grado de trabajo físico que implica la carga de materiales a la mezcladora en las condiciones actuales, donde se manejan materiales de gran densidad durante el proceso.

El llenado de la máquina revolvedora para la mezcla se hace en forma manual por medio de paleo, lo cual se hace un poco más lento conforme va pasando el tiempo durante la jornada, ya que el trabajador no puede tener el mismo rendimiento al principio de la jornada como al final.

### **3.1.7 Identificación de las Causas**

La causa más común para la baja en nuestros estándares de producción al final de la jornada es el arduo trabajo físico que implica el proceso de llenado de la máquina revolvedora.

### **3.1.8 Teoría de Solución**

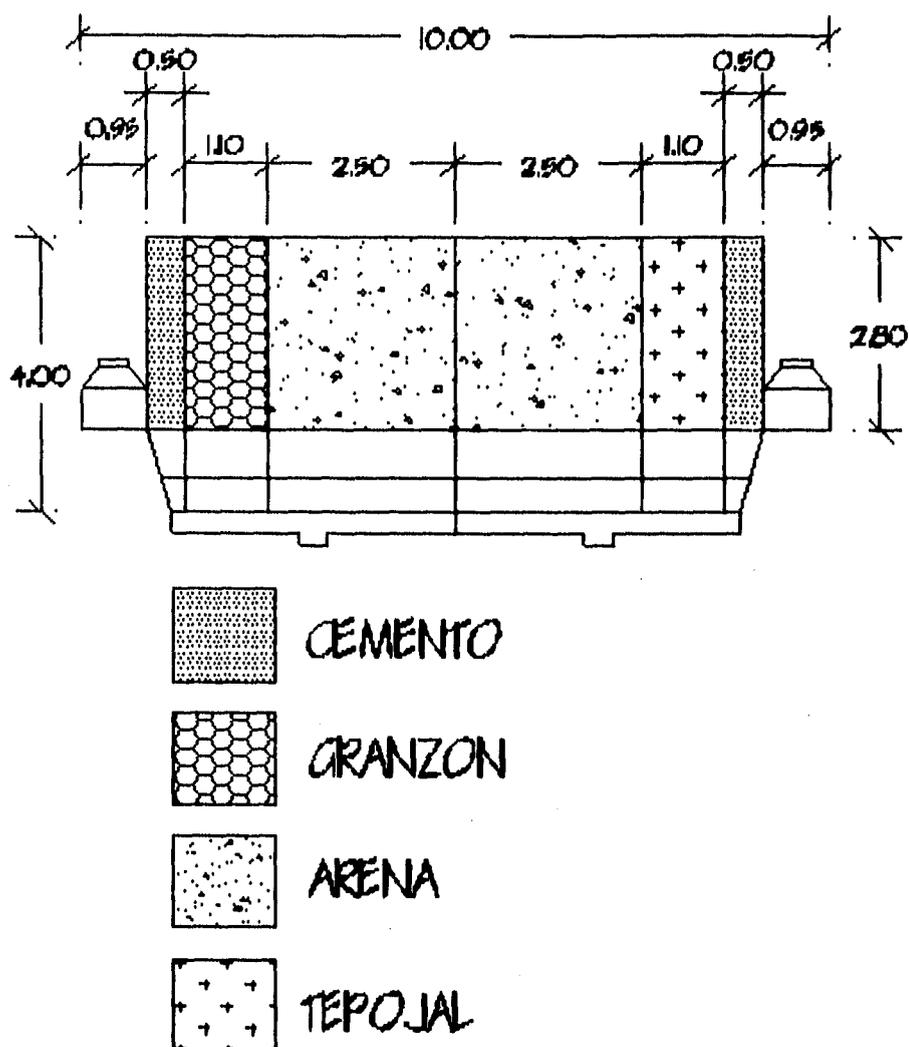
Se propone la semiautomatización del proceso de llenado de los materiales a la máquina mezcladora por medio de un sistema de alimentación por gravedad el cual es fácilmente implementable debido a las condiciones del terreno y bajo costo.

Este sistema se basa en tres contenedores los cuales tendrán arena, granzón y cemento respectivamente, y por otro lado, se tendrá una toma de agua con un medidor de flujo. Estos contenedores se encuentran a un nivel superior que lo que se encuentra la máquina revolvedora y constarán de doble compuerta,

la primera servirá para determinar la cantidad exacta del material requerido y la segunda para permitir la salida del material hacia la máquina revoladora, estas compuertas son accionadas de forma manual.

Por medio de la implantación de este sistema se espera la reducción en la fatiga de los trabajadores debido a que en vez de realizar el largo trabajo de paleo, éste se suplanta por el movimiento de compuertas.

## 3.1.9 Diagrama de la Teoría de Solución



CANTIDADES EN METROS CUBICOS				
MATERIAL	CEMENTO	ARENA	TEPOJAL	GRANZON
CONTENEDOR	1.40	7.00	3.00	3.00
COMPUERTA	0.019	0.152	0.171	0.019



## 3.1.10 Resultados Obtenidos

Tubo de 10 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de mezclado en min.	2,4	2,2	2,3	2,4	2,1	2,4	2,3
Número de lotes por hora	3	4	3	3	4	4	4

Tubo de 15 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de mezclado en min.	2,2	2,1	2	2,2	2	2,1	2,3
Número de lotes por hora	9	8	9	9	10	9	9

Tubo de 30 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de mezclado en min.	2,3	2,3	2,1	2,4	2,4	2,3	2,1
Número de lotes por hora	14	15	14	13	14	15	13

Tubo de 10 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de mezclado en min.	2,1	2,3	2,1	2,4	2,3	0,13
Número de lotes por hora	3	3	4	3	3,5	0,52

Tubo de 15 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de mezclado en min.	2,2	2	2,1	2,2	2,1	0,10
Número de lotes por hora	10	10	9	9	9,2	0,60

Tubo de 30 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de mezclado en min.	2,4	2,1	2	2,1	2,2	0,15
Número de lotes por hora	14	15	15	14	14,2	0,75

	Ahora		Antes		Mejora	
Tubo de 10 cms	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Tiempo de mezclado en min.	2,3	0,13	3,5	0,45	36%	-72%
Número de lotes por hora	3,5	0,52	3,0	0,77	15%	-33%

	Ahora		Antes		Mejora	
Tubo de 15 cms	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Tiempo de mezclado en min.	2,1	0,10	3,4	0,30	37%	-67%
Número de lotes por hora	9,2	0,60	6,1	1,14	51%	-47%

	Ahora		Antes		Mejora	
Tubo de 30 cms	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Tiempo de mezclado en min.	2,2	0,15	3,6	0,34	38%	-56%
Número de lotes por hora	14,2	0,75	13,1	0,83	8%	-10%

Gráfico 3.1

## Comparativo de tiempos de proceso de mezclado

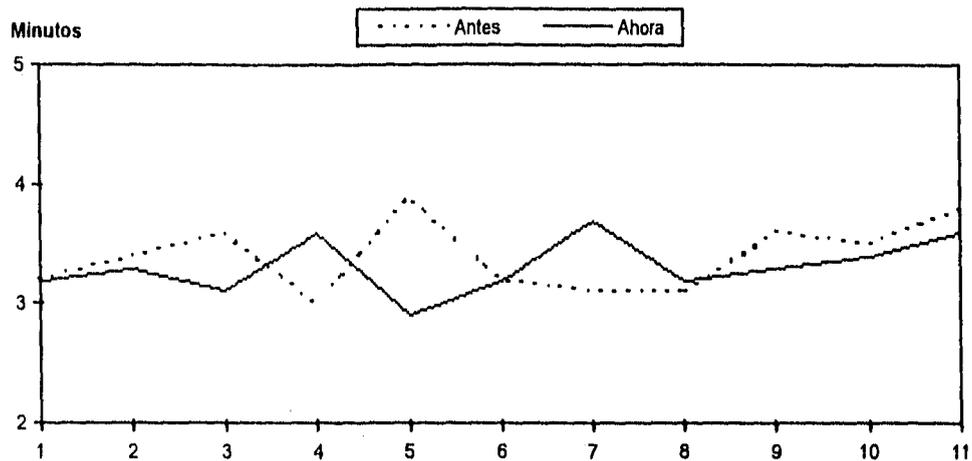
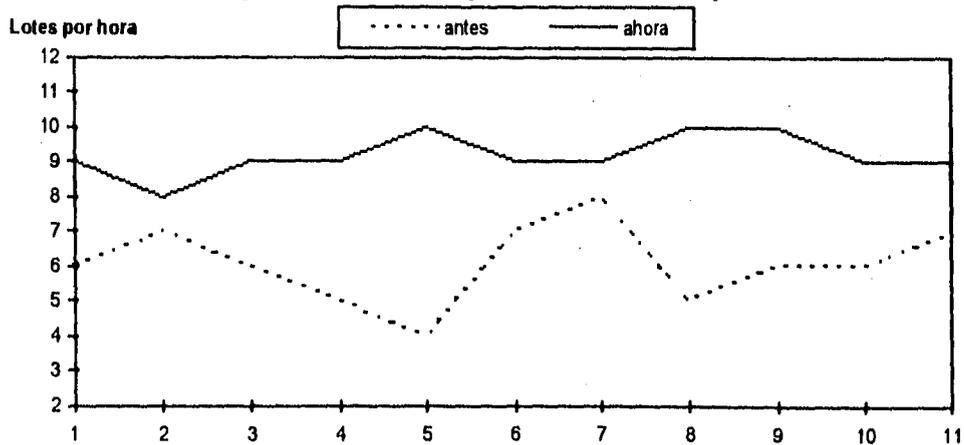


Gráfico 3.2

## Comparativo de lotes de proceso de mezclado por hora



Una vez implementado este sistema, a pesar de que al principio tuvo poca aceptación, hoy en día se encuentra trabajando y ha generado los resultados anteriormente descritos.

Debido a que se redujo el tiempo de proceso y la fatiga considerablemente, el operador 1 goza de tiempo y fuerza suficiente para desarrollar otras actividades.

#### **3.1.11 Planes Futuros**

En un futuro se espera poder lograr que el accionar de las compuertas de los contenedores de materiales sea automático por medio de motores, lo cual eliminará aún más la fatiga y los tiempos se reducirán y lo que representará más tiempo disponible del operario 1 para poder asistir a otras funciones.

### **3.2 Situación del Proceso de Fabricación de Tubo**

En este proceso se encuentra el cuello de botella, pues todos los demás procesos se mueven al ritmo de éste; por esto cualquier mejora hecha a este proceso afecta sobre la productividad de toda la cadena de procuramiento.

El proceso es sumamente laborioso y en gran parte manualizado, lo cual lo convierte en un proceso lento y cansado, sin embargo si existe algún centro de trabajo que se tenga que operar a su máxima capacidad sería éste, por lo tanto se debe procurar tener siempre a un operador en óptimas condiciones.

### **3.2.1 Enunciado del Objetivo**

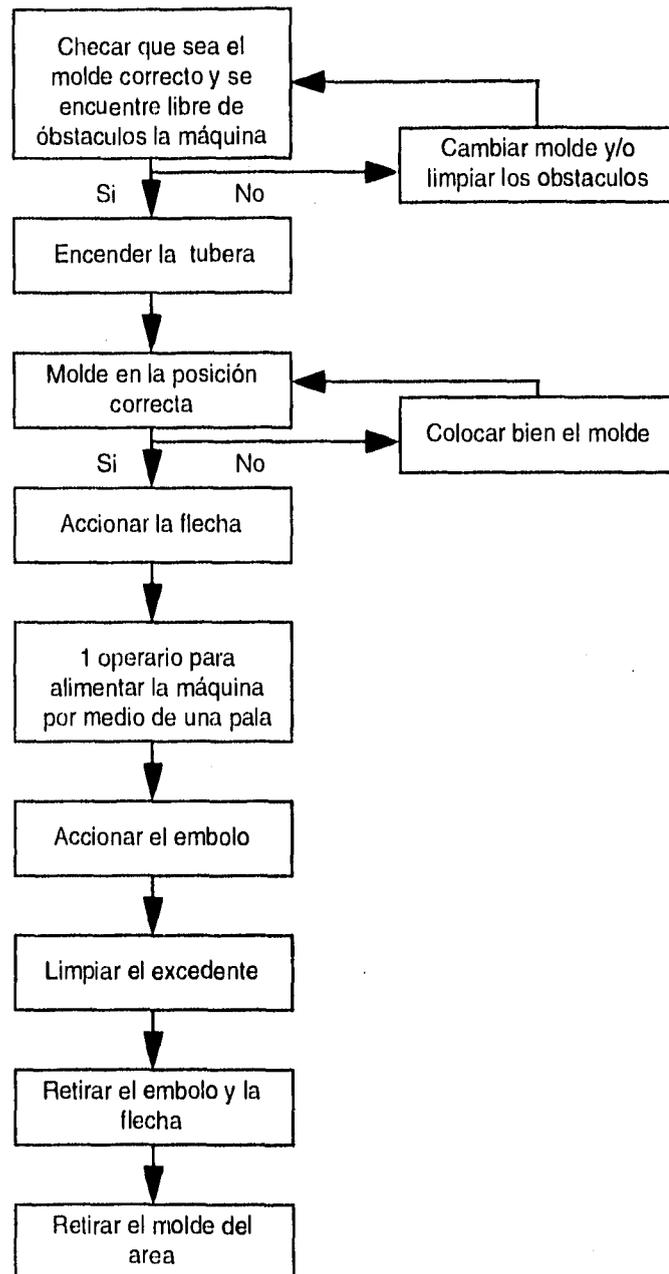
Lograr reducir el tiempo de proceso en la fabricación de tubo por medio de un segundo operario asistiendo en la tarea de alimentación de la máquina.

### **3.2.2 Proceso Inicial**

Es el responsable de revisar que la tubera se encuentre en óptimas condiciones para su funcionamiento, deberá de checar qué tipo de tubo se piensa fabricar durante la jornada para poder preparar su centro de trabajo, así como deberá observar que el área de trabajo se encuentre limpia ya que puede haber residuos que le puedan afectar tanto a la maquinaria como a los operarios.

Deberá encender la tubera, una vez colocado el molde debajo de la tubera y en correcta posición deberá bajar la flecha accionando una palanca y efectuar la alimentación de la máquina por medio de paleo, lo cual hace lento y cansado el trabajo del operario, posteriormente efectúa maniobras con las palancas que accionan el émbolo, el cual le da la forma al tubo y a la campana, es decir, el extremo donde embonan los tubos, con el émbolo abajo retira el excedente de material con una cuchara, e inmediatamente después retira el émbolo de la tubera mediante el accionar de las palancas y recorre la plataforma para desalojar el molde.

### 3.2.3 Diagrama de Fabricación de Tubo



### **3.2.4 Indicadores de Calidad (QPM's)**

Debido a que éste es el cuello de botella en la fabricación del tubo, se ha tenido que realizar un estudio de todas las variables, en las cuales se nota que las más significativas son el tiempo del proceso y el número de tubos que hacen durante un período de una hora, lo cual dará el ritmo de trabajo que se tendrá en la fábrica.

**Tiempo de proceso: en minutos**

El tiempo de proceso es básicamente la suma de los tiempos que tarda en la alimentación de la máquina y el tiempo que tarda en el accionar de las palancas como también el tiempo que tarda en quitar los excesos de material.

En este punto se deben checar los tiempos estándares que tarda la máquina en su operación, ya que gracias a éstos se puede ver el funcionamiento de ésta, se puede notar si la máquina tiene alguna falla como lo puede ser una banda, falta de lubricación, etc. y que gracias a los estándares si el operario no se da cuenta de alguna falla, el supervisor pueda verla por el tamaño de la producción.

**Número de tubos: tubos por hora**

Este indicador debe ser checado constantemente puesto que en este centro de trabajo es de suma importancia por ser el cuello de botella, cualquier falla puede afectar toda la producción y si la avería es mayor podría afectar de tal manera, que se pararía completamente la producción de la jornada.

## 3.2.5 Valores Iniciales de QPM's

<b>Tubo de 10 cms</b>	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>	<b>5ta</b>	<b>6ta</b>	<b>8va</b>
<b>Tiempo de fabricación en min.</b>	1.7	1.3	1.8	1.6	1.5	1.4	1.6
<b>Número de tubos por hora</b>	35	46	34	37	41	42	38

<b>Tubo de 15 cms</b>	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>	<b>5ta</b>	<b>6ta</b>	<b>8va</b>
<b>Tiempo de fabricación en in</b>	1.4	1.3	1.5	1.2	1.6	1.5	1.4
<b>Número de tubos por hora</b>	43	46	40	49	38	41	42

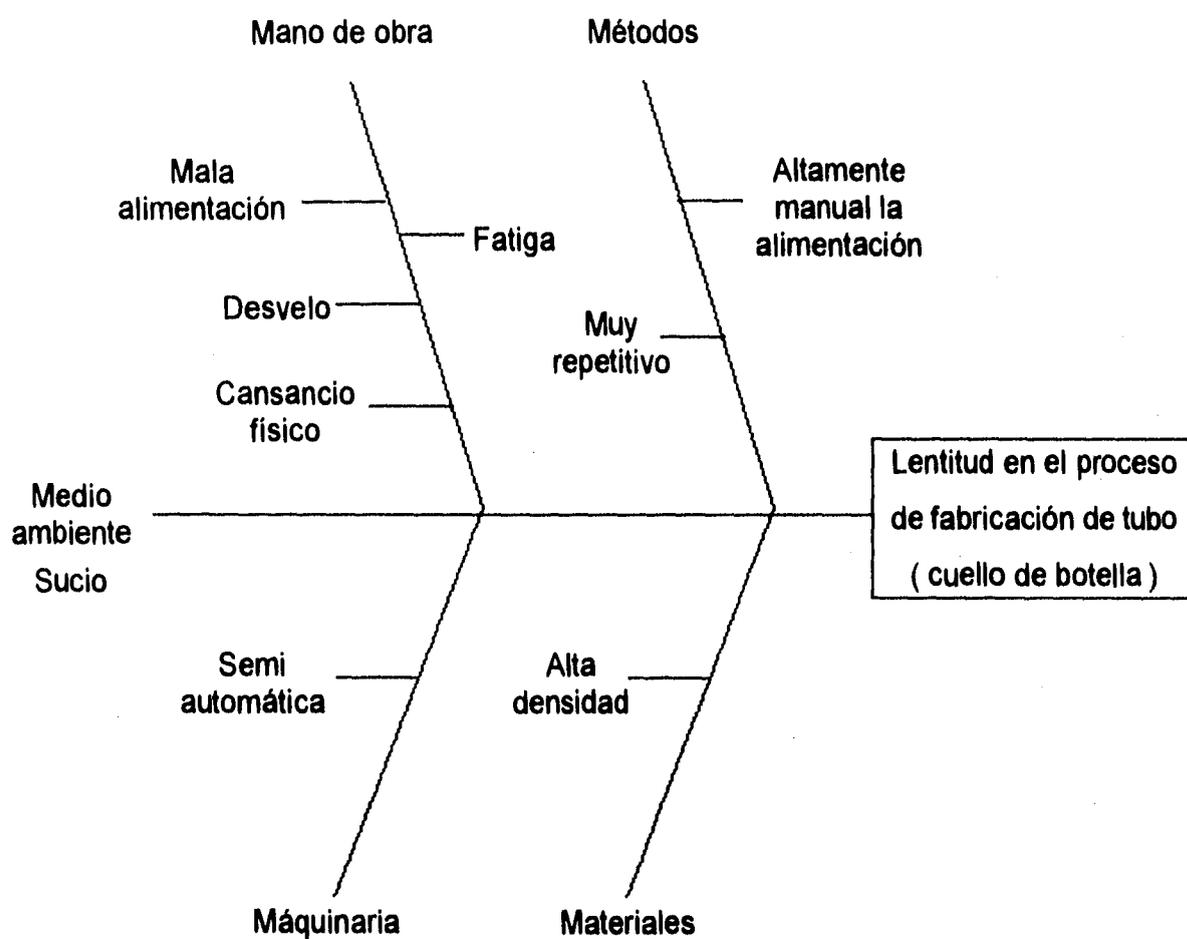
<b>Tubo de 30 cms</b>	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>	<b>5ta</b>	<b>6ta</b>	<b>8va</b>
<b>Tiempo de fabricación en min.</b>	1.6	1.4	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6
<b>Número de tubos por hora</b>	37	42	41	38	39	41	37

<b>Tubo de 10 cms</b>	<b>9na</b>	<b>10ma</b>	<b>11va</b>	<b>12va</b>	<b>Prom</b>	<b>Desv</b>
<b>Tiempo de fabricación en min.</b>	1.8	1.7	1.6	1.7	1.6	0.16
<b>Número de tubos por hora</b>	33	36	37	35	37.6	3.91

<b>Tubo de 15 cms</b>	<b>9na</b>	<b>10ma</b>	<b>11va</b>	<b>12va</b>	<b>Prom</b>	<b>Desv</b>
<b>Tiempo de fabricación en min.</b>	1.4	1.4	1.3	1.5	1.4	0.11
<b>Número de tubos por hora</b>	43	44	46	39	42.8	3.31

<b>Tubo de 30 cms</b>	<b>9na</b>	<b>10ma</b>	<b>11va</b>	<b>12va</b>	<b>Prom</b>	<b>Desv</b>
<b>Tiempo de fabricación en min.</b>	1.5	1.9	1.5	1.4	1.6	0.13
<b>Número de tubos por hora</b>	39	32	39	42	38.8	2.89

## 3.2.6 Diagrama Causa-Efecto



En este proceso en donde se desarrolla la fabricación del tubo sólo una parte del proceso está automatizada, en la cual sólo gira la flecha y el émbolo, pero todo lo demás es por medio de palancas que tienen contrapesos lo cual desarrolla una fatiga conforme pasa el tiempo ya que tiene que palear la mezcla que prepara el operario 1 dentro del molde, así como también tiene que bajar una palanca en la cual el émbolo gira y al mismo tiempo tiene que quitar el exceso de la mezcla, para poder liberar el molde de la fecha y poder empujar con el pie el carro donde se desplaza el molde.

### **3.2.7 Identificación de las Causas**

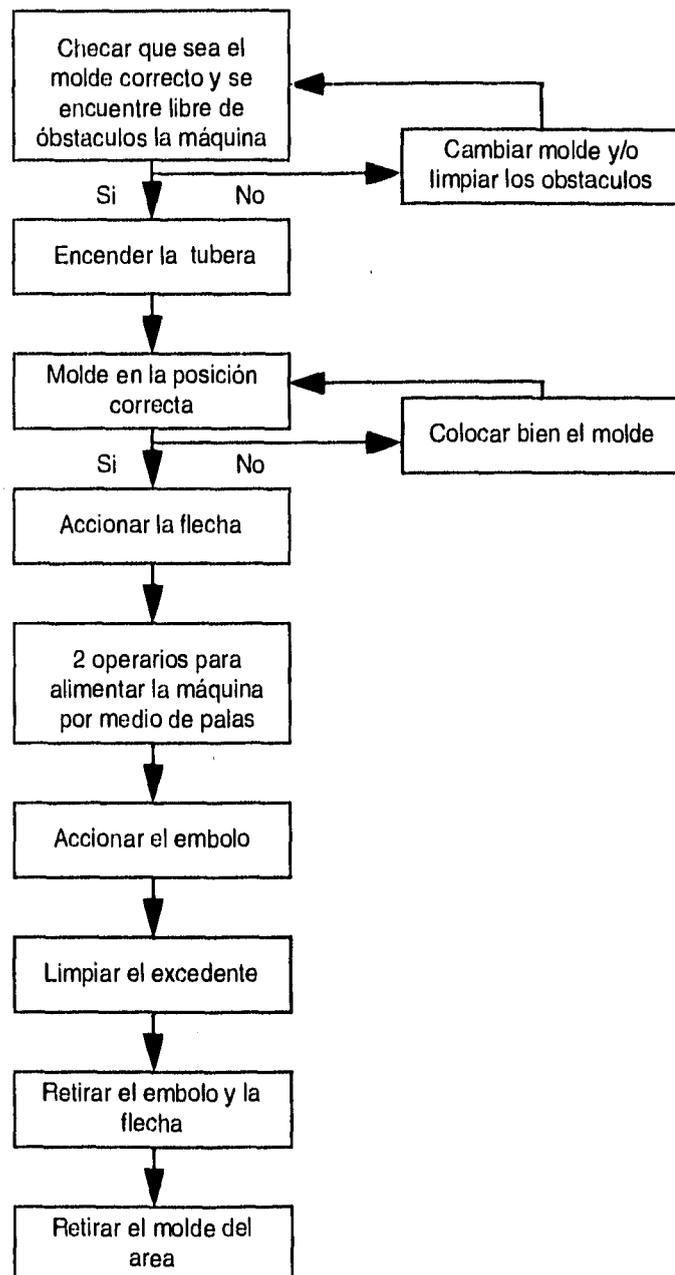
La causa más común para que este trabajo sea lento y no cumpla con los estándares es el cansancio físico o fatiga que implica el paleado de la mezcla para alimentar la máquina.

### **3.2.8 Teoría de Solución**

Debido a que el proceso anterior ( mezclado ) prácticamente se ha liberado al operario, el cual se deberá enfocar a asistir al operario 2 en el proceso de alimentación del centro de trabajo 2, logrando consecuentemente reducir la fatiga que experimenta el operario del centro de trabajo 2.

Lo anterior traerá como beneficios una reducción del tiempo de ciclo debido a la disminución en el tiempo de cargado del alimentador de la máquina, lo cual traerá una ampliación de nuestra capacidad productiva, es decir, se puede procesar un mayor número de tubos por hora.

### 3.2.9 Diagrama de Teoría de Solución



## 3.2.10 Resultados Obtenidos

Tubo de 10 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de fabricación en min.	1.3	1.4	1.3	1.3	1.5	1.4	1.3
Número de tubos por hora	46	44	45	47	41	43	46

Tubo de 15 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de fabricación en min.	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9
Número de tubos por hora	64	66	63	65	67	64	67

Tubo de 30 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de fabricación en min.	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	1.4
Número de tubos por hora	42	44	44	42	45	44	42

Tubo de 10 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de fabricación en min.	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.06
Número de tubos por hora	44	42	43	43	44.0	1.84

Tubo de 15 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de fabricación en min.	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.03
Número de tubos por hora	63	68	67	64	65.3	1.79

Tubo de 30 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de fabricación en min.	1.4	1.5	1.4	1.3	1.4	0.04
Número de tubos por hora	43	41	44	45	43.3	1.35

Tubo de 10 cms	Ahora		Antes		Mejora	
	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Tiempo de fabricación en min.	1.4	0.06	1.6	0.16	15%	-63%
Número de tubos por hora	44.0	1.84	37.6	3.91	17%	-53%

Tubo de 15 cms	Ahora		Antes		Mejora	
	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Tiempo de fabricación en min.	0.9	0.03	1.4	0.11	35%	-77%
Número de tubos por hora	65.3	1.79	42.8	3.31	52%	-46%

Tubo de 30 cms	Ahora		Antes		Mejora	
	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Tiempo de fabricación en min.	1.4	0.04	1.6	0.13	11%	-66%
Número de tubos por hora	43.3	1.35	38.8	2.89	11%	-53%

Grafico 3.3

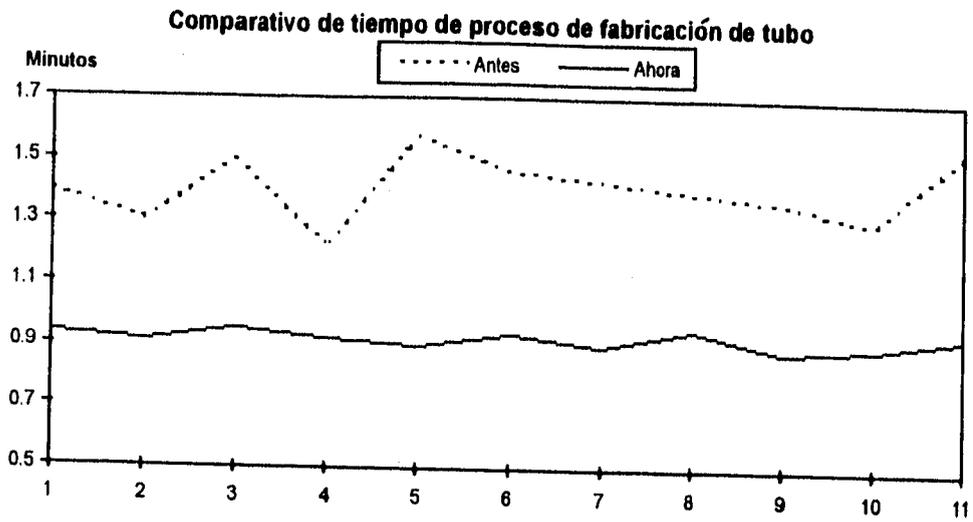
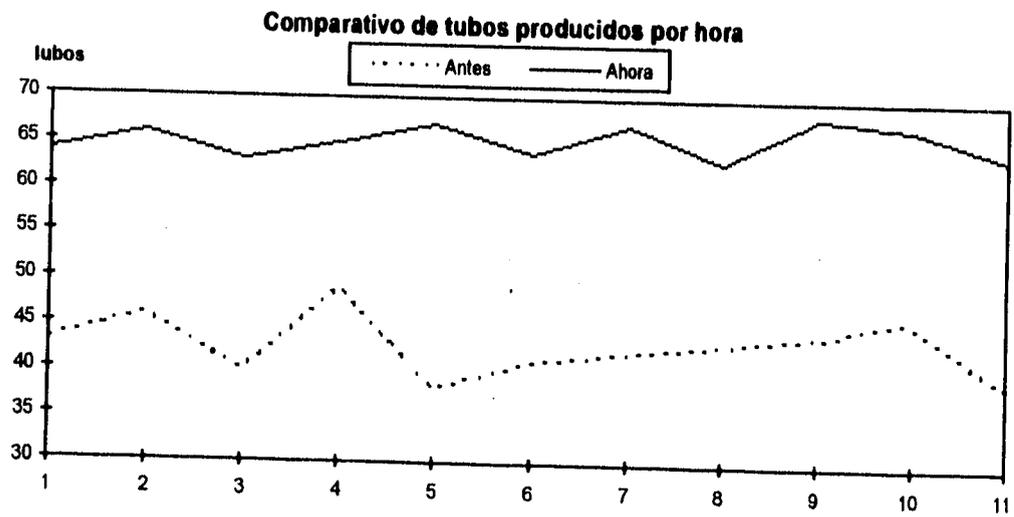


Grafico 3.4



### **3.2.11 Planes Futuros**

Se espera que en el futuro se pueda hacer automatizado el proceso de alimentación a la tubera mediante bandas y con la combinación del primer centro de trabajo automatizado, se pueda lograr que sólo un operario por medio de botones y motores pueda realizar las dos actividades con un menor tiempo y esfuerzo, así se podrá liberar completamente un trabajador para asignarle otras actividades para poder hacer más productiva la fábrica.

### **3.3 Proceso de deshojado**

Este proceso al igual que los otros procesos es muy rudimentario, todo el trabajo se desarrolla manualmente y conforme transcurre la jornada de trabajo se va haciendo lento y cansado para el trabajador.

#### **3.3.1 Enunciado del Objetivo**

Por medio del cambio del LAY-OUT o distribución de la planta se busca que las distancia de traslado del material en proceso se reduzca y que sea más fácil el acomodamiento de los inventarios para un mejor control.

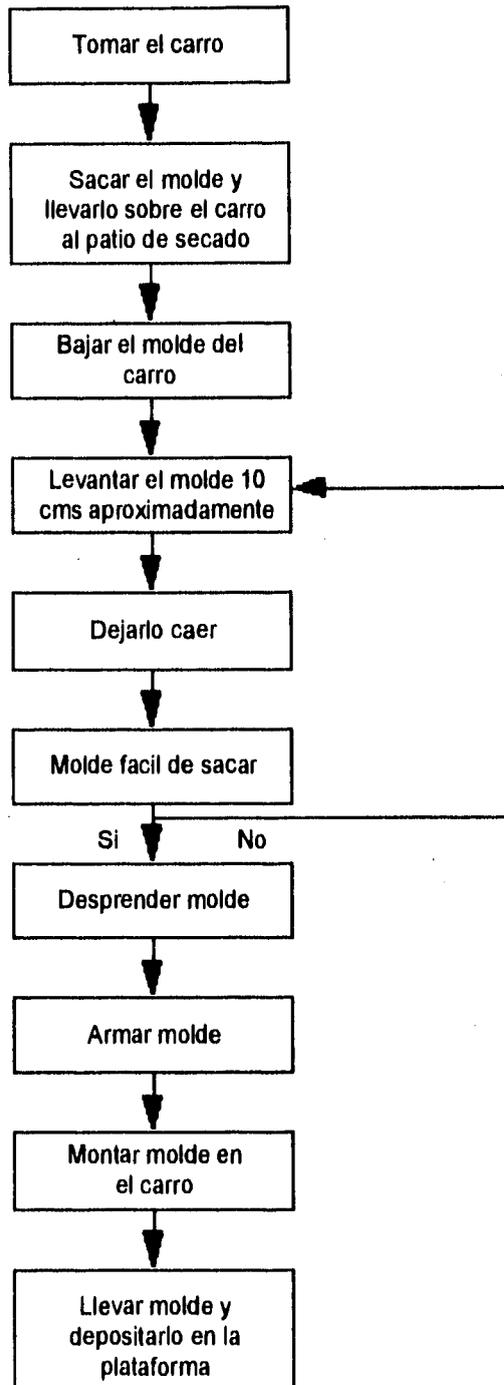
#### **3.3.2 Proceso Inicial**

El operario 3 es el encargado de verificar qué tipo de tubo se producirá en la jornada, así como deberá proporcionar los moldes al operario del centro de trabajo 2, él debe checar los moldes que estén en óptimas condiciones para la producción, es decir, observar el ensamble de los moldes sea bueno para evitar

desperdicios así como limpiarlos si tienen algunas rebabas de alguna jornada que pueda afectar a la producción.

También debe revisar el carro transportador de tubos ya que le es de mucha ayuda para evitar que lo cargue desde el centro de trabajo 2 (tubera) hasta el patio de secado, en el cual ve la lubricación de los baleros; una vez que el operario 2 ha despachado el tubo él lo toma con el carro y lo lleva al patio de secado en donde tiene que bajar el molde, lo acerca al lugar donde va a ser estibado, lo levanta aproximadamente 10 cm y lo deja caer, posteriormente retira los cinturones de metal del molde y ya deshojado lo acomoda, después recoge las dos hojas de los moldes lo arma y con el carro lo lleva al centro de trabajo 2 y lo deposita en un costado de la máquina, se retira al otro extremo y recoge el molde para completar nuevamente el ciclo.

### 3.3.3 Diagrama de Proceso de Deshojado



### **3.3.4 Indicadores de Calidad**

En el apartado de este trabajo hay pocas variaciones que intervienen en el proceso pero se sabe que son de suma importancia observar estos tres indicadores como lo son el tiempo de duración del proceso, el número de tubos que deshoja en un período determinado, así como el número de tubos defectuosos que hay en ese mismo período.

Tiempo de proceso: en minutos

El tiempo de proceso se puede dividir en dos, ya que un tiempo en realidad es el traslado del material y otro el tiempo que tarda en deshojar el molde, pero cabe mencionar que el primer tiempo varía mucho dependiendo de la distancia al patio de secado.

Número de tubos deshojados: tubos deshojados por hora

Se debe monitorear este centro de trabajo ya que debe ser igual al número de tubos que se están produciendo y que el operario del centro de trabajo 2 no tenga que esperar en ningún momento a que le sea proporcionado el molde para seguir con su tareas.

Número de tubos defectuosos: tubos defectuosos por hora

Es muy importante ver cuantos tubos que se produjeron están defectuosos y en este centro de trabajo es donde se puede hacer la inspección ya que

prácticamente como lo deposita en el patio de secado es la forma que adopta para llegar a su consumidor final.

## 3.3.5 Valores Iniciales de QPM's

Tubo de 10 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de deshojado en min.	1.6	1.9	1.9	1.9	1.6	1.7	2.0
Tubos deshojados por hora	35	46	34	37	41	42	38
Tubos defectuosos por hora	3	8	3	6	0	4	1

Tubo de 15 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de deshojado en min.	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0
Tubos deshojados por hora	43	46	40	49	38	41	42
Tubos defectuosos por hora	1	5	4	0	2	1	0

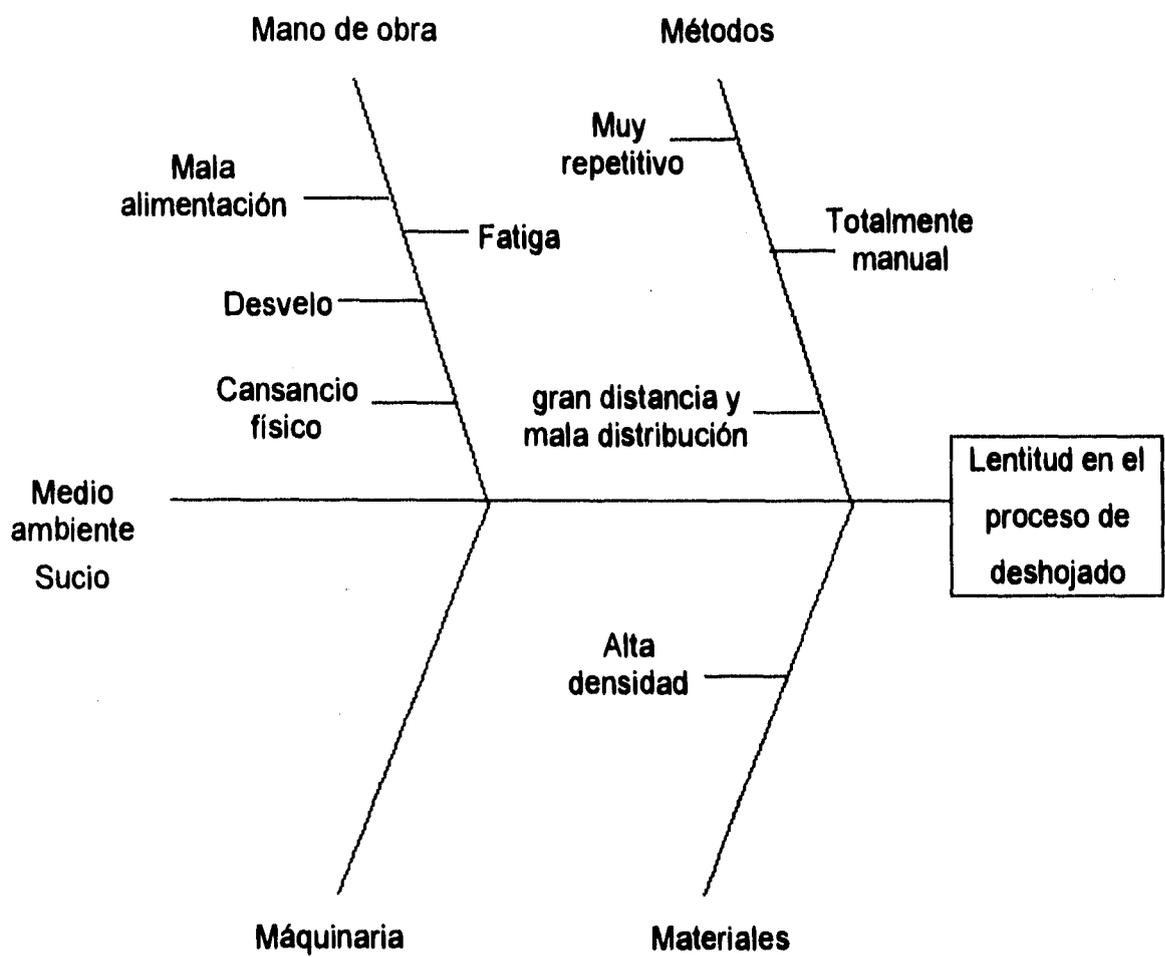
Tubo de 30 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de deshojado en min.	1.3	1.4	1.3	1.3	1.5	1.4	1.3
Tubos deshojados por hora	37	42	41	38	39	41	37
Tubos defectuosos por hora	2	3	2	4	1	2	3

Tubo de 10 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de deshojado en min.	1.9	1.8	2.0	2.1	1.9	0.17
Tubos deshojados por hora	33	36	37	35	37.6	3.91
Tubos defectuosos por hora	3	2	0	7	3.4	2.69

Tubo de 15 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de deshojado en min.	1.1	0.9	0.9	1.0	0.9	0.10
Tubos deshojados por hora	43	44	46	39	42.8	3.31
Tubos defectuosos por hora	2	2	0	5	2.0	1.90

Tubo de 30 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de deshojado en min.	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.06
Tubos deshojados por hora	39	32	39	42	38.8	2.89
Tubos defectuosos por hora	1	2	3	1	2.2	0.98

### 3.3.6 Diagrama Causa-Efecto



Al igual que los operarios anteriores el operario 3 desarrolla su trabajo manualmente ya que debe sacar el molde con un carro para poder transportarlo hasta el patio de secado, en donde se tiene que cargar el molde y dejarlo caer para poder deshojar y posteriormente carga el tubo para acomodarlo, arma el molde y regresa al centro de trabajo 2, y en ocasiones recorre grandes distancias constantemente, por lo tanto en la forma en que desarrolla su jornada de trabajo también existe un desgaste físico.

### **3.3.7 Identificación de las Causas**

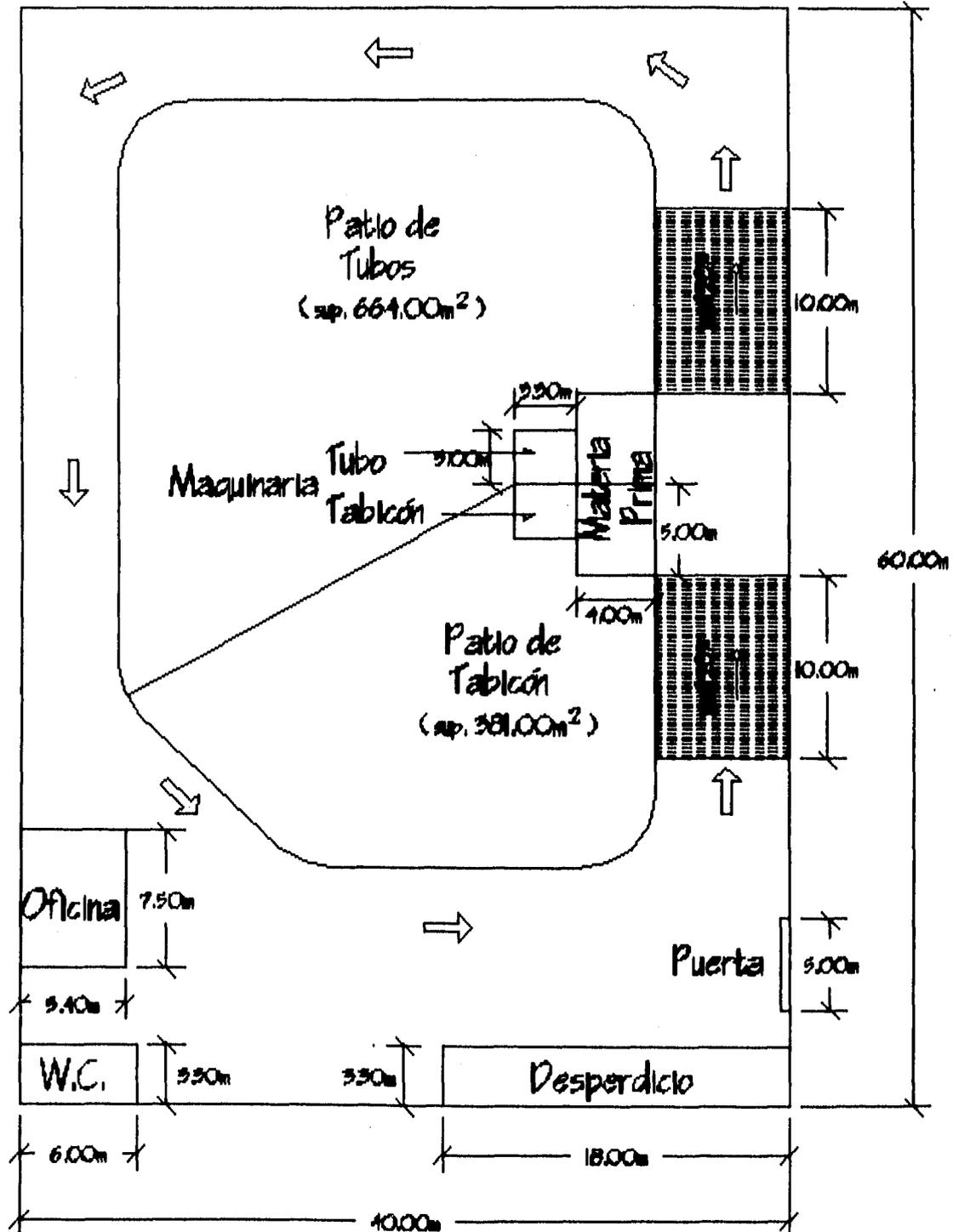
La causa más probable que implica este centro de trabajo es el agotamiento físico que exige el proceso en el constante recorrido al patio de secado.

### **3.3.8 Teoría de Solución**

Mediante un estudio de la distribución de la planta se busca que el operario del centro de trabajo 3 reduzca las distancias de recorrido y aprovechar al máximo el terreno desperdiciado o muerto que se tiene así como también se les reducirá el tiempo y la fatiga a los trabajadores que estiban los camiones.

## 3.3.9 Diagrama de la Teoría de Solución

CUADRO 2: LAYOUT ACTUAL



## 3.3.10 Resultados Obtenidos

Tubo de 10 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de deshojado en min.	1.0	1.2	1.2	1.2	1.0	1.1	1.2
Tubos deshojados por hora	46	44	45	47	41	43	46
Tubos defectuosos por hora	3	4	3	2	0	3	1

Tubo de 15 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de deshojado en min.	0.6	0.8	0.7	0.8	0.8	0.6	0.7
Tubos deshojados por hora	64	66	63	65	67	64	67
Tubos defectuosos por hora	2	2	2	1	2	1	0

Tubo de 30 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de deshojado en min.	1.1	1.1	0.9	1.0	0.9	1.0	1.1
Tubos deshojados por hora	42	44	44	42	45	44	42
Tubos defectuosos por hora	0	1	0	1	1	2	2

Tubo de 10 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de deshojado en min.	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	0.08
Tubos deshojados por hora	44	42	43	43	44.0	1.84
Tubos defectuosos por hora	3	2	0	4	2.3	1.42

Tubo de 15 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de deshojado en min.	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.08
Tubos deshojados por hora	63	68	67	64	65.3	1.79
Tubos defectuosos por hora	2	2	0	0	1.3	0.90

Tubo de 30 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de deshojado en min.	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	0.08
Tubos deshojados por hora	43	41	44	45	43.3	1.35
Tubos defectuosos por hora	1	0	2	1	1.0	0.77

Tubo de 10 cms	Ahora		Antes		Mejora	
	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Tiempo de deshojado en min.	1.1	0.08	1.9	0.17	38%	-53%
Tubos deshojados por hora	44.0	1.84	37.6	3.91	17%	-53%
Tubos defectuosos por hora	2.3	1.42	3.4	2.69	-32%	-47%

Tubo de 15 cms	Ahora		Antes		Mejora	
	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Tiempo de deshojado en min.	0.7	0.08	0.9	0.10	20%	-18%
Tubos deshojados por hora	65.3	1.79	42.8	3.31	52%	-46%
Tubos defectuosos por hora	1.3	0.90	2.0	1.90	-36%	-52%

Tubo de 30 cms	Ahora		Antes		Mejora	
	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Tiempo de deshojado en min.	1.0	0.08	1.6	0.13	34%	-38%
Tubos deshojados por hora	43.3	1.35	38.8	2.89	11%	-53%
Tubos defectuosos por hora	1.0	0.77	2.2	0.98	-54%	-21%

Grafico 3.5

Comparativo de tiempo de proceso de deshojado

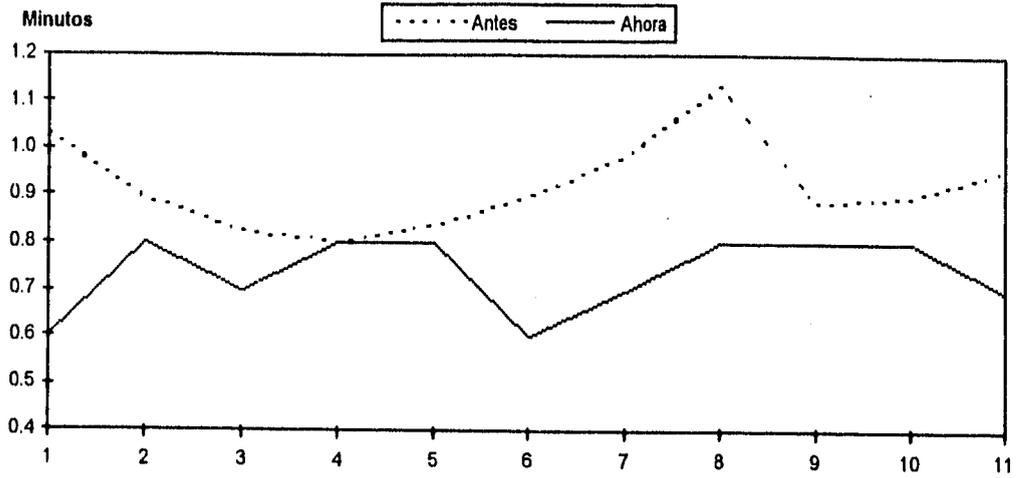


Grafico 3.6

Comparativo de tubos deshojados por hora

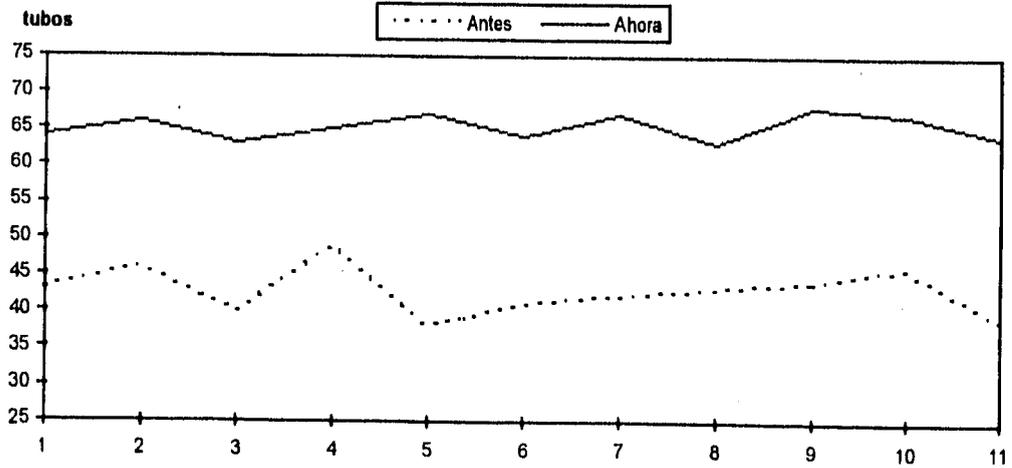
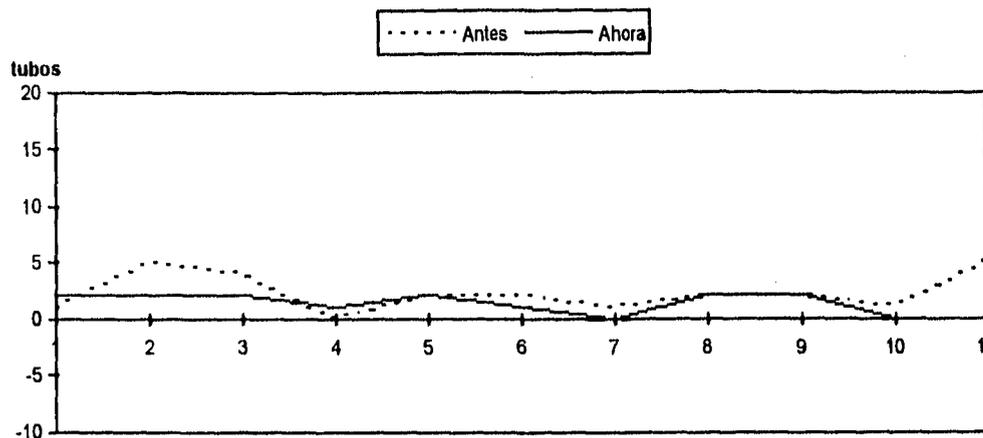


Grafico 3.7

## Comparativo de tubos defectuosos por hora



### 3.3.11 Planes Futuros

Se pretende que en el futuro se pueda hacer una inversión en bandas móviles para evitar el carro sacador de moldes y que no se tenga que cargar, ya que su tiempo se reduciría así como la fatiga y se eliminarían los tubos defectuosos ya que podría emplear más tiempo en el deshoje que es la principal causa de los defectos.

### 3.4 Proceso de Secado

Debido a que el proceso de secado es el más rudimentario de todos los procesos, ya que se depende 100% del estado climatológico, lo único que se hace es rociar tres veces al día durante los primeros tres días de que se ponen en éste y sólo resta esperar para que puedan ser vendidos.

### **3.4.1 Enunciado del Objetivo**

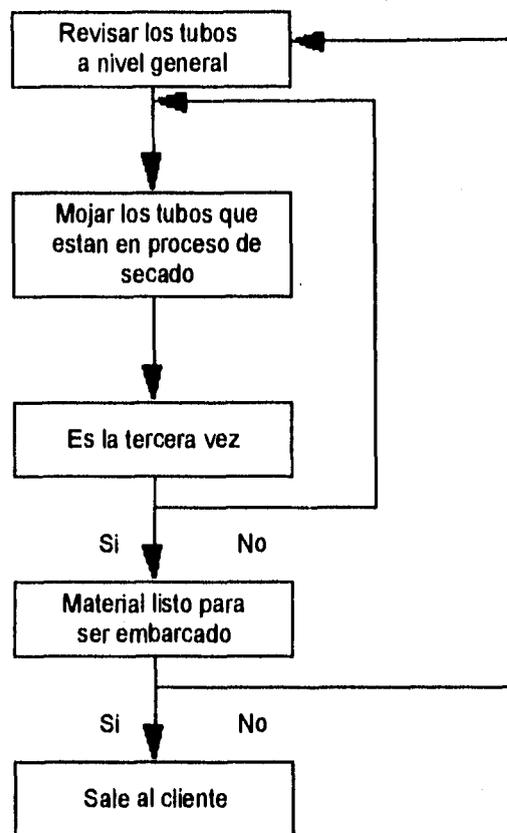
Por medio de aditivos reducir el tiempo de secado y no estar dependiendo al 100% del estado climatológico para que el tubo fragüe en menor tiempo y se termine el ciclo más rápido y pueda ser desplazado a sus clientes a la brevedad posible.

### **3.4.2 Proceso Inicial**

El operario 3 es el encargado de regar tres veces al día, la primera rociada la lleva a cabo cuando inicia la jornada de trabajo, la segunda cuando es la hora de comida y por último la lleva a cabo al finalizar la jornada, cabe mencionar que este proceso sólo se le aplica a los tubos durante los primeros tres días de haberse llevado al patio de secado.

Posteriormente todo depende del clima en la velocidad con la que fragua para ser desplazado.

### 3.4.3 Diagrama del Proceso de Secado



#### **3.4.4 Indicadores de Calidad**

En este proceso sólo existe una variable a monitorear, sobre la cual se tiene poca influencia, más sin embargo cualquier mejora a ésta impacta grandemente en los resultados de nuestro negocio (en el capital de trabajo), la cual es el tiempo de secado en días.

Tiempo de Secado: en días

### 3.4.5 Valores Iniciales de QPM's

Tubo de 10 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de secado en días	5.0	6.0	7.0	6.0	7.0	7.0	4.0

Tubo de 15 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de secado en días	4.0	4.0	5.0	3.0	5.0	5.0	4.0

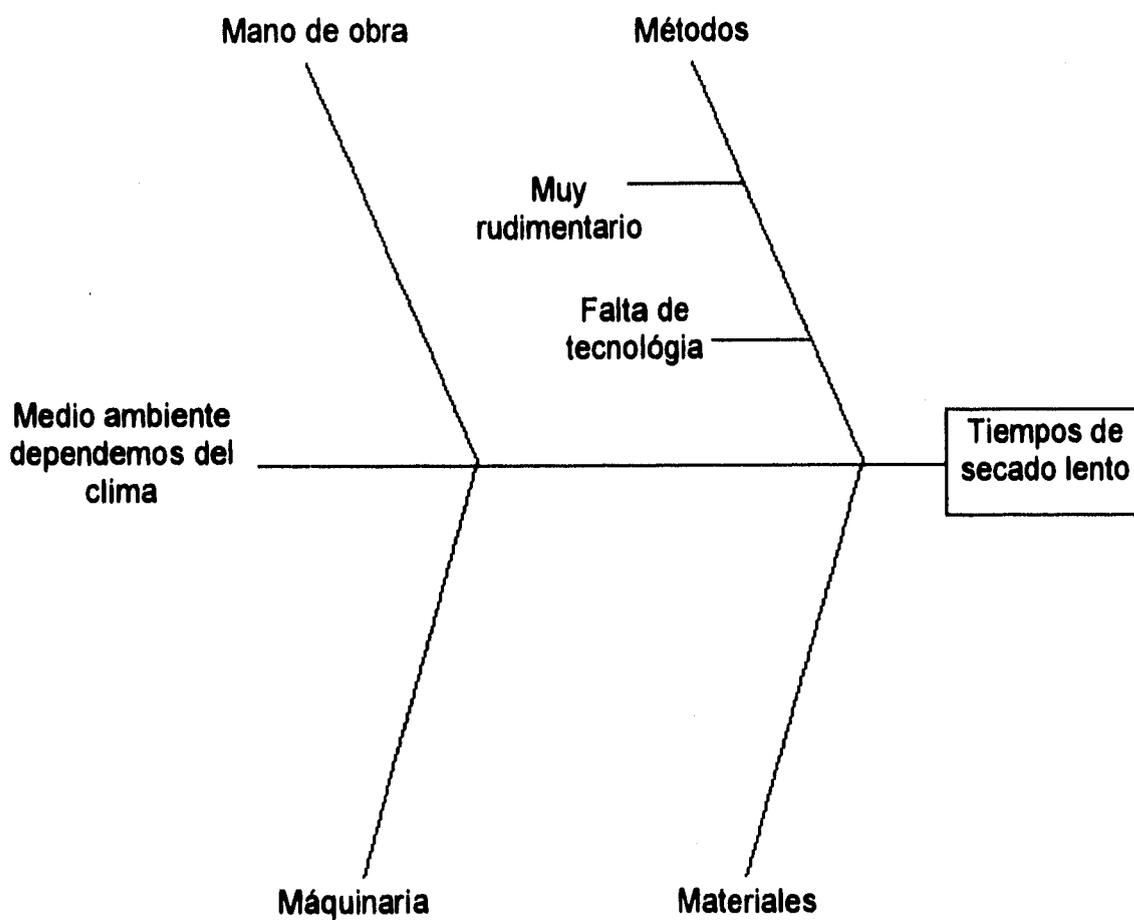
Tubo de 30 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de secado en días	7.0	5.0	6.0	5.5	6.5	5.0	6.0

Tubo de 10 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de secado en días	4.5	5.0	6.0	7.0	5.9	1.10

Tubo de 15 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de secado en días	4.0	3.0	4.0	4.0	4.1	0.70

Tubo de 30 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de secado en días	6.5	5.0	6.5	7.0	6.0	0.77

### 3.4.6 Diagrama Causa-Efecto



En este punto se puede observar que no existe ninguna maquinaria especial para el secado así como los métodos muy rudimentarios y que aunque se depende del clima, hay algunas mejoras como son el uso de aditivos.

#### **3.4.7 Identificación de las Causas**

La causa fundamental del tiempo de espera es fundamentalmente que se depende del clima y que se carece de tecnología.

#### **3.4.8 Teoría de Solución**

Se propone el uso de aditivos, en este caso se utilizará el aditivo llamado aceleracreto que su primordial función es hacer que el cemento fragüe más rápido durante el primer día, y después de haber hecho el estudio del costo-beneficio se vio que era una buena manera de reducir el tiempo de secado y aumentar la calidad al producto.

Este aditivo será controlado por el encargado del negocio para tener un mejor control del uso del mismo y hará la mezcla dentro de los contenedores de agua en donde se abastece a la mezcladora antes del medidor de fluidos.

El rociado de los tubos sólo se hará durante el día siguiente de la producción.

## 3.4.9 Resultados Obtenidos

Tubo de 10 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de secado en días	2.5	3.0	2.5	3.5	3.5	2.5	3.0

Tubo de 15 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de secado en días	2.0	2.0	2.5	1.5	2.0	1.5	2.0

Tubo de 30 cms	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	8va
Tiempo de secado en días	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0

Tubo de 10 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de secado en días	3.5	3.5	4.0	3.0	3.1	0.50

Tubo de 15 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de secado en días	1.5	2.0	2.5	2.0	2.0	0.35

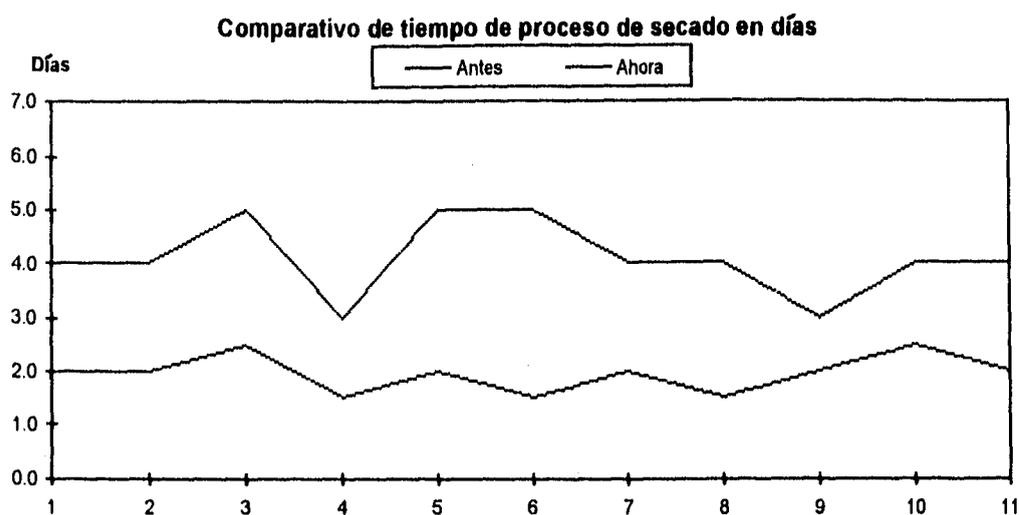
Tubo de 30 cms	9na	10ma	11va	12va	Prom	Desv
Tiempo de secado en días	4.0	3.0	3.0	3.0	3.4	0.50

Tubo de 10 cms	Ahora		Antes		Mejora	
	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Tiempo de secado en días	3.1	0.50	5.9	1.10	47%	-54%

Tubo de 15 cms	Ahora		Antes		Mejora	
	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Tiempo de secado en días	2.0	0.35	4.1	0.70	-52%	-50%

Tubo de 30 cms	Ahora		Antes		Mejora	
	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Tiempo de secado en días	3.4	0.50	6.0	0.77	-44%	-35%

Gráfico 3.8



### 3.4.10 Planes Futuros

Se pretende que en el futuro se pueda hacer una cámara en el área del patio de secado en forma de invernadero, para lograr aún más rápidamente el secado.

### 3.5 Impacto de las mejoras a las ventas y del servicio al cliente.

El resultado de implementar estas soluciones ha sido favorable como se puede observar a continuación; estos resultados favorables no se pueden apreciar inmediatamente, sin embargo, durante un período prolongado en el tiempo se ha podido observar un crecimiento sostenido de aproximadamente un 20% respecto a Agosto de 1995.

También el servicio se empieza a ver impactado de manera positiva, pues a partir de Noviembre de 1995, éste se ha mantenido por encima del 87%; se debe tener en cuenta que esta medición del servicio incluye el surtido del tabicón, el cual quedó momentáneamente fuera del alcance de este proyecto de mejora continua.

Como se puede apreciar, al adentrarse un poco más en los números, los pedidos surtidos se han visto incrementados debido al incremento en ventas, pero no se debe perder de vista que la relación de pedidos diferidos continuo constante ante este aumento en ventas (cosa que generalmente no sucede así) y el porcentaje de pedidos no surtidos disminuyó proporcionalmente con respecto a los meses anteriores.

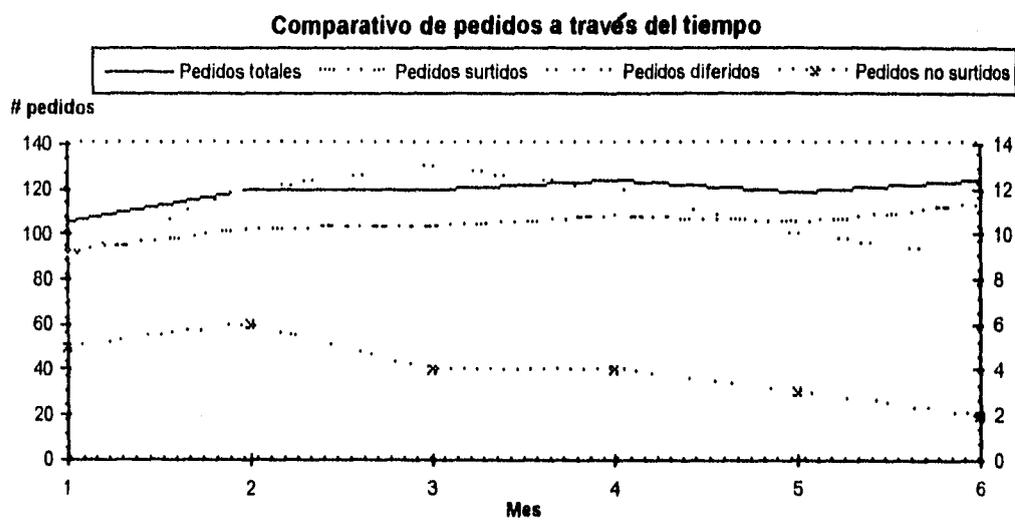
Este cambio se puede reflejar en la confianza depositada en la empresa por parte de los clientes, quienes a pesar de no contar con la disponibilidad del producto no retiraron sus pedidos.

Mes	ago-95	sep-95	oct-95	nov-95	dic-95	ene-96
<b>Pedidos totales</b>	106	120	120	124	118	124
<b>Pedidos surtidos</b>	92	102	103	108	105	113
<b>Pedidos diferidos</b>	9	12	13	12	10	9
<b>Pedidos no surtidos</b>	5	6	4	4	3	2
<b>Nivel de servicio</b>	0.87	0.85	0.86	0.87	0.89	0.91

Mes	Prom	Desv
<b>Pedidos totales</b>	118.7	6.65
<b>Pedidos surtidos</b>	103.8	7.03
<b>Pedidos diferidos</b>	10.8	1.72
<b>Pedidos no surtidos</b>	4.0	1.41
<b>Nivel de servicio</b>	0.9	0.02

**Pedidos surtidos = pedidos surtidos en tiempo y cantidad**  
**Pedidos diferidos = pedidos entregados fuera de tiempo**  
**Pedidos no surtidos = pedidos perdidos por falta de recursos**

Grafico 3.9



Grafica 3.10



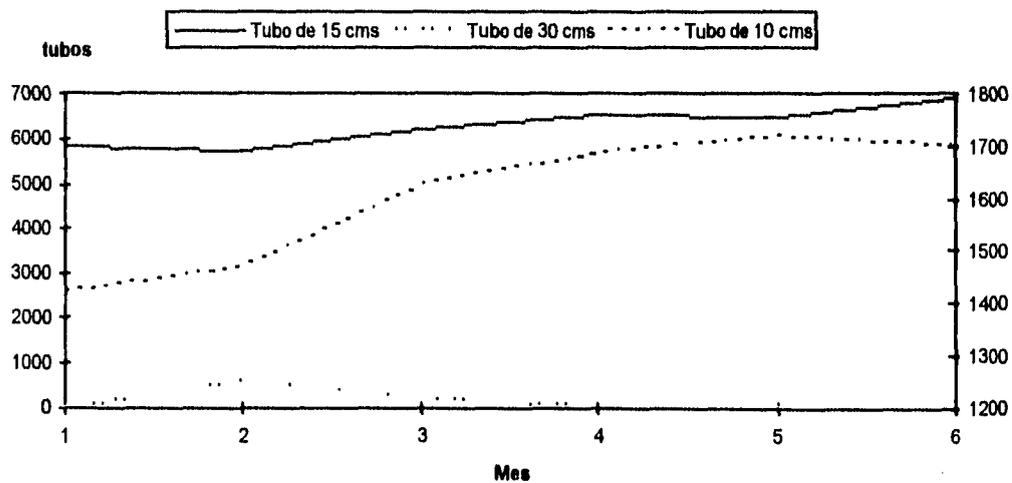
Tabla comparativa de ventas totales

Ventas totales	ago-95	sep-95	oct-95	nov-95	dic-95	ene-96	Prom
Tubo de 10 cms	1421	1468	1627	1688	1720	1701	1604.2
Tubo de 15 cms	5825	5739	6203	6526	6484	6899	6279.3
Tubo de 30 cms	0	600	200	0	0	0	133.3

En unidades

Grafica 3.11

## Comparativo de ventas a través del tiempo



## CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este trabajo de tesis se topó con diferentes problemas suficientes para desanimar a cualquiera, pero es aquí donde se pueden diferenciar las empresas de clase mundial, de las empresas comunes y corrientes.

Existe un problema clave, el cual es un mal común para la mayoría de las empresas mexicanas, especialmente aquéllas que fueron desarrolladas como empresas familiares y las cuales carecen de controles, esto es la falta de información precisa y oportuna.

Para la empresa en cuestión se tuvo que recurrir a técnicas de estudios de tiempos y movimientos, debido a que no existían parámetros o estándares contra qué comparar el desempeño del proceso productivo.

Otro grave problema y quizá el más difícil de superar será el lograr que la gente vea el cambio como una herramienta para mejorar su trabajo y que lo lleve a ser parte de su vida diaria, debido a que en la mayoría de los casos existe un rechazo hacia el cambio y lo desconocido. Sin embargo, hay que recordar que lo único que se mantiene constante a través del tiempo es el cambio.

Por lo tanto, para emprender cualquier trabajo de Mejora Continua se deberá empezar por comprender, entender y aceptar los conceptos en los cuales se basa esta filosofía, hasta convertirla en parte de nuestra ideología.

El visualizar esto así, nos llevará a ser difusores de nuestras teorías, basados en el ejemplo. La cual a lo largo y ancho de una organización se esparcirá por medio de un efecto de cascada, una vez que esta filosofía adquiera más adeptos.

Una vez llevado a la práctica estos conceptos, los resultados no aparecerán inmediatamente; a través de un pequeño cambio todos los días, llegará un futuro donde empezarán a aparecer estos beneficios en forma continua.

En este caso, los resultados saltan a la vista pues la producción aumentó de un promedio de 350 tubos diarios a poco más de 500 tubos diarios aproximadamente, así como niveles de servicio mayores del 90% y un aumento sostenido en el nivel de pedidos.

Se logró tener procesos con menor grado de variabilidad, tanto en volumen de producción como en tiempo de ciclo y grandes reducciones de desperdicio, lo cual obviamente produce beneficios en costos y un aumento instantáneo en la capacidad productiva sin invertir grandes cantidades de dinero.

Se desarrollaron obreros capaces de desarrollar varias actividades dentro de la empresa (obrerros multihabilidades), lo cual aunado a la semiautomatización del proceso de mezclado, llevó a disponer de recursos para su utilización en la optimización del cuello de botella.

Se implementaron mejoras de bajo costo como son la redistribución de la planta ( LAY-OUT ), logrando con esto que el proceso de producción de tubo y el proceso de carga y descarga de materiales, sea mucho más eficiente.

En la búsqueda constante hacia la excelencia por medio del cuestionamiento diario de nuestras funciones se pudo reducir prácticamente a la mitad el tiempo de proceso en el secado, mediante pruebas y medición de los resultados sobre diferentes aditivos los cuales hoy en día forman parte común dentro de la lista de materiales para la manufactura del tubo.

A nuestro juicio la Mejora Continua es una filosofía digna de aplicarse a cualquier tipo de empresa que le interese competir en un mercado globalizado como lo es nuestro entorno.

## **BIBLIOGRAFIA**

**GOLDRATT Eliyahu M. / "THE RACE" / Ed. North River Press, Inc. / 1st edition / U.S.A. 1986.**

**GOLDRATT Eliyahu M. / "THEORY OF CONSTRAINTS" / Ed. North River Press, Inc. / 1st edition / U.S.A. 1990.**

**RUSSELL J.P. / "THE QUALITY MASTER PLAN" / Ed. Quality Press, American Society for Quality Control / 1st edition / U.S.A. 1990.**

**JURAN Joseph M. / "JURAN ON LEADERSHIP FOR QUALITY" / Ed. Free Press / 1st edition / U.S.A. 1989.**

**HAY Edward J. / "JUSTO A TIEMPO" / Ed. Norma / 3ra edición / Colombia 1990.**

**TOMPKINS James A. / "WINNING MANUFACTURING" / Ed. Industrial Engineering & Management Press / 1st edition / U.S.A. 1989.**

**PORTER Michael / "ESTRATEGIA COMPETITIVA" / Ed. CECSA / 1ra edición / México 1993.**

**DRUCKER Peter F. / "LA INOVACIÓN Y EL EMPRESARIO INOVADOR" / Ed. Hermes / 1ra edición / México 1988.**

**JERRY L. Harbour / "MANUAL DE TRABAJO DE REINGENIERIA DE PROCESOS" / Ed. Panorama / México 1992.**

**RAYMOND L. Manganelli - MARK M. Klein / "COMO HACER REINGENIERIA" / Ed. Norma / Colombia 1991.**

**"CALIDAD TOTAL" Universidad Panamericana / Seniors Españoles para la Cooperación Técnica / Mayo 1994.**

**"ESTRATEGIAS OPERATIVAS DE EXITO EN UN MERCADO GLOBALIZADO" / IPADE - Universidad Panamericana / Abril 1995.**

**"QUEST 2001" / PRISM Quality Enhancement Corporation / Mayo 1995.**

**GOLDRATT Eliyahu M. / "THE IMPORTANCE OF A SYSTEM'S CONSTRAINTS" / The Theory of Constraints Journal Volume 4 / Ed. Avraham Y. Goldratt Institute / 1st edition / U.S.A. 1989.**

**GOLDRATT Eliyahu M. / "THE PARADIGM SHIFT" / The Theory of Constraints Journal Volume 6 / Ed. Avraham Y. Goldratt Institute / 1st edition / U.S.A. 1989.**