

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE POSTGRADO



DISEÑO DE LINEA DE MANUFACTURA MEDIANTE
LA METODOLOGIA DE TECNOLOGIA DE FLUJO POR
DEMANDA PARA LOS PRODUCTOS QUICK TACH
Y LOWER LINK COMPONENTES DEL
MINI CARGADOR FRONTAL

POR

INGENIERO LUIS GERARDO LOPEZ LOZANO

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
DE LA MANUFACTURA CON ESPECIALIDAD
EN DISEÑO DEL PRODUCTO

CD. UNIVERSITARIA

MAYO DE 2005

DISIGNO DEB LUNBA DE MIA NTRE ACTURA MIEDIANTIE LA METNO DOLOGIA DIE
TECNOLOGIA DE RLUJO POR DEMANDA PARA LOS PRODUCTOS QUICK TACH
X LOWWER LINX COMPONETES DEL MONI CARGADOR FRONTAIL

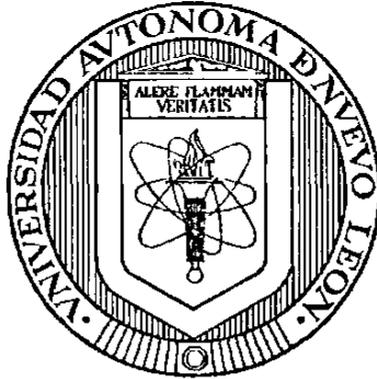
TM
Z5853
.M2
FIME
2005
.L644

2005



1020154794

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



DISEÑO DE LINEA DE MANUFACTURA MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE
TECNOLOGÍA DE FLUJO POR DEMANDA PARA LOS PRODUCTOS QUICK TACH Y
LOWER LINK COMPONENTES DEL MINI CARGADOR FRONTAL

POR

INGENIERO LUIS GERARDO LOPEZ LOZANO

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA MANUFACTURA
CON ESPECIALIDAD EN DISEÑO DEL PRODUCTO

CD. UNIVERSITARIA

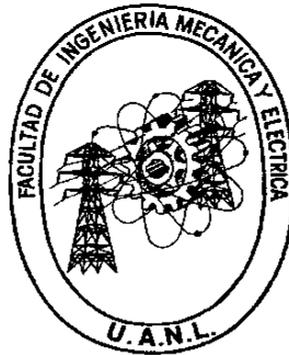
MAYO DE 2005

TM
Z58-3
.M2
FINE
2005
L644



FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



DISEÑO DE LINEA DE MANUFACTURA MEDIANTE LA METODOLOGÍA
DE TECNOLOGÍA DE FLUJO POR DEMANDA PARA LOS PRODUCTOS QUICK
TACH Y LOWER LINK COMPONENTES DEL MINICARGADOR FRONTAL

POR

INGENIERO LUIS GERARDO LOPEZ LOZANO

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA MANUFACTURA CON
ESPECIALIDAD EN DISEÑO DEL PRODUCTO

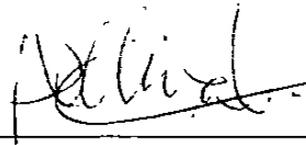
CD. UNIVERSITARIA

MAYO DE 2005

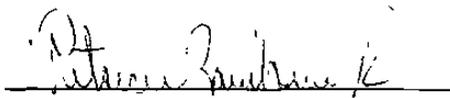
Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Subdirección de Estudios de PostGrado

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis Diseño de Línea de Manufactura mediante la Metodología de Tecnología de Flujo por Demanda para los productos "Quick Tach" y "Lower Link" componentes del minicargador frontal, realizada por el alumno Ingeniero Luis Gerardo López Lozano matrícula 630977 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería de Manufactura con especialidad en Diseño del Producto.

El Comité de Tesis



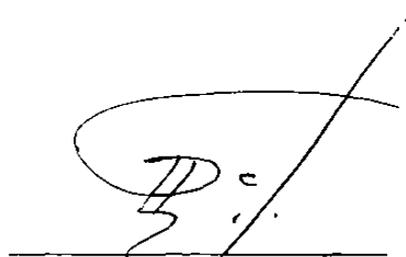
Asesor
M.C. David A. Oliva Alvarez



Revisor
Dra. Patricia Zambrano Robledo



Revisor
M.C. Roberto Mireles Palomares



Vo. Bo.
Dr. Guadalupe Alan Castillo Rodríguez
Subdirección de Estudios de Postgrado

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi esposa Marlen y a mi hijo Mauricio que, gracias a su apoyo y comprensión durante todo este tiempo me permitieron llegar a la culminación de esta meta.

Muchas gracias a los dos. Los quiero mucho.

PROLOGO

Durante los últimos años la industria manufacturera ha sufrido grandes cambios en la forma de trabajar, los tradicionales métodos de producción en los cuales se buscaba cantidad sacrificando calidad y variedad están desapareciendo, los clientes, cada vez más selectivos y exigentes buscan ahora mayor variedad de productos, de calidad superior y bajos costos. Estas características que buscan los clientes se vuelven imposibles de logran con las formas tradicionales de producción en serie o producción en masa, las empresas han sido obligadas a buscar nuevos métodos de trabajo entre los cuales destacan los sistemas de manufactura de flujo.

El objetivo de este trabajo es presentar uno de los principales métodos de manufactura de flujo, mostrando a su vez un resumen de los principales métodos utilizados hoy en día.

INDICE

	Pagina
Síntesis.....	1
Capitulo 1. – Introducción.	5
1.1. – Definición del problema.	5
1.2. – Objetivo de la tesis.	6
1.3. – Hipótesis.	6
1.4. – Límites de estudio.	7
1.5. – Justificación del trabajo.	7
1.6. – Metodología.	8
1.7. –Revisión Bibliográfica	9
Capitulo 2. – Marco Teórico.	10
2.1. – Historia de los sistemas de Manufactura	10
2.2. – Producción en Serie.	14
2.3. – Justo a Tiempo.	17
2.4. – Sistema Toyota.	21
2.4.1. – ¿Cómo surgió el Sistema de Manufactura Toyota?	21
2.4.2. – ¿En que consiste el Sistema?	22
2.4.2.1. – Sistema Kanban	23
2.4.3. – Los cinco porqué	25
2.5. – Manufactura esbelta.	27
2.6. – Ventajas y Desventajas.	28

Capítulo 3. – John Deere.	30
3.1. – Breve Historia de Industrias John Deere.	30
3.2. – Mercados de Trabajo.	33
3.3. – Inicio de Operaciones en México.	36
Capítulo 4. – Tecnología de Flujo por Demanda.	37
4.1. – Historia de la metodología de flujo por demanda.	37
4.2. – ¿Porque utilizar DFT?	38
4.2.1. – Filosofía de producción en lotes.	39
4.2.2. – Flujo Continuo.	41
4.3. – El DFT.	42
4.3.1. – ¿Qué es la rotación de inventarios?.....	44
4.3.2. – ¿Cómo se implementa el DFT?.....	44
4.3.2.1 – Diagramas de flujo de proceso	46
4.3.2.2 – Hojas de operación estándar	47
4.3.2.3. – El tiempo “Takt”	49
4.3.2.4. – Determinación del personal y maquinaria requerida	52
4.3.2.5. – Diseño de línea	55
4.3.2.6. – “In process Kanban” (IPK)	56
4.3.2.7. – Kanban	59
4.3.2.8. – Hojas de métodos operacionales	61
4.3.2.9. – Linealidad	62
4.4. – Proveedores.	63
4.5. – Ventajas y desventajas	64
4.6. – Compañías que lo han utilizado	65
Capítulo 5. – Productos Analizados.	66

5.1.– “Quick Tach” y “Lower Link”.	66
Capitulo 6. – Caso práctico.	74
6.1.– Diagrama de flujo por proceso	74
6.2.– Hojas de operación estándar	76.
6.3.– Determinación del tiempo “Takt”	83
6.4.– Cálculo de personas y máquinas	84
6.5.– Definición de trabajo	89
6.6.– Hoja de métodos operacionales.....	90
6.7.– Cálculo de los “In Process Kanban” (IPK)	103
6.8.– Determinación de los tamaños de Kanban	106
Capitulo 7. – Calidad antes que todo.	112
7.1.– Calidad en el proceso	112.
7.2.– Hojas de métodos operacionales	113
Capitulo 8. – Conclusiones y Recomendaciones.	115
8.1.– Conclusiones.....	115
8.2.– Recomendaciones.....	116
Bibliografía	117
Listado de Tablas	118
Listado de figuras	119
Glosario	121
Resumen autobiográfico	123

SÍNTESIS

Los sistemas de manufactura flexible se han vuelto las herramientas básicas para las compañías manufactureras que desean mantenerse competitivas y rentables en este mundo globalizado, con la entrada de China a la Organización Mundial del Comercio el concepto de mano de obra barata que era uno de los pilares para mantener competitivas a las compañías (particularmente a México) ya no lo es, en estos tiempos se requiere de otros sistemas y métodos para poder lograr mantenerse competitivo y por ende rentable. El trabajo que se presenta a continuación está basado en uno de estos métodos de trabajo, el nombre de esta metodología es "Demanda de Flujo de Tecnología", mejor conocido como "DFT".

El DFT es una metodología de trabajo desarrollada en el vecino país del norte (Estados Unidos), básicamente este sistema está basado en el proceso de flujo de producción que emplea "Kanbans" para jalar el material dentro y a través del proceso a medida que el material es consumido. El objetivo fundamental del "DFT" es producir productos de alta calidad en un proceso

sensible a los clientes. Tal vez este objetivo es el mismo que utilizan algunos otros sistemas como es el caso de la manufactura por lotes, pero el caso del DFT, éste da un giro de 180 grados con respecto a la manufactura tradicional.

El cambio principal que ofrece esta herramienta de trabajo es darle un flujo lógico a las cosas, esta metodología nos permite diseñar (entre otras cosas) las líneas de producción de acuerdo a la demanda máxima esperada, pero además nos permite que éstas se adapten a correr de acuerdo al ritmo que marque el mercado, es decir, se pueden compactar para casos de periodos de baja producción y viceversa para los casos en los que la producción esté a máxima capacidad. En éste método la producción se programa (a diferencia del sistema de bloques que en la mayoría de los casos es mensualmente) diariamente, de esta manera se tiene un tiempo de respuesta para los clientes mucho mejor que lo que ofrece el sistema de manufactura tradicional. Estos son solo algunas de las ventajas de este método de trabajo, todos los pasos necesarios para su implementación así como las herramientas y fórmulas los veremos a detalle, además al final se analizará un caso práctico con el fin de utilizar todo lo previamente visto. El caso práctico se aplicará en dos productos, el análisis será en el ámbito teórico, pero se utilizarán uno a uno cada uno de los pasos para la implementación de este método.

Como preámbulo de inicio a este trabajo hablaremos sobre los inicios de la manufactura, cómo se iniciaron las primeras compañías manufactureras, además hablaremos sobre algunos de los principales métodos de manufactura que se utilizan en la actualidad, iniciando con el método de manufactura en serie de Henry Ford, veremos sus inicios, su modelo de trabajo, así como sus ventajas y desventajas, veremos también que este método de producción en serie ya se utilizaba antes de que Henry Ford lo introdujera en la fabricación de automóviles. Otro de los modelos es el sistema Justo a Tiempo o "JIT" como mejor se le conoce, sobre este tema veremos su método de trabajo, sus

ventajas y desventajas, como y porqué surgió. También otro tema que se abordará será el Sistema de Manufactura Toyota, al igual que en los temas y modelos anteriores veremos su metodología, pasos, cuales son sus ventajas y desventajas además de quién fue su creador. Hay que recordar que este modelo de trabajo revolucionó la manera de fabricar automóviles en Japón, inicio en la compañía Toyota, expandiéndose al principio hacia su cadena de proveedores y después de ahí hacia el mundo. Estos son solo algunos de los temas en cuanto a sistemas de manufactura que se van a tocar en este trabajo, la idea de ver estos tópicos es (para el caso de las personas que no estén familiarizadas con la industria manufacturera) formar una idea general de estos, y de esta manera poder elaborar sus propias conclusiones al final de este trabajo, comparando la metodología central de este trabajo con el resto que se presentan.

Algunos de los demás temas que se estarán tocando, además de los sistemas de manufactura es una breve introducción de la compañía de la cual se tomo el caso práctico, de esta se hablará un poco de su historia, orígenes, sus inicios de operación tanto en México como en Estados Unidos de Norteamérica así como de la gama de productos que tiene en el mercado tanto agrícola como industrial.

Sobre el caso práctico se verá además del diseño teórico de la línea mediante la metodología de DFT, una descripción de los productos a analizar, veremos su uso y aplicación, cual es su mercado de trabajo, los materiales con los que están hechos así como dibujos y modelos de estos componentes.

Un tema que no podría faltar es el de calidad antes que todo, en este tema se hablará sobre los métodos y procedimientos que la metodología DFT utiliza con el fin de asegurar la calidad de los productos y servicios manufacturados a través de esta metodología, entre los temas a ver está el "Check y doble check"

además de que bajo este sistema una de sus primicias es asegurar la calidad de los procesos en el origen de los mismos, evitando de esta manera que nos demos cuenta de la fallas al final, cuando tenemos ya todo el material listo y las posibilidades de repararlo son muy pocas.

Después de leer este trabajo, el lector conocerá a manera general los orígenes de los sistemas de manufactura, los sistemas utilizados hoy en día con sus ventajas y desventajas y además conocerá todos los pasos necesarios para implementar la metodología DFT.

1 INTRODUCCIÓN.

1.1. – Definición del problema.

Para la elaboración de este proyecto toda la información y datos requeridos fueron tomados de la compañía Industrias John Deere S. A. de C. V., Industria del área metal-mecánica cuyo giro principal es el diseño y fabricación de equipo agrícola e industrial. Los principales productos que ahí se fabrican son tractores de mediano y bajo caballaje, excavadoras industriales, motores, implementos agrícolas, cucharones, tanques de combustible para retroexcavadoras y componentes para mini cargadores frontales.

Aproximadamente el 60% de lo que se produce es para mercado nacional y el 40% restante se exporta, siendo el principal país Estados Unidos de Norteamérica.

El "Quick Tach" y el "Lower Link" son componentes del mini cargador frontal, el primero es el soporte del cucharón y el segundo es el enganche del brazo de levante del cucharón. Con el sistema tradicional de manufactura con el que opera la planta se tiene un promedio de 6 meses de inventario tanto en materia prima, material en proceso y producto terminado, además de tener la maquinaria distribuida por áreas de trabajo como trabajo en frío, maquinado, etc. Lo cual da como consecuencia que se trabaje por lotes.

1.2. – Objetivo de la tesis.

Con este trabajo se pretende diseñar una línea de manufactura utilizando la metodología de tecnología de flujo por demanda que abarque toda la cadena de suministro.

1.3. – Hipótesis.

Se supone que al realizar el diseño de la línea de manufactura bajo la metodología de Tecnología de flujo por Demanda se tendría una reducción considerable en los niveles de inventario de materia prima, material en proceso y producto terminado, además de obtener una mayor optimización de piso productivo.

1.4. – Limites de Estudio.

El proyecto se llevará a cabo en dos productos que se manufacturan en Industrias John Deere S. A. de C. V., los cuales son el enganche rápido del cucharón (Quick Tach) y el enganche inferior (Lower Link), componentes de los minicargadores frontales.

1.5. – Justificación del Trabajo.

Mediante la elaboración de este trabajo, se pretende demostrar que la metodología de Tecnología de Flujo por Demanda es útil para reducir los costos de operación de las compañías, al optimizar el uso de maquinaria, piso productivo, personal y material, además de lograr una reducción en los tiempos de respuesta a clientes y mejorando considerablemente la calidad de los productos al tener menos inventario a riesgo de retrabajo o rechazos. Para lograr esto se utilizarán los conocimientos adquiridos en el transcurso de la maestría.

1.6. – Metodología.

- Recabar información sobre los sistemas de manufactura por lotes.
- Documentar y soportar información obtenida.
- Recabar información sobre la compañía en cuestión, como historia, gama de productos, mercados que ataca, etc.
- Analizar la información obtenida, documentarla y soportarla.
- Recopilar literatura sobre la metodología de Tecnología de Flujo por Demanda, historia, ventajas, desventajas, compañías que lo utilizan.
- Analizar los productos sobre los cuales se basa el proyecto, estructura, componentes, rutas de operación, material utilizado, tiempos de entrega de proveedores, demanda máxima, etc.
- Elaborar análisis y cálculos del nuevo diseño, diagramas de sincronización por producto, diagramas de flujo por proceso, diagramas de secuencias de eventos (analizar a detalle las actividades y pasos de cada operación), matriz producto / proceso, definir el tiempo de ciclo o tiempo Takt.
- Definir los requerimientos del cliente para cada producto por día, así como el cálculo de la mano de obra requerida.
- Preparar diseño de línea (Layout) utilizando los diagramas de flujo de proceso.

- Calcular los "IPK"o " In process Kanban" para balance de línea, además del tipo y cantidad de Kanban requeridos en almacén de materias primas y material en la línea.
- Terminar diseño.

1.7. - Revisión Bibliográfica

Básicamente existe solo un texto que trata sobre el tema central de este trabajo, este texto lleva por título Un Salto Hacia el Futuro, de este libro se tomaron principalmente los pasos necesarios para la implementación de éste método así como los orígenes del mismo.

Existe una gran cantidad de títulos relacionados con el resto de los temas que se tocan en este trabajo, los textos que se utilizaron como apoyo para elaborar esté proyecto fueron El Sistema de Producción Toyota, Justo a Tiempo y Calidad Total, "Lean Thinking" así como publicaciones y artículos obtenidos vía Internet. De todos ellos se tomó la idea principal con el fin de poder al final de este trabajo hacer una comparación del sistema base de esta tesis con los otros métodos aquí presentados.

2 MARCO TEORICO.

2.1. - Historia de los Sistemas de Manufactura.

La historia de los sistemas de manufactura comenzó a partir de la revolución industria (finales del siglo XVIII), fue a partir de ese momento cuando se comenzó la transformación de los sistemas de producción artesanales a los sistemas de producción industrial. La introducción de maquinaria un poco más compleja, transformó el taller en fábrica y de esa manera la fase manufacturera del capitalismo se transformó en la fase industrial, un nuevo y radical cambio en el modo de producción de mercancías en esa época.

Los cambios más inmediatos se dieron en la naturaleza de los medios de producción y en la manera de hacer las cosas, las compañías tradicionales crecieron y los trabajos fueron volviéndose cada vez mas especializados a la vez que se requerían cada vez mayor eficiencia y rapidez para la producción de

bienes y servicios. Comenzaron a desarrollarse máquinas y herramientas que iban desplazando los sistemas artesanales (Ver figura 1).

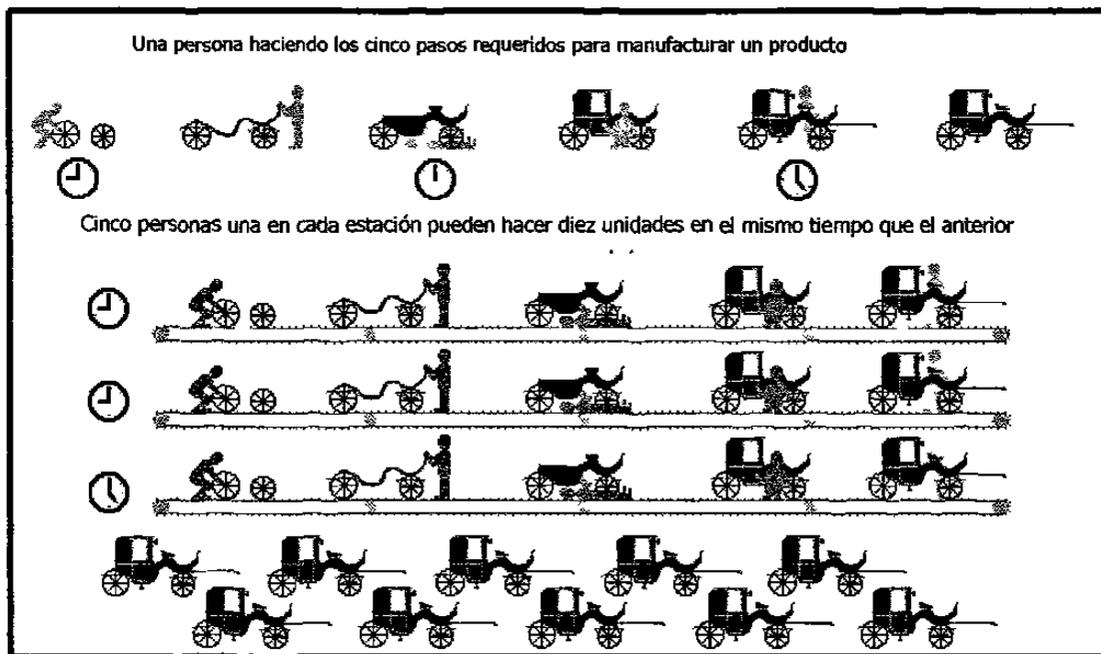


Figura 1. Diferencias entre manufactura artesanal y líneas de ensamble

Las compañías familiares se fueron transformando en grandes compañías las cuales tenían como fin producir la mayor cantidad de bienes en el menor tiempo posible (Ver figura 2).

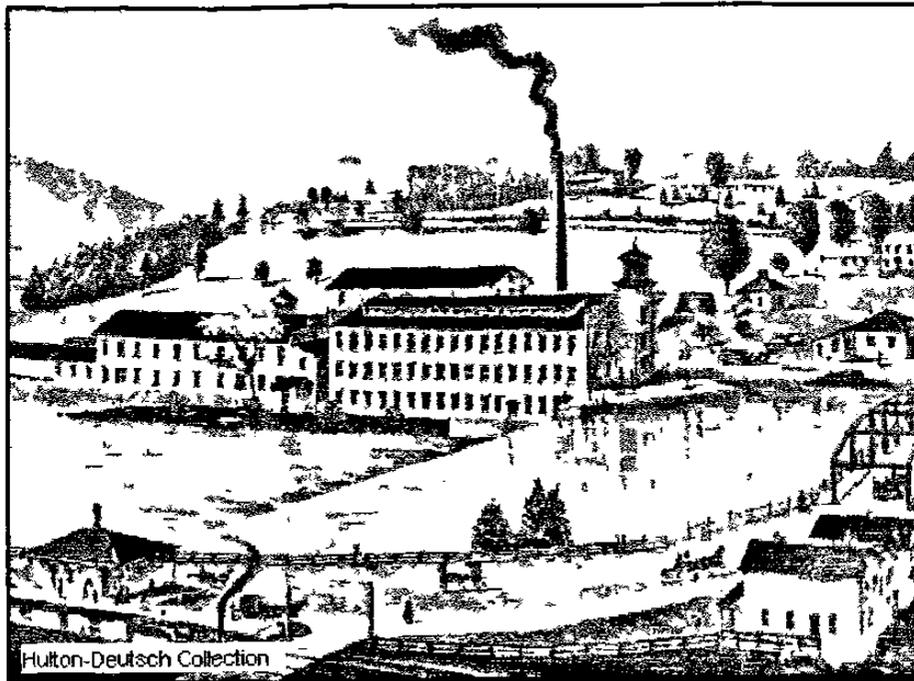


Figura 2. Compañía manufacturera del siglo XVIII

La aparición de nuevas máquinas y herramientas de trabajo permitieron que los trabajadores produjeran más bienes que antes y con la experiencia adquirida al utilizar la maquinaria, trajo como consecuencia un aumento en la productividad.

Gran Bretaña fue el primer país que se convirtió y se mantuvo por mucho tiempo como el primer productor de bienes del mundo. Durante gran parte del siglo XVIII Londres fue el centro de una enorme red comercial internacional que constituía la base de un creciente comercio exportador fomentado por la industrialización. Los datos disponibles sugieren que la tasa de crecimiento de las exportaciones británicas se incrementaron de forma considerable a partir de la década de 1780. La orientación exportadora y el aumento de la actividad comercial favorecieron aún más el desarrollo de la economía: los ingresos derivados de las exportaciones permitían a los productores británicos importar materias primas para crear productos industriales; los comerciantes que exportaban bienes adquirieron una importante experiencia que favoreció el crecimiento del comercio interior. Los beneficios generados por ese desarrollo

comercial fueron invertidos en nuevas empresas, principalmente en mejora de la tecnología y de la maquinaria, aumentando de nuevo la productividad, favoreciendo la dinámica del proceso.

Gran Bretaña no fue el único país que experimentó una Revolución Industrial. Los intentos de fechar ese desarrollo industrial en otros países están sujetos a fuertes controversias. No obstante, los estudiosos parecen estar de acuerdo en que Francia, Bélgica, Alemania y Estados Unidos experimentaron procesos parecidos a mediados del siglo XIX; en Suecia y Japón se produjo a finales del siglo; en Rusia y en Canadá a principios del siglo XX; en algunos países de Latinoamérica, Oriente Próximo, Asia central y meridional y parte de África a mediados del siglo XX.

Cada proceso de industrialización tiene características distintas en función del país y la época. Al principio, la industria británica no tenía competidores. Cuando se empezaron a industrializar otros países, estos tuvieron que enfrentarse a la ventaja acumulada por Gran Bretaña, pero también pudieron aprovecharse de su experiencia. En cada caso, el éxito del proceso industrializador dependía del desarrollo de nuevos métodos de producción, pero también de la modificación de las técnicas utilizadas para adaptarlas a las condiciones imperantes en cada país y de la propia legislación vigente, que favoreciera la implantación de maquinaria barata gracias a una disminución de los aranceles, lo que, en ocasiones, podría perjudicar a otros sectores sociales, como los campesinos, que veían cómo sus productos debían competir con otros más baratos. Aunque la intervención pública para favorecer la industrialización fue importante en el caso británico, el papel del Estado fue mucho mayor en el caso alemán, ruso, japonés y en casi todos los países industrializados durante el siglo XX.

2.2. - Producción en Serie.

Un sistema de producción muy utilizado durante los años de 1900 fue el sistema de producción en serie. Al hablar de este tema un nombre que se nos viene a la mente es el de Henry Ford, a el se le conoce como el creador de este sistema. El sistema Ford es el prototipo de la producción y venta en serie americanos, incluso de hoy en día, pero la realidad es que Henry Ford no fue el inventor de este método de trabajo, En 1798 Eli Whitney introdujo la producción normalizada de mosquetes, y las fábricas de carne de Chicago habían introducido cadenas de producción en la década de 1860. En 1902, el automóvil Oldsmobile ya se fabricaba en serie. A partir de 1908, cuando se introdujo el modelo de Ford (Ver figura 3), Henry Ford empezó a combinar esos factores y reunió las enseñanzas de un siglo de forma espectacular. Entre 1913 y 1915 en la fábrica de Ford de Highland Park se combinaron la producción normalizada de piezas de precisión (que hacía que fueran intercambiables) y la fabricación en cadenas de montaje, que simplificaba las operaciones y las dividía en zonas de trabajo. La eficacia de la producción era tal que los precios de los automóviles bajaban sin cesar. Los automóviles salían de la cadena de montaje cada 10 segundos, con un ritmo anual de 2 millones. Esto hizo que Estados Unidos se motorizara de forma masiva en la década de 1920.

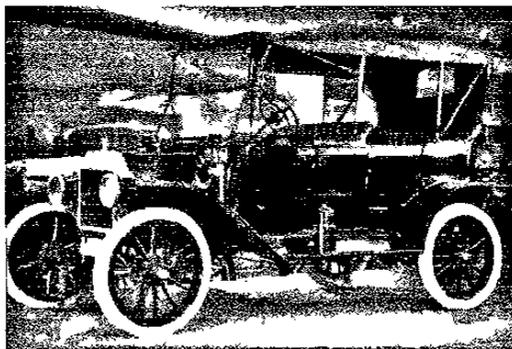


Figura 3. Ford Modelo T 1908

Los fabricantes europeos aprendieron la lección, en especial el británico Morris, el francés Citroën, el alemán Opel, el italiano Fiat y, naturalmente, las fábricas de Ford situadas fuera de Estados Unidos. A pesar de todo, en la década de 1920 Estados Unidos y Canadá producían más del 90% de los automóviles fabricados en el mundo. La mayoría de estos vehículos se vendían en Norteamérica, pero las exportaciones suponían un 35% del mercado mundial de automóviles.

La producción en serie fue uno de los principales sistemas de manufactura que se comenzaron a utilizar en forma, para agilizar y mejorar la producción de artículos y bienes. Como se mostró anteriormente la principal industrial que comenzó a trabajar con esta metodología fue la industria automotriz, pero, ¿en qué consistía el sistema de producción en serie?, ¿Cómo logro que los bienes y servicios producidos a través de este medio bajaran sus precios y sus costos de elaboración?.

La producción en serie consiste básicamente "tomando el modelo de Ford" en un sistema de producción apoyado en la continuidad del trabajo, llamado en ocasiones sistema automático. En este sistema las materias primas son mecanizadas y transportadas mediante cintas transportadoras para ser transformadas en piezas de montaje. (Ver figuras 4 y 5) Después se suministran los componentes de diversos tipos a cada uno de los procesos finales de montaje, donde es la propia línea de montaje la que se mueve a una velocidad fija, a medida que las piezas son montadas para convertirse finalmente en automóviles totalmente terminados y salen de la línea uno a uno. De esta manera el tiempo para producir un automóvil es mucho menor que con el método tradicional lo cual baja los costos de producción y por ende el precio de venta de los mismos.



Figura 4. Línea de Ensamble de Automóviles

La rapidez con la cual se ensamblaban los automóviles obligó a que todos los proveedores de partes y componentes emigraran a este sistema de manufactura para poder satisfacer las crecientes demandas de sus productos y a la vez buscar reducciones de costos.



Figura 5. Línea de Producción de Monobloques 1940

El esquema básico del sistema de trabajo de Ford es común a todas las empresas de automóviles de todo el mundo. Incluso hoy en día algunos fabricantes tienen a una sola persona para montar todo el motor, en general la corriente de fabricación sigue utilizando el sistema de flujo de trabajo o automatización de Ford. Este sistema de producción fue ideado o conceptualizado para extender un flujo de trabajo desde la línea final de montaje hacia todos los demás procesos.

Uno de los puntos principales de este sistema de producción se basaba en producir en grandes cantidades y de esa manera bajar los costos, este fue el principio de producción americano de las épocas de los 20 hacia adelante, hoy en día este sistema no es compartido por muchos, ya que te obliga a tener grandes cantidades de material o piezas terminadas que pueden tardar un buen tiempo en consumirse, pero sin negar el valor agregado que este sistema de producción aportó a la industria, fue, el sistema de producción Ford pilar para la creación de muchos otros.

2.3. -Justo a Tiempo.

Justo a Tiempo significa que, en un proceso continuo las piezas adecuadas necesarias para el montaje deben de incorporarse a la cadena de montaje justo en el momento en que se necesitan y solo en la cantidad que se necesitan.

A lo largo del tiempo se han agregado una cantidad interesante de definiciones para este término, siendo algunas de ellas las siguientes:

- Es una metodología para alcanzar la excelencia en una empresa de manufactura basada en la eliminación continua del desperdicio.
- Es una estrategia de producción con un nuevo juego de valores para mejorar continuamente la calidad y la productividad.
- Es un concepto operativo enfocado en el inventario ocioso, para reducir el desperdicio e incrementar la flexibilidad de la empresa con respecto al mercado.
- Es un enfoque disciplinado para mejorar la productividad y la calidad globales a través del respeto a la gente y la eliminación de desperdicio.
- Es la eliminación de los pasos que no agregan valor en un flujo de producción.

Prácticamente todas las definiciones aunque utilizan diferentes términos tienen el mismo significado, justo a tiempo consiste básicamente en la eliminación del desperdicio, y entiéndase por desperdicio toda aquella actividad o trabajo que no de valor agregado.

Entre los principales desperdicios que describe el Justo a Tiempo están:

- Sobreproducción.
- Espera.
- Transporte.
- Proceso.
- Inventarios.
- Movimientos.
- Productos defectuosos.

Las principales causas del desperdicio son:

- Desbalance entre trabajadores y proceso.

- Problemas de calidad.
- Mantenimiento preventivo insuficiente.
- Retrabajos.
- Gente de mas o de menos.

La metodología Justo a Tiempo o "JIT" como se le conoce, surgió a partir del desarrollo de los sistemas de producción en serie. El padre fundador del Justo a Tiempo fue Taiichi Ohno, esta herramienta se origino en Japón en la compañía Toyota, y fue conocida en un inicio solamente por ellos y sus proveedores más cercanos. Tiene como objetivo un procesamiento continuo, sin interrupciones de la producción. Para poder lograr este objetivo supone la minimización del tiempo total necesario desde el comienzo de la fabricación hasta la facturación del mismo.

Básicamente la filosofía de este modelo consiste en hacer las cosas bien a la primera vez y siempre.

El modelo de Justo a Tiempo surgió debido a los problemas que se tenían en la línea de ensamble con los faltantes de material, los cuales ocasionaban (Todavía en nuestros días) paros de producción y por ende incumplimiento de pedidos con los clientes.

La filosofía de Justo a Tiempo tiene como visión optimizar la producción, minimizando al máximo posible las tareas que no dan valor agregado al producto, además el propósito principal de esta herramienta de trabajo es producir o entregar los productos correctos en la cantidad y tiempo correcto.

Las dos técnicas para lograr esto son:

- Tener tiempos de entrega muy cortos.

- Eliminar los inventarios innecesarios.

Justo a Tiempo es hacer lo que vendemos y no vender lo que hacemos.

Algunos de los beneficios de esta metodología son:

- Disminución de niveles de inventario. Esta disminución se da como consecuencia de estar produciendo solo lo necesario y por ende compra solo la materia prima necesaria.
- Aumenta la rotación de inventarios. Al disminuir los niveles de inventario la compra de materia prima se realiza mas seguido, aumentando la rotación del mismo.
- Reducción de perdidas de material.
- Mejora de productividad.
- Reducción de costos financieros.
- Ahorros en costos de producción.
- Menor espacio de almacén de materia primas.

La herramienta de "JIT" se puede aplicar en cualquier tipo de industria y no esta supeditada a la industria automotriz. Cualquier proceso se puede examinar con el fin de determinar las operaciones que no dan valor agregado al producto.

Esta herramienta de trabajo o filosofía como le llaman algunos es ampliamente utilizada en nuestros días. Además el Justo a Tiempo fue y sigue siendo uno de los pilares necesarios que sustentan a otro sistema de manufactura creado en Japón después de la segunda guerra mundial, este sistema es el sistema de producción de Toyota.

2.4. – Sistema de Producción Toyota.

Toyota, empresa japonesa dedicada a la fabricación de automóviles, creó y diseñó un sistema de manufactura que ha sido y es un ejemplo a seguir. El principal objetivo de este sistema de producción es fabricar muchos modelos diferentes en pequeñas cantidades, cosa que es completamente opuesta al sistema tradicional de manufactura americana. Este sistema se basa en el flujo del trabajo.

El creador de este sistema de manufactura fue Taiichi Ohno, que también se le conoce como el padre fundador del Justo a Tiempo. El trabajo de Ohno lo ha convertido en el Henry Ford del mundo de la fabricación actual. Se unió a Toyota en 1943, solo dos años antes de que Japón perdiera la guerra.

2.4.1. - ¿Cómo surgió el Sistema de Producción Toyota?

El sistema de producción Toyota surgió de una necesidad. Algunas restricciones en el mercado precisaban de la producción de pequeñas cantidades de muchas variedades en condiciones de poca demanda, un hecho al que la industria japonesa del automóvil se había enfrentado durante el periodo de posguerra. Estas restricciones servían como piedra de toque para comprobar si los fabricantes japoneses de coches podrían establecerse y sobrevivir en competencia con la producción y los sistemas de venta en masa de una industria ya establecida en Europa y los Estados Unidos.

El objetivo más importante del sistema Toyota ha consistido en incrementar la eficacia de la producción eliminando, de forma consistente e implacable las pérdidas.

Este sistema recibió la atención de todo el mundo por primera vez cuando se comprobó su valor por la rápida e incomparable recuperación de esa empresa después de la crisis del petróleo en 1973.

2.4.2. - ¿En qué consiste el sistema?

Una idea que marco el inicio del actual sistema de producción de Toyota fue la eliminación de los costos improductivos e incrementar la productividad. La base de este sistema de producción es la eliminación absoluta del excedente, siendo los dos pilares de sustento de este sistema el justo a tiempo y la automatización con un toque humano.

Con la utilización del sistema justo a tiempo cada proceso recibía el componente adecuado que necesitaba en el momento que lo requería. La automatización con un toque humano consiste en equipar la maquinaria nueva y vieja con sistemas de detección automáticos y otros mecanismos de seguridad y de detección que eviten que se produzcan piezas malas. La clave está en dar inteligencia humana a la máquina y, al mismo tiempo, adaptar el simple movimiento del operario humano a las máquinas autónomas.

Otro cambio significativo en este sistema respecto a los otros es la distribución de las máquinas y los operarios, las máquinas se organizan de tal manera que se establece un flujo de producción eliminando la pérdida de

tiempo en el almacenamiento de piezas, y con los operarios se utiliza el concepto de un operador varios procesos, lo que quiere decir que un solo operador puede atender varias máquinas a la vez. Además otro de los requerimientos necesarios para que este sistema funcione son los cambios rápidos de la máquinas, práctica que en la mayoría de las empresas consume demasiado tiempo, si partimos de que este sistema demanda cantidades pequeñas de cada cosa esto implica que las máquinas deben de montarse y desmontarse constantemente, lo cual obliga a que el tiempo que se le invierta a esta práctica (tiempo muerto) sea cada vez menor. Por citar un ejemplo en la década de los 40 la misma compañía Toyota tardaba un promedio de 2 a 3 horas para montar y desmontar una máquina herramienta. Los cambio de herramientas son elementos que reducen en gran manera el rendimiento e incrementan los costos de producción.

Este sistema de trabajo desarrollado por los japoneses funciona bajo las premisas (como se dijo anteriormente) de la eliminación total de los excesos de producción (cero inventarios), estos excesos generan "stock" o inventario tanto de partes simples como de producto terminado lo cual ocasiona un incremento en los costos, este incremento se origina por la administración y control que se necesitan para manejar ese inventario. Para poder eliminar este exceso de producción los japoneses crearon el sistema "Kanban".

2.4.2.1. - Sistema "Kanban"

El sistema "Kanban" es un mecanismo para manejar y asegurar la producción justo a tiempo, el primer pilar del sistema de producción Toyota.

La palabra "Kanban" significa en japonés etiqueta de instrucción (Ver figura 6), y esta basado en la operación de los grandes supermercados. Básicamente un Kanban en una forma simple y directa de comunicación siempre localizada en el punto donde se necesita, esto es una etiqueta que sirve como orden de trabajo, cuya información es útil para saber que se va a producir, cuando se va a producir, cuanto se va a producir, como se va a producir, entre otra información.



Figura 6. Ejemplo de tarjeta de Kanban

En el método del justo a tiempo, el último proceso se dirige al proceso inicial para tomar el producto necesario en el momento que los necesita y en la cantidad necesaria. El paso inicial produce entonces la cantidad igual a la retirada.

El Kanban mejora dos aspectos fundamentales de las empresas:

- Producción. Producir solo lo justo, con los materiales justos, con el trabajo justo y el tiempo justo. Por esta razón Kanban y Justo a Tiempo siempre van de la mano.

- Procesos. Al poder controlar la producción, se podrán mejorar los procesos, no solo en el área productiva sino en todas las áreas de la empresa.

La información principal que debe llevar una etiqueta de Kanban es:

- Número de parte, componente y su descripción.
- Nombre o número de producto.
- Cantidad requerida.
- Tipo de manejo de material requerido.
- Donde debe ser almacenado cuando es terminado.
- Punto de reorden.
- Secuencia de ensamble.

Como lo acabamos de mencionar el sistema Kanban es de mucha utilidad para el control y manejo de la producción, esta etiqueta sirve en gran manera para producir y ensamblar solamente lo necesario y de esta manera evitar los sobre inventarios y la sobreproducción. Por esto este sistema al igual que el Justo a Tiempo y la Automatización son el sostén del sistema de producción de Toyota.

2.4.3. - Los Cinco Por Qué.

El sistema de producción de Toyota se ha desarrollado basándose en la práctica y en la evolución del método de preguntarse ¿Por qué? cinco veces cada vez que se enfrentan a un problema.

Según este método el preguntarse cinco veces por qué y contestando a cada pregunta, podemos llegar a la causa real del problema, que a menudo se esconde detrás de síntomas más obvios.

En este pequeño resumen se trato de dar una idea general del sistema de producción Toyota, este sistema y todos sus procedimientos de trabajo son bastante extensos y sería imposible verlos todos en esta obra, pero se observaron los puntos principales de este método de trabajo.

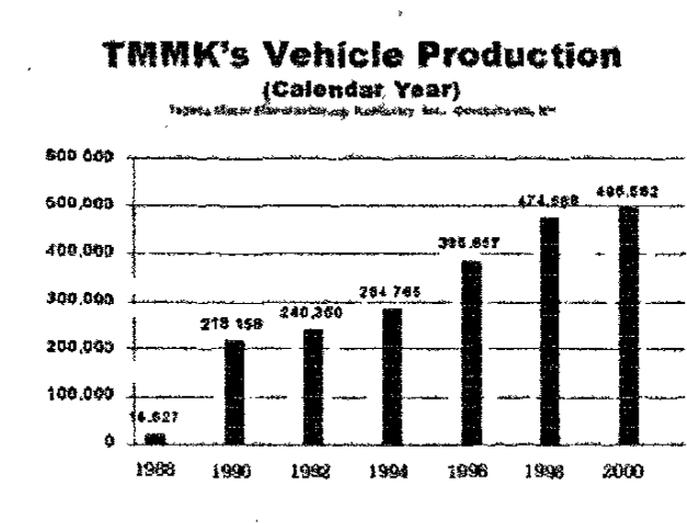


Figura 7. Producción de Vehículos de la marca Toyota a partir de 1988

Como se muestra en la figura 7, este sistema de manufactura ayudo grandemente a la industria japonesa a reducir los costos de producción y a la vez reducir al máximo los tiempos de ciclo y de producción de los automóviles.

2.5. - Manufactura Esbelta

Los sistemas de manufactura esbelta están basados básicamente en hacer más con menos y utilizan muchas de las herramientas que vimos en los métodos anteriores, su fin principal es eliminar el desperdicio y todo lo que no agregue valor al producto final, ya sea que este sea un producto o un servicio.

“Lean Thinking” como se conoce a alguno de estos sistemas de manufactura esbelta consiste en dar valor o determinar las acciones que dan valor a lo que se está fabricando o produciendo. Este método provee de caminos para hacer más y más con menos y menos esfuerzo humano, maquinaria, espacio, tiempo etc. Teniendo como logro final proveer al cliente exactamente lo que ellos necesitan.

Este método se basa principalmente en:

1. Determinar las acciones específicas requeridas para un producto y de esta manera determinar las operaciones que realmente dan valor agregado.
2. Flujo. Esto consiste en dar un flujo lógico a las operaciones de manufactura, lo cual puede implicar movimientos de maquinaria y reorganizar el piso productivo.
3. Jalar. Esto es jalar la producción desde que se coloca la orden de compra. Este método es conocido como el método de jalar – jalar (Ver figura # 8).

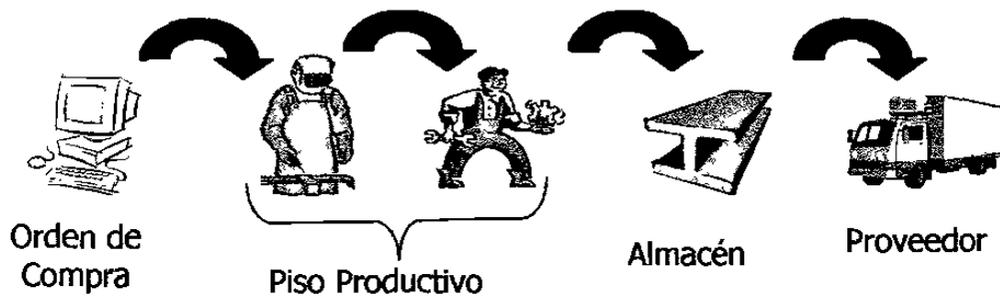


Figura # 8. Ejemplo de Sistema de Jalar – Jalar.

4. Perfección. Este es el ultimo principio de este sistema y consiste en mejorar y perfeccionar todo lo anteriormente realizado con el fin de lograr darle al cliente final lo que él necesita.

2.6. - Ventajas y Desventajas

Todos los sistemas vistos anteriormente tienen el mismo fin, hacer más con menos, de la aplicación y definición de cual es mejor depende en gran medida de la percepción personal y la experiencia propia, un problema que a nuestra forma de pensar se ve con los sistemas y métodos japoneses es que él querer aplicarlos tal cual de este lado del globo terráqueo es algo difícil, ya que se entra en detalles como la cultura de trabajo de cada país, por citar algunos.

Si se tratara de definir (tomando como ejemplo el sistema de producción en serie de Henry Ford y el Sistema Toyota de Taiichi Ohno) cual de los dos es el mejor, es algo difícil pero se cree que el sistema de producción Toyota es él mas adecuado para épocas de bajo crecimiento.

La idea principal de mostrar este pequeño resumen de los diferentes métodos de manufactura que existen en la actualidad es tener una idea mas general y compararlos con el sistema que sé vera más a detalle en los siguientes capítulos.

3 JOHN DEERE

3.1. - Breve Historia.

Al escuchar el nombre de John Deere lo primero que se viene a la mente es equipo agrícola, equipo para cultivar la tierra. John Deere es una marca líder en la producción de equipo agrícola e industrial que tuvo sus inicios en el año de 1836 en una pequeña herrería en Illinois. El fundador de esta compañía de nombre John Deere (Ver figura 9) inicio experimentando con distintas formas y materiales en busca de una reja cuya superficie impidiera la adhesión de tierra y evitar así que los arados quedaran atascados con tanta frecuencia.



Figura 9. John Deere

En el año de 1837 decidió probar con un material a partir de una hoja de una vieja sierra la cual le proporcionó el acero para fabricar un cuerpo de arado ligero y extremadamente pulido el cual al ponerlo a trabajar el suelo o la tierra resbalaba perfectamente sobre la superficie del arado sin producir atascamientos, fue así como invento el primer arado autolimpiable.

Apartir de este invento fue cuando inicio operaciones la compañía Deere & Co. Iniciaron fabricando arados autolimpiables (Ver figura 10) importando el acero utilizado en su fabricación de Inglaterra.



Figura 10. Primer arado autolimpiable

En 1846 la compañía cambia su lugar de residencia a Moline Illinois para facilitar el transporte de acero laminado que se importaba de Inglaterra. Desde entonces hasta la fecha el corporativo de la compañía se encuentra en esta ciudad (Ver figura 11).

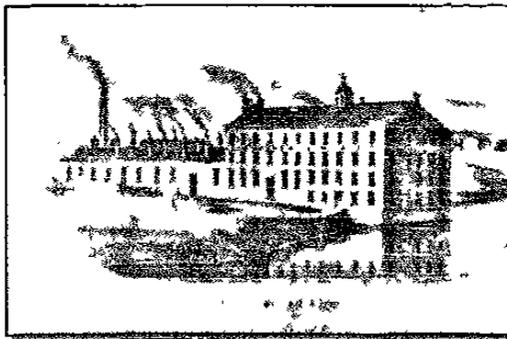


Figura 11. Instalaciones de Deere & Co en Moline Illinois 1857

Hasta 1914 la compañía fue ampliando progresivamente su línea de productos llegando a producir una amplia variedad de maquinaria para la agricultura. En dicho año se lanza el primer tractor al mercado el Waterloo Boy, (Ver figuras 12 y 13) que montaba un motor de la compañía Waterloo Gasoline, la cual fue después adquirida por Deere para dedicarla a la fabricación de motores para sus tractores.

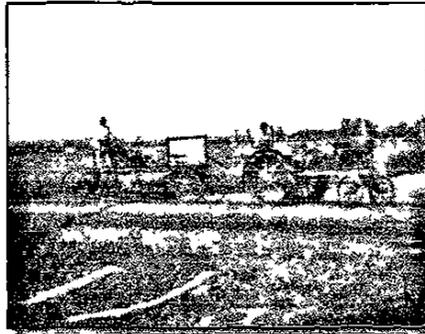


Figura 12. Tractor Waterloo Boy 1920

Las operaciones de Deere & Company, que hasta los años 50 habían estado concentradas en territorio norteamericano, experimentaron un tremendo crecimiento cuando la compañía decide abrir mercados hacia Europa y Sudamérica. En 1956 se crea la división de actividades de ultramar y, con la adquisición de la fábricas y otras instalaciones de la marca Lantz, se inician las actividades en el continente Europeo. Al mismo tiempo se extienden las actividades hacia el Sur creando la fabrica de John Deere en Monterrey Nuevo León, México y una fabrica de tractores e implementos en Argentina (1958), en 1959 se inician las actividades en el continente australiano.



Figura 13. Línea de Ensamble de tractores 1924

Esta acertada política de expansión condujo a John Deere a convertirse en el mayor fabricante mundial de maquinaria agrícola, condición que ha mantenido con orgullo desde entonces.

En el año 1963 se inicia la actividad en el mercado de equipos para el cuidado de parques y jardines, y en el año 1987 se empiezan a comercializar equipos para campos de golf, actividad en la que, tras muy pocos años de funcionamiento, John Deere se coloca como líder del mercado.

3.2. - Mercados de Trabajo

La marca John Deere tiene presencia en una gran cantidad de mercados, siendo algunos de ellos los siguientes:

- Agrícola. En esta área tiene una participación bastante amplia con equipo que va desde arados y tractores sencillos asta máquinas combinadas por citar algunos de ellos (Ver figuras 14 y 15).

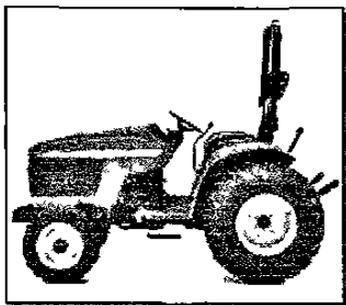


Figura 14. Tractor 4600

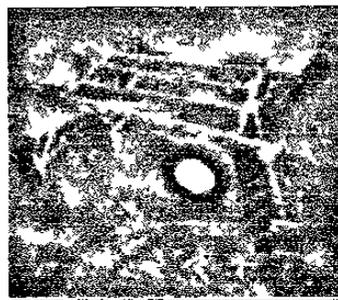


Figura 15. Rastra de la línea agrícola

- **Construcción y Forestal.** En esta área se ofrecen también al igual que el anterior una amplia gama de productos para el área de la construcción y forestal, entre ellos alguno son excavadoras, cargadores, camiones de volteo, etc. (Ver figuras 16 y 17).



Figura 16. Retroexcavadora 310 SG de la línea de Construcción y Forestal

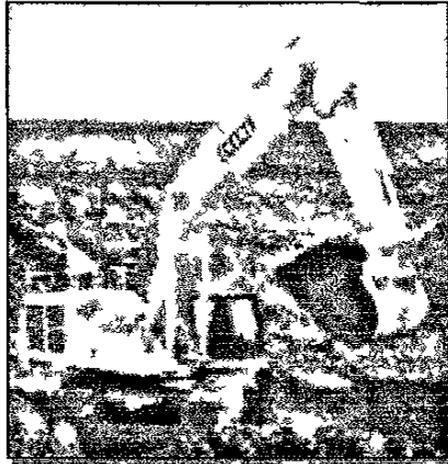


Figura 17. Excavadora 80 de la línea de Construcción y Forestal.

- Areas Verdes. En este segmento se participa con equipo como son podadoras, equipo para el cuidado de campos de golf, gator, etc. (Ver figura 18).

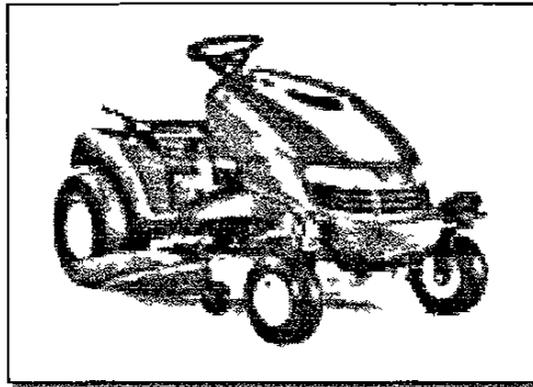


Figura 18. "Lawn" Tractor de la línea de áreas verdes.

Estas son solo algunos de los principales mercados en los cuales se tiene presencia.

3.3. - Inicio de Operaciones en México.

John Deere S.A. de C. V. se constituyó en la ciudad de México el 10 de Noviembre de 1955, y el 17 de diciembre del siguiente año cambio su domicilio a la ciudad de Monterrey. Actualmente la compañía cuenta con dos plantas en el estado de Nuevo León dedicadas a la fabricación de equipo agrícola y componentes industriales, en el estado de Coahuila existe otra planta dedicada a la fabricación y ensamble de tractores agrícolas y excavadoras industriales y las últimas dos se encuentran en la ciudad de Torreón, estas últimas dedicadas a la fabricación de motores de combustión interna a base de gasolina.

4 TECNOLOGÍA DE FLUJO POR DEMANDA.

4.1. – Historia de la Metodología de Tecnología de Flujo por Demanda (DFT).

Tomando como base los sistemas de manufactura tradicionales y con el afán de buscar y encontrar un sistema que mejorara drásticamente la manera de producir bienes, un visionario estadounidense John R. Constanza desarrolló y patentó la metodología de Tecnología de Flujo por Demanda. Esta metodología desarrollada en los Estados Unidos de Norteamérica se ha utilizado por más de 10 años para cambiar el concepto de manufactura que conocemos por una completa disciplina de negocios. John Constanza ha sido reconocido por su trabajo como uno de los héroes de la manufactura de los Estados Unidos y fue nominado al premio Nóbel en Economía.

4.2. – ¿Porque Utilizar DFT?

El DFT, a diferencia de otros métodos o procedimientos está enfocado a crear un producto de alta calidad en un tiempo de producción más corto y con el menor costo posible, este proceso se convierte en una secuencia de tareas, el producto es visto como una pila de partes. Este método busca eliminar o minimizar el trabajo de valor no agregado en el proceso de producción poniendo énfasis en calidad al nivel de maquinaria y del empleado de producción.

Al leer el párrafo anterior nos damos cuenta que básicamente lo que pretende o el objetivo principal del DFT es el mismo que los demás sistemas y métodos, pero con una gran diferencia, este método fue desarrollado en Occidente, utiliza muchas de las herramientas que utilizan los demás (Kanban, JIT, flujo, etc.) pero todo esto está enfocado a producir solamente lo necesario, ¿como es esto?. Este método se basa en programación de producción diaria, lo cual quiere decir que a diferencia de los sistemas tradicionales de producción en serie que trabajan sobre pedidos hechos y programaciones mensuales, con el DFT se puede programar la producción diaria, con lo cual se elimina el inventario, (además da mayor flexibilidad para poder satisfacer los diferentes pedidos de los clientes), tanto en material en proceso como el de producto terminado. Esta es solamente una de las ventajas de este método, ya que este sistema involucra a toda la cadena de suministro desde el piso productivo hasta los proveedores de materia prima.

4.2.1. – Filosofía de Producción en Lotes

Los procesos de manufactura prevaecientes han estado basados en la técnica de manufactura programada por lotes. Los productos son creados en base a un horario preestablecido ya sea mensual o semanal, además de que estos son producidos a partir de subensambles o partes fabricadas las cuales son manufacturadas sobre la base de requerimientos mensuales de los productos finales.

Se han desarrollado una infinidad de sistemas funcionales para ayudar en la programación y administración de todos los subensambles y partes simples por lotes o por partes de maquinaria. Estos sistemas demasiado complejos y elaborados se utilizan para programar la fabricación de partes simples y subensambles así como la compra de materia prima.

Las plantas de manufactura por celdas o bloques son tradicionalmente diseñadas en función de la producción, cuentan con grandes almacenes para materia prima así como almacén de material en proceso o comúnmente llamados " Work in process" además tienen organizadas las áreas de trabajo y la maquinaria por grupos funcionales para así ayudar a la programación y producción de subensambles.

Una vez que un producto es programado para su fabricación, se libera una orden de trabajo, y las partes requeridas para producir el producto en cuestión son distribuidas basadas en una fecha y una cantidad. Todos los componentes requeridos son distribuidos basados en una cantidad programada de partes fabricadas o subensambles a producir. Después que el producto es programado y se disparó la orden de producción de las partes simples que lo forman, estas son colocadas en las filas de espera de las máquinas o estaciones de trabajo a

esperar su turno para ser procesadas o transformadas. El lote de partes es procesado de operación en operación hasta que el producto final se completa.

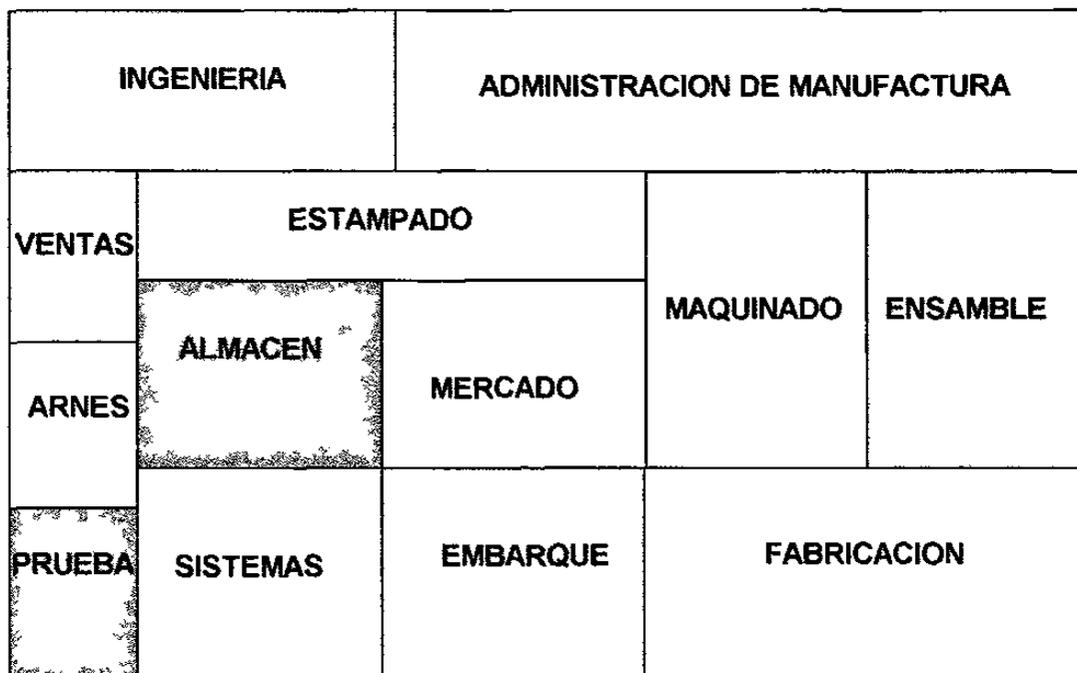


Figura 19. Arreglo común de una planta productiva mediante el sistema tradicional de manufactura

Como todos las partes fueron procesadas en un mismo lote al mismo tiempo el nivel en que ha sido expuesto la calidad-defecto es el lote entero (es muy común que el lote entero tenga el mismo defecto)

Las técnicas de programación tradicional emplean colas o almacenaje innecesario de materia prima antes de la producción. Debido a la duración del proceso de producción, un inventario grande de productos terminados es necesario usualmente para satisfacer la demanda fluctuante de un cliente.

4.2.2. - Flujo Continuo.

La metodología de "DFT" basa parte de su estrategia de trabajo en el flujo continuo, en otras palabras cuando se requiera el montaje o subensamble de un producto antes de entrar a la línea principal de ensamble, este se hace como una línea de alimentación directamente anexada a la línea principal en el punto donde es requerido este ensamble.

La manufactura de flujo esta basada en producción de alta calidad en la cual, como se menciona anteriormente, su programación es diaria, y las variaciones que se presentan en los requerimientos diarios son en respuesta a la demanda real de los clientes.

Las técnicas de manufactura de flujo se pueden aplicar con cualquier producto, es flexible al cambio, flexible para la ausencia planeada o inesperada de varios empleados de la línea de producción.

Estos son solo algunos de los principales argumentos de porque utilizar la manufactura de flujo, en los siguientes capítulos se hablara sobre este tema pero ya formando parte del DFT.

4.3. - El DFT.

En los capítulos anteriores se presento un resumen de algunos de los principales modelos de trabajo, metodologías o técnicas para mejorar los

procesos de manufactura, ahora le toca el turno al método base de este trabajo, el DFT.

El DFT está basado en el proceso de flujo de producción que emplea el sistema de Kanbans para jalar el material dentro y a través del proceso a medida que el material es consumido. El material es jalado desde un punto cercano al proceso de flujo de producción basado en cuotas. El objetivo principal del DFT es (como lo vimos anteriormente en los sistemas de flujo) producir un producto de alta calidad en un proceso de flujo sensible al cliente.

Al comenzar a hablar sobre el DFT se topará con términos como "IPK", "Takt time", "Linealidad", "Diagramas de sincronización de producto y proceso", y muchos otros términos que a medida que se comience a verlos se explicarán uno a uno.

Algo de lo principal que busca el DFT es eliminar o reducir al máximo los tiempos de espera tradicionales que existen en las plantas de manufactura. En las figuras 20 y 21 se muestra lo que se pretende, comparando el método tradicional o sistema de bloques contra el método de manufactura de flujo.

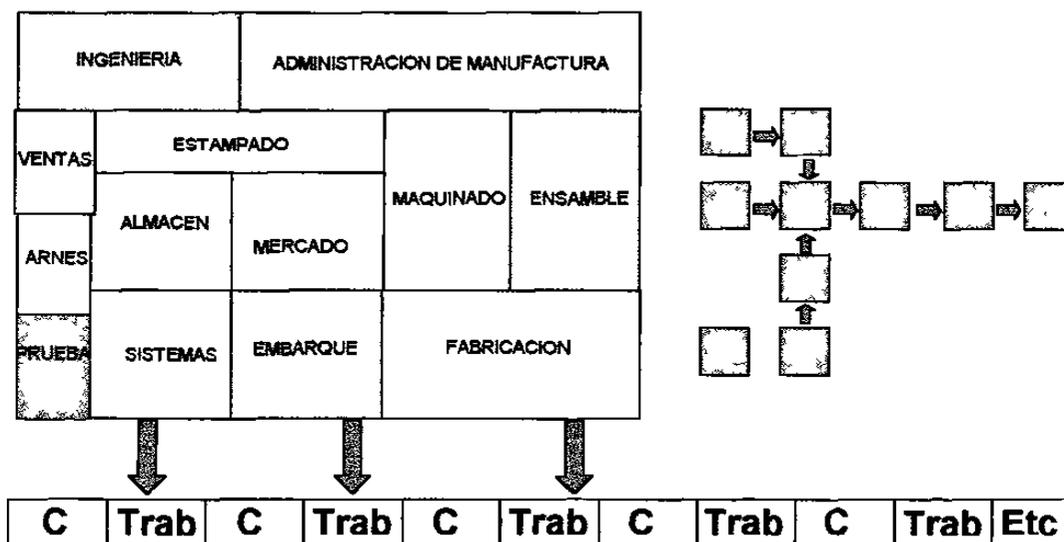


Figura 20. Sistema de trabajo tradicional

C significa tiempo de espera entre operación y operación o tiempo muerto,
Trab significa trabajo.

El gráfico anterior muestra el sistema de trabajo tradicional en el cual todo esta organizado a través de bloques o celdas.

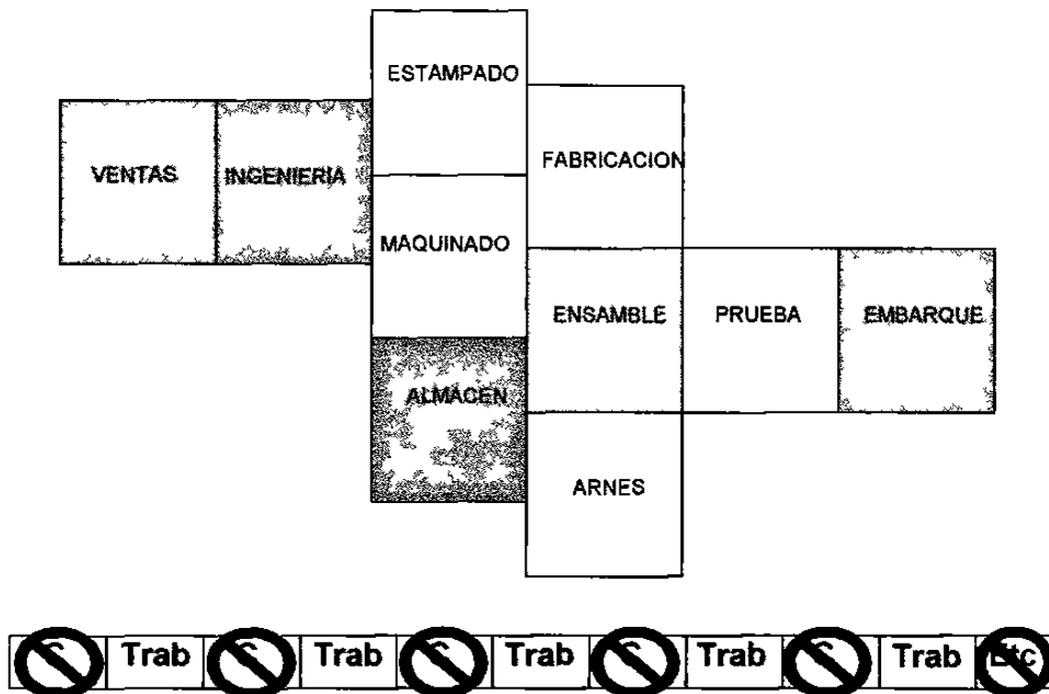


Figura 21. Sistema de manufactura de flujo

Bajo el esquema de trabajo de DFT se elimina o reduce de una manera drástica los tiempos de espera entre operaciones y además el arreglo del área productiva es siempre tratando de dar un flujo lógico. Además a través de este método se incrementa la rotación de los inventarios.

4.3.1. - ¿Qué es la rotación de inventario?

La rotación de inventario es una medida financiera para determinar la frecuencia en la cual gira el inventario. Una cantidad deseable de rotaciones de inventario es que sean de doble dígito. Existe una fórmula para calcular las rotaciones de inventario.

$$\text{ROTACIONES} = \text{CBV} / \text{Inv. Prom.}$$

Donde CBV = Costo de bienes vendidos

 Inv. Prom. = Inventario promedio a la mano.

4.3.2. - ¿Cómo se implementa el DFT?

Existen una serie de pasos y elementos necesarios para implementar esta metodología de trabajo en la industria, a continuación se presenta una explicación de los principales elementos y términos que intervienen en la implementación de este método, muchos de las palabras y términos utilizados sonarán algo diferentes, pero el motivo de este resumen es explicarlos para en el momento de ver el caso práctico ya se tenga una idea de lo que se está hablando.

Uno de los primeros pasos para la implementación del DFT (después de haber determinado el producto o familia de productos en los cuales se va a implementar) es definir al equipo destinado a implementarlo, este grupo de

personas estará formado por personal de toda la organización. Este grupo de transformación estará dividido en dos áreas funcionales y un grupo de apoyo.

El primer grupo funcional se encarga del desarrollo de los kanbans, secuencias, es decir están enfocados al área de los materiales. El segundo equipo esta dedicado al diseño de la línea, y por último el equipo de apoyo como su nombre lo indica, su función es ayudar en todo lo necesario a los demás equipos.

Una vez formados los equipos de trabajo se inicia con el diseño de la línea. Para diseñar la línea de manufactura se requieren definir y elaborar una serie de pasos, a continuación se enlistan como ejemplo algunos de ellos:

- Elaborar los diagramas de flujo de proceso.
- Desarrollar las hojas de operación estándar
- Definir las matrices de flujo / proceso.
- Calcular el tiempo Takt.
- Requerimientos de recursos.
- Revisar los requerimientos reales & los de diseño.
- Desarrollo de las operaciones estándar.
- Crear la distribución de la planta.
- Definir celdas.

4.3.2.1. - Diagramas de Flujo de Proceso.

Los diagramas de flujo de proceso se utilizan para definir todos los procesos necesarios para la elaboración de un producto, (Ver figura 22)

desde su inicio hasta su terminación, en otras palabras muestran el flujo natural de los pasos u operaciones requeridos.

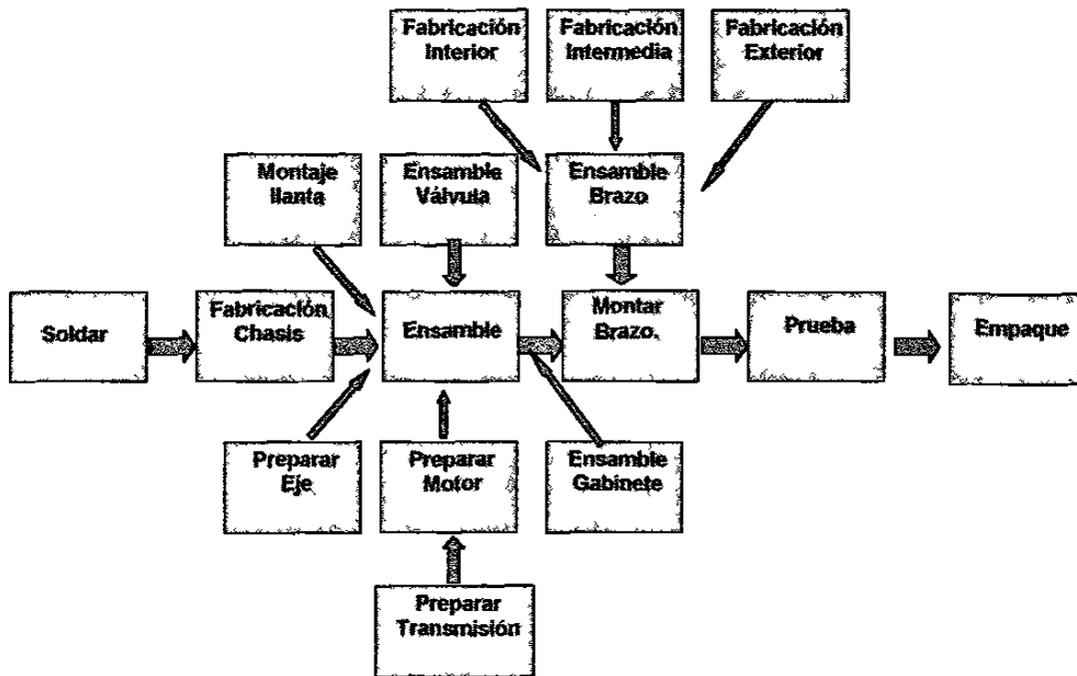


Figura 22. Ejemplo de diagrama de flujo de proceso

Algo muy importante en la elaboración de estos diagramas es que en este paso el tiempo requerido entre operación y operación es irrelevante, aquí solamente interesan las diferentes operaciones. En el caso que el producto que se esté analizando tenga o se ofrezca con algunas opciones como en el caso de los automóviles, se desarrolla un diagrama para la línea principal y una para cada opción. También puede darse el caso que existan productos que tengan las mismas operaciones, en este caso solamente se necesita elaborar un solo diagrama (Ver figura 23).

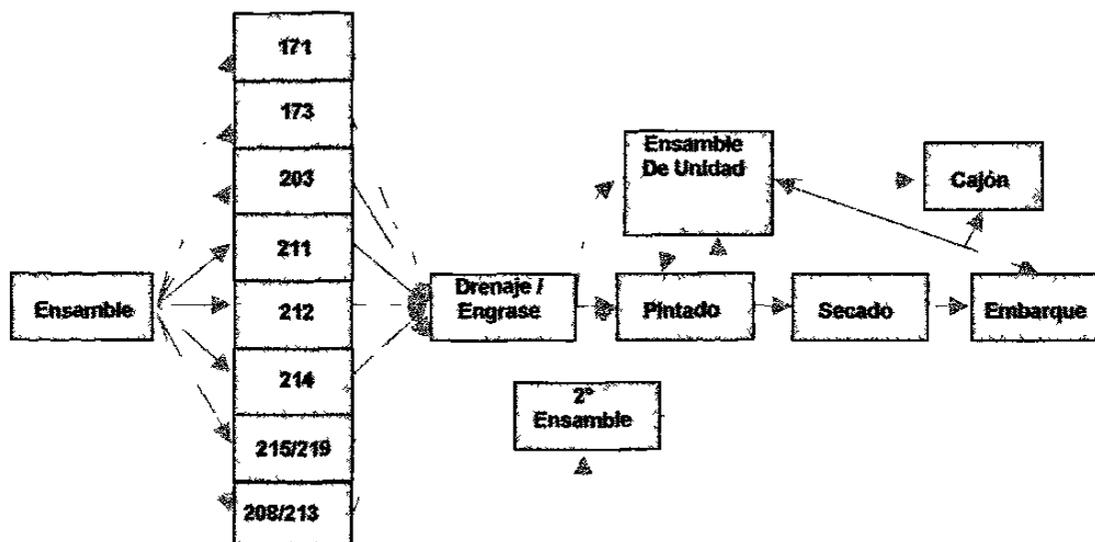


Figura 23. Ejemplo de Diagrama de flujo de procesos para una línea de multiproductos.

Estos mapas de proceso sirven de base para elaborar el diseño de línea final.

4.3.2.2. - Hojas de Operación Estándar.

Las hojas de operación estándar u hojas de secuencia de eventos (Ver figura 24) son aquellas que se utilizan para determinar (operación por operación) todos los pasos requeridos incluyendo todo aquello que agregue valor así como lo que no agregue valor.

Hoja de Secuencia de Eventos											
Equipo Personal de Seguridad Requerido Lentes de Seguridad <input type="checkbox"/> Tapones de Oídos <input type="checkbox"/> Pechera <input type="checkbox"/> Guantes de Soldar <input type="checkbox"/> Careta <input type="checkbox"/> Careta de Acrílico <input type="checkbox"/> Uniforme <input type="checkbox"/> Zapatos de Seguridad <input type="checkbox"/>					Elaborado por: _____ Fecha: _____ Revisado por: _____ Fecha: _____						
Proceso					Dibujo P/N						
# Sec	Contenido del Trabajo	A.		Set Up		Trabajo		Mover		Áreas Críticas (TQC)	Frec.
		V.	M.	M.	H.	M.	H.	M.	H.		
Sub Total											
Total Working Time											
REV	FECHA	POE	Aprobado por Supervisor				Ingeniería				

Figura 24. Ejemplo de Formato de Hoja de Operación Estándar

Los pasos de valor agregado son aquellos que aumentan el valor de un producto o servicio, es esencial diferenciar los pasos que no dan valor agregado para tratar en la medida de lo posible de eliminarlos.

A diferencia de los diagramas anteriores en estas hojas además de anotar los diferentes pasos o trabajos realizados se agrega también el tiempo por paso, tanto el tiempo de mano de obra como el tiempo máquina. La secuencia de pasos en el proceso de flujo es el elemento clave en el diseño del proceso. La información obtenida a través de estos proceso se utilizará para determinar las operaciones de desperdicio o que no generan valor al producto final y además para poder determinar el tiempo de ciclo total.

Los datos obtenidos de estas hojas se pasan a la matriz de producto / proceso,

4.3.2.3. - El Tiempo "Takt".

Un punto importante de determinar es el tiempo total necesario para la fabricación del producto que se va a analizar, el tiempo total esta formado por la suma de todo el tiempo invertido como es mano de obra, tiempo máquina, montajes, ajustes, etc. Una vez que se tiene definido este tiempo se puede calcular el tiempo de ciclo o tiempo "Takt".

El tiempo "Takt" es el tiempo de ciclo en el cual un producto se tiene que producir en promedio para cumplir con los requerimientos del cliente. Este tiempo de ciclo está basado además de los requerimientos del cliente en la capacidad diaria proyectada. Normalmente las líneas de flujo son diseñadas a la demanda máxima esperada, esto es un volumen de producción que no puede ser sobrepasado a menos que se emplee un segundo turno o se amplíe la semana laboral.

La cuota diaria es calculada mediante la fórmula:

$$C = Cd / H (T)$$

Donde :

Cd = Cuota diaria.

H = Horas.

T = Turnos de trabajo por día.

Las variables necesarias para la determinación del tiempo Takt son:

- Tiempo de trabajo / día de proceso.
- Demanda diaria.

Una vez que se determinó la demanda diaria el siguiente paso a considerar es determinar el tiempo de trabajo efectivo.

El tiempo de trabajo efectivo es aquel en el cual el operario esta realizando una operación o trabajo, la manera de determinar este tiempo es restándole al tiempo de trabajo todo aquel tiempo invertido en labores diferentes a las labores de una operación trabajo

. A continuación se enlista un ejemplo para determinar el tiempo efectivo de trabajo.

Tiempo en la planta	8.5 hrs
Comida	-0.5 hrs
Descansos	-.01 hrs
Arranque de turno	-0.1 hrs
Limpieza	-0.1 hrs
Fatiga y Tiempo Muerto	-0.3 hrs
Tiempo de trabajo/día	7.0 hrs

En este ejemplo, partiendo de una jornada de trabajo de 8.5 hr. Restándole comida, descansos, arranque de turno, etc., tenemos al final un tiempo de trabajo efectivo de 7 horas, y este tiempo resultante es el que se utilizaría para determinar el tiempo de ciclo o "Takt Time".

La formula para determinar el tiempo Takt es:

$$\mathbf{Tt = Tiempo de Trabajo efectivo / Demanda diaria.}$$

Las formulas o cálculos para determinar el tiempo de ciclo o tiempo Takt se pueden utilizar en cualquier línea de manufactura sin importar el volumen o producto.

Para evitar desajustes o desbalances ocasionados por retrabajos este % de tiempo se agrega al tiempo Takt.

Cómo se mencionó anteriormente la línea se diseñó considerando los requerimientos de demanda máximos pero, que pasará cuando estos niveles no se cumplan o se este trabajando al, por ejemplo 50% de la capacidad instalada?. En principio no pasará nada, pero esto se debe a que en el concepto de manufactura de flujo los operadores (ahora también flexibles) habilitarán las líneas para que estas trabajen de acuerdo a la demanda, pero como es esto?, La línea se ira compactando en personal de acuerdo a la demanda y los operadores restantes serán asignados a tareas de apoyo (reentrenamientos, capacitación) mientras regresan los volúmenes en los que se requiera mas gente, a las líneas que trabajan bajo este concepto se les conoce como "líneas con hueco", pero para poder lograr que la cantidad de personal se ajuste a la demanda diaria se requiere que estos estén capacitados en tres operaciones, la suya una antes y una después, de esta manera cuando la línea este a demanda máxima habrá un operador por estación y el tiempo de manufactura será muy rápido pero en el caso que la demanda baje, se podrán mover operadores sin problema alguno y la línea correrá con los nuevos niveles sin ningún problema ya que un operador podrá hacer hasta tres operaciones.

4.3.2.4 - Determinación de personal y maquinaria requeridas.

Todos los procesos y operaciones de trabajo requieren tanto personal como máquinas, para determinar la cantidad de personal y maquinaria necesarios para elaborar un trabajo, se requiere conocer el tiempo Takt y el tiempo estándar.

El tiempo de ciclo o tiempo Takt define el contenido de trabajo designado para cada operación, y el tiempo estándar es el tiempo que se invierte para realizar la operación, este tiempo se obtiene de las hojas de operación estándar vistas con anterioridad.

La cantidad de personas, estaciones de trabajo, máquinas requeridos en un proceso son calculados al dividir el tiempo estándar entre el tiempo Takt. De esta manera la fórmula para calcular el personal y la maquinaria quedaría de la siguiente manera:

Personal y / o Maquinaria = Tiempo Estándar / Tiempo Takt.

Para hacer más claro esto y evitar alguna posible confusión se verá el siguiente ejemplo:

Considere un proceso que tiene una cuota diaria de 24 unidades por turno, un tiempo de trabajo efectivo de 7.3 horas y el tiempo estándar requerido para elaborar un producto es de 36 horas por unidad, ¿ Cuantas personas se requerirían para lograr esta demanda diaria?.

Lo primero que se tiene que hacer es analizar los datos que se tienen, se conoce la demanda, el tiempo efectivo de trabajo y además el tiempo estándar, y falta por conocer el tiempo Takt, este el primer dato que se va a obtener.

$$Tt = \text{Tiempo real de trabajo} / \text{Demanda diaria} = 7.3 \text{ hrs.} / 24 = 0.30416$$

$$Tt = 0.30416$$

Después ya con el "Takt" podemos determinar la cantidad de personal

$$\text{Personal} = \text{Tiempo estándar} / \text{Tiempo "Takt"} = 36 / .30416 = 118.35$$

El personal requerido para cumplir con la demanda diaria es 118.35 personas, para el caso del personal este no se redondea.

Como se vio en el ejemplo anterior es sumamente sencillo hacer todos estos cálculos.

En el caso que se tengan productos que tengan diferentes tiempos de fabricación o tiempos estándar se debe de calcular un tiempo estándar ponderado. El tiempo estándar ponderado es igual a la sumatoria de los tiempos estándar de cada producto multiplicado por su requerimiento entre la sumatoria total de requerimientos de todos ellos.

Este mismo ejemplo del cálculo del personal se aplica con la maquinaria, en ese caso si el resultado obtenido da fracciones estas se redondean hacia el entero superior.

El trabajo en una planta se puede clasificar en dos:

- Trabajo en Serie (Ver figura 25).
- Trabajo en Paralelo (Ver figura26).

El trabajo en serie permite que se puedan separar las operaciones y además permite hacer revisiones y doble revisión entre operaciones.

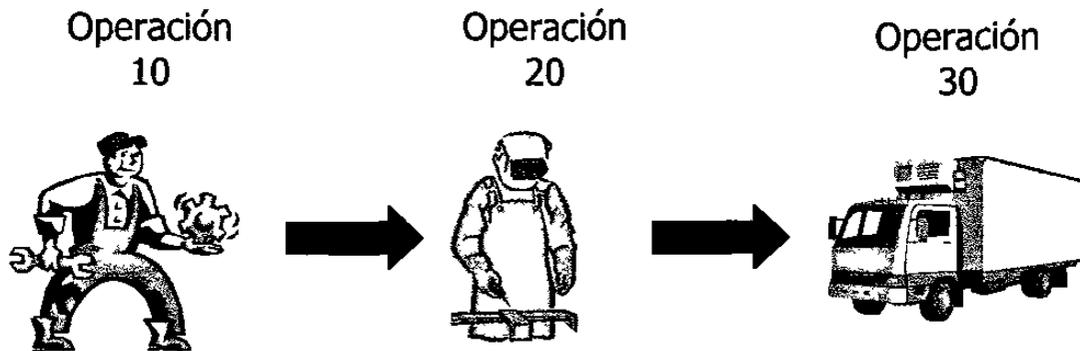


Figura 25. Ejemplo de trabajo en serie

El trabajo en paralelo se utiliza cuando el trabajo no se puede separar, se puede utilizar cualquiera de los dos dependiendo la aplicación de cada industria.

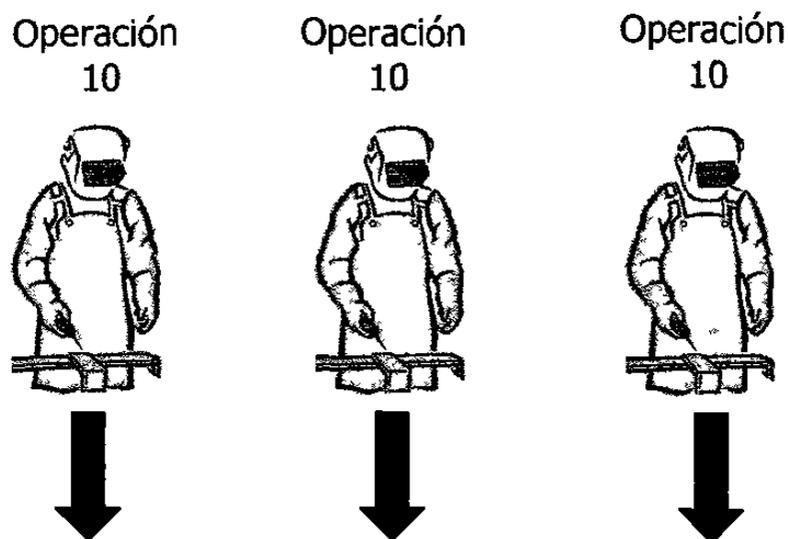


Figura 26. Trabajo en paralelo

4.3.2.5. – Diseño de Línea

Como su nombre lo indica es la parte en la cual se diseña tomando como base los diagramas de proceso elaborados desde el inicio la línea de producción.

Al iniciar el diseño de la línea se debe de determinar la cantidad de celdas de trabajo requeridas, una celda de trabajo es un grupo de estaciones de trabajo que se pueden juntar para fabricar un producto desde su inicio hasta su fin, donde las personas que trabajan dentro de él pueden moverse a otras operaciones.

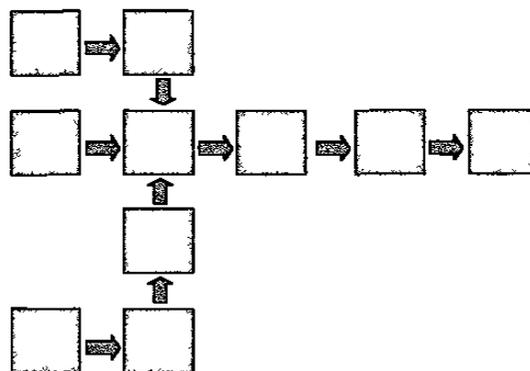


Figura 27. Ejemplo de diagrama de bloques

Hasta este punto el diseño de la línea a crear es utilizando diagramas de bloques (Ver figura 27) para representar todas las operaciones necesarias para la manufactura del producto que se está analizando, obviamente el diseño debe de ser dando un flujo lógico de los materiales, subensambles y ensambles.

4.2.3.6. - "In Process Kanban" (IPK)

El término "In Process Kanban" o "IPK" como comúnmente se utiliza es una señal de comunicación visual que le avisa al técnico de producción si debe de producir o no, este método reemplaza el método de ordenes de trabajo entre estaciones. También son utilizados para balancear operaciones.

La diferencia entre el Kanban que conocemos comúnmente y el IPK es que el primero se usa para sacar material además de que normalmente son tarjetas y el segundo es básicamente un amontonamiento de material que permite que las operaciones se balanceen y tengan el mismo tiempo Takt.

Una manera de verlo mas claro evitando las confusiones es a través de un ejemplo (Ver figura 28).

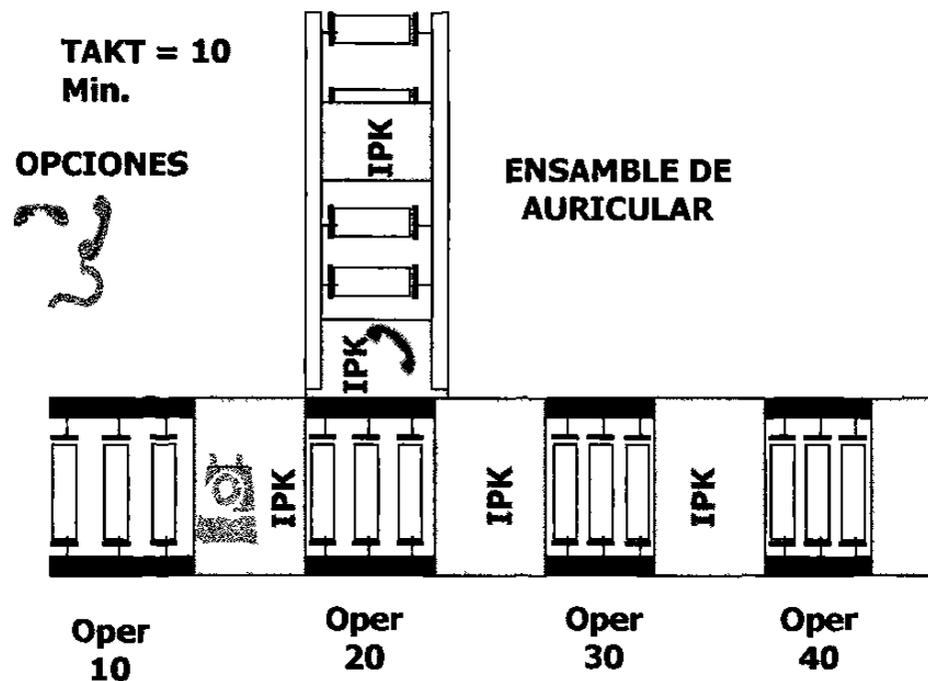


Figura 28. Líneas de ensamblaje de teléfono utilizando IPK's

En el ejemplo anterior se tiene una línea de ensamble de teléfonos, la línea principal es por donde corre el ensamble y una de las líneas de alimentación es la que surte el auricular. Si se supone que las dos líneas tienen un tiempo Takt de 10 minutos esto quiere decir que están balanceadas, la señal para que el operador de la operación 20 comience a trabajar es al ver un aparato telefónico en el espacio anterior marcado como IPK, el operador toma el aparato y ese es la señal para que el operador de la estación 10 comience a ensamblar otro aparato y así sucesivamente tanto hacia atrás como hacia delante. Cómo se ve en el ejemplo esto es muy sencillo además porque las líneas están balanceadas con el mismo tiempo Takt, pero que pasaría si las líneas no estuvieran balanceadas? (Ver figura 29).

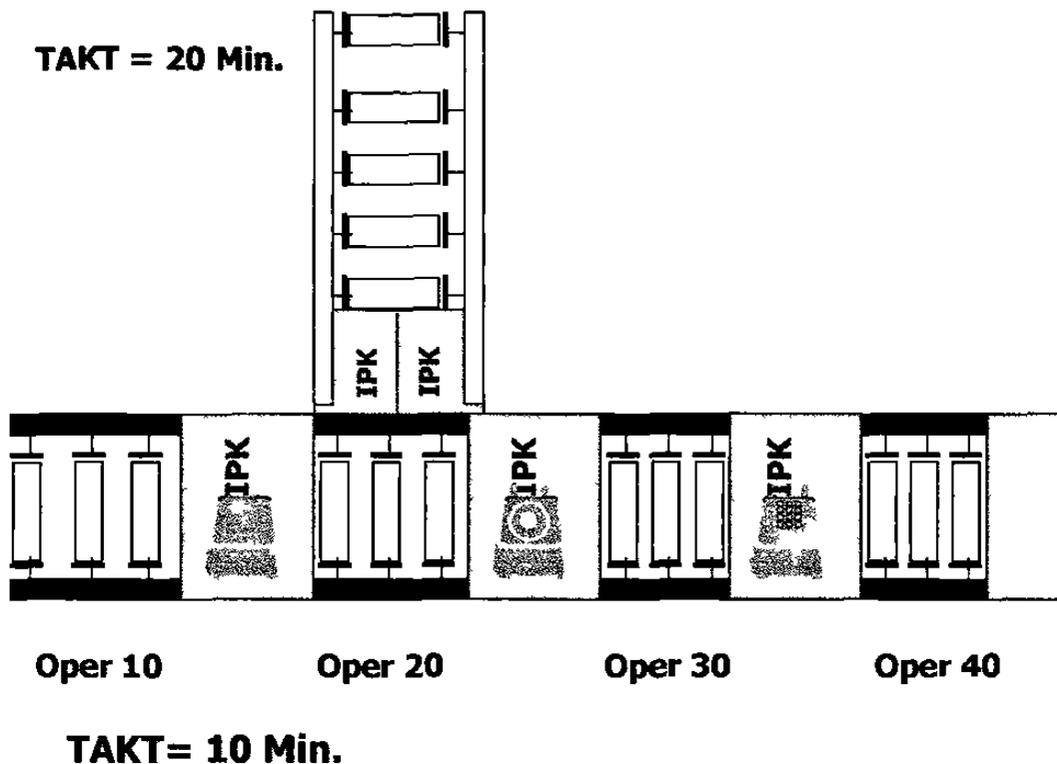
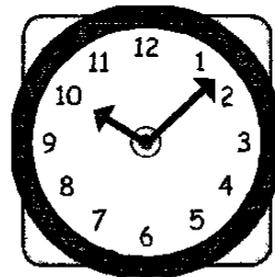


Figura 29. Ejemplo de líneas de ensamble de teléfonos no balanceadas

En este ejemplo tenemos una línea principal y una línea secundaria de alimentación con tiempos "Takt's" diferentes, la línea secundaria tarda 20

minutos en producir un auricular y la línea principal tarda 10 minutos por estación, en este ejemplo no están balanceadas las líneas, la pregunta sería ¿cuántos IPK's debe de tener la línea secundaria para poder balancear la operación?, La respuesta es cuatro, explicándolo a detalle esto es si la línea secundaria tarda el doble de tiempo para ensamblar un auricular de lo que tarda el ensamble del mismo entonces al momento que la línea principal toma el primer auricular, esta dispara la orden de fabricación de otro, al momento que se ensambla el segundo auricular se termina de producir otro y este se pone en el área de los IPK's vacíos y así sucesivamente evitando de esta manera tener q inventario de mas y no estar parando la línea principal a cada momento.

Este método también se puede aplicar en maquinaria que trabaje por lotes y con un tiempo de ciclo determinado como es el caso de los hornos de tratamiento térmico (Ver figura 30).



TAKT = 12 Min.

IPK	IPK	IPK	IPK	HORNO TRATAMIENTO TERMICO 4 hr.				
IPK	IPK	IPK	IPK					
IPK	IPK	IPK	IPK					
IPK	IPK	IPK	IPK					
IPK	IPK	IPK	IPK					
IPK	IPK	IPK	IPK					

Figura 30. Ejemplo de uso de IPK's en un horno de tratamiento térmico

En el ejemplo anterior se tiene un horno de tratamiento térmico que tiene un tiempo de proceso de 4 horas y el tiempo Takt de la línea es 12 minutos, suponiendo que una pieza es igual a 1 IPK, ¿cuántas piezas se requerirían en la estación anterior al horno para evitar parar la línea?, la respuesta se obtiene mediante fórmula :

$$\text{IPK} = \text{Tiempo de Ciclo} / \text{Tiempo Takt}$$

Para este caso "IPK" = (4 horas x 60 minutos / hora) / 12 minutos

"IPK" = 20 piezas, con esta cantidad de piezas en la operación anterior de el horno de tratamiento térmico se tendrá la línea perfectamente balanceada.

4.3.2.7. – Kanban

El Kanban, que se explicó con mas detalle en capítulos anteriores también se utiliza en este sistema, y su uso es como señal de reabastecimiento, cuando un envase o contenedor de Kanban esta vacío, esta es la señal que se debe de rellenar.

Este método emplea varios tipos de Kanban.

- Sistema de un contenedor. El punto de reorden es diferente a la cantidad del Kanban, se usa cuando la cantidad restante en el contenedor es suficiente para cubrir el tiempo de reabastecimiento.
- Sistema de dos contenedores. Mismo tamaño, cantidad y ubicación.
- Sistema de tres contenedores. Pueden ser 2 en el supermercado y una en la línea o dos en la línea y 1 en el supermercado,

Las señales de Kanban pueden ser tarjetas, contenedores, tarimas, etc. El significado va a ser el mismo al ver un contenedor vacío o una tarjeta disparada, esta es la señal para producir.

Este tipo de Kanban es básicamente para materia prima, partes compradas o partes manufacturadas que se surten a las líneas de ensamble, y están vinculados a puntos de uso específicos.

Algo muy importante a considerar es la determinación del tamaño del Kanban, este se calcula inicialmente al punto máximo de capacidad, y este calculo se obtiene por fórmula la cual es:

$$\text{Tamaño de Kanban} = \Sigma(\text{Requerimientos} \times \text{Cant. PU}) \times \text{FE}$$

Requerimientos = Requerimientos del Cliente.

Cant. PU = Cantidad de punto de uso.

FE = Frecuencia de entrega

Mediante esta fórmula se calcula la cantidad de material que debe de haber en cada uno de los Kanban de la línea ya sea que tenga uno o dos contenedores, la cantidad que se encuentra en cada contenedor es igual al tiempo que se tarda en producir y surtir el material de nuevo.

Un tema que va de la mano con él calculo del Kanban es el Lead Time o días de requerimiento, esto es la cantidad de días que son necesarios para producir y surtir las partes en los Kanban, normalmente se utiliza en operaciones o procesos donde la producción de los componentes requeridos no esta conectado o no esta directamente en la línea, también aplica para partes compradas.

Un ejemplo de la manera de calcular los días de requerimiento se verá en el caso práctico.

4.2.3.8. –Hojas de métodos Operacionales.

Como parte de los cambios y herramientas nuevas a utilizar para el desarrollo del DFT están también las hojas de métodos operacionales, estas hojas se utilizan para ilustrar a los operadores exactamente lo que deben de hacer en su operación, pero con unas pequeñas modificaciones, agrega dibujos o gráficos para hacerlo más entendible y además tiene actividades de preinspección e inspección, esto quiere decir lo que debe de revisar antes de empezar y lo que debe de revisar justo al terminar, de esta manera se asegura de estación en estación la calidad de los productos, ya que los mismos operadores se estarán revisando entre ellos lo que hace que los problemas de calidad imputables a los operadores por falta de apego a procedimientos será mínima.

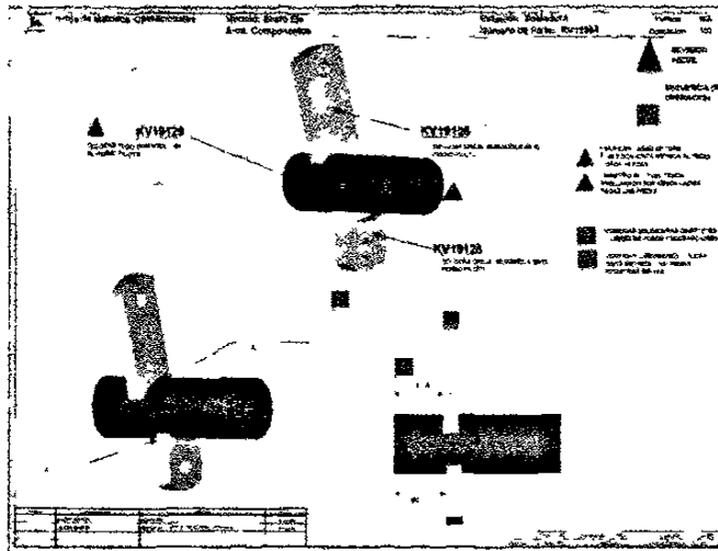


Figura 31. Hoja de Métodos Operacionales típica

La hoja de métodos operacionales típica (Ver figura 31) donde están incluidas actividades de preinspección (Indicadas con un triángulo rojo) y actividades de inspección (indicadas con un cuadro azul), el formato y dibujos puede varias pero el contenido debe de ser el mismo.

4.2.3.9. - Linealidad

Linealidad es el objetivo fundamental de la manufactura de flujo, cumplir con la cuota planificada cada día, en otras palabras es la relación entre la producción real contra la cuota diaria planificada.

Linealidad es una medida del cumplimiento diario de la producción, a diferencia del método tradicional en el que la producción se programa por mes y no importa en que día se realice siempre y cuando se entregue a final de mes,

La linealidad se mide en forma diaria para de esta manera conocer en que medida se cumple la producción de lo programado contra lo real. La linealidad se calcula por medio de una fórmula:

$$\text{Linealidad} = (1 - [\text{Suma de las desviaciones absolutas} / \text{cuota total}]) \times 100$$

Para entenderlo mejor veamos un ejemplo, considerando un período de 9 días de producción en donde la cuota diaria es de 4 piezas, los resultados de la producción de esos días son, 3,4,5,3,4,5,3,4,5, la producción total programada fue de 36 y la producción real fue también de 36. El total de las desviaciones netas fue de 6, si calculáramos el % de cumplimiento de la linealidad con estos datos nos daría 83.3 %, lo cual aunque es un buen resultado no es el ideal, la meta de toda compañía manufacturera es tener al menos un 90% de cumplimiento de la linealidad, si se da este resultados se tendría mayor satisfacción de los clientes ya que sus pedidos se cumplirían en un porcentaje igual al obtenido en la linealidad de la compañía o de las líneas de producción.

4.4. — Proveedores

Un tema por demás importante en le desarrollo e implementación de la metodología de Tecnología de Flujo por Demanda es el tema de los proveedores, normalmente existe la creencia de que el DFT crea un programa de reducción de inventarios que obliga al proveedor en lugar que al manufacturero a llevar este inventario, cosa que definitivamente no es cierto, antes de comenzar a meter a los proveedores al proceso de flujo se requiere haber logrado una linealidad en las líneas de al menos 90%, una vez logrado

esto lo siguiente es comunicarles a los abastecedores las estrategias de la tecnología de flujo, de esta manera ellos entenderán las necesidades internas, diseños y especificaciones del manufacturero, las cuales son reducir su inversión en el inventario a través de entregas mas frecuentes, programas de reducciones de costos, entregas de material con calidad mas alta y la eliminación de la inspección. Tal vez todo esto suena como un sueño, pero todo esto se puede y se debe de lograr para poder llegar a tener un sistema de manufactura de flujo que involucre a toda la cadena de suministro.

Para poder lograr que los proveedores se conviertan en proveedores de clase mundial se requiere como primer paso cambiar la relación tradicional de adversidad que basada en el precio, existe entre el comprador y el proveedor, acto seguido se debe de trabajar en la reducción de la lista de proveedores para, de esta manera consolidar partes y aumentar los volúmenes logrando con esto tener mayor apalancamiento con los proveedores.

La consolidación de partes y reducción se basa en una inspección de las instalaciones de los proveedores, hay que recordar que la conversión de los proveedores a proveedores de clase mundial es un proceso gradual, el fin es convertirlos en una extensión del proceso de producción del comprador

La inspección dará como resultado determinar quienes son los candidatos a ser proveedores de flujo, y los errores encontrados serán corregidos a través de una participación conjunta entre el comprador y el proveedor para lograr al final una relación de ganar ganar.

4.5. - Ventajas y Desventajas.

Este método de trabajo, al igual que muchos otros tienen como fin mejorar la manera en la que se maneja y administra el piso productivo de todas las compañías. Una gran ventaja que tiene este sistema de trabajo es que fue desarrollado en Occidente lo cual nos asegura que el porcentaje de aceptación sería bastante alto comparándolo con los sistemas orientales que sin menospreciarlos son aplicables en culturas de trabajo diferentes a las nuestras.

4.6. -Compañías que lo han Utilizado.

Esta metodología de trabajo ha sido probada e implementada en grandes compañías transnacionales como son: AT&T, Pepsi Cola Co. , General Motors Corp. , Black & Decker Corp. , Chrysler Corp. , Schneider USA, Ideal-Estándar Ltd, Northern Telecom. , Hewlett-Packard Co. , Johnson & Johnson, este es solo una pequeña muestra que indica que, si estas compañías de renombre lo utilizan es porque definitivamente les ha dado resultado.

5 PRODUCTOS ANALIZADOS

5.1. – Quick Tach y Lower Link.

El Quick Tach y el Lower Link como se mencionó anteriormente son componentes de los mini cargadores frontales. Los mini cargadores frontales (Ver figura 32) son una familia de máquinas muy versátiles destinadas a los mercados tanto industrial como agrícola.

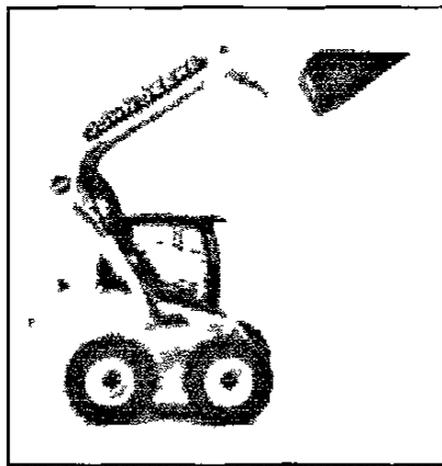


Figura 32.
Mini Cargador
Frontal

Estas máquinas se fabrican en 4 diferentes modelos que varían básicamente en los caballos de potencia, estos van desde 51 hasta 77 hp, son ensamblados en EUA y algunos de sus componentes como por ejemplo el Quick Tach y el Lower Link se fabrican en Monterrey.

El Quick Tach básicamente se traduce como enganche rápido, este componente, su uso o función es enganchar los accesorios como son el cucharón, muelas de montacargas, mordazas con el resto de la máquina, es de acción mecánica pero también se ofrece en versión hidráulica.

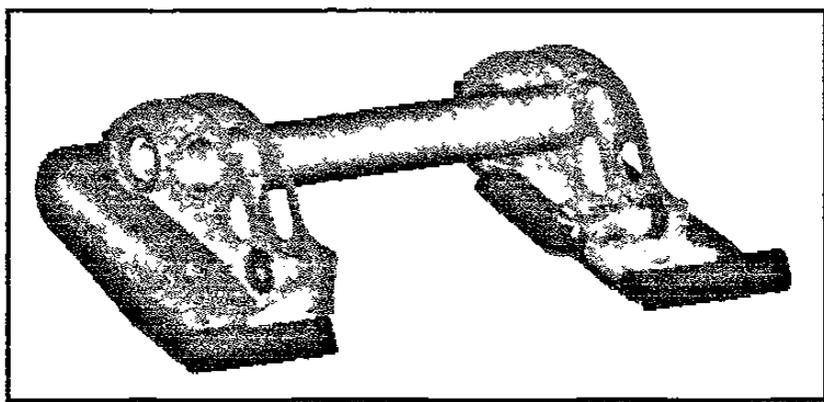


Figura 33. Enganche Rápido o Quick Tach.

La figura 33 muestra el modelo del enganche rápido el cual se compone en su totalidad en material estructural, placa y tubo de alta resistencia.

El Lower Link o enganche inferior (Ver figura 34) como sería su traducción al español es un componente que va dos veces por cada mini cargador (izquierdo y derecho), la función de estas piezas es enganchar los brazos de levante con el bastidor principal, como el caso del Quick Tach los Lower Link también son fabricados en su totalidad en material estructural. Estas piezas son las que reciben todo el esfuerzo al estar en operación el mecanismo de levante (Ver figura 35).

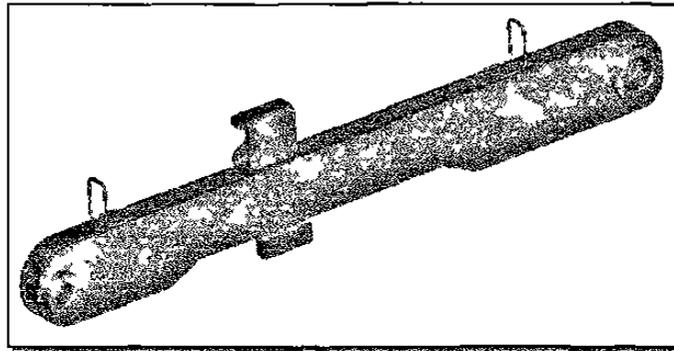
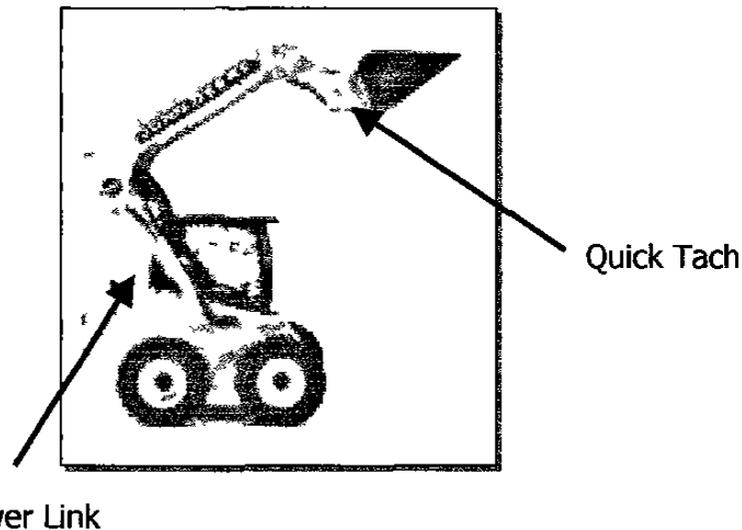


Figura 34. Lower Link o Enganche inferior.



Lower Link

Figura 35. Mecanismo de levante minicargador frontal.

El Quick Tach como se menciono con anterioridad esta formado en su gran mayoría por material estructural, el 80% de sus componentes es manufacturado y solo dos de ellos, un par de bujes y una grasera son partes compradas terminadas. El volumen anual estimado es de 8,400 unidades.

El Lower Link tiene al igual que su compañero un volumen anual de 16,800 unidades en total, y esto se debe a que va dos veces por máquina, solamente

dos de sus componentes son comprados terminados, estos dos componentes formarán el caso práctico de este trabajo.

Se iniciará iniciando conociendo a los dos componentes soldados, la cantidad de números de parte que los forman y su proceso de fabricación.

El Quick Tach, es un componente soldado esta formado por 29 números de parte en total, con algunos que su uso es 2 o 4 veces, 6 de ellos son componentes comprados y el resto 23 de ellos son manufacturados en planta.

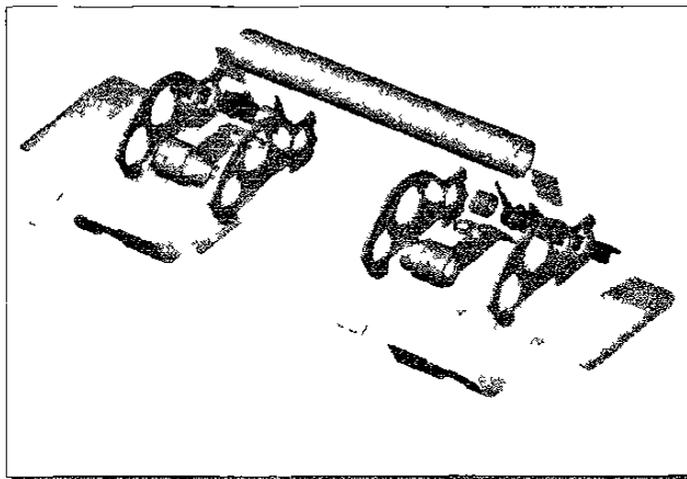


Figura 36. Modelo explotado del Quick Tach.

En este modelo explotado (Ver figura 36) se pueden ver la totalidad de los componentes que forman este ensamble. Las rutas de operación para la mayoría de los componentes son corte de perfil mediante láser, doblado a diferentes grados mediante una prensa plegadora y corte a sierra, a continuación en la figura 37 se presentan a través de sus modelos algunos de los componentes que forman parte de este ensamble soldado.

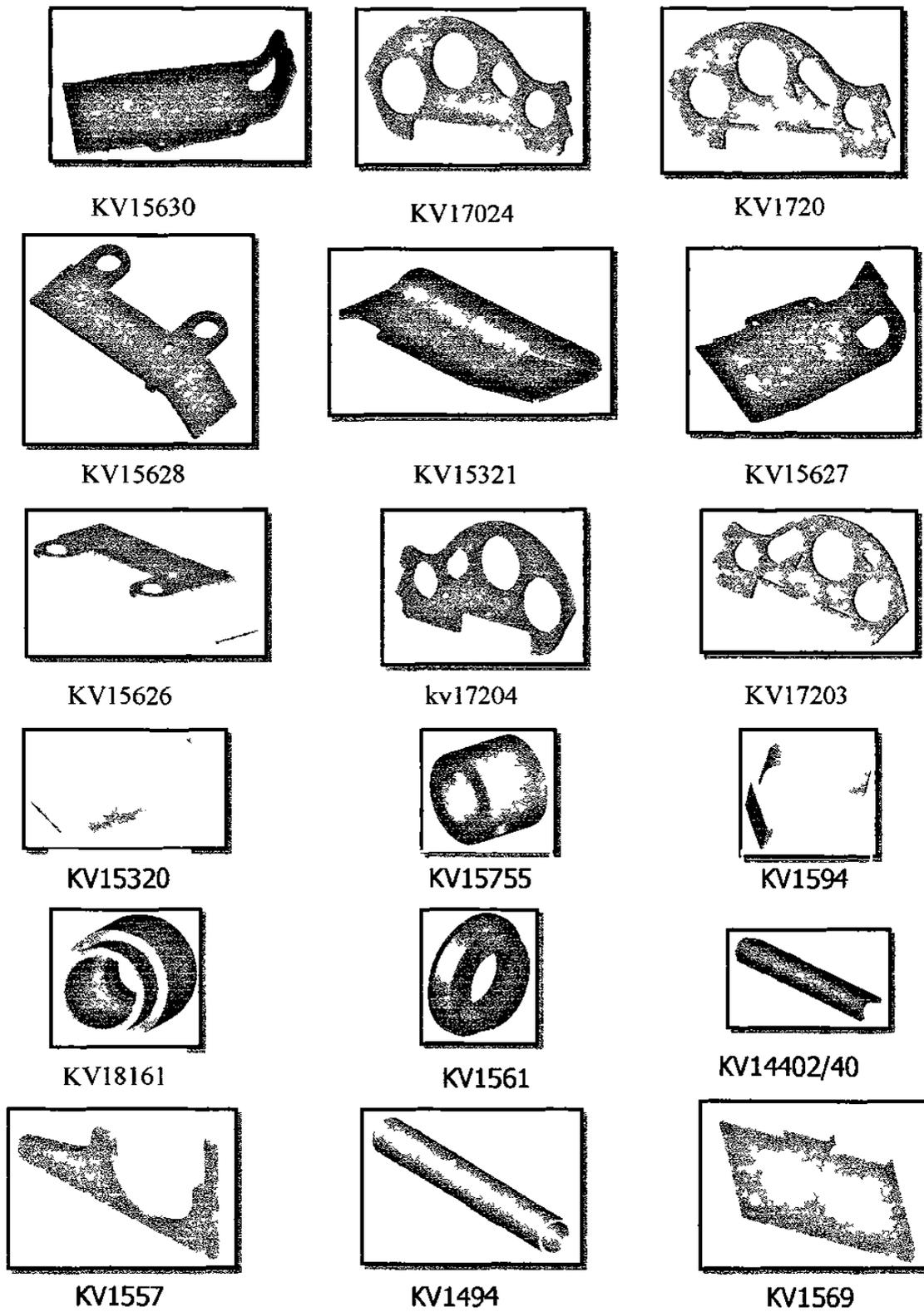


Figura 37. Componentes que forman parte del Quick Tach.

Estos son la mayoría de los componentes que forman este ensamble, y como se puede apreciar su manufactura es por demás sencilla solo el caso de los pernos pero estos son comprados ya terminados.

La lista de materiales o "BOM" como comúnmente se le conoce a este ensamble se presentan en la siguiente tabla:

Numero de Parte	Descripción	Material	Unidad de medida	Cantidad por ensamble
KV14402	Placa Superior LD	Placa A13C	PC	1
JD7763	Grasera	NA	PC	2
KV14403	Placa Superior LI	Placa A13C	PC	1
KV14490	Tubo Redondo	A22H	PC	1
KV15320	Cubierta LD	Placa A13C	PC	1
KV15321	Cubierta LI	Placa A13C	PC	1
KV15578	Placa Unión Superior	Placa A13C	PC	1
KV15615	Buje	NA	PC	2
KV15626	Placa Cubierta LI	Placa A13C	PC	1
KV15627	Placa LI	Placa A13K	PC	1
KV15628	Placa Cubierta LD	Placa A13C	PC	1
KV15630	Placa LD	Placa A13K	PC	1
KV15691	Placa Costilla	Placa A13C	PC	4
KV15755	Buje	NA	PC	2
KV15944	Placa	Placa A13C	PC	2
KV17203	Placa Unión Interior	Placa A13C	PC	2
KV17204	Placa Unión Interior	Placa A13C	PC	2
KV18161	Ensamble de Buje	NA	PC	2
LVU11294	Perno Soldable	NA	PC	2

Tabla 1. Lista de componentes y materiales del Quick Tach.

Ahora toca el caso al Lower Link, este ensamble esta formado por 14 números de parte en total, de los cuales 6 son comprados terminados y el resto son manufacturados en planta. En la figura 38 se muestra el modelo explotado del Lower Link.

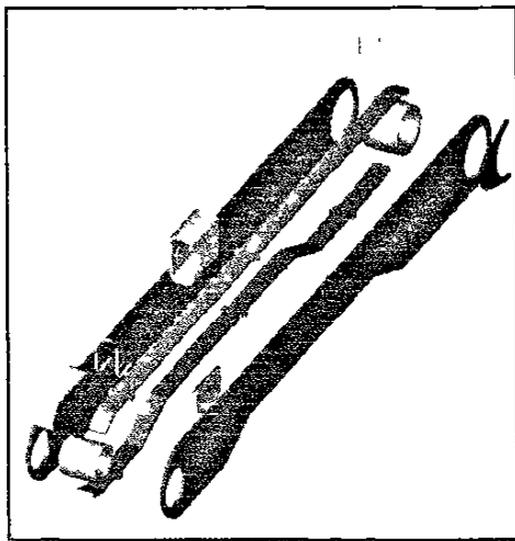


Figura 38. Modelo Explotado "Lower Link"

El "Bill of Materials" para este ensamble se muestra en la siguiente tabla:

Numero de Parte	Descripción	Material	Unidad de medida	Cantidad por ensamble
JD7759	Grasera	NA	PC	2
KV11370	Placa Exterior	Placa A13C	PC	1
KV11371	Placa Interior	Placa A13C	PC	1
KV11372	Placa Inferior	Placa A13C	PC	1
KV11373	Placa Superior	Placa A13C	PC	1
KV11375	Placa	Placa A13C	PC	1
KV11577	Tubo Guarda Mangueras	Tubo Rec.	PC	1
KV11829	Guía de Mangueras	Acero redondo 1018	PC	2
KV18110	Buje	NA	PC	1
KV18111	Buje	NA	PC	1
KV20401	Placa guarda	Lamina A13C	PC	1
KV23100	Tope Boom Maquinado	NA	PC	1
M91271	Tuerca Soldable	NA	PC	1

Tabla 2. Lista de componentes y materiales del Lower Link.

La manufactura de estos componentes es también relativamente sencilla, predominando las operaciones de corte con láser, doblado y soldadura.

Con toda esta información se procederá con el caso práctico.

6 CASO PRACTICO

6.1. - Diagrama de Flujo por Proceso.

El caso práctico a desarrollar es implementar y desarrollar la metodología de Demanda de Flujo de tecnología en los dos productos vistos en el capítulo anterior, el Quick Tach o enganche rápido y el Lower Link o enganche inferior, partimos de volúmenes anuales de 8,400 unidades para el primer caso y 16,800 unidades para el segundo caso, el primer paso de esta metodología que es el desarrollar el equipo de trabajo lo vamos a omitir ya que el desarrollo de este caso es a nivel teórico.

El paso inicial para desarrollar el DFT es comenzar con los diagramas de flujo de proceso para cada uno de los productos, y comenzaremos con el Quick Tach.

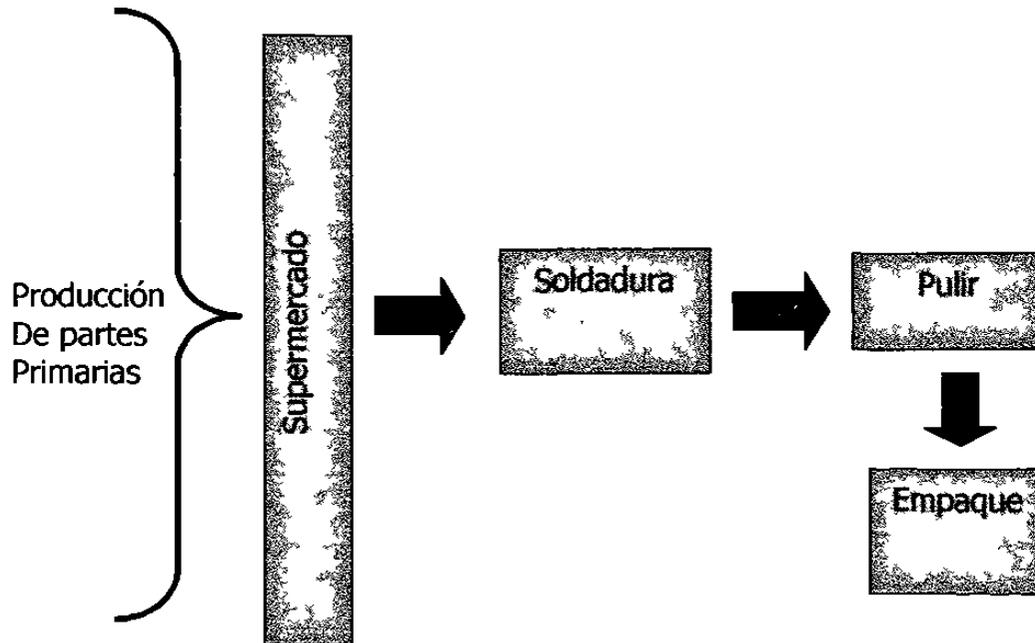


Figura 39. Diagrama de flujo de proceso Quick Tach.

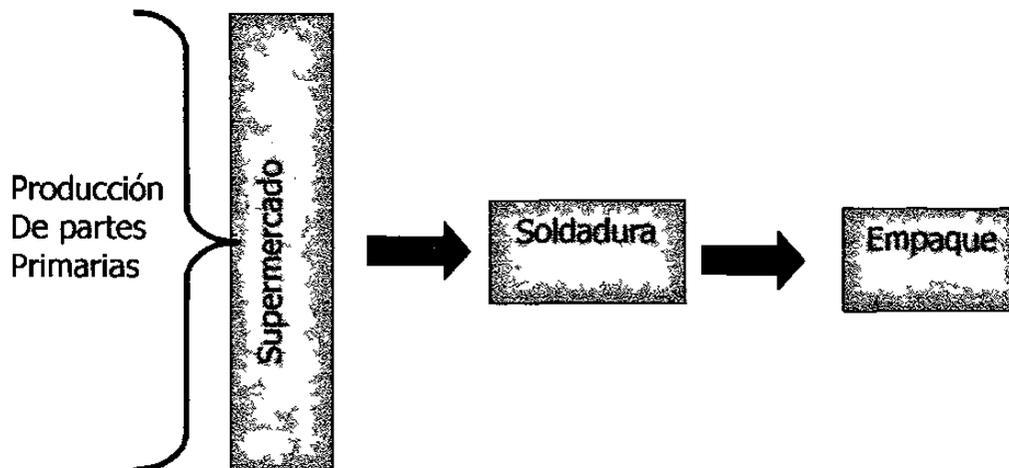


Figura 40. Diagrama de Flujo de Proceso del Lower Link

En estos diagramas (Ver figura 39 y 40) se parte de lo que es en si las líneas de producción de estos productos, todas las partes simples son fabricadas en un departamento de partes primarias. Cabe aclarar que la maquinaria para producir

estos componentes no son exclusivas, es por eso que no se incluye dentro de el desarrollo de la línea, pero tiene una participación muy importante.

Volviendo a los diagramas, como se ve, la operación esta compuesta de dos operaciones, soldadura y empaque, una vez que tenemos listos los diagramas se continua con el siguiente paso, elaborar las hojas de operación estándar o las hojas de secuencia de eventos.

6.2. – Hojas de Operación Estándar.

Una vez elaborados los diagramas se continua con las hojas de secuencia de eventos, que esto es analizar las operaciones para determinar todos los pasos necesarios para realizar esa operación, incluyendo el tiempo muerto. Para poder realizar este paso se requiere observar la operación y cronometrar todo el tiempo requerido en cada uno, después todos los datos obtenidos deben de vaciarse en el formato de secuencia de eventos que se vio capítulos anteriores.

Para obtener datos lo más reales posibles y cualquiera que sé este realizando, se debe de tomar varias muestras y con diferentes operadores, esto con el fin de sacar un promedio.

En las figuras 41, 42 y 43 se muestran las diferentes operaciones de soldadura del Quick Tach, la cual esta dividida en tres pasos, debido a que en una sola herramienta no es posible soldarlo completo.

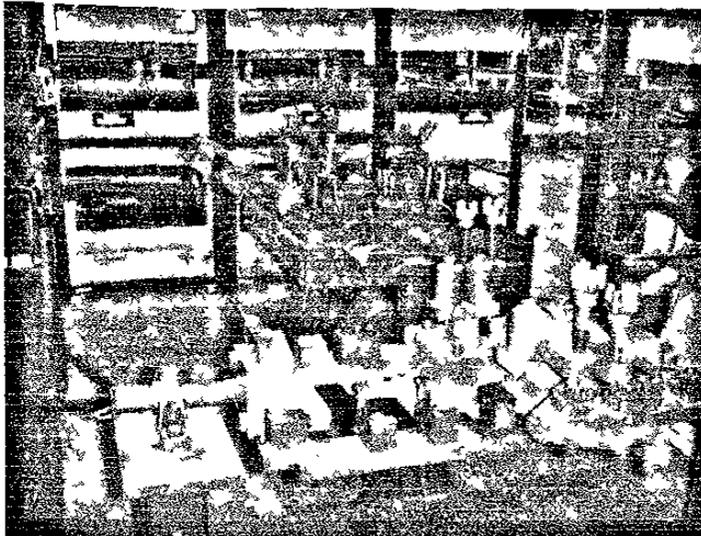


Figura 41. Estación de Soldadura Quick Tack operación 100 (punteo).



Figura 42. Estación de Soldadura Quick Tack operación 200.

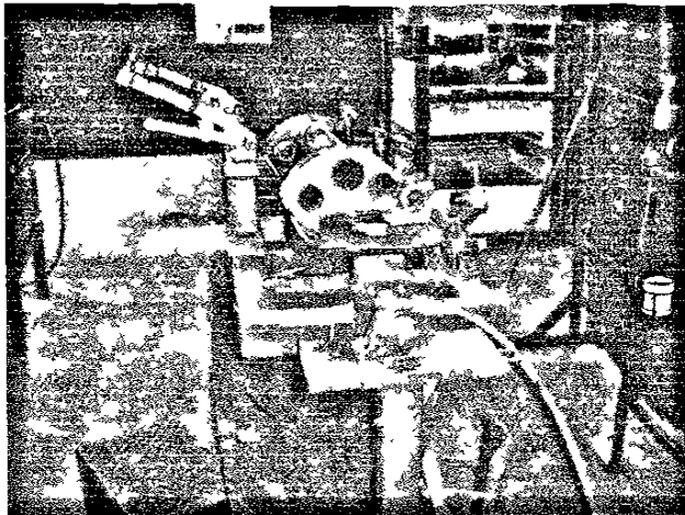


Figura 43. Estación de Soldadura Quick Tach operación 300.

Para este caso, se elaboró una sola hoja de operación estándar para soldadura, y otra para la operación de pulido y empaque.

El caso del Lower Link son tres estaciones de soldadura (Ver figura 44 y 45) y una de empaque.

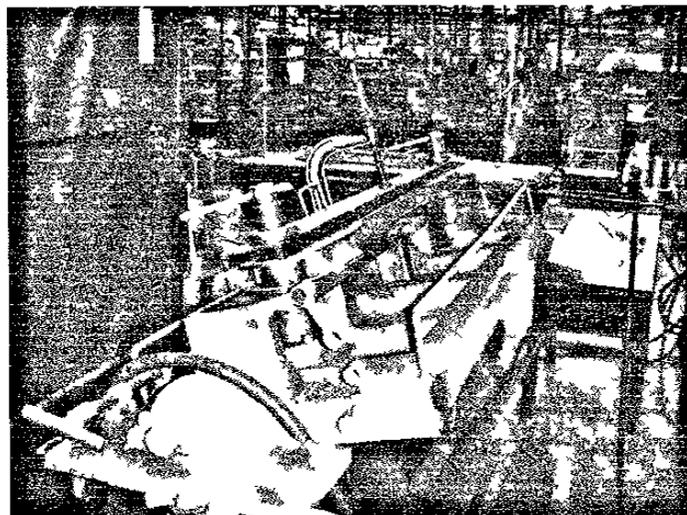


Figura 44. Estación de Soldadura Lower Link.

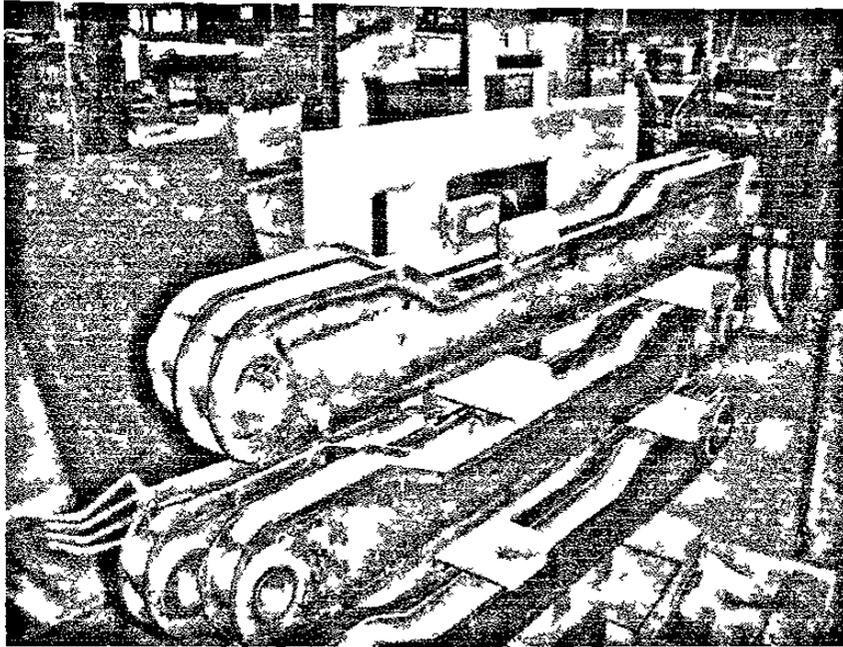


Figura 45. Ensamble de Lower Link en espera de pasar a la última estación de soldadura.

Los resultados obtenidos en las hojas de secuencia de eventos para cada producto se encuentran en la siguiente tabla (Ver tabla 3).

Producto	Soldadura	Pulido	Empaque
Quick Tach	61.9 minutos	5 minutos	1.98 minutos
Lower Link	46.6 minutos	NA	3.75 minutos

Tabla 3. Matriz de producto / proceso para el Quick Tach y Lower Link.

La tabla con los resultados por estación de cada producto se le conoce como matriz de producto / proceso, en capítulos anteriores se explicó en que consistía esta tabla, que básicamente es identificar los productos y separarlos por proceso con el tiempo de cada uno. En la tabla 4 a la 8 se muestran las hojas de secuencia de eventos para cada producto.

Hoja de Secuencia de Eventos											
Equipo Personal de Seguridad Requerido Lentes de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Careta <input checked="" type="checkbox"/> Tapones de Oídos <input type="checkbox"/> Careta de Acrílico <input type="checkbox"/> Pechera <input checked="" type="checkbox"/> Uniforme <input checked="" type="checkbox"/> Guantes de Soldar <input checked="" type="checkbox"/> Zapatos de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/>							Página 1 de 1				
Elaborado por: Luis G López							Fecha: Abr-24-02				
Revisado por: Axel Beverido							Fecha: 08-Jun-02				
Proceso		Dibujo P/N									
# Sec	Contenido del Trabajo	A	Set Up			Trabajo		Mover		Areas Criticas (TQC)	Frec.
		V.	M	H	M	H	M	H			
10	Tomar partes y colocar en herramienta	N		1	23						
20	Soldar operación 100	Y				11	47			Verificar con block y escala dimensión de 3.0 +/- 2.0	100%
30	Colocar pieza en segunda estación	N							1		
40	Tomar partes y colocar en herramienta	N		1	33						
50	Soldar operación 200	Y				20	55			Verificar con cinta la dimensión de 1129 +/- 2.0, 3.0	100%
60	Colocar pieza en tercera estación	N							1	02	
70	Tomar partes y colocar en herramienta	N		1	11						
80	Soldar operación 300	Y				23	09			Verificar con cinta la dimensión de 748 +/- 0.5 -2	100%
90	Colocar piezas en carro	N							1	11	
Sub Total				3	66		55	1	3	12	
Total Working Time											619
REV	FECHA	POR	Aprobado por Supervisor		Ingeniería						
1	24-Abr-02	Luis G López	OK		OK						
2	08-Jun-02	Axel Beverido	OK		OK						

Hoja de Secuencia de Eventos "Quick Tach " operación Soldadura

Hoja de Secuencia de Eventos											
Equipo Personal de Seguridad Requerido Lentes de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Careta <input checked="" type="checkbox"/> Tapones de Oídos <input type="checkbox"/> Careta de Acrílico <input checked="" type="checkbox"/> Pechera <input checked="" type="checkbox"/> Uniforme <input checked="" type="checkbox"/> Guantes de Soldar <input checked="" type="checkbox"/> Zapatos de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/>							Página 1 de 1				
Elaborado por: Luis G López							Fecha: Abr-24-02				
Revisado por: Axel Beverido							Fecha: 08-Jun-02				
Proceso		Dibujo P/N									
# Sec	Contenido del Trabajo	A	Set Up			Trabajo		Mover		Areas Criticas (TQC)	Frec
		V.	M	H	M	H	M	H			
10	Tomar QT y colocar en meso	N		1							
20	Puhr	Y				3	98			Verificar con block y escala dimensión de 3.0 +/- 2.0	100%
Sub Total				1		3	98		1		
Total Working Time											5.98
REV	FECHA	POR	Aprobado por Supervisor		Ingeniería						
1	24 Abr 02	Luis G López	OK		OK						
2	08-Jun-02	Axel Beverido	OK		OK						

Hoja de Secuencia de Eventos "Quick Tach " operación Pulido

Hoja de Secuencia de Eventos												
Equipo Personal de Seguridad Requerido					Página 1 de 1							
Lentes de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/>		Caretas <input checked="" type="checkbox"/>		Elaborado por: Luis G López								
Tapones de Oídos <input type="checkbox"/>		Caretas de Acrílico <input type="checkbox"/>		Fecha: Abr-24-02								
Pechera <input checked="" type="checkbox"/>		Uniforme <input checked="" type="checkbox"/>		Revisado por: Axel Beverido								
Guantes de Soldar <input checked="" type="checkbox"/>		Zapatos de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/>		Fecha: 08-Jun-02								
Proceso			Dibujo P/N									
# Sec	Contenido del Trabajo	A			Set Up		Trabajo		Mover		Áreas Críticas (TQC)	Frec.
		V	M	H	M	H	M	H				
10	Tomar QT y colocarlo en rack	N		123		198						
Sub Total			123			198						
Total Working Time						198						
REV	FECHA	POR	Aprobado por Supervisor		Ingeniería							
1	24-Abr-02	Luis G López	OK		OK							
2	08-Jun-02	Axel Beverido	OK		OK							

Hoja de Secuencia de Eventos "Quick Tach " operación empaque

Hoja de Secuencia de Eventos												
Equipo Personal de Seguridad Requerido					Página 1 de 1							
Lentes de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/>		Caretas <input checked="" type="checkbox"/>		Elaborado por: Luis G López								
Tapones de Oídos <input type="checkbox"/>		Caretas de Acrílico <input type="checkbox"/>		Fecha: Abr-24-02								
Pechera <input checked="" type="checkbox"/>		Uniforme <input checked="" type="checkbox"/>		Revisado por: Axel Beverido								
Guantes de Soldar <input checked="" type="checkbox"/>		Zapatos de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/>		Fecha: 08-Jun-02								
Proceso			Dibujo P/N									
# Sec	Contenido del Trabajo	A			Set Up		Trabajo		Mover		Áreas Críticas (TQC)	Frec.
		V	M	H	M	H	M	H				
10	Tomar partes y colocar en mesa	N		14								
20	Soldar operación 100	Y				22	62				Verificar dimensión de 60.1-1.0/-2.1	100%
30	Colocar pieza en segunda estación	N							16			
40	Tomar partes y colocarlas en herramienta	N		12								
50	Soldar operación 200	Y				8	6					
60	Colocar pieza en tensores estación	N							126			
70	Tomar partes y colocar en mesa	N		2								
80	Soldar operación 300	Y				6	9				Verificar con el calibre todas las soldaduras	100%
90	Colocar pieza en carro	N							1			
Sub Total			4.6			38.1		3.86				
Total Working Time						46.6						
REV	FECHA	POR	Aprobada por Supervisor		Ingeniería							
1	24-Abr-02	Luis G López	OK		OK							
2	08-Jun-02	Axel Beverido	OK		OK							

Hoja de Secuencia de Eventos "Lower Link " operación Soldadura

Hoja de Secuencia de Eventos											
Equipo Personal de Seguridad Requerido						Página 1 de 1					
Lentes de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/>		Careta <input checked="" type="checkbox"/>		Elaborado por: Luis G López							
Tapones de Oídos <input type="checkbox"/>		Careta de Acrílico <input type="checkbox"/>		Fecha: Abr-24-02							
Pechera <input checked="" type="checkbox"/>		Uniforme <input checked="" type="checkbox"/>		Revisado por: Axel Beverido							
Guantes de Soldar <input checked="" type="checkbox"/>		Zapatos de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/>		Fecha: 08-Jun-02							
Proceso			Dibujo P/N								Frec.
# Sec	Contenido del Trabajo	A. Set Up			Trabajo			Mover		Areas Criticas (TQC)	Frec.
		V	M	H	M	H	M	H			
10	Tomar LL y colocarlo en mesa	N		1							
20	Aplicar antioxidante	Y				1.85					
30	Tomar LL y colocarlo en tarima	Y						0.9			
Sub Total				1		1.85		0.9			
Total Working Time						3.75					
REV	FECHA	POR	Aprobado por Supervisor		Ingeniería						
1	24-Abr-02	Luis G López	OK		Ok						
2	08-Jun-02	Axel Beverido	OK		Ok						

Hoja de Secuencia de Eventos "Lower Link " operación empaque

Hoja de Secuencia de Eventos											
Equipo Personal de Seguridad Requerido Lentes de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Careta <input checked="" type="checkbox"/> Tapones de Oídos <input type="checkbox"/> Careta de Acrílico <input type="checkbox"/> Pechera <input checked="" type="checkbox"/> Uniforme <input checked="" type="checkbox"/> Guantes de Soldar <input checked="" type="checkbox"/> Zapatos de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/>								Página 1 de 1			
Elaborado por: Luis G López								Fecha: Abr-24-02			
Revisado por: Axel Beverido								Fecha: 08-Jun-02			
Proceso			Dibujo P/N								
# Sec	Contenido del Trabajo	A	Set Up			Trabajo		Mover		Áreas Críticas (TQC)	Frec
			V	M	H	M	H	M	H		
10	Tomar partes y colocar en herramienta	N		1	23						
20	Soldar operación 100	Y				11	47			Verificar con block y escala dimensión de 3.0 +/- 2.0	100%
30	Colocar pieza en segunda estación	N							1		
40	Tomar partes y colocar en herramienta	N		1	33						
50	Soldar operación 200	Y				20	55			Verificar con cinta la dimensión de 1129 +/- 2.0 3.0	100%
60	Colocar pieza en tercera estación	N							102		
70	Tomar partes y colocar en herramienta	N		1	11						
80	Soldar operación 300	Y				23	09			Verificar con cinta la dimensión de 745 +/- 0.5 +/- 2	100%
90	Colocar piezas en carro	N							11		
Sub Total					3	66		55	1		
Total Working Time											61.9
REV	FECHA	POR	Aprobada por Supervisor				Ingeniería				
1	24-Abr-02	Luis G López	OK				Ok				
2	08-Jun-02	Axel Beverido	OK				Ok				

Hoja de Secuencia de Eventos "Quick Tach " operación Soldadura

Hoja de Secuencia de Eventos											
Equipo Personal de Seguridad Requerido Lentes de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Careta <input checked="" type="checkbox"/> Tapones de Oídos <input type="checkbox"/> Careta de Acrílico <input type="checkbox"/> Pechera <input checked="" type="checkbox"/> Uniforme <input checked="" type="checkbox"/> Guantes de Soldar <input checked="" type="checkbox"/> Zapatos de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/>								Página 1 de 1			
Elaborado por: Luis G López								Fecha: Abr-24-02			
Revisado por: Axel Beverido								Fecha: 08-Jun-02			
Proceso			Dibujo P/N								
# Sec	Contenido del Trabajo	A	Set Up			Trabajo		Mover		Áreas Críticas (TQC)	Frec.
			V	M	H	M	H	M	H		
10	Tomar QT y colocar en mesa	N			1						
20	Pulir	Y				3	98			Verificar con block y escala dimensión de 3.0 +/- 2.0	100%
Sub Total					1		3	98	1		
Total Working Time											5.98
REV	FECHA	POR	Aprobada por Supervisor				Ingeniería				
1	24-Abr-02	Luis G López	OK				Ok				
2	08-Jun-02	Axel Beverido	OK				Ok				

Hoja de Secuencia de Eventos "Quick Tach " operación Pulido

6.3. – Determinación del Tiempo Takt.

Una vez que se tienen los datos del tiempo total requerido por estación, el siguiente paso es calcular el tiempo de ciclo o tiempo Takt.

Para poder determinar el tiempo Takt se requiere conocer dos variables que son el tiempo de trabajo y los requerimientos del cliente (a este dato se le llama demanda de capacidad), para los dos productos que se esta analizando los datos son:

- Quick Tach,

Requerimientos : 8,400 unidades anuales.

Tiempo de trabajo: 2 turnos de 8 horas cada uno.

- Lower Link,

Requerimientos : 16,800 unidades anuales.

Tiempo de trabajo: 2 turnos de 8 horas cada uno.

El tiempo de trabajo para los dos casos es de 8 horas, que es el tiempo resultante al restarle la media hora de comida, en este caso no sé esta considerando más pérdida de tiempo.

Los Requerimientos anuales que se muestran son a demanda máxima, cabe recordar que se debe de considerar para fines de cálculo los requerimientos máximos para no quedar cortos en capacidad.

El tiempo Takt para los ensambles quedaría:

- Quick Tach

Tiempo Takt = Tiempo de trabajo / Requerimientos diarios

Tiempo Takt = 960 minutos / (8400 / 240 días hábiles)

Tiempo Takt = **27.42 minutos.**

- Lower Link

Tiempo Takt = Tiempo de trabajo / Requerimientos diarios

Tiempo Takt = 960 minutos / (16800 / 240 días hábiles)

Tiempo Takt = **13.72 minutos.**

Estos números quieren decir que para el primer caso cada 13.71 minutos debe de salir un ensamble de la línea y para el segundo caso cada 6.86 minutos debe de salir un ensamble terminado de la línea.

6.4. – Cálculo de Personas & Máquinas.

Después de calcular el tiempo Takt y conocer con esto cada cuando debe de salir un producto para cumplir con la demanda, lo siguiente es calcular la cantidad de personas necesarias en cada línea.

La cantidad de personas se obtiene de la formula:

$$\text{CP} = (\text{Tiempo Estándar} / \text{Tiempo Takt})$$

La cantidad de personas necesarias por línea de producto quedaría de la siguiente manera:

- Quick Tach

Estación soldadura

Cantidad De Personas = (Tiempo Estándar / Tiempo Takt)

Cantidad De Personas = (61.89 minutos / 27.42 minutos)

Cantidad De Personas Soldadura = **2.26 personas.**

Estaciones de Trabajo = **3.**

Estación Pulido.

Cantidad De Personas = (Tiempo Estándar / Tiempo Takt)

Cantidad De Personas = (4.98 minutos / 27.42 minutos)

Cantidad de Personas = **0.18 personas**

Estaciones de trabajo = **1.**

Estación Empaque

Cantidad De Personas = (Tiempo Estándar / Tiempo Takt)

Cantidad De Personas = (1.98 minutos / 27.42)

Cantidad De Personas = **0.07 personas**

Estaciones de Trabajo = **1**

En resumen se requieren 2.51 personas y 5 estaciones de trabajo para cumplir con la demanda máxima, el caso de la estación de pulido y empaque las vamos a juntar en una sola.

- Lower Link

Estación Soldadura

Cantidad De Personas = (Tiempo Estándar / Tiempo Takt)

Cantidad De Personas = (46.58 minutos / 13.72 minutos)

Cantidad De Personas Soldadura = **3.4 personas.**

Estaciones de Trabajo = **4**

Estación Empaque

Cantidad De Personas = (Tiempo Estándar / Tiempo Takt)

Cantidad De Personas = (3.75 minutos / 13.72 minutos)

Cantidad De Personas = **0.27 personas**

Estaciones de Trabajo = **1**

En resumen se requieren 3.67 personas y 5 estaciones de trabajo.

Para entender de donde salieron los datos, el tiempo estándar es el tiempo total por estación de cada producto el cual se toma de las hojas de secuencia de eventos, y la cantidad de personas resultante de las operaciones aritméticas no se redondea, en cambio las estaciones de trabajo si se redondean, esto se explico en él capítulo 4.

Reporte de Diseño de Línea "Quick Tach" Soldadura													
Model	Family	Capacity	Tack		Weld		Finish		Total Labor	Total Machine	# Estaciones		
			Labor	Machine	Labor	Machine	Labor	Machine	Time (minutes)	Time (minutes)	Cost Total	0.00	
KV24076	Q. Tach III	35.00	13.70	0.00	22.90	0.00	25.29	0.00	61.89	0.00	This is NOT TPCT	61.89	480
											Tiempo Disponible	480	3.0
											# Estaciones	3.0	
Effective Hours		8	8		8		8						
Shifts		2	2		2		2						
Output		35.00	35.00		35.00		35.00						
Scrap Percentage			0.00		0.00		0.00						
Throughput			35.00		35.00		35.00						
Takt		27.429	27.429		27.429		27.429						
Atw - Labor			13.70	0.00	22.90	0.00	25.29	0.00	61.89				
Atw - TPCT per machine				13.70		22.90		25.29					
Resources			0.499	0.000	0.835	0.000	0.922	0.000					
Rounded Resources			1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00					
C - Cycles of imbalance			35.04		41.92	0.00	37.96	0.00					
Max Routing			13.70	0.00	22.90	0.00	25.29	0.00					
IPK Mix Model			1	1	1	1	1	1					
IPK Mix Model Rounded			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					

Quick-Tach Manpower 2.26

TPCT Mach. Req 61.89

Reporte de Diseño de Línea "Quick Tach" Pulido													
Model	Family	Capacity	Pulir		Total Labor	Total Machine	# Estaciones						
			Labor	Machine	Time (minutes)	Time (minutes)	Cost Total	35.00					
KV27046	Q. Tach III	35.00	4.98	0.00	4.98	0.00	This is NOT TPCT	7.11	480				
											Tiempo de proc.	7.11	1.0
											Tiempo Disponible	480	
											# Estaciones	1.0	
Effective Hours		8	8										
Shifts		1	1										
Output		35.00	35.00										
Scrap Percentage			0.00										
Throughput			35.00										
Takt		13.714	13.714										
Atw - Labor			7.11	0.00	7.11								
Atw - TPCT per machine				7.11									
Resources			0.259	0.000	0.26								
Rounded Resources			1.00	0.00									
C - Cycles of imbalance			96.99										
Max Routing			4.98	0.00									
IPK Mix Model			1	1									
IPK Mix Model Rounded			1.00	1.00									

Quick-Tach Manpower 0.26

Reporte de Diseño de Línea "Quick Tach" Empaque													
Model	Family	Capacity	Empaque		Total Labor	Total Machine	# Estaciones						
			Labor	Machine	Time (minutes)	Time (minutes)	Cost Total	35.00					
KV24076	Q. Tach IV	35.00	1.98	0.00	1.98	0.00	This is NOT TPCT	2.83	480				
											Tiempo de proc.	2.83	1.0
											Tiempo Disponible	480	
											# Estaciones	1.0	
Effective Hours		8	8										
Shifts		2	2										
Output		35.00	35.00										
Scrap Percentage			0.00										
Throughput			35.00										
Takt		27.429	27.429										
Atw - Labor			2.83	0.00	2.83								
Atw - TPCT per machine				2.83									
Resources			0.103	0.000	0.10								
Rounded Resources			1.00	0.00									
C - Cycles of imbalance			242.42										
Max Routing			1.98	0.00									
IPK Mix Model			1	1									
IPK Mix Model Rounded			1.00	1.00									

Quick-Tach Manpower 0.10

TPCT Mach. Req 2.83

Calculos de Diseño de Linea "Lower Link" Soldadura

Model	Family	Capacity	Tack		Weld		Finish		Total Labor	Total Machine	# Estaciones
			Labor	Machine	Labor	Machine	Labor	Machine	Time (minutes)	Time (minutes)	Cost Total
			This is NOT TPOrt								Time (minutes)
KVZ3101	L. Link III	70.00	25.62		11.06		9.90		46.58	0.00	46.58
									0.00	0.00	4
		70.00									
Effective Hours		8	8		8		8				
Shifts		2	2		2		2				
Output		70.00	70.00		70.00		70.00				
Scrap Percentage			0.00		0.00		0.00				
Throughput			70.00		70.00		70.00				
Takt		13.714	13.714		13.714		13.714				
Aiw - Labor			25.62	0.00	11.06	0.00	9.90	0.00	46.58		
Aiw - TPOrt per machine				25.62		11.06		9.90		Manpower	
Resources			1.868	0.000	0.806	0.000	0.722	0.000		3.40	
Rounded Resources			2.00		1.00		1.00				
C - Cycles of ubalance			18.74		43.40	0.00	48.48	0.00			
Max Routing			25.62	0.00	11.06	0.00	9.90	0.00			
IPK Mix Model			16.26	1	1	1	1	1			
IPK Mix Model Rounded			17.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			

L. Link Manpower Req. 3.40

6.5. — Definición de Trabajo.

En este punto lo que se va a elaborar son los diagramas de bloque, que a diferencia de los diagramas de flujo en estos se debe de dividir el trabajo de acuerdo a la cantidad de estaciones de trabajo que se obtuvieron con los cálculos anteriores.

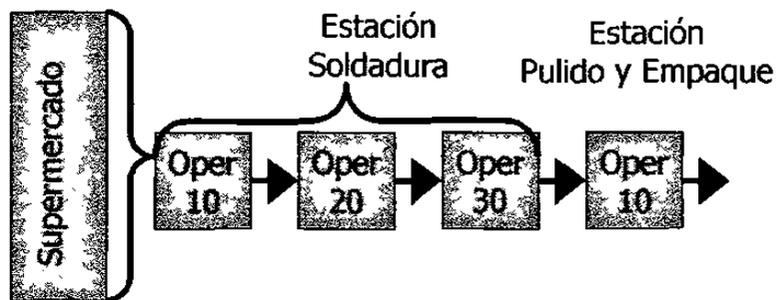


Figura 46. Diagrama de bloques del Quick Tach.

De acuerdo a los cálculos obtenidos en los pasos anteriores el diagrama de la línea del Quick Tach (Ver figura 46) quedaría de esa manera, con un tiempo de 20.63 minutos por operación, este tiempo se iguala al tiempo Takt.

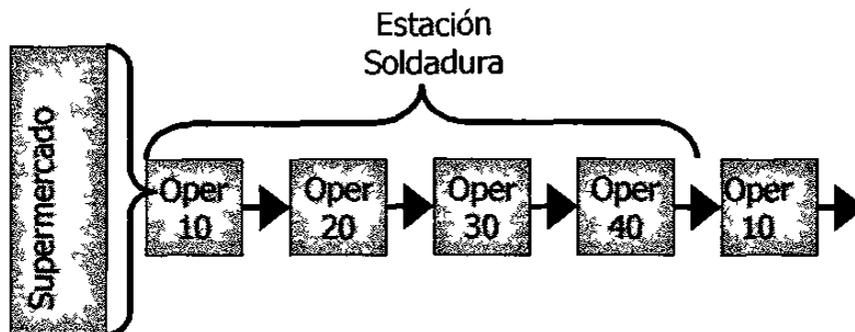


Figura 47. Diagrama de bloques del Lower Link.

Al igual que en el anterior la línea del Lower Link quedaría con cuatro estaciones de soldadura (Ver figura 47) trabajando a un ritmo de 11.65 minutos por operación, este tiempo se iguala al tiempo Takt.

6.6. – Hojas de Métodos Operacionales

Después de determinar la cantidad de estaciones de trabajo y operaciones, lo siguiente es elaborar las hojas de métodos operacionales para cada una de ellas.

En las figuras 48 a 59 hojas se presentan las hojas de métodos operacionales para los productos que se están analizando.

6.7. – Cálculo de los In Process Kanban (IPK).

Como se vió con anterioridad el IPK es una herramienta para balancear las líneas, en este caso se van a utilizar para balancear las diferentes operaciones de cada uno de los productos.

Un ejemplo de cómo estarían distribuidos los IPK's en una línea de manufactura se presenta en la figura 60.

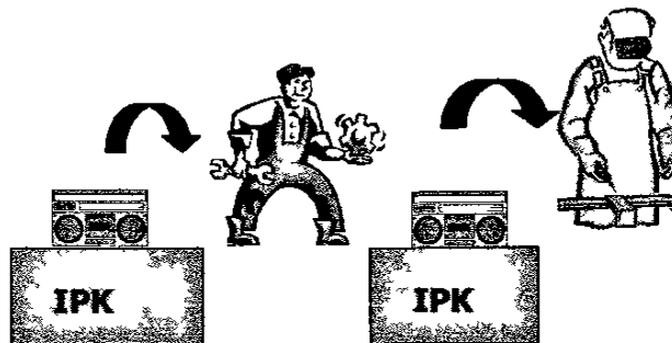
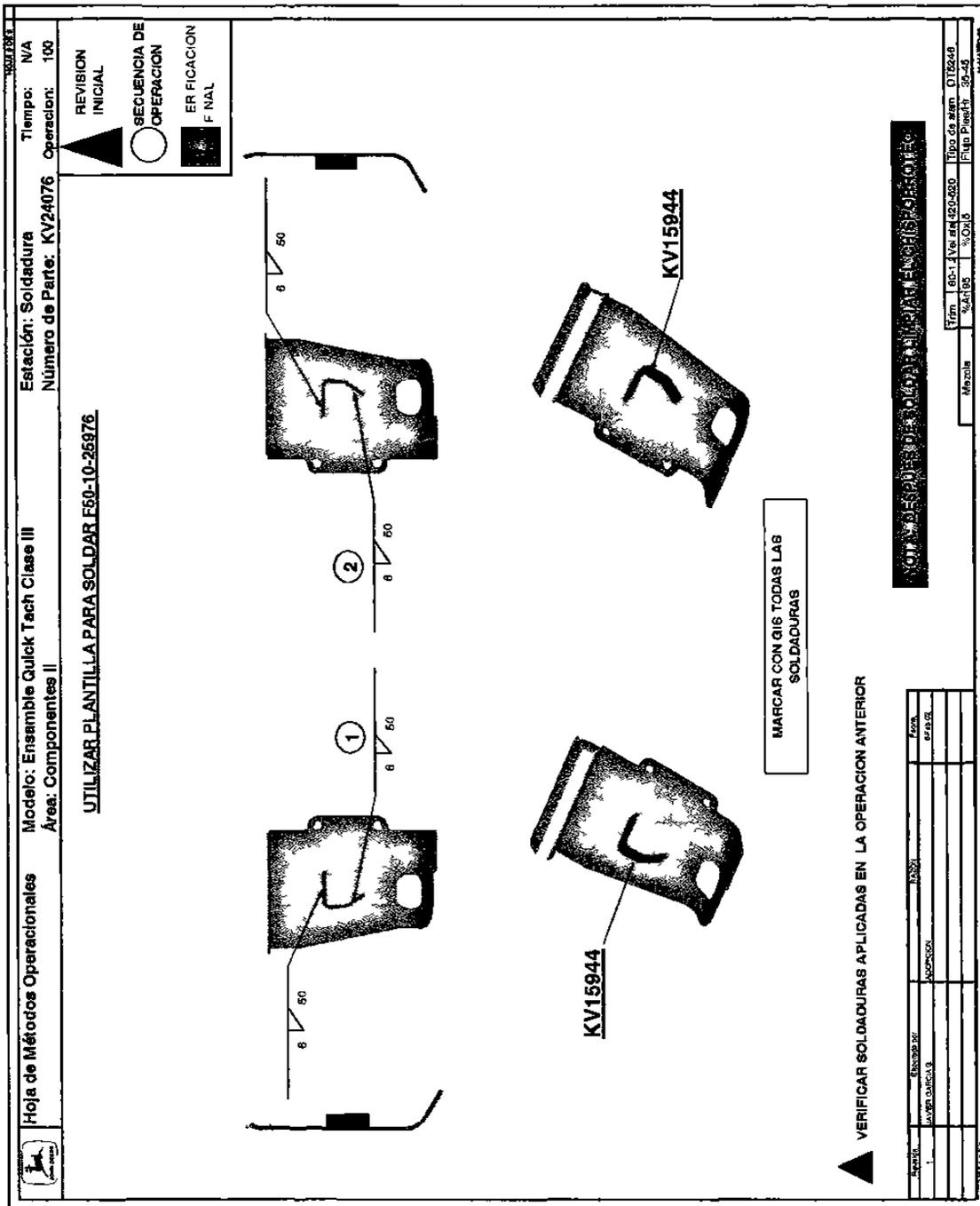
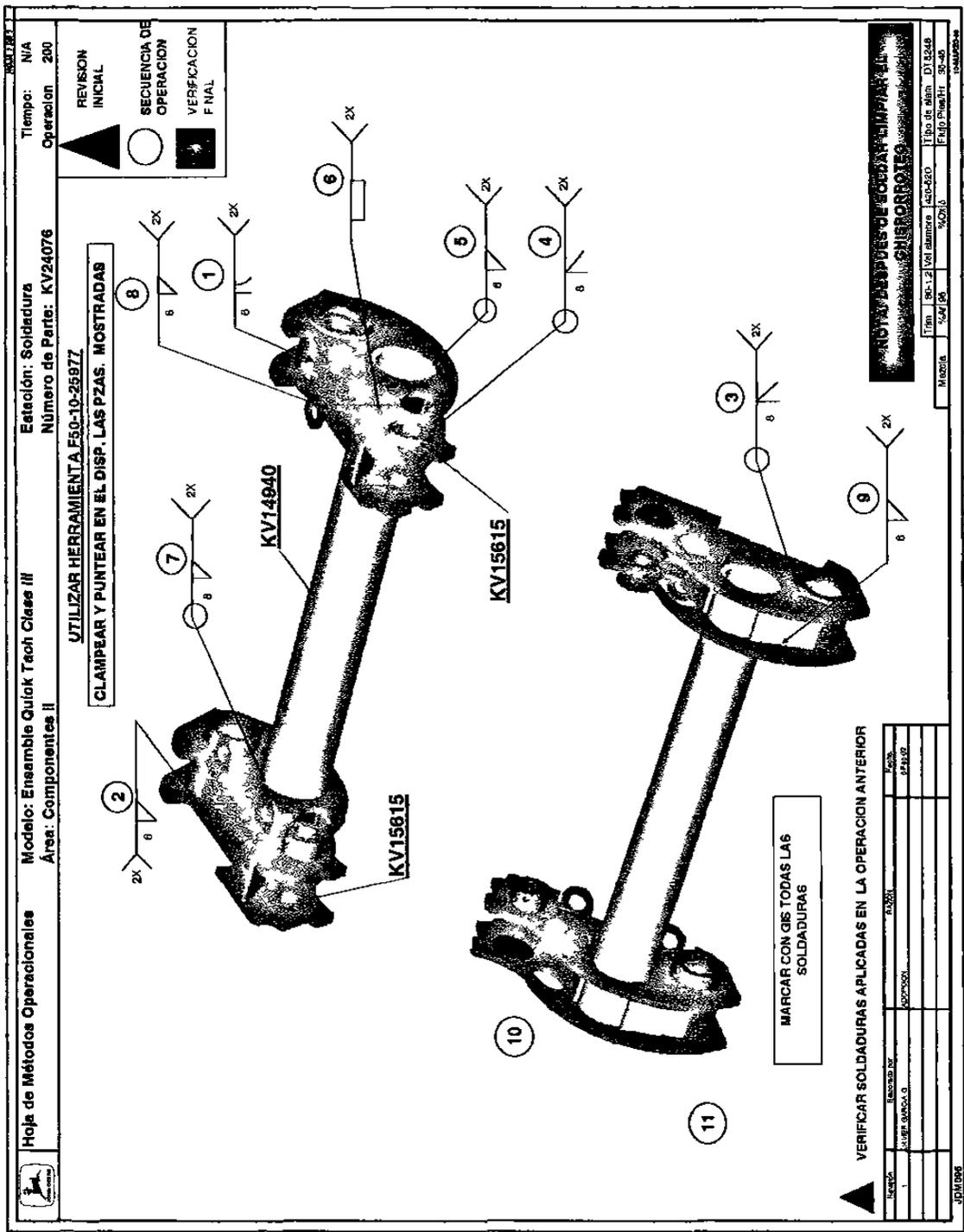


Figura 60. Ejemplo de utilización de IPK's en líneas de manufactura.

Esto es lo mismo que se va a realizar con los productos que se están analizando.

Para el caso del Quick Tach, el diagrama de bloques quedaría como se muestra en la figura 61, además para poder balancear la línea, la operación de empaque y pulido se le agregó a la primer estación de soldadura, de esta manera con 3 personas estaría corriendo la línea al ritmo del tiempo Takt.





Hoja de Métodos Operacionales Modelo: **Ensamble Gufok Tech Clase III** Estación: **Soldadura**
 Área: **Componentes II** Número de Parte: **KV24076** Operación: **300**

REVISIÓN INICIAL SECUENCIA DE OPERACION VERIFICACION FINAL

▲ ○ ■

UTILIZAR HERRAMIENTA F50-10-25970

CLAMPEAR Y PUNTEAR EN EL DISP. LAS PZAS.

MARCAR CON GIS TODAS LAS SOLDADURAS

KV15320 **KV15321**

1129 + 2 / - 3

748 + 0.5 / - 2

1, 2, 3, 4, 5, 6

VERIFICAR TODAS LAS SOLDADURAS APLICADAS EN OPERACIONES 100, 200, 300, TOLERANCIAS A APLICAR + 2.0 / - 1.0, FRECUENCIA (1/1).

VERIFICAR CON CINTA METRICA LA DIMENSION DE 1129 + 2.0 / - 3.0 CON UNA FRECUENCIA DE 1 DE CADA 8 ENSAMBLES Y REGISTRAR EN INF-10-UNA FRECUENCIA DE 1 DE CADA 8 ENSAMBLES Y REGISTRAR EN INF-10-UNA FRECUENCIA DE 1 DE CADA 8 ENSAMBLES Y REGISTRAR EN INF-10-MONTAR ENSAMBLE EN CALIBRADOR F49-31-11442, VERIFICAR POSICION VERDADERA CON UNA FRECUENCIA DE 1 DE CADA 8 ENSAMBLES Y REGISTRAR EN INF-10-612.

VERIFICAR SOLD. DE FILETE Y REGISTRAR EN INF-10-512 CON UNA FRECUENCIA DE 1 DE CADA 8 ENSAMBLES.

NOTA: DESPUES DE SOLDAR LIMPIAR EL CHISPORRITO

ESTAMPAR NUMERO DE SERIE

REVISTA	CANTIDAD	FECHA	FOLIO	TIPO DE MAN.

TIPO DE MAN. DT 6240
 Folio Plant. 35-45
 % OHS

10-10-2004

Hoja de Métodos Operacionales Modelo: **Ensamble Izquierdo Lower Link Clase III** Estación: **Soldadura** Tiempo: **N/A**

Area: **Componentes II** Número de Parte: **KV23101** Operación: **1.00**

REVISION INICIAL ▲

SECUENCIA DE OPERACION ○

VERIFICACION FINAL ■

UTILIZAR DISPOSITIVO PARA SOLDAR F50-10-26006

1 PUNTEAR TODAS LAS PIEZAS COMO SE INDICA.

2 - 5 SOLDAR SEGUN SECUENCIA, CORDONES DEL 2 AL 5 SE APLICAN DEL CENTRO DE LA PIEZA AL EXTREMO DE LA MISMA.

6 - 8 SOLDAR SEGUN SECUENCIA, CORDONES DEL 8 AL 9 SE APLICAN DEL EXTREMO DE LA PIEZA AL CENTRO DE LA MISMA.

10 Nota: Posicionar KV23100 con planilla posicionadora y soldar o temp.

11 VERIFICAR CON CALIBRADOR TODAS LAS SOLDADURAS APLICADAS. TAMBIÉN SOLDADURA 8mm -Ø-1. FRECUENCIA (1/1). REGISTRAR EN INP-10-512 (1/8).

12 VERIFICAR PARALELISMO DE SUPERFICIE "A" DE PIEZA KV23100 CON PLACAS LATERALES. UTILIZAR ESCALA DE 12" VISUALMENTE LLEVAR A CABO ANTES DE SOLDAR. FRECUENCIA (1/1). REGISTRAR EN INP-10-512 (1/8).

1 VERIFICAR VISUALMENTE TODOS LOS COMPONENTES ESTÉN LIMPIOS Y LIBRES DE RAYADURAS EN SUS SUPERFICIES (1/1).

2 VERIFICAR VISUALMENTE RECTITUD EN PIEZAS KV11370, KV11371 QUE ESTÉN CALIBRADAS (1/1).

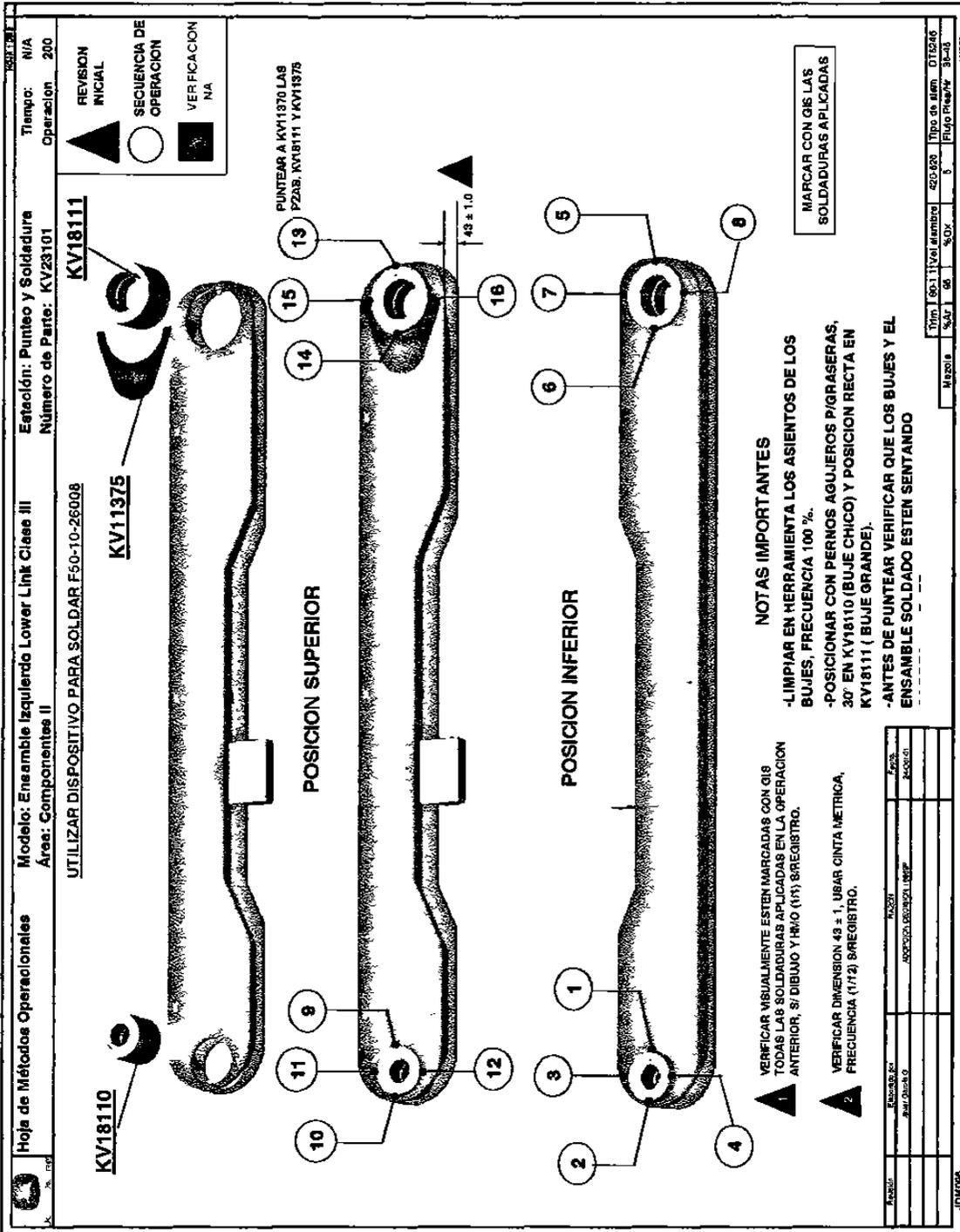
3 VERIFICAR DIMENSION DE 43 ±1. UTILIZAR CINTA METRICA. FRECUENCIA (1/1) SIN REGISTRO.

NOTA: DESPUES DE SOLDAR LIMPIAR EL CHISPORROTEO

NOTA: MANTENER UN IPK DE 8 PIEZAS PARA GARANTIZAR ENFRIAMIENTO ANTES DE PASAR A LA SIGUIENTE OPERACION

Revisión	Elaborado por	Revisado	Fecha
1	JUAN CARLOS GARCIA	JUAN CARLOS GARCIA	11/05/2004
	Operación	OPERACION	
	Control	CONTROL	
	Calificación	CALIFICACION	

Material	Q355	Vol. de dibujo	4202-600
Forma	20	% Ch.	6
		Plano	078308
		Plano	30-18



Hoja de Métodos Operacionales Modelo: Ensamble Izquierdo Lower Link Clase III
 Área: Componentes II

Estación: Soldadura
 Número de Parte: KV23101

Tempo: N/A
 Operación: 300

REVISION INICIAL ▲

SECUENCIA DE OPERACION ○

VERIFICACION F NA ■

UTILIZAR DISPOSITIVO PARA SOLDAR F50-10-26008

1 - 9

SOLDAR SEGUN SECUENCIA. LOS CORDONES DEL 1 AL 8 SE APLICAN EN PASOS COMO SE MUESTRAN.

VERIFICAR CON CALIBRADOR TODAS LAS SOLDADURAS APLICADAS TOLERANCIA EN SOLDADURA +2/-1, FRECUENCIA (1/1).

VERIFICAR LAS SIGUIENTES DIMENSIONES USANDO BLOCK Y ESCALA 8.2 ± 1, 15.8 ± 1, FRECUENCIA (1/12), MARCAR CON GIB ENSAMBLE VERIFICADO.

LLENAR REGISTRO DE AUTOCONTROL INP-10-312, FRECUENCIA (1/8).

NOTA: DESPUES DE SOLDAR LIMPIAR EL CHISPORROTEO

MARCAR CON GIB LAS SOLDADURAS APLICADAS

NOTA: MANTENER UN IPK DE 5 PIEZAS PARA GARANTIZAR ENFRIAMIENTO ANTES DE PASAR A LA SIGUIENTE OPERACION.

Item	QTY	Vel	Alumbr	ap	50%	60%	70%	80%	90%	100%	Tipos de alám	DT6248
1											Grupo prueba	30-45

Revisión	Elaborado por	Revisado por	Fecha
1	AMM/DMH/G	ASPOC/DM/PAUL/IMP	24/03/01

JPM/068

INDUSTRIAS JOHN DEERE
S.A. de C.V.

HOJA DE DATOS DE
EMPAQUES / EMBARQUES

No. Parte:	KV23101	Fecha (orig)	12-Mar-02	Por:	JGG
Desc. parte	Lower Link clase III	Fecha (rev)	12-Mar-02	Por:	ABG
No. oper:	400	Revisión:	2	Decisión:	
Contenido:	Tarima	Depto No:	50	Maq No:	
Pzas por contenedor:	6	Estibable:	2 max		

Cant	No. Parte	Dimensiones	Material de empaque (Descripción)
1	P68995	46" X 52"	Tarima
2	P68997	1 1/2" X 4" X 46"	Tabla
6	P59876		Esquineros de plastico
2	JD7759		Grasera
	S/N		Fleje
	S/N		Sello

Procedimiento para Empacar:

1-Verificar que cada Lower Link cuente con el punto verde, que no presente golpes visibles, rayaduras u oxido
Verificación: visual 1/1, sin registro

2. Aplicar anticorrosivo sobre el Lower Link, llevar a cabo esta operación en estación lubricadora.

3. Colocar 2 tablas P68997 sobre tarima P68995 y sobre ellos 12 Lowers (6 KV20726 y 6 KV20727)

4. Colocar grasera en el buje chico a 30°

5. Colocar grasera en el buje grande a 0°

6. Colocar Tarima de Lower link sobre Tarima del Quick tach (KV14151)

7. Colocar 4 esquineros P59876 en Lowers de los extremos, flejar según se muestra.



REV	RESP	FECHA	RAZON
1	JGG	12-Mar-02	Adopción

**INDÚSTRIAS JOHN DEERE
S.A. de C.V.**

**HOJA DE DATOS DE
EMPAQUES / EMBARQUES**

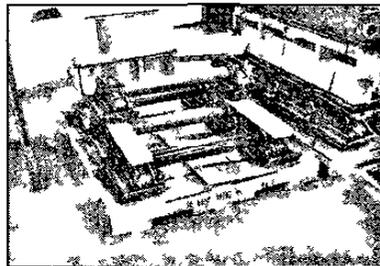
No. Parte:	KV24076	Fecha (orig)	Por:
Desc. parte	Quick Tach	Fecha (rev)	Por:
No. oper:	400	Revisión:	2
Contenido:	Tarima	Depto No:	50
Pzas por contenedor:	6	Estibable:	2 max
			Decisión:
			Maq No:

Cant	No. Parte	Dimensiones	Material de empaque (Descripción)
1	P68995	46" X 52"	Tarima
4	P67406	27" X 27"	Carton
2	P68997	1 1/2" X 4" X 46"	Tablas
2	P68998	3 1/2" X 6" X 48"	Barroles
2	JD7763		Graseras
	S/N		Fleje
	S/N		Sello

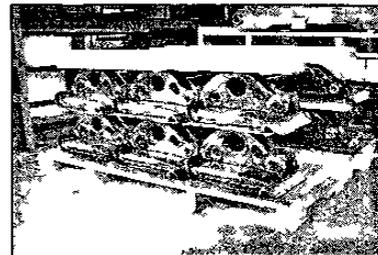
Procedimiento para Empacar:

-Verificar que cada Quick Tach cuente con el punto verde, que no presente golpes visibles, rayaduras u oxido.
Verificación: visual 1/1, sin registro

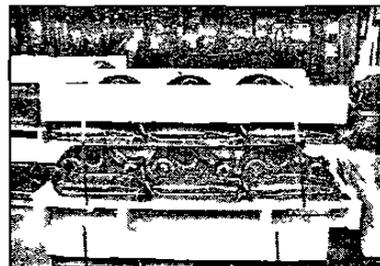
1. Aplicar anticorrosivo sobre el Quick Tach, llevar a cabo esta operación en estación lubricadora.
2. Colocar 4 cartones P67406 sobre tarima P68995 y sobre ellos 3 Quicks.
3. Colocar Graseras en los bujes



4. Colocar 2 tablas P68997 sobre los primeros Quicks y sobre ellas 3 Quicks mas.



5. Colocar 2 barroles P68998 sobre los 3 Quicks, flejar como se muestra.



REV	RESP	FECHA	RAZON					

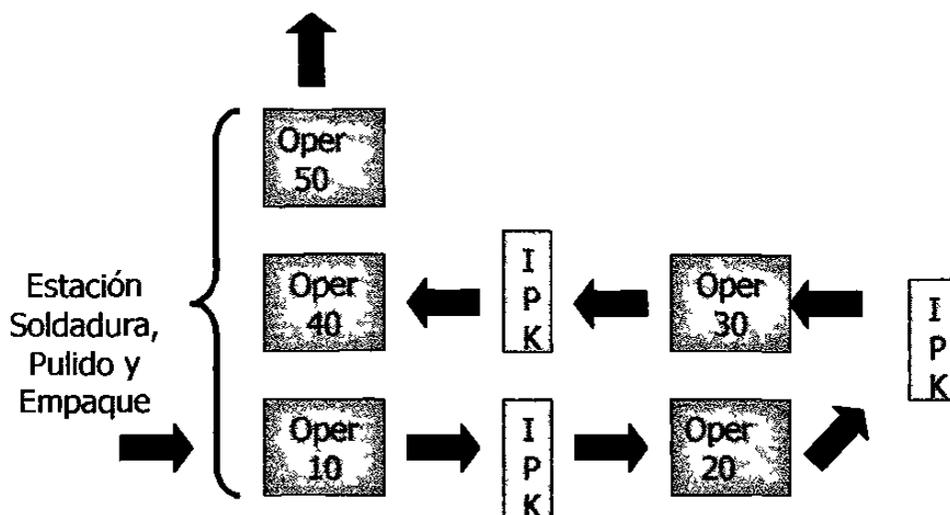


Figura 61. Diagrama de bloques del Quick Tach.

Si se analiza paso por paso, la operación 10, 20 y 30 son operaciones de soldadura, la operación 40 y 50 son de pulido y empaque. El técnico de la operación 10 tarda 13.7 minutos en soldar el subensamble, la operación de pulido y empaque toma 7 minutos, que sumados a los 13.7 da 21 minutos en promedio, el resto de las operaciones toman en promedio 27 minutos, de esta manera, tenemos las 5 estaciones de soldadura que salieron del análisis, agrupadas en 3 celdas de trabajo.

Ahora le toca el turno al Lower Link, los datos que tenemos para este ensamble son los que se obtuvieron con anterioridad, como son tiempo Takt de 13.71 minutos, 5 estaciones de trabajo y un tiempo total del producto de 46.58 minutos de soldadura y 3.75 minutos de empaque. Con esos datos se construirá el diagrama de bloques de la línea con los IPK's necesarios para balanceo (Ver figura 62).

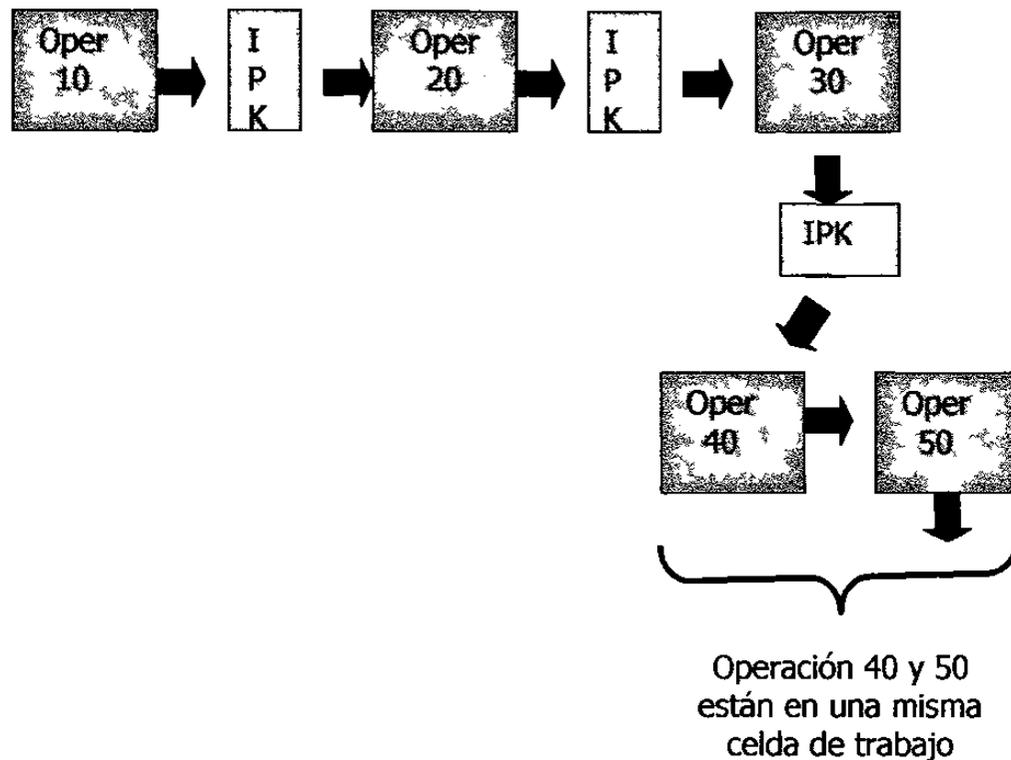


Figura 62. Diagrama de bloques del Lower Link.

La hoja de secuencia de eventos muestra que el producto se suelda en tres operaciones, siendo la primera operación la que más tiempo consume (25.6 minutos), prácticamente el doble, lo que se hizo para poder balancear la línea fue partir la operación en dos, y la última operación de soldadura es la que menos tiempo toma, a esta se le agregó la operación de empaque y de esta manera la línea corre a un tiempo un poco menor al tiempo Takt calculado. Tenemos como resultado 5 operaciones en 4 celdas de trabajo con 4 operadores, exactamente lo que se calculó.

6.8. – Determinación de los Tamaños de “Kanban”

Hasta este momento se tiene ya prácticamente a nivel de diagrama diseñada las líneas de manufactura para los dos productos, lo que sigue por determinar son los tipos de Kanban y la cantidad de partes por Kanban.

Existen varios tipos de Kanban, de un contenedor, de dos contenedores y de tres contenedores, para estos casos prácticos el tipo de Kanban seleccionado es el de dos contenedores en la línea, lo que quiere decir que tendremos dos contenedores idénticos con la misma cantidad de material.

Para el cálculo de Kanban´s se comenzará con el Quick Tach, y para esto se apoyarán en la tabla que se presento en el capítulo anterior con el listado de componentes de cada producto.

Los datos a considerara para el cálculo de la cantidad de partes por Kanban son:

- Frecuencia de entrega: 2 días.

Es el tiempo que tardan las operaciones primarias en producir las partes.

- Requerimiento diario: 35 unidades.

El resto de la información necesaria se encuentra en el listado de partes de cada producto (Ver tabla 11 y 12), como es puntos de uso, etc.

Numero de Parte	Descripción	Material	Unidad de Medida	Tiempo de respuesta en días	Cantidad por ensamble	Requerimiento diario	Tamaño de Kanban
JD7759	Grasera	NA	Pieza	15	2	140	4200
KV11370	Placa Exterior	Placa A13C	Pieza	2	1	70	140
KV11371	Placa Interior	Placa A13C	Pieza	2	1	70	140
KV11372	Placa Inferior	Placa A13C	Pieza	2	1	70	140
KV11373	Placa Superior	Placa A13C	Pieza	2	1	70	140
KV11375	Placa	Placa A13C	Pieza	2	1	70	140
KV11577	Guarda Mangueras	PTR rectangular	Pieza	2	1	70	140
KV11829	Guia de Mangueras	Acero redondo	Pieza	2	2	140	560
KV18110	Buje	NA	Pieza	15	1	70	1050
KV18111	Buje	NA	Pieza	15	1	70	1050
KV20401	Placa Guarda	Lamina A13C	Pieza	2	1	70	140
KV23100	Tope Maquinado	NA	Pieza	15	1	70	1050
M91271	Tuerca Soldable	NA	Pieza	15	1	70	1050

Ensamblajes diarios	70
----------------------------	-----------

Listado de materiales y tamaño de Kanban " Lower Link"

Numero de Parte	Descripción	Material	Unidad de Medida	Tiempo de respuesta en dias	Cantidad por ensamble	Requerimiento diario	Tamaño de Kanban
KV14402	Placa Superior	Placa A13C	Pieza	2	1	35	70
JD7763	Grasera	NA	Pieza	15	2	70	2100
KV14403	Placa Superior LI	Placa A13C	Pieza	2	1	35	70
KV14490	Tubo redondo	A22H	Pieza	2	1	35	70
KV15320	Cubierta LD	Placa A13C	Pieza	2	1	35	70
KV15321	Cubierta LI	Placa A13C	Pieza	2	1	35	70
KV15578	Placa Unión Superior	Placa A13C	Pieza	2	1	35	70
KV15615	Buje	NA	Pieza	15	2	70	2100
KV15626	Placa Cubierta LI	Placa A13C	Pieza	2	1	35	70
KV15627	Placa LI	Placa A13K	Pieza	2	1	35	70
KV15630	Placa LD	Placa A13K	Pieza	2	1	35	70
KV15691	Placa Costilla	Placa A13C	Pieza	2	4	140	1120
KV15755	Buje	NA	Pieza	2	2	70	280
KV15994	Placa	Placa A13C	Pieza	2	2	70	280
KV17203	Placa Unión Interior	Placa A13C	Pieza	2	2	70	280
KV17204	Placa Unión Interior	Placa A13C	Pieza	2	2	70	280
KV18161	Ensamble de Buje	NA	Pieza	15	2	70	2100
LVU1294	Perno Soldable	NA	Pieza	15	2	70	2100

Ensamblados diarios	70
----------------------------	----

Listado de materiales y tamaño de Kanban " Quick Tach "

Los resultados obtenidos en la tabla muestran la cantidad de partes por contenedor de Kanban, en este caso al tener un sistema de 2 contenedores se tiene un inventario de 4 días para cada parte, pero, como funcionaría el Kanban de dos contenedores?, al consumirse el primer contenedor, la tarjeta del mismo se dispara, en este caso la manera de dispararla sería al accionar un semáforo eléctrico (Ver figura 63), el cual su secuencia de luces es verde cuando se tienen los dos contenedores llenos, amarillo cuando se consumió uno de ellos y rojo cuando los dos contenedores están vacíos, para este caso como se acaba de explicar el operador coloca el semáforo en amarillo, el movedor de materiales de la sección de partes primarias toma la tarjeta de Kanban del contenedor la cual además de indicarle el número de parte, ruta, material y puntos de consumo es la orden de producción, con esto el movedor de materiales pasa la tarjeta al departamento de partes primarias el cual tiene dos días a partir que se disparó la tarjeta para surtir el material a la línea.

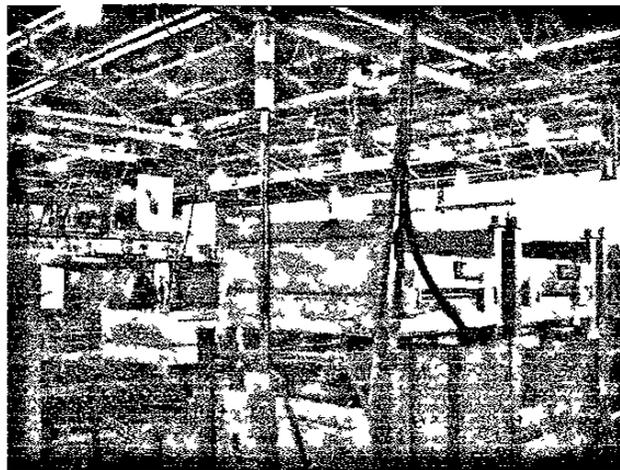


Figura 63. Semáforo de "Kanban"

En el párrafo anterior se hablo sobre el movedor de materiales, (esta persona que para este caso es la encargada de revisar los Kanban), pero puede ser cualquier otra, lo importante es que para que el sistema de Kanban funcione y las líneas no paren, se requiere asignar a una persona o varias, dependiendo el tamaño de las líneas a que monitoreen el disparo de las tarjetas.

Para calcular el tamaño del kanban de cada parte del Quick Tach y el Lower Link se utilizó la fórmula que vimos en capítulos anteriores, la cual es:

$$\text{Tamaño de Kanban} = \Sigma(\text{Requerimientos} \times \text{Cant. PU}) \times \text{FE}$$

Para el caso de las partes compradas se tiene un contenedor de Kanban más en el almacén, de esta manera se reduce el riesgo de paros de línea por incumplimientos con las fechas de entrega.

Hasta este punto ya se cuenta con toda la información necesaria para instalar la línea de producción, desde la cantidad de partes en la línea, personal requerido, operaciones de trabajo, celdas y el tiempo de trabajo por operación, ahora lo único que falta agregar es en si, el diseño final de la línea lo que comúnmente llaman Layout (Ver figura 64) ya con la ubicación exacta de cada cosa tanto herramientas, materiales e IPK's.

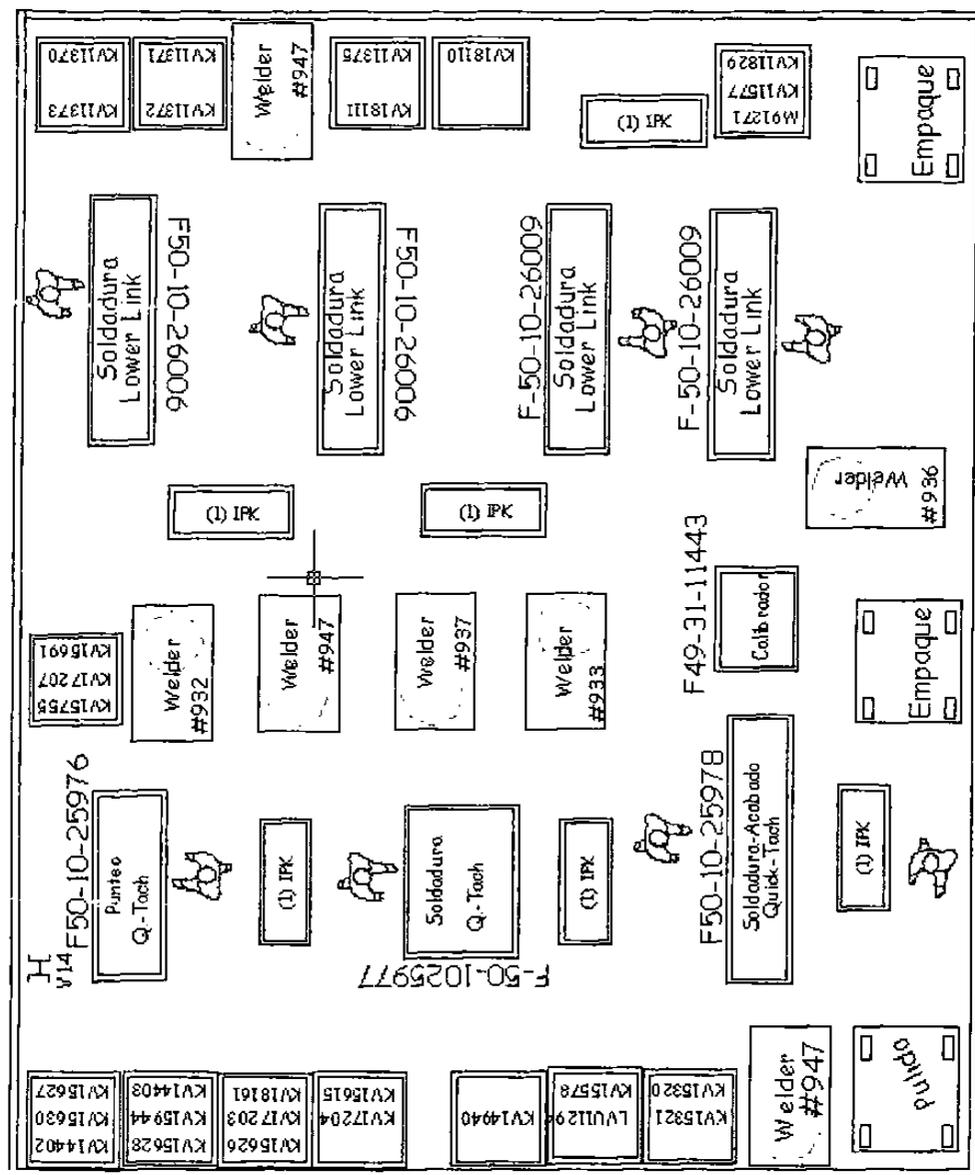


Figura 64.- Layout Final

7 CALIDAD ANTES QUE TODO

7.1. – Calidad en el Proceso..

La manufactura de clase mundial tiene un enfoque total en alcanzar la excelencia en la manufactura, los clientes demandan que la calidad en los productos tenga una prioridad mayor que la producción de los mismos. Ser una manufacturera de clase mundial no se puede lograr sin el control total de calidad y el control total de calidad no se puede implementar satisfactoriamente sin una participación activa de los empleados y sin un proceso de flujo consistente. La participación de los empleados es de suma importancia porque ¿quiénes son los que realmente conocen el trabajo?, las personas que laboran con el día a día, ya que ellos son los que viven los problemas, los procesos de clase mundial incentivan y animan a los empleados a encaminar todos sus esfuerzos hacia las metas de calidad total y mejora continua, de esta manera se logra hacer que la calidad comience desde el origen.

La filosofía de manufactura de flujo de control de calidad busca (y aquí se hace referencia a que todos los sistemas de manufactura de flujo) eliminar la oportunidad de producir un producto o proceso que no sea de calidad. En la manufactura tradicional de producción por lotes el aseguramiento de calidad se hace a través de operaciones que no agregan valor al producto, esto es una vez que se producen las partes o productos estos son revisado por inspectores de calidad y estos son los que determinan si los productos fabricados tienen la calidad mínima necesaria para pasar a la siguiente operación o para salir al mercado. En el sistema de manufactura de flujo, se tienen preverificaciones y verificaciones finales en cada operación así de esta manera se reduce o eliminan los inspectores de calidad ya que los mismos operadores son los inspectores, la calidad está integrada en el proceso en vez de que se le este verificando fuera de proceso, lo cual genera un sobre costo innecesario.

La primera cosa que hace un empleado de producción, de una compañía con sistemas de demanda de flujo de tecnología antes de iniciar su operación de trabajo, es revisar el contenido del trabajo anterior, hay que recordar que todos somos humanos y nadie está exento de errores y al revisar el trabajo de operación a operación permite detectarlos oportunamente, ya que una persona puede equivocarse pero dos o más es verdaderamente difícil.

7.1. – Hojas de Métodos Operacionales

Aunque este tema se vió y explicó en capítulos anteriores ahora toca ver el lado de calidad de estas hojas.

Las hojas de métodos operacionales, además de ilustrarle al operador el trabajo que va a realizar, también le enseña el trabajo que va a verificar y la inspección de control de calidad total que hay que hacer.

Para lograr tener calidad total en los procesos no se requiere que los operadores revisen todo, solamente elementos muy específicos del trabajo, estos elementos son los que se encuentran en las HMO's.

La calidad total dirige al empleado a puntos específicos de verificación y validación de calidad total, estos puntos son definidos por los departamentos de ingeniería y son conocidos como puntos diseñados para defecto, que al fallar deberán corregirse.

Los productos de calidad total son el resultado directo de un proceso de calidad, por esto el sistema de Demanda de Flujo de Tecnología, el proceso de calidad se diseña antes de producir la primer pieza.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. - Conclusiones

Al principio de este trabajo se planteo la hipótesis de que al implementar el sistema de Demanda de Flujo de Tecnología en una línea productiva se tendría una reducción en los niveles de inventario de materia prima, material en proceso y producto terminado, además de obtener una mayor optimización del piso productivo. Una vez terminado el caso práctico (a nivel teórico) se puede llegar a la conclusión de que este método (correctamente implementado) puede lograr mejoras considerables en la administración del piso productivo, esto debido a que te permite diseñar y calcular la mano de obra, material, recurso humano y espacio productivo de acuerdo a tu demanda, y sobre todo antes de implementarlo, además de lograr tener un inventario promedio muy reducido lo cual te da una ventaja bastante considerable ya que con esto se disminuyen los riesgos de obsolescencia (ya que se tiene poco inventario), tu

tiempo de respuesta a cambios y nuevos pedidos es mucho más corto que en los sistemas de manufactura tradicionales. Si se hiciera una comparativa con el método tradicional con el que trabaja la compañía de la cual se tomó el caso práctico, esta se maneja con un inventario promedio de 1.5 meses, lo cual está muy por arriba del inventario que nos arroja el modelo teórico, el cual es de aproximadamente 2 semanas.

8.2. – Recomendaciones.

Algo que quedaría por hacer para confirmar que efectivamente este sistema funciona, como se ve en el papel, sería llevarlo a cabo, como se aclara en algunos capítulos de este trabajo, se requiere mucha dedicación, disciplina y compromiso para lograr que este método marche sobre ruedas, en este momento en la compañía que se realizó este trabajo se encuentra en esta etapa de transformación, cambiando del sistema tradicional al sistema DFT, y algo en lo que se necesita hacer bastante énfasis es con el tema de los proveedores externos, ya que como se explicó en el tema correspondiente ellos forman una parte fundamental para que este sistema funcione.

BIBLIOGRAFÍA

- Gerardo Sandoval Montes.
Método para la implantación de la administración visual en empresas de manufactura en México.
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
http://Kaos.mty.itesm.mx/articulos_sav.html
- Gustavo Gutiérrez Garza.
Justo a Tiempo y Calidad Total.
Editorial Castillo.
Año 2000.
- James P. Womack and Daniel T. Jones.
"Lean Thinking".
Año 1999

- John R. Costanza.
Un Salto Hacia el Futuro.
Editorial JcIT Institute of Technology Inc.
Año 1993.
- Taiichi Ohno.
El Sistema de Producción Toyota.
Ediciones Gestión 2000 S. A. Barcelona.
Año 1991.
- Universidad Nacional Autónoma de México
Breve Historia de la Evolución y Gestión de la Tecnología.
<http://www.fquim.UNAM.mx/html/cursos/montano/gdt/historia>
- Enciclopedia Electrónica Encarta
- John Deere
<http://johndeere.com.mx>

LISTADO DE TABLAS

	Pagina
• Cálculos de diseño de línea "Quick Tach"	84
• Cálculos de diseño de línea "Lower Link"	85
• Listado de materiales "Quick Tach"	107
• Listado de materiales "Lower Link"	108

LISTADO DE FIGURAS

	Pagina
• Diferencias entre manufactura artesanal y líneas de ensamble.....	11
• Tarjeta de Kanban	24
• Excavadora modelo 80	35
• Ford Modelo T	14
• Formato de hoja de operación estándar	48
• Herramientas de soldadura "Quick Tach"	77,78
• Herramientas de soldadura "Lower Link"	78,79
• Hoja de métodos operacionales típica	61
• Hoja de métodos operacionales "Quick Tach" y "Lower Link"	91
• Industria manufacturera del siglo XVIII	12
• Instalaciones de Deere & Co. 1857	31
• John Deere	30

• Línea de ensamble de automóviles	16
• Línea de producción de monobloques 1940	16
• "Lawn" Tractor	35
• Línea de soldadura "Quick Tach" y "Lower Link"	111
• Línea de ensamble de tractores 1924	33
• "Lower Link"	68,72
• Minicargador frontal	66,68
• Partes de "Quick Tach"	70
• Primer arado autolimpiable	31
• Producción de vehículos marca Toyota partir de 1988.....	26
• Tractor 4600	34
• Tractor "Waterloo Boy 1920"	31
• Rastra	34
• Retroexcavadora 310 SG	34
• Semáforo de Kanban	109

GLOSARIO

- Hojas de métodos operacionales.
Representación gráfica de criterio sobre calidad y contenido del trabajo designado a un documento.
- Justo a tiempo (JIT)
Término de la cultura occidental, utilizado para definir un sistema de manufactura el cual se basa en un proceso de tiro por demanda.
- In process Kanban.
Kanban de materiales, utilizado para balacear las líneas de producción.
- Kanban.
Palabra japonesa que se traduce como señal o tarjeta de comunicación.

- **Linealidad.**
Es el objetivo principal de la manufactura de flujo, cumplir con la cuota diaria planeada.
- **Lista de materiales.**
Lista de materiales necesarios para fabricar un producto.
- **Manufactura tradicional.**
Filosofía de manufactura de producir productos en grandes cantidades y según programas mensuales.
- **Rotación de inventario.**
Número de veces que el inventario de material rota en un año.
- **Secuencia de pasos.**
Documento que se utiliza para registrar todos los pasos necesarios para producir un producto.
- **Tiempo de ciclo.**
El objetivo del tiempo de trabajo realizado por una persona o maquinaria en el proceso de flujo.
- **Tiempo "Takt".**
Tiempo de ciclo en el cual un producto se tiene que producir para cumplir con la demanda.

RESUMEN AUTOBIOGRAFICO.

El trabajo anteriormente presentado que lleva como titulo Diseño de línea de manufactura mediante la metodología de Demanda de Flujo de Tecnología en los productos Quick Tach y Lower Link componentes del minicargador frontal, se desarrolló con el fin de obtener el grado de Maestro en Ciencias con especialidad en Diseño del Producto.

El autor de este trabajo es originario de Monterrey Nuevo León, con fecha de nacimiento 31 de mayo de 1974, egresado de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, de la carrera de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones generación 1990-1995, actualmente se desempeña como Ingeniero de Proyectos de la compañía Industrias John Deere S.A. de C.V. en la cual tiene 5 años de antigüedad.

