

DISEÑO DE CELDAS



MEDIANTE TECNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LAS AREAS DE PRODUCCION DE ASCOTECH

ING. LUIS ALFREDO ELIZONDO

MAESTRIA EN INGENIERIA AREA
INDUSTRIAL

TUTOR: MC VICTOR NUÑO



CONTENIDO

PALABRAS CLAVE.

05

ÍNDICE DE FIGURAS

- 1.1.- LEMA DEL CORPORATIVO EMERSON.
- 1.2.- FABRICA DE EMERSON DE 1890.
- 1.3.- CORPORATIVO EMERSON (ACTUAL).
- 1.4.- MARCAS RECONOCIDAS DE EMERSON.
- 1.5.- DIVISIÓN- AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.
- 1.6.- PRODUCTOS FABRICADOS EN ASCO.
- 1.7.- PLANTAS DE ASCO-AMÉRICA.
- 1.8.- DISTRIBUCIÓN GLOBAL DE MANUFACTURA.
- 1.9.- VÁLVULAS DE DOS VÍAS.
- 1.10.- VARIEDAD DE VÁLVULAS Y ENSAMBLES.
- 2.1.- CASA TOYOTA Y SUS PILARES.
- 2.2.- ILUSTRACIÓN DE KANBAN.
- 2.3.- EJEMPLO DE DISTRIBUCIÓN DE CELDA.
- 2.4.- TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE CELDAS.
- 2.5.- RELACIÓN ENTRE AUTONOMATIZACION Y AUTOMATIZACIÓN.
- 3.1.- DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA CELDA 8210.
- 3.2.- ZONAS DE TRABAJO PARA ERGONOMIA LABORAL.
- 3.4.- ALTURAS RECOMENDADAS PARA ERGONOMIA LABORAL.
- 4.1.- ESTANTE PARA CONTROL DE KANBAN DE PLACAS DE IDENTIFICACION.
- 4.2.- ESTANTE PARA CONTROL DE KANBAN DE SUPERMERCADO DE SUBENSAMBLE
- 4.3.- LONA EDUCATIVA DE 5'S PARA CAMPAÑA CULTURAL EN ASCOTECH.
- 4.4.- ÁREA SELECCIONADA PARA TARJETAS ROJAS.
- 4.5.- ILUSTRACIÓN DEL MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES.
- 4.6.- ILUSTRACIÓN DE ANTES Y DESPUÉS DE ORDENADO DE HERRAMIENTA.
- 4.7.- APLICACIÓN DE LAS 5'S EN LOS DEPTOS. DE APOYO.
- 4.8.- ILUSTRACIÓN DEL CAMBIO, AL ORDEN EN EL TRABAJO.

ÍNDICE DE TABLAS

- 1.1.- VENTAS DE DIVISIONES DE EMERSON.
- 1.2.- CÓDIGOS POR FAMILIA DE PRODUCTOS
- 3.1.- ACTIVIDADES PARA PLANEACION EN DISEÑO DE CELDA.
- 3.2.- ANÁLISIS DE CAMBIO DE ORDEN EN CELDA DE ENSAMBLE.
- 3.3.- RELACIÓN VOLUMEN/INV/COSTO DE PRODUCTOS 8210.
- 3.4.- RELACIÓN DE COMPONENTES USADOS
- 4.1.- TABLA DE RESULTADOS OBTENIDOS.
- 4.2.- MATRIZ SECUENCIAL DE PRODUCTOS DE CELDA KANBAN.

ÍNDICE DE GRÁFICAS

- 1.1.- PORCENTAJE DE VENTAS EN DIVISIONES DE EMERSON
- 1.2.- PORCENTAJE DE BENEFICIOS ESPERADOS DEL PROYECTO.
- 2.1.- NIVELES DE KAIZEN DE ACORDE AL PUESTO.
- 3.1.- PARETO DE PRODUCTOS 8210 VS. DEMANDA.
- 3.2.- PARETO DE PRODUCTOS REPRESENTAN 80% DE VENTAS.
- 3.3.- PARETO DE PRODUCTOS REPRESENTAN 80% DE LOS PRODUCTOS

INTRODUCCIÓN 06

CAPITULO I **ESTADO DEL ARTE**

1.1.- ANTECEDENTES DE LA COMPAÑÍA. 08

- 1.1.1.- DESCRIPCIÓN DEL CORPORATIVO "EMERSON".
- 1.1.2.- AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.
- 1.1.3.- PERFIL DE LA COMPAÑÍA.
- 1.1.4.- ORGANIZACIÓN MUNDIAL.
- 1.1.5.- PRODUCTOS OFRECIDOS POR ASCO.

1.2.- PRODUCTOS DE ASCOTECH 16

- 1.2.1.- RECURSOS MATERIALES
- 1.2.2.- DIAGRAMA DE ACTIVIDADES.

1.3.- OBJETIVO DEL PROYECTO. 21

1.4.- ALCANCE DEL PROYECTO. 22

1.5.- HIPÓTESIS. 23

1.6.- ORÍGENES E HISTORIA DE LEAN MANUFACTURING 24

- 1.6.1.- PORQUE CONVERTIRSE EN LEAN?
- 1.6.2.- CASO: ROCKWELL AUTOMATION.
- 1.6.3.- CASO: CENTRO DE LOGÍSTICA ESPACIAL, OGDEN
- 1.6.4.- CASO: FUERZA AÉREA U.S.A, DEPARTAMENTO DE REPARACIONES
- 1.6.5.- CASO: TOYOTA Y SUS PROVEEDORES
- 1.6.6.- CASO; SHOWA TOYOTA

CAPITULO II

FUNDAMENTOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA

2.1.- LA CASA DE PRODUCCIÓN TOYOTA Y SUS PILARES.	36
2.1.2. - LEAN MANUFACTURING.	
2.1.3. - MUDA.	
2.2. - LAS 7 CATEGORÍAS DE DESPERDICIO (MUDA).	38
2.3. - KAIZEN.	40
2.4. - JIT. (JUST IN TIME)	41
2.5. - KANBAN.	41
2.6. - 5'S ÁREA DE TRABAJO VISUAL	42
2.7. - SMED. (SINGLE MINUTE EXCHANGE DIE)	43
2.7.1.- USAR LOS 5 PASOS DEL SMED PARA REDUCIR EL TIEMPO	
2.8.- TPM (TOTAL PREVENTIVE MAINTENANCE).	46
2.9.- DISEÑO DE CELDAS	47
2.9.1.- PASOS PARA DISEÑO DE CELDAS	
2.9.2. - TAKT TIME.	
2.10. – JIDOKA	49
2.11. - POKA-YOKE.	50
2.11.1.- PRINCIPIOS PARA APLICACIÓN DE POKA-YOKE	
2.11.2.- POKA-YOKE PASO A PASO.	

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA

3.1.- MÉTRICOS CLAVES PARA EL NEGOCIO	54
3.2.- RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DEL PROCESO	55
3.3.- ANÁLISIS DE PRODUCTOS Y VOLÚMENES	57
3.4.- ANÁLISIS DEL PROCESO ACTUAL	59
3.4.1.- PROCESO ANTES DE LEAN.	
3.4.2.- ESTATUS DEL OEE.	
3.4.3.- ANÁLISIS DE TIEMPOS MUERTOS.	
3.5.- ANÁLISIS DEL INVENTARIO ACTUAL.	65
3.5.1.- LISTA DE PRODUCTOS TERMINADO E INVENTARIO.	
3.5.2.- LISTADO DE PARTES, PRODUCTOS LÍNEA 8210.	
3.6.- ANÁLISIS DEL MAPA DE VALOR ACTUAL	68
3.6.1.- MAPA DE VALOR ACTUAL.	
3.6.2.- DIAGRAMA DE ESPAGUETI ACTUAL (PLANTA).	
3.6.3.- DIAGRAMA DE ESPAGUETI ACTUAL (CELDA 8210).	
3.7.- DESCRIPCIÓN DEL MAPA FUTURO	73
3.8.- IDENTIFICACIÓN DE CONSIDERACIONES Y RESTRICCIONES.	76
3.8.1.- TABLA PARA EVALUACIÓN DE CELDA.	
3.9.- DEFINICIÓN DE LAYOUT DE PROCESO FUTURO	82

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.- EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE LAYOUT Y COMPARACIÓN ANTES Y DESPUÉS.	83
--	----

4.2.- EVALUACIÓN DE RESULTADOS	91
4.3.- MEJORAS AL SISTEMA	92

CONCLUSIONES

SECCIÓN DE ANEXOS DEL 1 AL 13	103
REFERENCIAS	120

PALABRAS CLAVES

- ☐ • Lean Manufacturing / Manufactura Esbelta
- ☐ • 5's
- ☐ • Kaizen
- ☐ • One Piece Flow / Flujo Uno A Uno
- ☐ • Cellular Manufacturing / Celdas De Manufactura
- ☐ • Pou / Punto De Uso
- ☐ • Jit
- ☐ • Pull Systems / Sistemas De Jalar
- ☐ • Kanban
- ☐ • Lead Times / Tiempo Máx. De Ciclo
- ☐ • Inventory Reduction / Reducción De Inventarios

RESUMEN GENERAL

INTRODUCCIÓN

Una de los principales objetivos del corporativo de Emerson, es mayor dominio del mercado mundial, donde para Asco lo es en el ramo de fabricación de válvulas solenoides, como toda empresa, se tuvo la visión de incorporar a los sistemas, técnicas como lo son el Lean y el Six Sigma, basados en necesidades para lograr ser mas competitivos, ya que los clientes hoy en día demandan mayor velocidad, mejor servicio a menor costo.

Los puntos señalados como los más críticos y beneficiados por lean entre otros son:

- Nivel de Servicio al Cliente
- Tiempo de Entrega
- Rotación de Inventarios
- Calidad
- Productividad

Porque implementar lean?

Lean es una herramienta, que te ayuda a reducir los tiempos de ciclo, optimizar recursos, mejora la comunicación, e involucra a todo el personal de la organización.

Uno de los errores clásicos al llevar a cabo mejoras en los procesos o la utilización de las técnicas que incluye el lean individualmente, es la falta de análisis, documentación e información algo a lo que pudiéramos denominar como ingeniería ocurrente o técnica "Preparen-Disparen".

Esto sucede porque al realizar mejoras aisladas, en alguna parte de un proceso, no se visualiza la necesidad de todo el proceso y aun así la mayoría de las veces no se mide lo actual con lo ideal y lo logrado; y mucho menos el seguimiento para mantenerlo. Otro problema, es la falta de involucra mentó que se le da al personal relacionado directamente, donde se haya hecho la mejora ya que a veces se ignora su necesidad, su conocimiento y no se tiene Ni la consideración de explicarles el beneficio, lo que se convierte en una resistencia mayor al cambio.

“Lean” es una estrategia que visualiza todo el proceso, sus proveedores, clientes, el manejo de información y el flujo de los productos. Lean también se estructura en el sistema planear, hacer, medir y mejorar por lo que se establecen 4 etapas + 1.

1. La planeación establece la visión, áreas de oportunidad, metas y estrategia a seguir.
 2. Lo que se tiene que hacer antes de implementar el plan, Educar e involucrar a todos los niveles de la organización.
 3. Medir los procesos actuales e identificar con el mapa de valor y desarrollar el mapa futuro.
 4. Mejorar y controlar el proceso en base a las herramientas de lean, la demanda del cliente y el six sigma.
1. Repetir el ciclo: extenderte a tus proveedores y clientes externos.

Desde 1999, Ascotech como seguimiento a la visión del corporativo, empezó a guiar y educar a su personal directivo hacia la cultura Lean; como parte de la 1er etapa, pero no fue hasta abril del 2001 cuando comenzó el auge de la disciplina cuando los supervisores empezaron a implementar la cultura en el piso, a través de las 5's, logrando una participación total de todos los niveles y áreas de la empresa. Es importante mencionar que establecer una cultura como Lean requiere de tiempo principalmente en la etapa de concienciación a la resistencia del cambio.

En los años siguientes, se hicieron algunas mejoras de mantenimiento, de procesos de ensamble de válvulas, pero sin embargo debido al rápido crecimiento de la empresa en Mexicali y a la transferencia de 15 líneas productivas de diferente familia de válvulas, Lean solo se desarrollo hasta la 2da etapa.

A través del 2004, se reforzaron los conocimientos de Lean, para poder llevarlo a su plan de acción de 3er y 4ta etapa.

Esta presentación, se elaborará a la par con el proyecto de ejecución, por lo que a su finalización, fungirá como memoria de la implementación del sistema Lean, en las áreas de ensamble de Ascotech.

CAPITULO I

ESTADO DEL ARTE

1.1.- ANTECEDENTES DE LA COMPAÑÍA

1.1.1.- DESCRIPCIÓN DEL CORPORATIVO: "EMERSON".

Emerson es una organización manufacturera con la más alta calidad en sus productos, sistemas y servicios comerciales e industriales. La compañía esta altamente reconocida por el desarrollo de nueva tecnología para satisfacer las demandas de los clientes.

Emerson fue fundada en 1890 en St. Louis, MO y en la actualidad cuenta con más de 60 divisiones en más de 150 países. Dentro de estas 60 divisiones emplea a más 123,000 empleados alrededor del mundo.

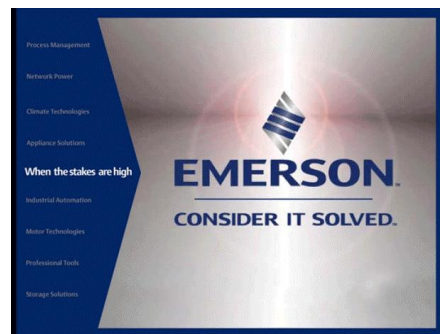


Fig. 1.1 Lema de Emerson

El año pasado las ventas de Emerson ascendieron a más de \$15.5 billones de dólares de los cuales \$8.3 billones de dólares fueron en EUA y el resto en todo el mundo. Teniendo con esto ganancias netas de más de \$1.1 billones de dólares.

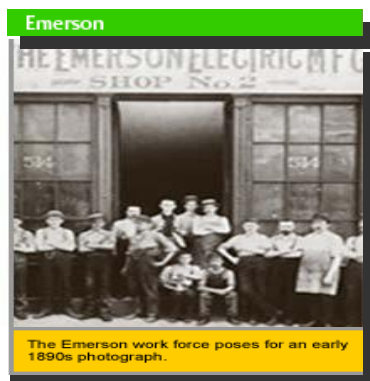


Fig. 1.2 Fabrica .Emerson 1890

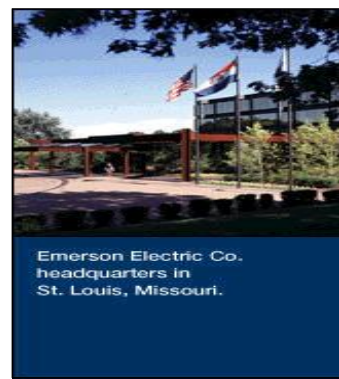


Fig. 1.3 Corporativo Emerson (actual)

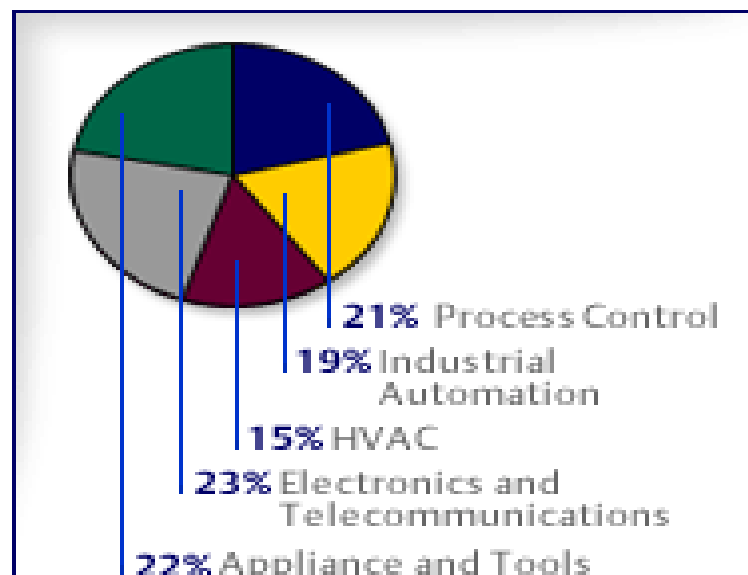
Emerson cuenta con más de 60 divisiones operativas, las cuales se pueden clasificar en 5 segmentos del mercado. Como siguen:

Ventas

Electrónicos y telecomunicaciones	\$ 3.5 B
HVAC(Heat Ventilation & Air Cond.).	\$ 2.4
Aplicaciones y herramientas	\$ 3.4
Control de procesos	\$ 3.2
Automatización industrial	\$ 3.0
	\$15.5 B

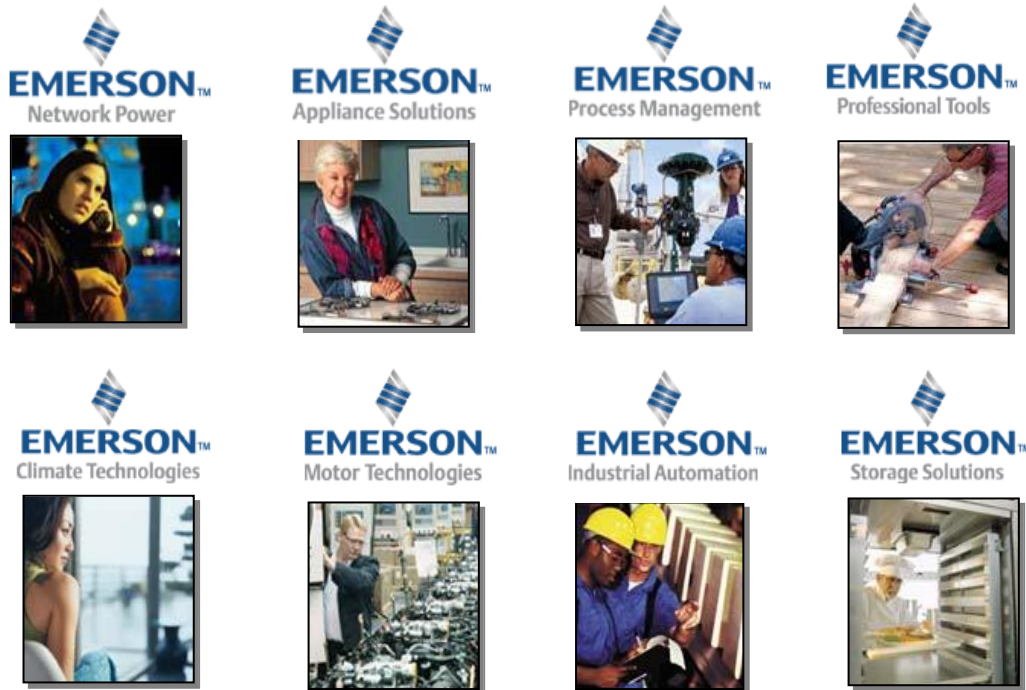
Tabla 1.1 Ventas en divisiones de Emerson

Participación de las ventas por segmentos.



Grafica 1.1 % Ventas divisiones de Emerson

Emerson para encontrarse involucrado en todos los segmentos del mercado mencionados cuenta con las siguientes marcas:



Teniendo así la siguiente organización de negocios:

MAN POWER



Fig. 1.4 Marcas de Emerson

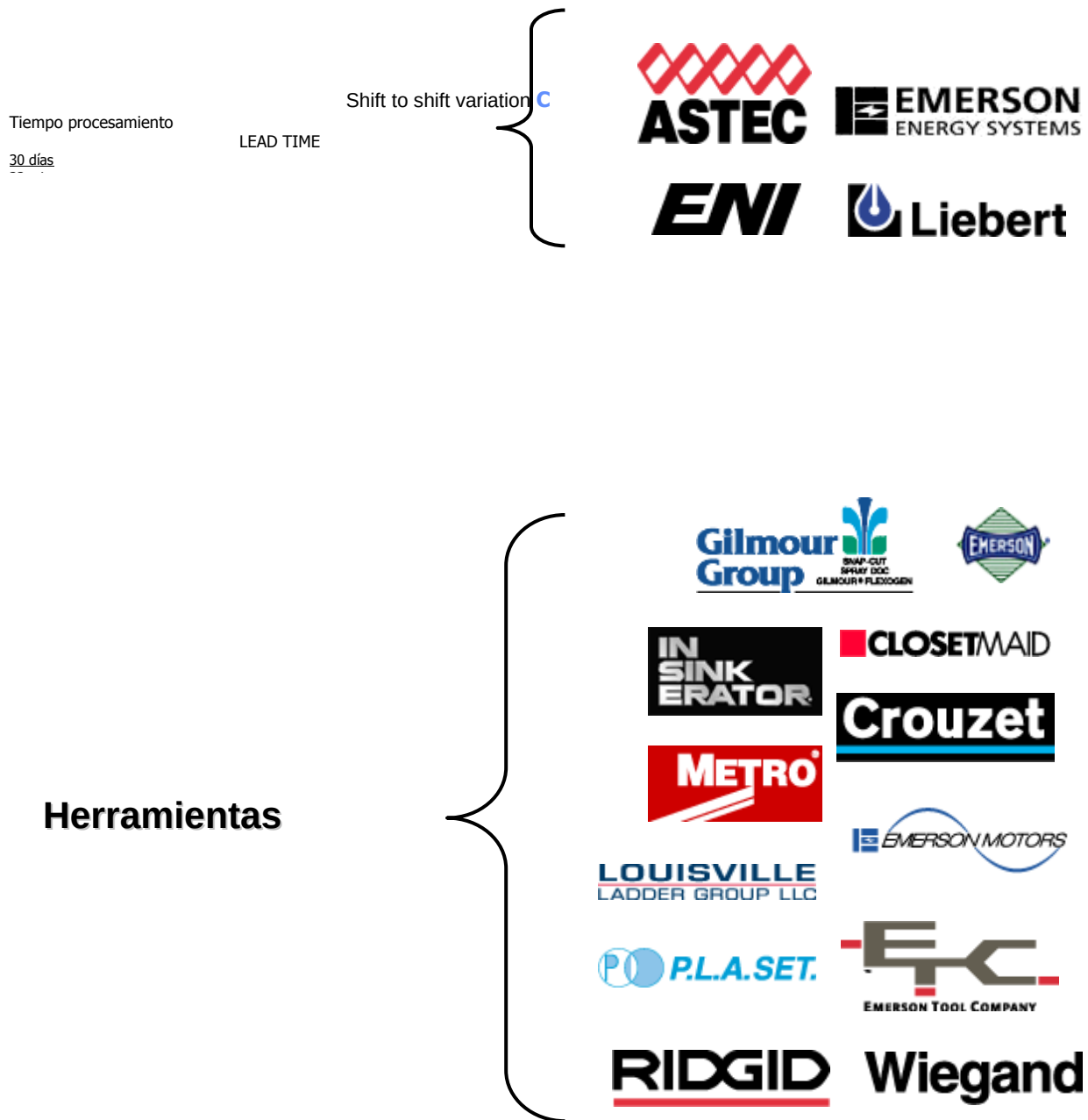


Fig. 1.4 Marcas de Emerson

Automatización Industrial



HVAC



Fig. 1.4 Marcas de Emerson

1.1.2.- Automatización industrial

Emerson provee automatización industrial mediante sistemas para el control de movimientos y sus componentes para numerosas industrias alrededor del mundo. Como se puede observar en la gráfica la empresa ASCO se encuentra dentro de este segmento del mercado del corporativo.



Fig. 1.5 División – Automatización Industrial

La línea de productos de Emerson incluye válvulas, motores, bandas, etc.

ASCO es conocido como el nuevo líder para el control de los fluidos.

ASCO es una empresa que ofrece más de 2,000 tipos de válvulas estándar para el control de los fluidos teniendo más de 30,000 variaciones para las aplicaciones específicas que cada cliente necesite.



Fig. 1.6 Productos ASCO

Los productos de ASCO para el control de los fluidos se pueden encontrar en una amplia gama de industrias en miles de aplicaciones en todo el mundo.

1.1.3.- Perfil de la Compañía



ASCO fue fundada en 1888 en Florham Park, NJ el año pasado tuvo más de \$400 Millones de dólares en Ventas. En este momento cuenta con más de 3,000 empleados.

La forma de la distribución de las ventas son del 50% por parte de un distribuidor y el otro 50% son ventas directas con el cliente, esto debido a los 4,200 puntos de contacto que tiene con el cliente.



FLORHAM PARK NJ



AIKEN SC.



ASCOTECH Mexicali B.C. México

Fig. 1.7 Plantas de ASCO Americas

ASCOTECH se encuentra ubicada en Circuito del Progreso No. 27 Parque Industrial Progreso en la ciudad de Mexicali, Baja California, lugar donde se aplicara este proyecto de mejora de Lean Manufacturing.

Es importante mencionar que en Ascotech se producen más del 65% de los modelos que fabrica Asco en todo el mundo y que su participación en ventas es mayor al 60%. Actualmente se transfirió un proceso de fabricación de bobinas. Y a su vez se esta concluyendo las pruebas finales de un nuevo producto innovador del concepto de las bobinas llamadas "La bobina Inteligente"

1.1.4.- Organización mundial

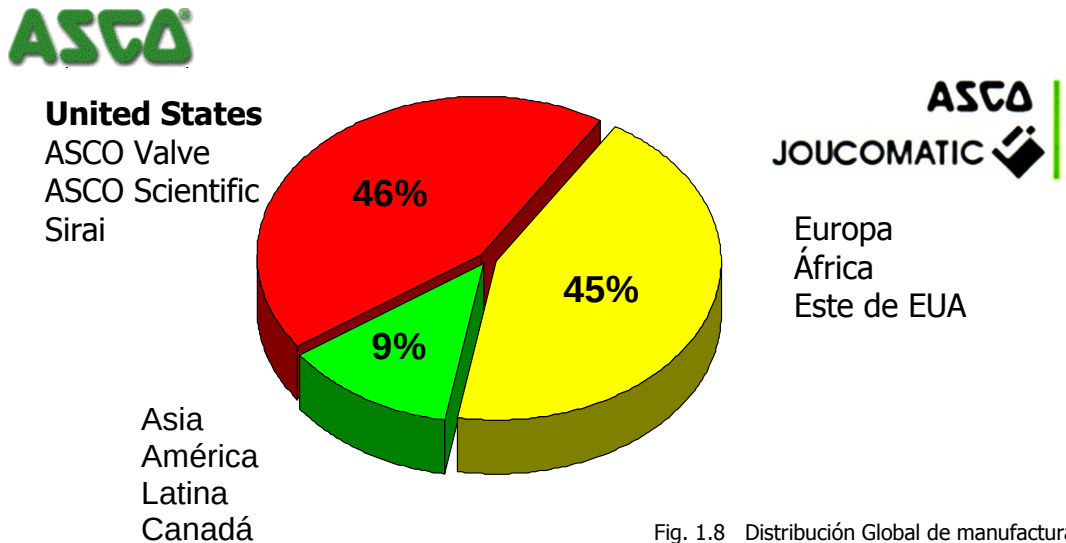


Fig. 1.8 Distribución Global de manufactura

1.1.5.- Productos ofrecidos por ASCO

La amplia gama de productos que ASCO manufactura se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Válvulas solenoides.
- Sistemas de monitoreo de válvulas.
- Sistemas de control.
- Sensores.
- Productos de combustión.
- Controles neumáticos.
- Válvulas médico/analíticas

[Página Web de ASCO](http://www.ascovalve.com)



www.ascovalve.com

1.2.- PRODUCTOS DE ASCOTECH.

Este proyecto se llevará a cabo varias líneas de ensamble. Los productos que se produce ASCOTECH son válvulas solenoides. "El código" significa el grupo al que pertenece cada familia de válvulas; y cada familia de válvulas se producen en una línea (celda) diferente dentro de la planta.

<u>Código</u>	<u>Familias</u>
109	8320
120	8262/8263
130	Y body
140	8210/8211
145	sub. ensambles
150	8214/8215
170	8316
190	8317/8321
360	KITS

Tabla 1.2 Códigos por familia de producto en Ascotech

Dentro de las familias de válvulas

existen diferentes variaciones o construcciones según:

- Clasificación... Operación piloto "o" Operación Directa.
- Tipo ... Normalmente Abierta, Normalmente cerrada "o" Universal;
- Corriente... Directa (DC) o Continua (AC).
- Construcción... Acero Inoxidable, Bronce y Aluminio.
- Operación... Neumática "o" Eléctrica.
- Vías ... 2 y 3 vías



De izq. a derecha tenemos válvula 8210, 8262, e Y body, todas ellas pertenecen al grupo de 2 vías.

Aquí se muestran tres tipos de construcción del grupo de 3 vías de izq. a derecha tenemos la válvula 8221, 8316, y 8320.



Fig. 1.9 Válvulas de 2 vías



En estas 2 fotos se aprecian válvulas de aplicación de combustión, a la Izq. válvula. 8215 y a la derecha válvula 8316 tipo Chevron



Y por ultimo se muestra un Kit, y a la derecha una variedad de sub. Ensambls.

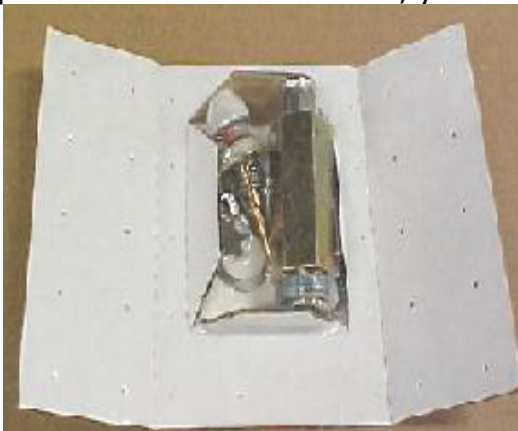


Fig. 1.10 7 Variedades de Válvulas y ensambles

1.2.1.- RECURSOS MATERIALES

Edificación de estantes Metálicos para acomodo de contenedores

Tubular calibre #18 de 1" x 1"	\$ 595.00
Lamina galvanizada 4' x 8' calibre #16	\$ 2,352.00
Remache de 1/8	\$ 150.00
Angulo de 1/8 x 1" x 1"	\$ 186.00
Solera de 1/4" x 1"	\$ 129.90
Solera de 1/8" x 1 1/4"	\$ 165.00
Soldadura 6011 de 1/8 marca Infra	\$ 121.90
Discos Makita de 14"	\$ 217.50
Discos para buffer de 1/4" x 5	\$ 115.50
Total	\$ 4,032.80

Compra de gabinetes metálicos para componentes pequeños.

Gabinete Metalico con 18 cajones	\$ 1,184.00
Gabinete Metalico con 6 cajones	\$ 609.00
Cajon para mesa (2)	\$ 805.00
Total	\$ 2,598.00

Contenedores plásticos para material (Bins)

Poly Bins 5 1/2 x 11 x 5 (200)	\$ 5,750.00
Total	\$ 5,750.00

Papelería

Papeleria en gral	\$ 200.00
Cintas para rotular Brother #241 (6)	\$ 1,600.00
servicio de enmicado	\$ 500.00
Total	\$ 2,300.00

Total Neto \$ 14,680.80

Este es un aproximado de costos por celda en pesos.*

1.2.2.- DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

- La posición de cada bloque en el diagrama indica los instantes de inicio y finalización de las tareas a que corresponden.
- Los bloques correspondientes, a tareas del camino crítico acostumbran a rellenarse en otro color, la "P" significa el tiempo planeado para la actividad descrita y la "D" el tiempo cuando se hizo.



Fecha en la que se hizo la actividad.



Fecha en la que se planeó hacer la actividad.

GENERAL				OCTUBRE 2004																																			
					M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	
#	ACTIVIDAD	ETAPA	QUIEN		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30								
A	ANALISIS Y DEFINICION DEL	DEFINIR	Luis E.	P																																			
				D																																			
B	ANTECEDENTES DE LA TECNICA LEAN	INVESTIGACION	Luis E.	P																																			
				D																																			
C	ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	INVESTIGACION	Luis E.	P																																			
				D																																			

LINEA 8210				NOVIEMBRE 2004																																		
					L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L					
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29					
1	TOMA DE TIEMPOS	MEDIR	Luis E.	P																																		
				D																																		
2	MEDICION DE INVENTARIOS	MEDIR	Luis E.	P																																		
				D																																		
3	DISEÑO DEL MAPA DEL VALOR ACTUAL	MEDIR	Luis E.	P																																		
				D																																		
4	DISEÑO DEL MAPA DEL VALOR DESEADO	MEDIR	Luis E.	P																																		
				D																																		
5	TOMAR FOTOS A LA LINEA	MEDIR	Luis E.	P																																		
				D																																		
6	DISEÑO DE LAYOUT Y DIAGRAMA DE	MEDIR	Luis E.	P																																		
				D																																		
7	ELABORAR LA PRESENTACION	HACER	Luis E.	P																																		
				D																																		

LINEA 8210				DICIEMBRE 2004																														
				M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
8	ELABORAR LA PRESENTACION	HACER	Luis E.	P																														
				D																														
9	ESTUDIO DE LOS MATERIALES	ANALISIS	Luis E.	P																														
				D																														
10	DISEÑO DE RACKS	ANALISIS	Luis E.	P																														
				D																														
11	REVICION DE PROCEDIMIENTOS	ANALISIS	Luis E.	P																														
				D																														
12	BALANCEO DE LA LINEA	ANALISIS	Luis E.	P																														
				D																														
13	HACER EL CAMBIO DE LAYOUT	IMPLEMENT.	Luis E.	P																														
				D																														
14	FORTALEZER LAS 5'S	IMPLEMENT.	Luis E.	P																														
				D																														

APLICAR ACTIVIDADES 1 AL 14

				AÑO 2005												AÑO 2006											
				ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	OCTUBRE	SEPTIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	OCTUBRE	SEPTIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	GRUPO 145	IMPLEMENT.	Luis E.	P																							
				D																							
II	GRUPO 109	ANALISIS E IMPLEMENT.	Luis E.	P																							
				D																							
III	GRUPO 360	ANALISIS E IMPLEMENT.	Luis E.	P																							
				D																							
IV	GRUPO 120	ANALISIS E IMPLEMENT.	Luis E.	P																							
				D																							
V	GRUPO 190	ANALISIS E IMPLEMENT.	Luis E.	P																							
				D																							
VI	GRUPO 150	ANALISIS E IMPLEMENT.	Luis E.	P																							
				D																							
VII	GRUPO 130	ANALISIS E IMPLEMENT.	Luis E.	P																							
				D																							
VIII	GRUPO 170	ANALISIS E IMPLEMENT.	Luis E.	P																							
				D																							

1.3.- OBJETIVO DEL PROYECTO

- ☐ Establecer un Método base, que aplique técnicas de Lean Manufacturing para lograr resultados de mejora continua a través de todas las áreas de trabajo de la empresa.
- ☐ Ayudar en la reducción de tiempos de ciclos de proceso de ensamble de válvulas solenoides.
- ☐ Impactar en la reducción de inventarios de productos terminados y entre procesos (wip).
- ☐ Reducir los costos totales del proceso hasta su optimización.
- ☐ Incrementar la flexibilidad de los procesos.
- ☐ Crear una cultura Lean que sirva como estrategia competitiva.

1.4.- ALCANCE DEL PROYECTO

El propósito de este proyecto no es tan solo edificar las bases para establecer un método secuencial para la aplicación de técnicas de Lean, sino que poder aplicarlas en las 9 áreas mas importantes de ensamble de Válvulas de la compañía, en un lapso de tiempo menor a 18 meses.

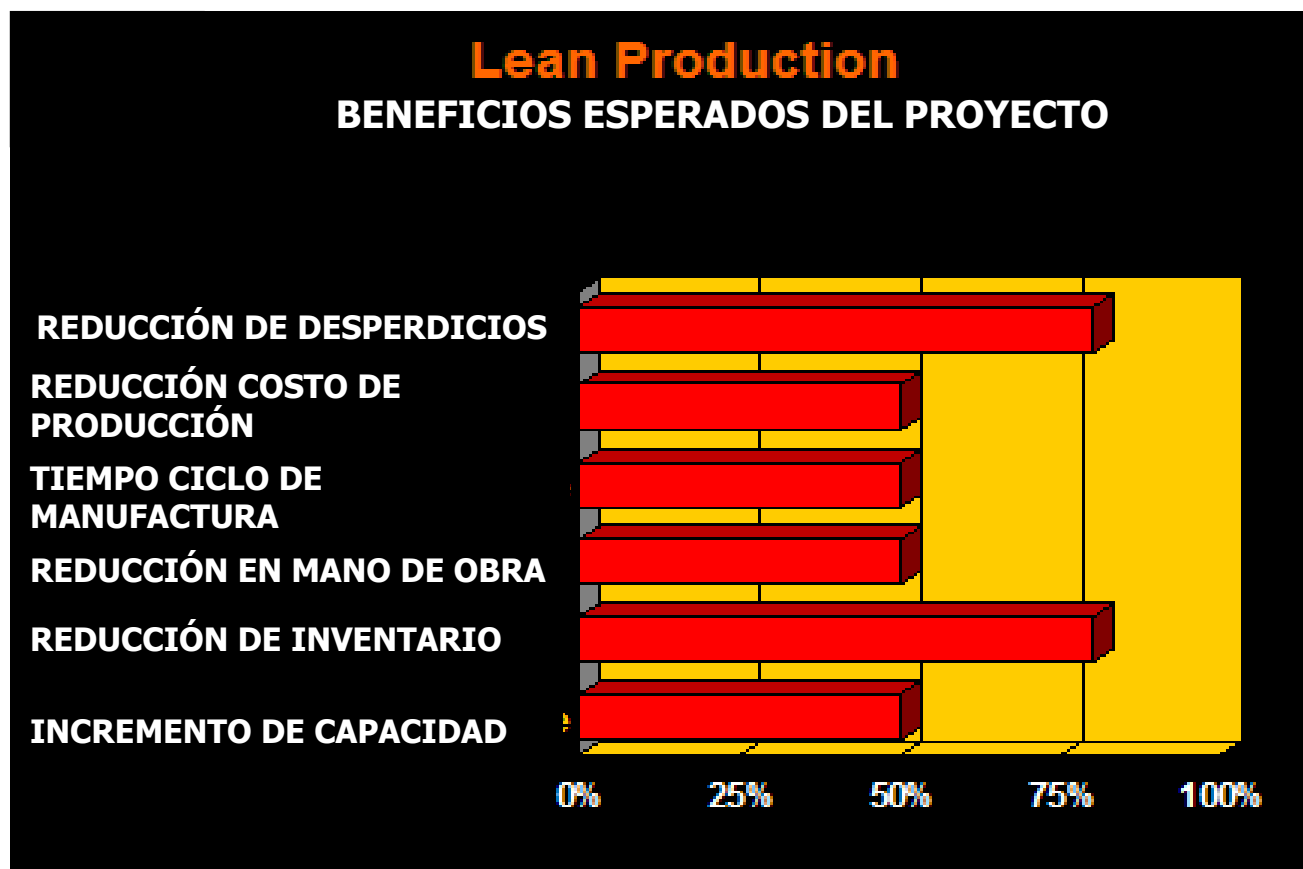
El proyecto se enfocara en cumplir los siguientes puntos:

- ☐ Eliminar operaciones que no agreguen valor al producto (Muda).
- ☐ Definir un flujo constante durante todo el proceso (JIT).
- ☐ Mejorar la distribución del proceso.
- ☐ Optimizar el aprovechamiento de espacio, en las mesas de trabajo y adecuarlas ergonómicamente.
- ☐ Establecer un sistema de pull, basado en la demanda (Kanban).

1.5.- HIPÓTESIS

Este proyecto a sido enfocado a la mejora continua en las áreas de manufactura las cuales se encuentran con un gran grado de oportunidad de mejora, en la actualidad en Ascotech se siguen disciplinas ligadas al lean, pero sin fundamento ya que se han hecho en base a improvisaciones de mejora mas no en base a un análisis y a una difusión de cultura. Sin embargo a través de las disciplinas ligadas a Lean, solidamente fundamentadas teóricamente se quiere lograr la mejora continua en las áreas de manufactura, y asociándolas con técnicas individuales con el fin de lograr impacto en los objetivos establecidos en ascotech.

Los beneficios que se pueden llegar a obtener son:



Gráfica 1.2 Porcentaje de beneficios esperados en el proyecto.

1.6.- LOS ORIGINES E HISTORIA DE LEAN MANUFACTURING.

A través de los tiempos lean manufacturing se ha conocido como Justo a tiempo, sistema de producción Toyota, entre otros, sin embargo Lean es la palabra que está de moda en la actualidad.

El linaje de Lean nos lleva hasta 1799 donde Eli Whitney creó el concepto de piezas intercambiables desarrollándolo al tomar un contrato del US Army para manufacturar 10,000 mosquetes a un precio muy bajo de 13.40 dólares cada uno.

Los siguientes 100 años los fabricantes se preocuparon por desarrollar tecnologías individuales, desarrollando máquinas y herramientas modernas para procesamiento, sin embargo pocos se preocupaban acerca de:

- Que pasaba entre procesos.
- Como se distribuían los distintos procesos dentro de la fábrica.
- Como funcionaba la cadena de procesamiento como sistema.
- Como atendían los trabajadores las diferentes funciones.

Esto cambió hasta 1890 cuando el ingeniero Frederick W. Taylor comenzó a analizar a cada trabajador y sus métodos de trabajo. Dando esto como resultado los estudios de tiempo y el trabajo estandarizado, el cual lo llamó "Administración científica". Por otro lado Frank Gilbreth, inventó las gráficas de proceso y añadió el estudio de movimientos, donde utilizaba los gráficos para medir los elementos del proceso, incluyendo aquellos que no agregaban valor. Al mismo tiempo Lillian Gilbreth introdujo la psicología, estudiando las actitudes y los motivadores que afectaban a los trabajadores y que afectaban al proceso.

Obviamente hubo muchos más contribuidores, sin embargo los que menciono son los que originalmente se enfocaron a eliminar los desperdicios de un sistema.

Después en 1910 tenemos a Henry Ford que tomó todos los elementos de un sistema (Gente, máquinas, herramientas y producto) y los acomodó en un sistema continuo desarrollando así la producción en masa.

El problema de Ford, fue cuando el mundo comenzó a cambiar y el se rehusó al cambio. Por ejemplo Ford dependía de una fuerza laboral que trabajaba desesperadamente por dinero sacrificando su dignidad y su estima donde en 1920 la creación de los sindicatos de trabajadores comenzaron a darle muchos problemas. Por otro lado la proliferación de los productos puso estragos al sistema Ford ya que no se le daba los cambios de modelo, la opción de colores múltiples y opciones alternantes a pesar de esto los métodos de Ford y sus derivados formaron un factor decisivo para que los aliados ganaran la segunda guerra mundial.

La victoria de los aliados y su forma de haber operado la producción de sus recursos bélicos, atrajo la atención de los industriales japoneses. Estos estudiaron los métodos de producción americanos con un enfoque particular en las practicas de Ford y las practicas de control estadístico de Ishikawa, Demming y Juran.

En la compañía de Toyota motors, Taichii ohno y su mano derecha Shigeo Shingo, comenzaron a incorporar las técnicas de Ford tales como control estadístico entre otras y lo denominaron el Sistema de producción Toyota o Justo a tiempo. Donde reconocen el rol tan importante del inventario.

La gente de Toyota también reconocía que Ford tenía contradicciones y deficiencias particularmente referidas hacia los empleados.

Pronto Toyota descubrió que los trabajadores tenían más que contribuir aparte de su habilidad muscular, lo que probablemente origino el movimiento de "Círculos de Calidad". El otro gran descubrimiento fue la integración de variedad de productos en el sistema, cosa que el sistema Ford carecía ya que estaba basado para la manufactura de un solo modelo.

Ohno le pidió a Shingo que trabajara sobre los problemas de cambio de setup, lo cual redujo cambios de horas a minutos dándoles la flexibilidad de producir lotes pequeños.

Todo esto sucedió entre 1949 y 1975. Cuando tomo auge la preocupación sobre la calidad y la productividad en todo el mundo, ejecutivos americanos fueron a Japón para estudiar los procesos japoneses, regresando a América básicamente con los conceptos de Kanban y los círculos de calidad.

Los primeros intentos fracasaron al querer simular el sistema de Toyota, debido a su falta de integración y comprensión de los principios.

Fue hasta 1980 cuando algunos fabricantes americanos, tales como Industrias Omark, General Electric y Kawasaki, tuvieron éxito con la aplicación de estos métodos.

Desde entonces consultores hicieron una campaña denominando el método de diferentes formas tales como "World class Manufacturing" "Stockless Production", "Continuous flow manufacturing" entre otros los cuales eran esencialmente copia del sistema de producción Justo a Tiempo.

En 1990 James Womack escribió un libro llamado "La máquina que cambió al mundo", que relataba la historia de la evolución manufacturera automotriz, combinando el estudio de fábricas ensambladoras de automóviles de Japón, América y Europa. Sin embargo lo nuevo era la frase "Lean Manufacturing".

1.6.1.- PORQUE CONVERTIRNOS EN LEAN

Hoy en día y como nunca antes en los mercados globales hay una gran necesidad de identificar y lograr mayores ventajas competitivas en los diferentes ambientes tal es como de servicios, de administración o de manufactura y donde todos se hacen las mismas preguntas, ¿cómo podemos hacer que la compañía siempre esté mejorando? ¿Cómo crear un ambiente donde se mantenían esas mejoras? ¿Dónde enfocar los recursos y cuáles son los primeros pasos correctos que dar? ¿Que necesita una compañía para lograr un estado de impulso natural en desarrollar mejora continua y mantenerla año tras año?

Hay muchas razones del porque las empresas tienen que agilizar sus respuestas y porque es importante implementar lean dentro de la organización, las causas pueden variar:

- Competir efectivamente en la economía mundial.
- Presión de los clientes en reducción de precios.
- Fases rápidas en cambios de tecnología.
- Un enfoque continuo del mercado en mejorar costos, calidad y entregas.

- Nuevos estándares de calidad tales QS-9000 y el ISO 9000-2000.
- Auditorias internas
- Mayores y Mayores expectativas por parte de los clientes.

No es una sorpresa que las organizaciones tengan anotado como prioridad numero uno, en llevar a cabo prácticas que les ayude a lograr este objetivo hacia la excelencia, sin embargo a muchas compañías este proceso puede ser muy escurridizo y frustrante, y la causa no es falta de herramientas o personal capacitado. Si no que muchas de estas iniciativas se inician en respuesta de algún tipo de crisis de la compañía o de alguna prioridad individual forzadas a implementarse de manera inmadura con un inadecuada planeación o evaluación estratégica. STR2005

1.6.2.- CASO: ROCKWELL AUTOMATION

En el caso Rockwell la solución única y poderosa para este reto le a tomado años en definir y refinar e implementar un programa enfocado a la mejora continua y el cual le han llamado "Power Lean".

Power Lean es una forma de llevar a la organización hacia la excelencia. Involucra la aplicación de los principios de Lean, dándole mas soporte al desempeño de los procesos a través de la metodología de six sigma y TPM. Y más importante aun el proceso de Power Lean ayuda a estimular la transformación necesaria de la cultura y del negocio para mantener y sostener las mejoras.

Con esta estrategia competitiva en Rockwell se han enfocado a mejorar todo aquello que agregue valor en el proceso, mejorando el flujo del proceso y eliminando todo aquello que no agregue valor. De esta forma tan sencilla se puede explicar el sistema que llevan a cabo en Rockwell, sin embargo esta por introducirse la dinámica mas critica de la estrategia; El cambio cultural.

La estrategia tiene varios elementos para lograr la transformación del conocimiento, activar la participación y cambiar la cultura. La principal interacción cultural es a través de los kaizen en proceso, generando un alto nivel de involucramiento de todos los niveles, principalmente operacional, creando el mejor concepto de cómo hacer las cosas sirviendo esto para crear una mayor propiedad y compromiso por parte de los trabajadores y de forma

equitativa. El resultado es un cambio cultural de duración de largo plazo caracterizado por un apasionamiento por la mejora en todos los niveles. Rockwell continua cosechando beneficios a través de Power Lean, por ejemplo en su planta de Rogersville Tennessee, Los empleados llevaron a cabo un análisis de mapa de valor.

Documentando todo su proceso, y el cual lo convirtieron en su ruta a seguir provocando la eliminación de todo el desperdicio, reduciendo costos logrando mejoras de calidad y un mejor servicio al cliente.

Los resultados experimentados después de 36 meses han sido:

- En costos Totales de Calidad -34%
- En reducción de tiempos de manufactura -75%
- En inversión en Inventarios -32%

A través de la aplicación de las técnicas de lean, el personal de Rockwell a comprendido como generar valor y como exponer las oportunidades para mejorar los costos, calidad y las entregas a los clientes DOD2005

1.6.3.- CASO: CENTRO DE LOGÍSTICA AEROSPACIAL, OGDEN.

En Ogden se hizo una reorganización con el fin de llevar a cabo practicas de Lean con el fin de lograr alto impacto en reducción de tiempos de entrega.

Se enfocaron cien por ciento de su tiempo implementando recomendaciones e innovaciones en el proceso, para agilizar los tiempos de proceso aplicando las técnicas tales como 5's, kanban, Smed entre otras. Se formo un equipo de siete personas y se dedico a hacer exclusivamente mejoras en su proceso principal.

Implementaron técnicas de mapa de valor, identificación de cuellos de botella dentro del proceso, se revisaron todas las condiciones y métricas actuales y llevaron a cabo eventos kaizen para atacar las actividades que no agregaban valor al proceso. Enfocaron su campaña a la eliminación de desperdicios y desarrollar una cultura Lean.

Los resultados de su último evento en la producción de su producto A-10 tuvieron impacto significativo en el costo y las entregas.

Proyectando un ahorro anual de \$680,000 dls y una reducción de 6 días de procesamiento. Durante el análisis de valor identificaron algunas áreas problema e implementaron algunas acciones, tales como anticipar preparación de kits para el armado de operaciones, establecer un Kanban para jalar materiales, localizar gabetas dentro del punto de uso, conteniendo herramientas y consumibles de uso frecuente bien organizados y áreas bien definidas.

El trabajo realizado fue enfocado para incrementar la velocidad del producto dentro del proceso, logrado aplicando los mismos recursos. Los factores críticos para lograr el éxito fueron:

- Enfoque en las necesidades del cliente a través de la cadena de suministro.
- Las metas de la organización concordaban con la visión de lo que se comunicaba.
- Se fortaleció el liderazgo en todos los niveles gerenciales.
- Se designo a un Lean Champion, para difundir el cambio dentro de la organización.
- Se establecieron métricos entendibles por los empleados en el piso de producción.
- Se hizo enfoque en crear equipos multifuncionales.
- Se estableció una constante comunicación con todos los empleados.
- Los métricos de desempeño de los gerentes están ligados al éxito del cambio en el proceso.

1.6.4.- CASO: FUERZA AÉREA USA; DEPTO. DE REPARACIONES

En la base de la fuerza aérea se han estado implementando activamente iniciativas de lean en los pasados meses, logrando mejoras substanciales en calidad, costo y entregas.

Su primer encomienda era encontrar la forma de reducir el tiempo de retrabajo, cortar costos e incrementar la calidad en la reparación de las a las de los aviones F-16.

Cuando comenzaron a analizar el proceso, descubrieron que para lograr el objetivo, necesitarían la cooperación del personal del taller. Desgraciadamente la mayor parte de la fuerza de trabajo estaba desinteresada o no deseaba voluntariamente hacer un compromiso con la campaña de mejora continua. El apoyo de la alta gerencia, los entrenamientos y educación impartida, fue clave para ayudar a motivar a los trabajadores.

El equipo de mejora desarrolló el mapa de valor, para ilustrar las actividades que agregan y no agregan valor al producto en el proceso de reparación de alas. También se llevaron a cabo numerosos entrenamientos para enseñar ala gerencia y a los trabajadores como aplicar las herramientas de Lean, tal como las 6's.

Los resultados de la campaña fueron excepcionales, el equipo fue capaz de reducir el tiempo de reparación de 15 a 4 días, por lo que resulto una reducción del costo invertido en tiempo extra de un 25% a un 0.5%.

Sin embargo el trabajo duro de este proyecto no a concluido, ya que se establecieron auditorias internas diarias para asegurar que los efectos positivos se continúen y no se olviden de las acciones implementadas. Swr2005

1.6.5.- CASO; TOYOTA Y SUS PROVEEDORES

En el capitulo "PULL" del libro Lean thinking de James Womack ejemplificando sobre la importancia de los sistemas kanban que toyota compartió con sus proveedores relata lo siguiente:

Comienza demostrando de donde viene la necesidad demandada de un cliente, donde en este caso es de una persona que tiene un pick up que por algún motivo le daño la defensa.

Esta persona dueño del pick up va a un distribuidor de refacciones a comprar su defensa, debido a que el modelo de su pick up no era reciente había una gran probabilidad de que el distribuidor no tuviera la parte en ese momento, ya que no sería costeable para el distribuidor tener en inventario cada componente de un carro en cada uno de los modelos, así que no hubo más remedio que exponerle las opciones al dueño del pick up sobre el pedido de su defensa, el cual como no hay en inventario tendrá que hacer una orden especial que llegaría en un par de días y el cual tendría que pagar una prima adicional, también se tenía la opción de que si quiere la parte para mañana pues tendría que pagar el flete.

Este tipo de situaciones incomodan a los clientes por lo que en el caso es lo que se quiere evitar creando un sistema que siempre tenga contento al cliente teniendo lo que quiere en el momento que lo desee.

Porque se tiene esta situación de no tener la pieza, resulta que esta defensa y que en especial es una defensa con acabado de lujo en cromo se fabrica en una compañía que trabaja en "batch" que significa por lotes. Esta compañía al no tener una demanda bien definida como en este caso que alguien requiere una pieza para servicio, se ve forzada por tratar de cumplir con los diferentes pedidos a mantener montañas de inventario reflejando meses de producción entre los diferentes procesos.

Primeramente se tiene un gran inventario de materia prima en hojas de lamina, que entran al proceso de formado donde se trabaja en lotes grandes solamente, debido a que los cambio de modelo toman 16 hrs., por lo que se mantienen meses de inventarios de los diferentes modelos. Después del formado debido a que las piezas se tienen que cromar por fuera con un proveedor, que a su vez también trabaja por "batch" entonces se generan grandes inventarios para poder mandar las ordenes con el proveedor, que también en su fabrica mantiene grandes inventarios de nuestros productos y otros clientes, después de varias semanas con el proveedor de cromado las piezas regresan a la planta donde pasan al área de ensamble final a ser terminadas y empacadas para ser enviadas a la bodega de almacenamiento, donde igual se mantienen meses de inventario.

Lo primero que se hizo antes de establecer un sistema kanban, se definió bien el proceso y se niveló la producción, lo que se logró al reducir el tiempo de cambio de modelo, para la reducción del tiempo primero se basaron para calcularlo en la regla de que el 90% del tiempo de una máquina debe estar disponible, mientras el 10% es para cambios de setup, se revisaron la cantidad de cambios de acuerdo a la variedad de modelos y la demanda, y así se establecieron tiempos máximos entre cambios dependiendo el tipo de máquina.

Por otro lado también se reorganizaron las áreas distribuyéndolas de acuerdo al flujo del proceso desde el área de recibo hasta el final. Se estableció un Takt time en el área de envío, donde solo lo que se vendía, activaba la señal de producción y así todas las operaciones no producían piezas si no habían sido requeridas.

Como las demandas de los clientes aun eran en "batches", se les hizo ver la capacidad y se ajustaron los requerimientos a base diaria, nivelando así el flujo de producto y estableciendo máximos de productos de los diferentes modelos para establecer corridas diarias de cada uno de ellos.

Por otra parte como parte principal del proceso se hacía por fuera (el cromado) también se vio la necesidad de aplicar la misma técnica con el proveedor lo cual con un énfasis también en agilizar los cambios de modelo se pudo acelerar el flujo de partes y de esta forma envíos diarios de producto.

Al haber resuelto estos problemas el proveedor de defensas agilizó su lead time de semanas por un día. Logrando que todos los distribuidores pudieran tener una variedad de modelos en el momento que lo quisieran.

1.6.6.- CASO: SHOWA TOYOTA

El artículo de lean en el capítulo "Mighty Toyota" también del libro Lean thinking de James Womack que relata lo siguiente en respecto del impacto de la introducción de lean en una de sus compañías internas:

La empresa fundidora Koga de la compañía manufacturera Showa en 1984 y que hacía boilers y radiadores, y que después de la crisis de 1979, la economía de la compañía comenzaba a tambalearse, muchas compañías recortaron sus planes de expansión al igual Showa se veía en la necesidad de tener que recortar 750 de sus empleados de proceso.

La primera reacción de Showa al verse amenazada y con el fin de evitar despidos, le inyectó más efectivo a la empresa vendiendo propiedades que tenía, tales como oficinas y buscó opciones para cambiarse de planta a una más económica.

Sus procesos constaban de fundición, lavado, estampado, soldado, pintado y ensamblaje donde se corría en forma de "batch" y con intervalos largos de tiempo entre cambios de modelo, esta práctica creaba montañas de inventario de partes donde estas después de cada proceso eran centralizadas en un almacén central, antes de ser enviadas al proceso siguiente. Las ordenes les tomaba meses pasar a través de todo el sistema.

Fue en este momento que Yamamoto decidió tomar acciones más dramáticas. El cual se puso a buscar a Taiichi Ohno para pedirle ayuda.

Después de convencer a Ohno formó su equipo de expertos y partieron a Showa.

Al empezar a realizar las mejoras la reacción inicial de los trabajadores fue nula. Ohno asertó que sería más viable en convertir el sistema de producción en lotes pequeños, produciendo solo lo que era requerido por el siguiente proceso, de esa forma era posible reducir tres meses de inventario en un par de días. Y al mismo tiempo duplicar la productividad y reducir el espacio requerido a la mitad, haciendo esto prácticamente con cero inversiones de capital.

Aun con estos logros, los trabajadores seguían sin creer y oponían resistencia, decían que nada de estos objetivos eran alcanzables, excepto con la posibilidad de que se quebraran el lomo por ello.

El primer proyecto de Ohno fue convertir la fabricación de coil y ensamble que era lograda a través de "batch" convertirla en un proceso de "una pieza a la vez". Creando una celda de producción pasando a través de los variados procesos, eliminando maquinaria de altas velocidades e impracticadas para cambios de modelo por plantillas y equipos fabricados en el área de restauración de equipo.

Aun con los obreros en contra en cada paso que daban, en menos de una semana fue posible eliminar la mitad del espacio requerido en la planta, reducir 95% el WIP, la mitad de la mano de obra y reducir 95% del tiempo requerido para hacer un coil.

A estas alturas Showa sabía como hacer un boyler completo en cuatro días, comparado con las 16 – 20 semanas que les tomaba hacerlo. Aun con todas las mejoras y con la caída del Yen, no se veía claro las ganancias en la compañía, y fue cuando Yamamoto concluyo que no se tenía futuro en el negocio tradicional la fabricación de boylers de hierro fundido. Fue entonces que decidió empezar al revés pensando y preguntando cual era su tecnología principal y sus capacidades reales, de acorde a la economía japonesa que en realidad ya no gastaban en este tipo de artículos. Fue entonces que decidieron que era más prometedor dedicarse a fabricar bienes de bajo volumen a la necesidad del cliente.

En este momento Yamamoto rompió con una línea de tradición de 104 años donde se estructuraba en un corporativo centralizado y creo un nuevo horizonte de productos. Descentralizó sus productos y los dividió en unidades de negocio, en este nuevo sistema era fácil saber que familias estaban produciendo ganancias adecuadas y cuales estaban quebrando la compañía.

En 1991 reevaluando su sistema lean en sus procesos, se les ocurrió que si en el diseño de sus productos el cliente tenia que estar directamente involucrado tenían que hacer algo para agilizar el proceso de diseño, fue entonces que Kawabe tomo el proyecto por tres años para desarrollar un software de diseño interactivo donde el cliente podía participar y revisar al mismo tiempo en forma real para la toma de decisiones y revisión de especificaciones.

En ese mismo lapso de tiempo Showa reconsidero la tecnología del diseño de sus boylers y sus materiales donde cambio por acero inoxidable, eliminando así la necesidad de soldar las cámaras del boyler eliminando así el 30% de su costo.

Otro cambio en su estructura fue descentralizar el departamento de planeación que procesaba las órdenes y los cambios en productos de todas las unidades de negocio, los cuales manejaban en "batches" antes de mandarlos a los departamentos de diseño el cual asignaron esta actividad al grupo de diseño y producción de cada unidad de negocio.

En resumen el proceso de implementación se vio forzado al cambio, debido a que estaban al borde de la quiebra, su estructura estaba centralizada y todas las familias de los diversos productos fungían como una sola, al comenzar la implementación hubo gran resistencia, ya que los expertos de un proceso fueron simplificados, provocando revuelco entre el personal y poca participación al cambio.

Lo que más beneficio fue la optimización de los cambios de modelo y al cambiar sus áreas de proceso que mandaban subensambles a un almacenaje central, se convirtió en una celda de producción de una pieza a la vez hasta al final. También el cambio de descentralizar sus productos les dieron oportunidad de deshacerse de los que no generaban ganancias, y como esto no fue suficiente analizaron sus opciones en diseño de los boilers y la forma de interactuar con el cliente en los diseños de producto. Todo esto tomó más de 10 años desde el día que inició la desesperada ansiedad por salvar la empresa el cual con lean sucedió.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA

2.1.1.- LA CASA DE PRODUCCIÓN TOYOTA Y SUS PILARES

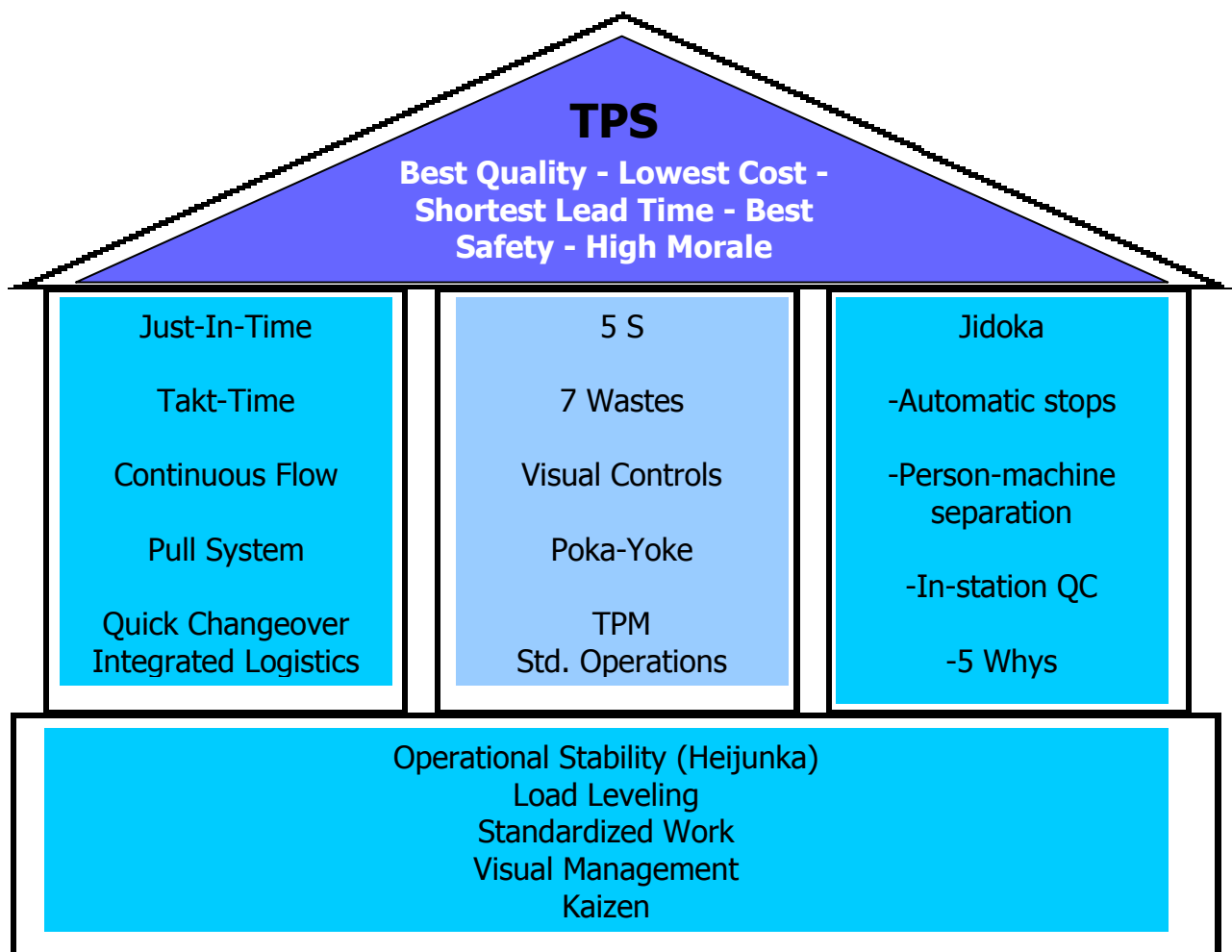


Fig. 2.1 Casa Toyota y sus Pilares

2.1.2.- LEAN MANUFACTURING

La manufactura esbelta nació en Japón Inspirada en los principios de William Edwards Deming y se le llamo "Toyota Production System". Donde la industria Automotriz Americana tuvo que adoptar y lo denominó Lean Manufacturing

Es una aproximación sistemática, para identificar y eliminar las actividades que no añadan valor al producto, a través de la mejora continua creando un flujo de producto que comienza por lo que el cliente jala o necesita, buscando siempre la perfección. Lean significa; añadir valor, responder rápido a los cambios, enfocarse en la Calidad, aumentar la eficiencia y productividad de nuestra fuerza laboral. TEOH, 2004

PENSAMIENTO LEAN

El principal objetivo y concepto de los programas de Lean es perseguir y eliminar los desperdicios o situaciones, que no añadan valor al sistema. (MUDA)

Se necesita un sólido entrenamiento en Ingeniería Industrial o en una disciplina técnica, para pensar e implementar soluciones innovadoras y efectivas para eliminar los desperdicios (MUDA). TEOH, 2004

2.1.3.- MUDA

MUDA, es una palabra Japonesa que significa sin uso, inútil o desperdicio.

El significado de esta palabra en términos de administración de producción es esencialmente el mismo pero una definición mas simple es "No-Agrega-Valor". Hay 7 áreas principales que se consideran fuentes de MUDA: Sobreproducción, Esperas, Transportación o Manejo, Inventario, Movimiento y correcciones.

Estas se encuentran a través de toda una organización o un sistema, aun las actividades que no agregan valor pero que no pueden ser eliminadas también son denominadas MUDA.

La insistencia de verlas como puntos negativos, nos dirige a las actividades KAIZEN o Mejora Continua; como búsqueda implacable de mejores métodos por todos los miembros de la organización con el fin de hacer más rentables las operaciones. STIMSO, 2001

2.2.- LAS 7 CATEGORÍAS DE DESPERDICIO (MUDA)

Los 7 desperdicios es una herramienta desarrollada por Taiichi Ohno como estrategia clave para el sistema de producción Toyota. Para eliminar los desperdicios es importante identificar cual es y donde se encuentra, para cada uno hay una estrategia para reducir o eliminar su efecto en la compañía, mejorando también la calidad y el rendimiento. EMS, 2001

1. - SOBREPRODUCCIÓN

Simplemente la sobreproducción es cuando se manufactura algo antes de que realmente sea requerido. La sobreproducción es sumamente costosa a una planta de manufactura porque limita el flujo suave y continuo de materiales degradando la calidad y la productividad.

La sobreproducción se basa en el JIC (Just In Case) lo que crea un incremento excesivo de los Lead Times, resultando también un alto costo de almacenaje y un modo complicado de detectar errores.

El sistema toyota utiliza como herramienta el JIT (Just In Time) para remediar la sobreproducción, ya que las piezas son hechas cuando son necesarias.

2. - ESPERAR

La espera; es cuando ocurre que los bienes o productos no son movidos o procesados. Es común que el 99% del tiempo de manufactura de un producto la pase en acumulamientos o colas para ser procesado en la siguiente operación, usualmente esto sucede cuando el flujo de material es pobre, las corridas de producción son largas, o las distancias entre centros de trabajo son muy grandes. La teoría de restricciones de Goldratt, enfatizaba que 1 hora perdida en un proceso cuello de botella, era 1 hora perdida por toda la planta en su salida final; la cual nunca podría ser recuperada.

Unir los procesos de manera que se alimente directamente al que sigue, puede reducir dramáticamente la espera.

3.- TRANSPORTACIÓN

Transportar productos entre procesos, se incurre en un costo que no agrega valor al producto. El movimiento y manejo excesivo de productos pueden generar daños, dando una oportunidad a que la calidad se deteriore. Los materialistas son usados para la transportación de materiales, resultando esto otro costo, que no agrega valor para el cliente. La transportación en ocasiones es algo difícil de reducir, debido al costo implicado al mover equipos y procesos que deben de estar contiguos, también a veces es difícil determinar cuales procesos deben estar juntos y cuales no. Mapear el flujo de los productos puede ayudar a visualizarlo más fácilmente.

4. - PROCESOS INAPROPIADOS

Muchas organizaciones utilizan equipos caros de alta precisión cuando herramientas más sencillas hubieran sido suficientes. Toyota es famosa por su automatización a bajo costo, combinado por su excelente mantenimiento de equipo viejo. Invertir en equipo más pequeño pero más flexible, creando celdas de manufactura y combinando los pasos entre operaciones esto ayudaría a reducir el desperdicio, por procesos inapropiados

5. - INVENTARIOS INNECESARIOS

Los productos en proceso (WIP); es el resultado directo de sobreproducción y espera. El exceso de inventario tiende a esconder los problemas en la planta, lo cual deben de ser identificados y resueltos con el fin de mejorar el desempeño. El exceso de inventario también incrementa el Lead time, consumo de espacio productivo, retrasa la identificación de problemas, e inhibe la comunicación. Balanceando el flujo entre los procesos a impactado lo niveles de servicio e inventarios así como el costo asociado de algunas Org.

6. - MOVIMIENTOS EXCESIVOS / INNECESARIOS

Este desperdicio, está relacionado con la ergonomía y se ve en todo momento, cuando el personal se estira, se agacha, camina, levanta, busca. Estos son casos que también afectan la salud y seguridad. Los trabajos con muchos de estos movimientos, deben de ser analizados y rediseñados para mejorar, con el involucra mentó del personal afectado.

7. - DEFECTOS O CORRECCIONES

Los defectos de calidad; dan por resultado Retrabajos o Scrap, impactando directamente los costos de la compañía. Al igual la reinspección, reprogramación, cuarentena de productos y pérdida de capacidad. En muchas Organizaciones, el costo de defectos es una parte considerable del costo total de manufactura. A través del involucra mentó del personal y la mejora continua de procesos hay una gran posibilidad de reducir los defectos.

8.- Baja utilización de empleados. Este desperdicio se le incrementó a la lista en una edición de Lean manufacturing classic lean thinking, establece que muchas compañías contratan a su gente por sus habilidades y fortalezas pero se olvidan de sus mentes.

2.3.- KAIZEN

La palabra Japonesa kaizen es ya un término muy conocido en toda la industria. Está compuesta de 2 caracteres Kanji donde Kai significa "alterar, renovar, reformar", o ser corregido en otros términos, mientras que Zen significa "Bueno". En un dialogo común Japonés significa "mejoramiento". En la industria Kaizen significa el implacable proceso de buscar y eliminar la Muda. Traducido al inglés como mejoramiento continuo, ya que los expertos sentían que la palabra mejoramiento por si sola podría dar una impresión equivocada. Muda está por todos lados. Elimínala y la encontraras en nuevos lugares. Y es por eso que el Kaizen es interminable STIMSO, 2001



Grafica 2.1 Nivel de Kaizen acorde al puesto

2.4.- JIT (Just in Time)

El Just-in-time es una de las herramientas con conceptos y técnicas para el mejoramiento de la productividad utilizadas dentro del Kaizen.

Se basa en producir las partes necesarias, en la cantidad necesaria, cuando son necesarias. Poniendo el concepto a la práctica significaría ir al lado contrario del concepto tradicional. En un proceso convencional de producción, las partes son transportadas a la siguiente operación en cuanto están todas listas. En el JIT cada estación jala solamente la cantidad exacta de piezas que necesita utilizando kanbans como señal. VADIM, 2001

2.5.- KANBAN

El término Kanaban proviene de los caracteres Kan = tarjeta y Ban = señal. Donde en el JIT funge como la herramienta de comunicación. Este sistema como su nombre utiliza una tarjeta como señal para su control; estas son colocadas en los contenedores de material con la cantidad especificada en la tarjeta, cuando un contenedor se vacía, la tarjeta se regresa a su centro de trabajo de inicio considerándose esa una orden posible a producir. VADIM, 2001

$$\text{No. Of Kanban} = \frac{\text{Daily Demand} \times (\text{Order Cycle} + \text{Lead Time} + \text{Transit Time} + \text{Safety Time})}{\text{Container Capacity}}$$

Container Capacity

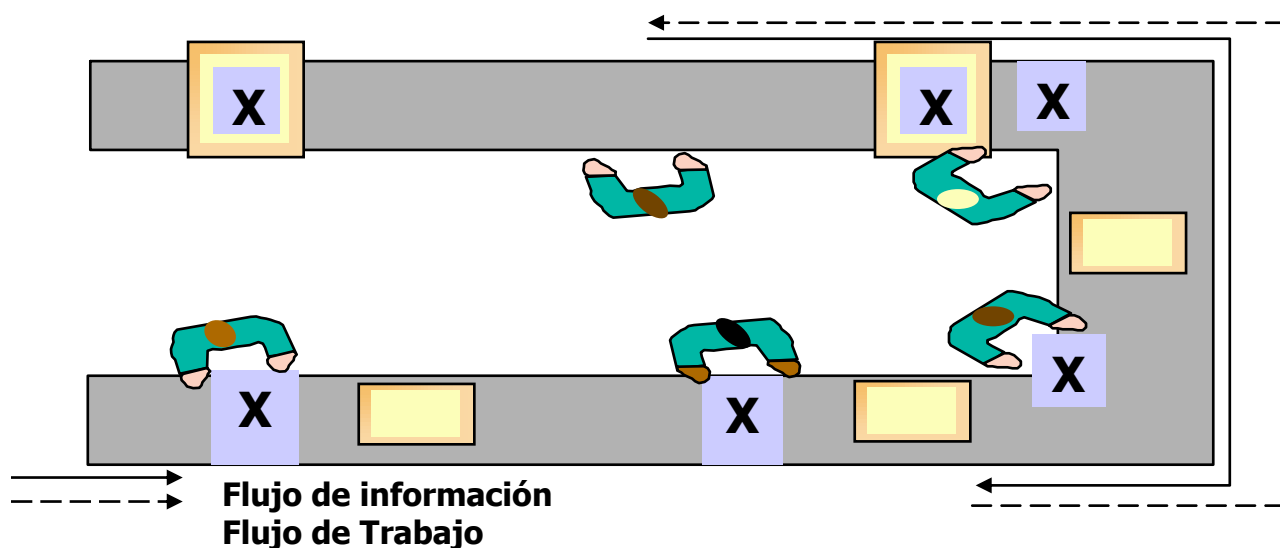


Fig. 2.2 Ilustración de Kanban

2.6.- 5 S's Área de Trabajo Visual

La misión poder entrar a un área de trabajo e inmediatamente entender como el área funciona y con que herramientas, Materiales y estándares son necesarios para hacer que funcione apropiadamente.

Las 5 s's es otra de las herramientas claves usadas en el sistema Lean que se usan para eliminación de Muda y que por otro lado convierten a las áreas de trabajo en un lugar agradable para laborar, se incrementa el orden la seguridad, limpieza y disciplina.

Se fundamenta en los siguientes 5 pilares. *SWMS, 1994*

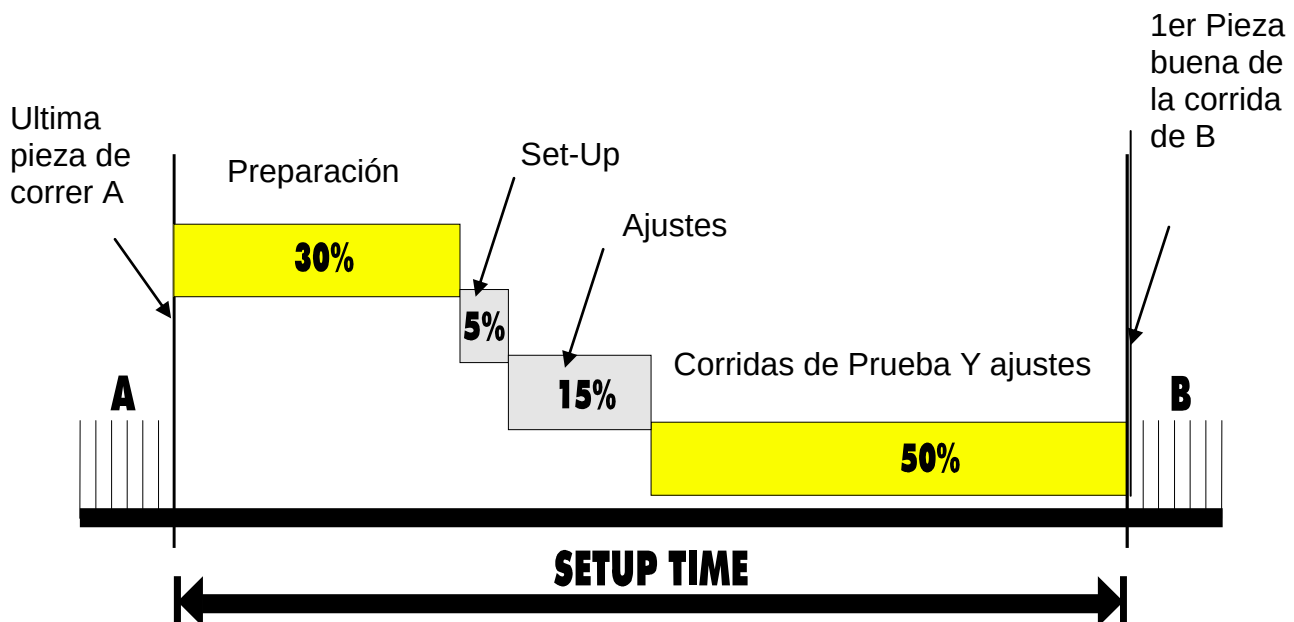
- *SEIRI-Sort Or Simplify-Organización:* Significa distinguir claramente entre que se necesita tener y que no se necesita y desechar.
- *SEITON-Set In Order Or Straighten-Orden:* Significa un lugar para todo y todo en su lugar - Tener solo lo necesario para que todos fácilmente lo encuentren y usen.
- *SEISO-Shine Or Scrub-Limpieza:* Significa mantener el piso, las máquinas y equipo limpio, y todas las áreas bien presentables.
- *SEIKETSU-Standardize Or Stabilize-Estandarizar:* Significa mantener adecuadamente el sistema de 5S, mejorando, manteniendo y estandarizando las 3S primeras de manera diaria.
- *SHITSUKE-Sustain-Disciplina:* Significa que todos han sido entrenados y todos han comprendido el beneficio de la disciplina y habito de mantener correctamente los procedimientos de las 5S's.

2.7.- SMED (Single minute Exchange die)

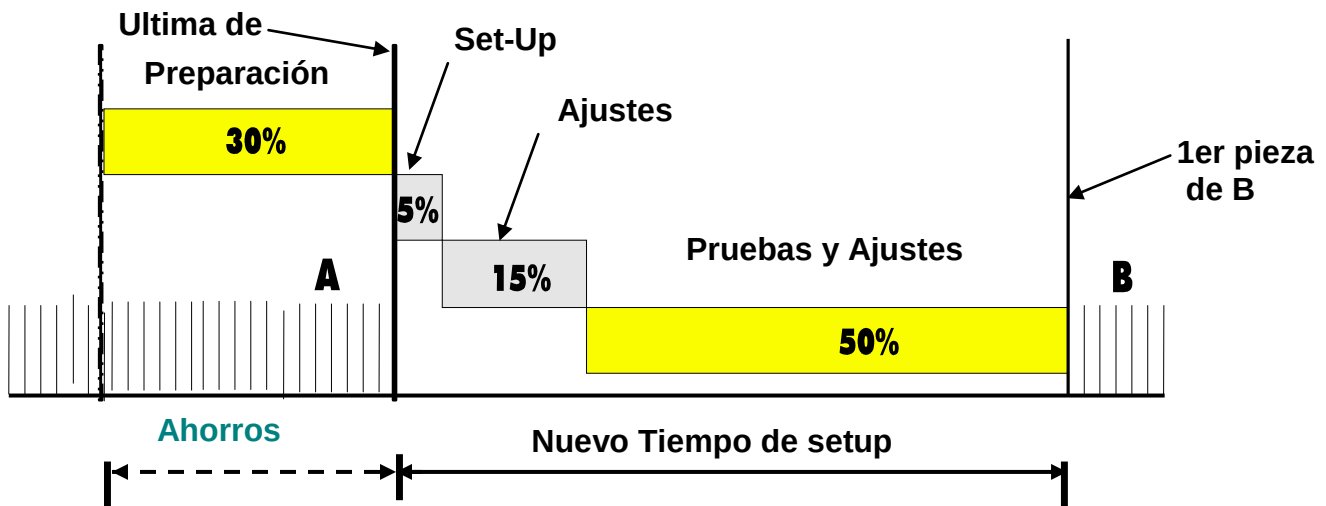
El "Single Minute Exchange of Die" fue desarrollado en 1962 por Dr. Shingo. Se basa en los principios de eliminación de los 7 MUDA aplicación de las 5 S+ 1 y los 5 Pasos y 5 Porqués (Why) con el propósito de ser mas Flexibles y Rápidos para cumplir la demanda, mejorar la Calidad y reducir el costo de operación. STR, 1998

2.7.1.- Usa los 5 pasos del SMED para Reducir el Tiempo...

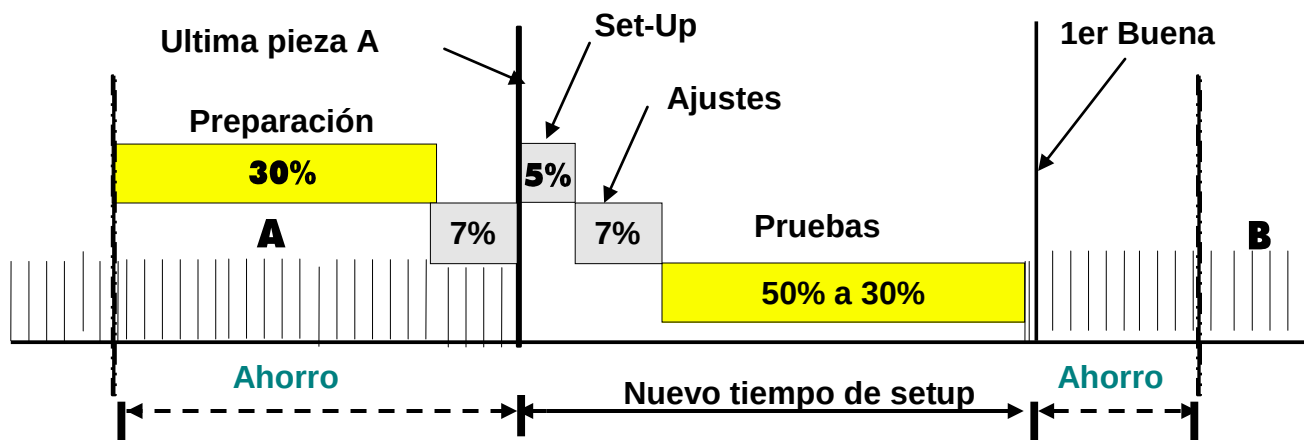
- El 1er Paso Para Lograr un QCO es reconocer los tipos de set up, el Interno y el Externo
 - Set-up Interno: Lo que se debe hacer cuando el equipo ya no este trabajando.
 - Set-up Externo: Lo que se puede hacer Mientras el equipo está trabajando.
- Changeover: Es el tiempo que ocurre desde la ultima Pieza buena en una corrida de producción Hasta la primera pieza buena de la siguiente Corrida.



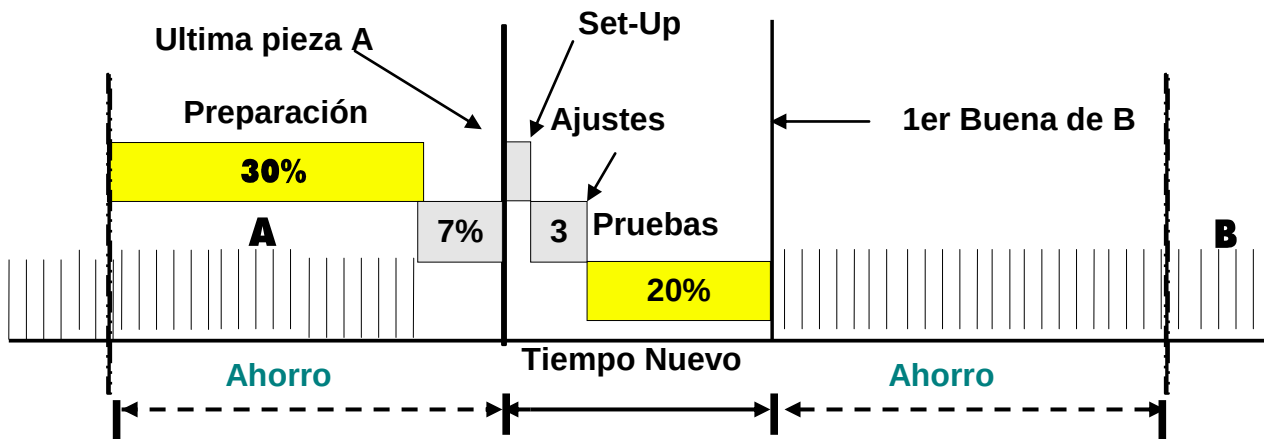
- **El 2do pasó** Separar el set-up externo del Set-Up.
Completa los elementos externos Mientras el equipo produce, prepárate para el siguiente cambio



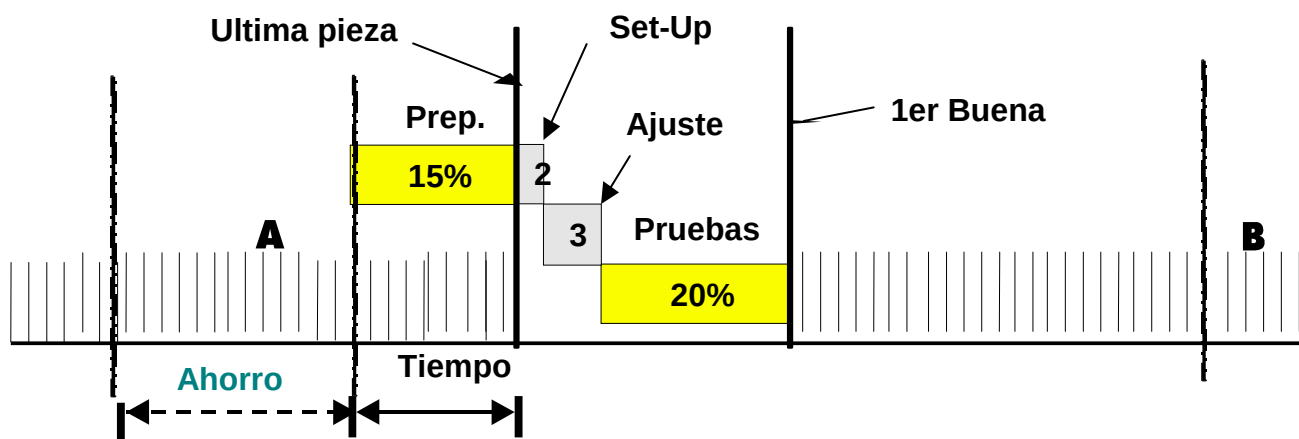
- **3er Paso** Convierte pasos del set-up interno a externo donde sea posible.
Documenta ajustes / Guarda un master piece / Compra duplicados de accesorios y herramienta / Elimina ajustes



- **4to Paso** Optimiza los elementos del set-up Interno
Trabajo en equipo / 5S / H.Neumatica / Agarraderas de 1/4 de Vuelta /
Elimina tuercas y tornillos donde sea posible.



- **5to Paso** Optimiza los elementos Externos.
Aplica las Mismas técnicas del paso 4. KEEFE, 2004



2.8.- TPM (Total Preventive maintenance)

OEE (Overall Equipment Effectiveness) es la forma de medir al TPM. Representa el % de tiempo que una máquina Esta produciendo partes buenas Vs el tiempo que Debiera producir partes buenas. KEEFE, 2004

$$\text{OEE} = \text{DISPONIBILIDAD} \times \text{DESEMPEÑO} \times \text{CALIDAD}$$

Meta del OEE a Nivel Clase Mundial De Manufactura

Disponibilidad.....90%

Desempeño de Eficiencia..... 95%

Calidad.....99.9%

$$\text{OEE} = .90 \times .95 \times .999 = 85\%$$

La disponibilidad incluye: Descomposturas, set-up's, falta de material considera tiempo de operación menos tiempo caído planeado y no planeado.

El desempeño de eficiencia incluye: Fallos y paros menores, así como la pérdida por bajar el ritmo y se calcula: partes reales x hra/partes teoricas x hra.

La calidad incluye: Defectos por Calidad, Retrabajos, arranques y pérdidas de productividad. Y se calcula: partes buenas producidas/partes producidas.

2.9.- DISEÑO DE CELDAS

Sabiendo que manufactura esbelta funciona en base a evitar el desperdicio además de aumentar el valor, la distribución del equipo provee la capacidad física para lograrlo. STR, 1998

Una apropiada distribución nos brindara varias ventajas como:

- Bajo costo de operación
- Entregas rápidas
- Flexibilidad
- Altos niveles de calidad, etc.

Una celda de trabajo es una unidad de trabajo más grande que una máquina individual o estación de trabajo pero más pequeña que todo un departamento. Típicamente consta de 3 a 12 personas y de 5 a 15 estaciones de trabajo. STR, 1998

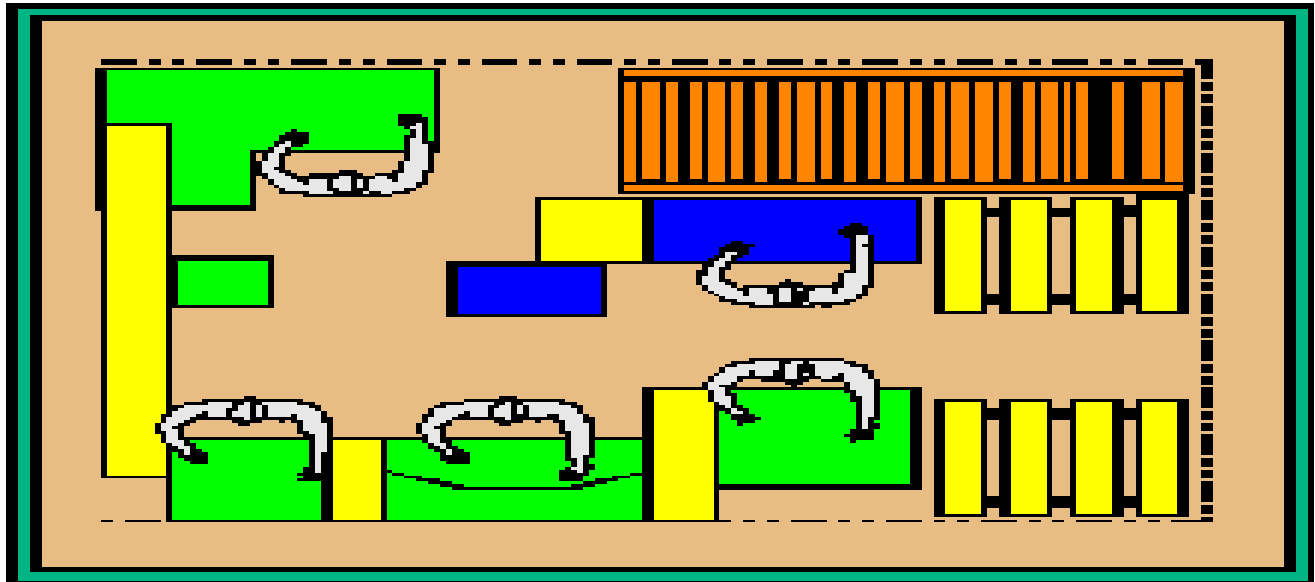


Fig. 2.3 Ejemplo de distribución de celda

2.9.1.- Pasos Para Diseño de Celdas

Como cualquier diseño de Ingeniería, se necesita proceder a través de una secuencia de pasos lógicos. En cada fase el diseñador hace acuerdos entre requerimientos en conflictos o limitaciones técnicas. STR, 1998

1.- Selección de Productos

El objetivo de la **selección de productos** es el de encontrar familias de productos similares los cuales puedan ser procesados por un grupo de máquinas sin hacer cambios o tener dificultades.

2.- La Ingeniería del Proceso

Requiere gran entendimiento de cada proceso, así como también de los tiempos de preparación, actividades del personal y los ciclos de las máquinas. Con estos datos se calcularan el número de personas requeridas además del número de estaciones de trabajo.

3.- Los elementos de Infraestructura

Apoyan el proceso pero no lo tocan. Existen muchos como por ejemplo: Contenedores, métodos de balanceo, métodos de manejo de materiales, motivación, etc.

Estos elementos son intangibles pero dentro del diseño de celdas hay muchas veces que los proyectos fallan debido a no poner atención a estos detalles.

4.- Distribución Física

Es la última de las tareas para el diseño de celdas.

En esta etapa se acomoda el equipo, personas y otros elementos físicos de la celda de trabajo.

Podemos clasificar las celdas de trabajo por la forma del flujo de material predominante. Las más comunes Tipos de celda son:

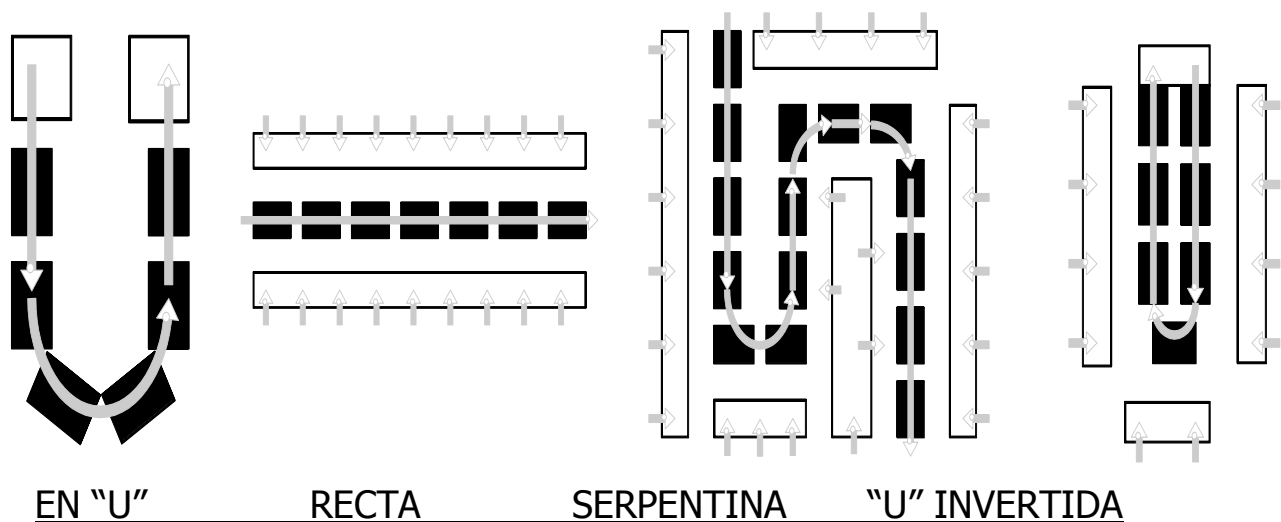


Fig. 2.4 Tipos de Celda de Manufactura

2.9.2.- Takt Time

Es el tiempo deseado entre una y otra unidad a la salida de la línea Sincronizado de acorde a la demanda. Marcando también el ritmo a todas las operaciones del proceso correctamente balanceadas a concluir una unidad, igualando el takt time o por debajo de el. KEEFE, 2004

$$\text{Takt Time} = \frac{(60\text{min} \times \text{hrs. /Día}) - \text{Breaks \& Comidas \& Otros}}{\text{Demanda Diaria}}$$

2.10.- JIDOKA

Autonomatización que en japonés significa control de defectos autónomo. Se utiliza para evitar que las unidades con defectos de un proceso fluya al siguiente proceso, deben de existir dispositivos que automáticamente detengan las máquinas y no se produzcan mas defectos. KEEFE, 2004

N I V E L	0	Cargar Máquina	Ciclo Máquina	Descargar Máquina	Transferir Parte
	1				
	2				
	La Gran Division				
	3				
	4				

Changes on main

2.11.- POKA-YOKE

El termino Poka-yoke que significa aprueba de error fue popularizado por Shigeo Shingo a través de su libro "cero control de calidad". Shingo afirma que siempre cometeremos errores, al fin y al cabo somos Humanos. Pero si Implementamos Poka-Yoke los errores se pueden prevenir de convertirse en defectos. (Errores que le lleguen al cliente).

El poka-yoke es indispensable en la organización Lean para crear y mantener los procesos. Este término fue implementado por Shigeo en el sistema Toyota donde lo llamo "cero control de calidad" llamado también Zero Defectos.

El Poka-Yoke utiliza sensores u otros mecanismos que hacen casi imposible que un operador cometa un error existen 2 tipos de señales del error: EMS, 2001

- **Sistema de Control**: Paro automático del equipo si se detecta una irregularidad.

-

- **Sistema de Advertencia**: A través de una señal avisa al operador, para que este pare y atienda el problema.

2.11.1.- SEIS PRINCIPIOS PARA LA APLICACIÓN DEL POKA-YOKE.

- **Eliminación**: Elimina la posibilidad del error al rediseñar el producto o el proceso, para que el elemento ya no sea necesario.(Simplificar producto)

- **Reemplazo**: Sustituir un proceso impredecible por uno mas confiable. (Automatización).

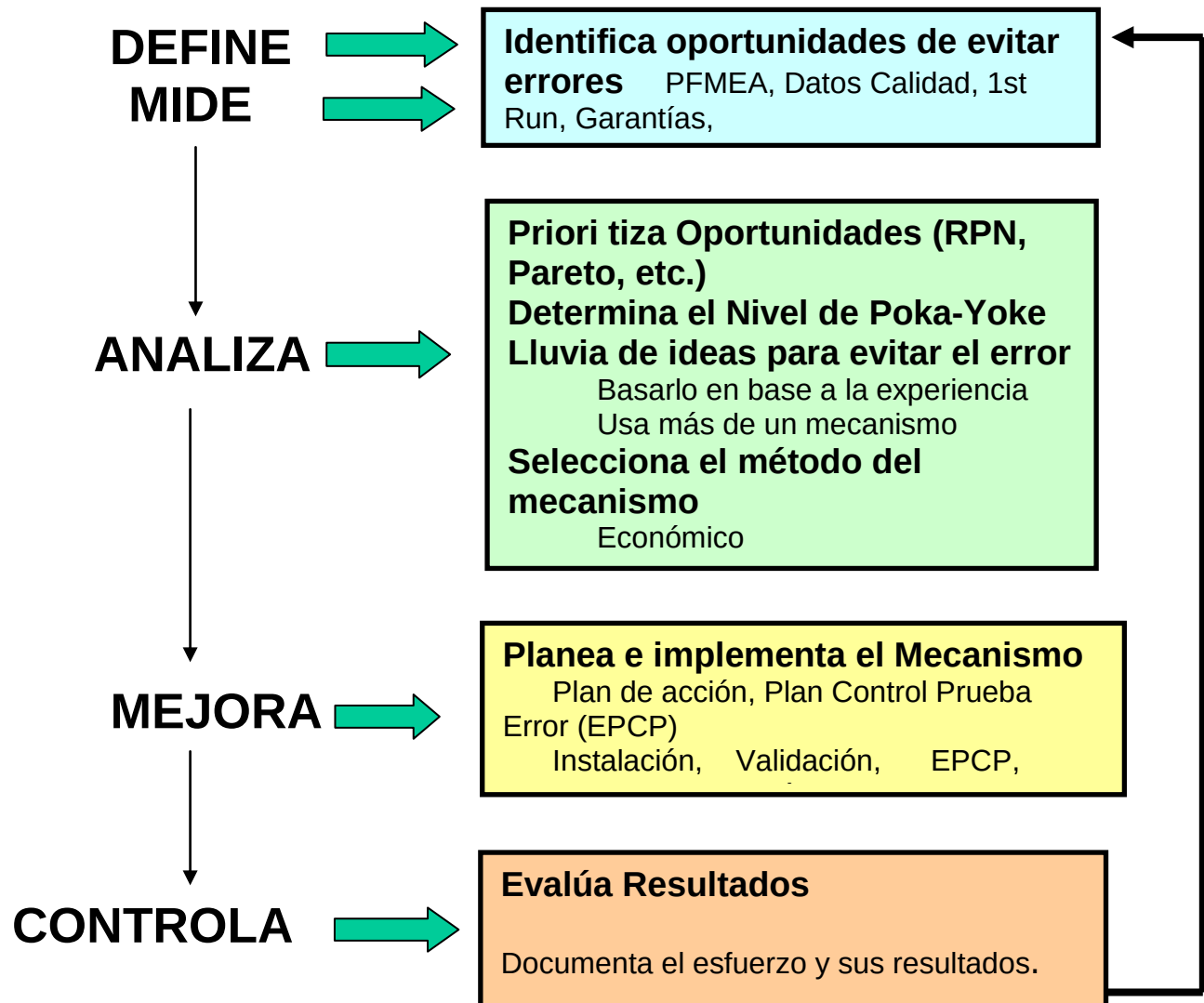
- **Preventivo**: Diseñar el proceso o producto de manera que sea imposible cometer un error (Simetría).

- **Facilitación**: Utilizar métodos específicos y con secuencia de pasos que hagan el proceso mas sencillo. (controles visuales, código de colores, identificación).

- **Detección**: Los errores son detectados antes de pasar a la siguiente operación. (sensores).

- **Mitigación**: Principios de atender con la reducción de defectos. (fusible, retrabajo sencillo).EMS 2001.

2.11.2.- POKA-YOKE PASO A PASO CON DMAIC





CAPITULO III

IMPLEMENTACION DE LA TECNICA

El propósito de este proyecto es definir una base para que nos sirva como apoyo para lograr un diseño o redistribución de una celda para manufactura, tomando en cuenta los aspectos principales para desarrollar una celda bien definida tales como familias de producto, listados de materiales, fluidez del proceso, entradas y salidas de material, orden y seguridad, combinando todos estos aspectos de diseño con las técnicas ya mencionadas de manufactura esbelta

El alcance de este proyecto lo vamos a llevar a cabo en una celda de producción de válvulas electro neumáticas del grupo 8210, dentro de la empresa de ascotech para poder dar una ilustración del seguimiento de la técnica, sin embargo podremos utilizar este método para un sin fin de procesos de manufactura.

Ya definida la misión, el enfoque del proyecto será revisar las consideración mas relevantes para el donde la preocupación primordial del diseñador será la eficiencia, efectividad y seguridad, planeando la herramienta correcta en el lugar mas apropiado, utilizando bases adecuadas para sujeción del producto.

También se planea que materiales y como serán introducidos a la línea considerando el lugar optimo para cada uno de ellos.

Entre otras consideraciones esta la liberación de espacio, operación, transportación, inspección, retrabajos y almacenajes.

La planeacion en el diseño de celdas es muy importante en una organización, ya que define la dirección de los procesos, afecta a tal grado la rotación del personal, la calidad, las entregas, el rendimiento, e influye en casi todos los métricos de desempeño de una planta.

Este tipo de proyectos de mejora precisamente se enfocan a mejorar tales métricos como y con el fin de reducir costos en manejo de material, costos de operación, el tiempo de entrega, mejora del trabajo de equipo, mejora de comunicación y mejora de calidad. Lee 1996



En esta fase de implementación que comenzamos en la unidad III utilizaremos como apoyo la técnica de six sigma "DMAIC". Donde sus siglas en español se refieren a las 5 fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar, controlar.

Esta metodología nos ayudara para mantener una secuencia lógica en el proyecto para asegurarnos un mayor enfoque del objetivo deseado y ligando perfectamente las fases entre si.

A continuación revisaremos la estructura de paso a paso de actividades que tendremos que llevar a cabo.

	ACTIVIDAD	DURACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
3	Planeacion del proyecto	1 DIA																										
3.1	Definicion de Mericos Claves	1 DIA																										
3.2	Informacion Actual del proceso	5 DIAS																										
3.3	Análisis de productos y Volumen	2 DIAS																										
3.4	Análisis del proceso actual	3 DIAS																										
3.5	Análisis del Inventario	2 DIAS																										
3.6	Análisis de Mapa de Valor	4 DIAS																										
3.7	Análisis del Mapa Futuro	4 DIAS																										
3.8	Identificación de restricciones	5 DIAS																										
3.9	Definir el layout y el proceso	1 DIA																										
4.1	Evaluar alternativas de layout	1 DIA																										
4.2	Seleccionar y evaluar Resultados	4 DIAS																										
4.3	Mejoras al sistema	x DIAS																										

Tabla 3.1 Actividades para planeacion en diseño de celdas.



3.1.- Establecer los Métricos claves para el negocio

Es muy importante establecer y definir bien los métricos que nos ayudaran a tener una visión clara del avance del proyecto enfocados claramente y alineados a las metas, objetivos y necesidades de la empresa.

En este caso las principales metas de la empresa son: El crecimiento, la productividad, El Flujo de efectivo y la Gente. Siendo este el enfoque debemos buscar de qué manera vamos a contribuir con cada uno estableciendo la meta y el objetivo.

CRECIMIENTO

◇ TIEMPO DE ENTREGAS AL CLIENTE

Medición: Reducirlo de 4 días a 1 día (Métrico "lead time")

Objetivo: Eliminar pasos innecesarios en la ruta del producto

◇ REDUCCION DEL PAST DUE (Ordenes atrasadas)

Medición: Disminución de órdenes atrasadas (Métrico "Past due")

Objetivo: Eliminar actividades de expeditacion
Enfocarnos en producir lo consumido

PRODUCTIVIDAD

◇ TIEMPO ENTRE CAMBIO DE MODELO

Medición: Reducción de tiempo muerto (Métrico "throughput")

Objetivo: Organizar las herramientas/eliminar el "muda"/rediseñar celda

◇ OPTIMIZACION DEL FLUJO DE MATERIAL

Medición: "ONE PIECE FLOW" (Metrico "Visual")

Objetivo: Establecer una técnica de abastecimiento de material y de locaciones.
Establecer kanbans para surtido

◇ CONTROLES VISUALES

Medición: Involucra miento del personal

Objetivo: Definir métodos estándar de ensamble
Crear una fabrica visual con metas y estándares visibles.

FLUJO DE EFECTIVO

◇ VALOR DEL INVENTARIO EN LA CADENA DE VALOR

Medición: Reducir el inventario total de 30 a 16 días (Métrico "Inventario")

Objetivo: Establecer Kanban en proceso/ produciendo de acorde a la demanda

GENTE

◇ REDUCCION DE CONDICIONES INSEGURAS

Medición: Reducir la tasa de incidentes (Métrico "Días sin accidente")

Objetivo: Diseñar las celdas con las consideraciones apropiadas.



3.2.- Recopilación de información del proceso

Antes de empezar el análisis debemos de recopilar toda la información posible del proceso en el cual se va a trabajar, no solo enfocándonos en lo técnico, si no también en lo cultural por lo que debemos cuestionarnos lo siguiente:

- ◇ ¿En el sistema actual como trabajamos para mejorar?
- ◇ ¿Cómo dirigimos, actuamos y nos organizamos?
- ◇ ¿Cómo aprendemos y compartimos el conocimiento?
- ◇ ¿Cómo sostenemos las mejoras realizadas?

¿Por qué es importante cuestionarnos esto?

Uno de los factores importantes para la implementación de cualquier proyecto, es la comunicación, el flujo de la información, el involucramiento de la gente de todo nivel. Por lo que debemos revisar cuales son los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo ya sea operador, administrador, o personal de soporte. Necesitamos asegurarnos que el enfoque de todos siempre sea a la mejora continua del proceso y el producto. También hay que tener a la gerencia bien integrada y que este conciente que su apoyo principal será la eliminación de barreras que obstaculizan el éxito en el piso de producción.

Por otro lado el liderazgo de cada individuo debe crear un ambiente de aprendizaje, comunicación efectiva y de trabajo estandarizado, integrando siempre la seguridad en el ambiente laboral.

Por lo que de la información que Necesitamos recopilar es importante incluir:

- ◇ El organigrama organizacional (con todos los niveles). [\(ANEXO 1\)](#)
- ◇ La descripción de puesto (roles y responsabilidades) [\(ANEXO 10/11\)](#)
- ◇ Matriz de habilidades [\(ANEXO 12\)](#)

Esto para ver como están los canales de comunicación y de desarrollo del personal, así también para ver de qué manera es la integración de los equipos de soporte hacia el proceso.



Por otro lado necesitamos la información del aspecto técnico del proceso si alguna de ellas no esta disponible vean la posibilidad de utilizar algo representativo y si no se tiene seria conveniente tener en cuenta si la queremos medir o calcular en nuestros planes futuros:

- ◇ Análisis de productos y volúmenes.
- ◇ Análisis y Fotos del proceso actual (Enfocando áreas de mejora).
- ◇ Estatus del OEE (Manejar un historial 12 meses).
- ◇ Estatus de Inventarios. (Manejar un historial 12 meses).
- ◇ Listado de No. de partes y familias del proceso.
- ◇ Elaborar mapa de valor actual.
- ◇ Elaborar diagrama de spaghetti.
- ◇ Métricos de Seguridad: Accidentes/incapacidades/condiciones inseguras ([ANEXO 2](#))
- ◇ Aspectos de Calidad: PPM Cliente, PPM Internos, PPM Proveedores. ([ANEXO 3](#))
- ◇ Estatus de la demanda y de la capacidad: historial 12 meses. ([ANEXO 4](#))
- ◇ Estatus de las entregas al cliente: historial 12 meses. ([ANEXO 5](#))
- ◇ Costos actuales de tiempo extra. ([ANEXO 6](#))
- ◇ Costos de scrap. ([ANEXO 6](#))
- ◇ Costos de transportación, fletes, expeditación. ([ANEXO 6](#))
- ◇ Identificar el layout los Inventarios acumulados. ([ANEXO 7](#))
- ◇ Elaborar mapa del proceso de planeación. ([ANEXO 8](#))
- ◇ Elaborar mapa actual VA/NVA (valor agregado/no v.a). ([ANEXO 9](#))
- ◇ Hacer sumario de oportunidades (equipo caído, variaciones en el proceso, flujo de material, setup's nivelación de planeación, estandarización de los procesos...)

La utilización de esta información va a depender del tamaño del proyecto, sin embargo hay que recordar que en cuanto más conozcamos el proceso, mayor posibilidad hay de tener éxito en nuestro diseño.

3.3.- Análisis de productos y volúmenes

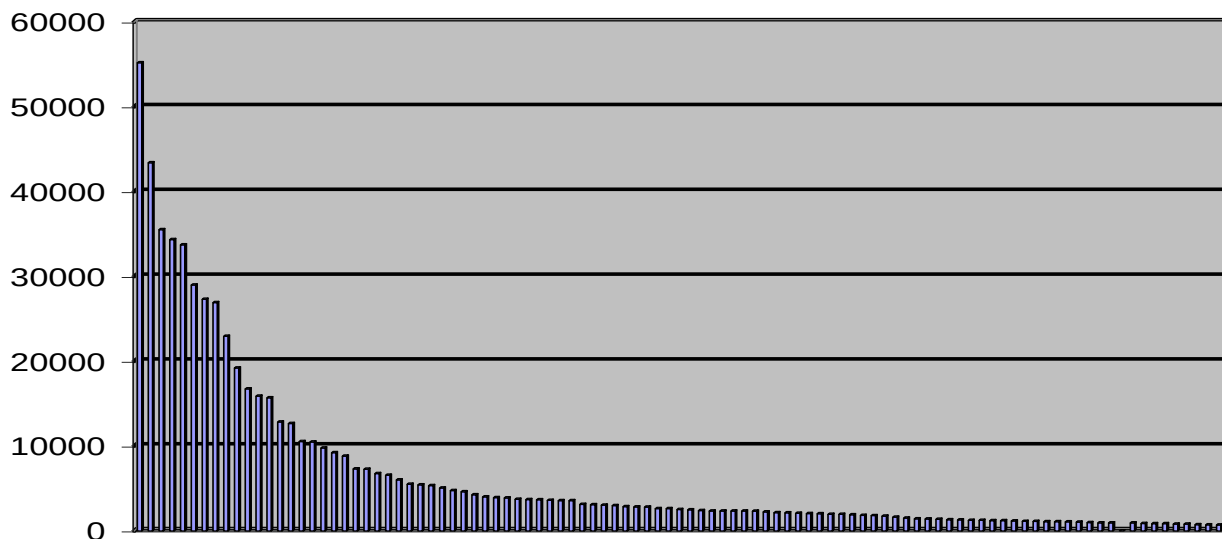
La actividad 3.3 es el análisis de productos y sus volúmenes (P-Q). Esta actividad ayuda al diseñador a entender la relación entre los diversos productos. Por ejemplo definir los de alto volumen o bajo volumen donde estos pueden requerir diferentes equipos o herramientas. El análisis también te puede ayudar a definir los requerimientos futuros ayudando a seleccionar el mejor horizonte de planeación.

Para obtener esta información se pueden usar varias fuentes de información tales como: Catálogos de productos, Historial de ventas, pronósticos de ventas, revisiones visuales al proceso y encuestas a trabajadores, listados de productos terminados

En el caso de nuestro proyecto, tomamos el listado global de productos terminados que se fabrican en la celda a diseñar y los Gráficamos de acorde a sus ventas anuales.

En la apreciación de la Gráfica PQ general podemos ver que tenemos un total de 250 modelos de productos donde predomina el bajo volumen, mientras que los productos que excedían las 10,000 unidades anuales eran pocos

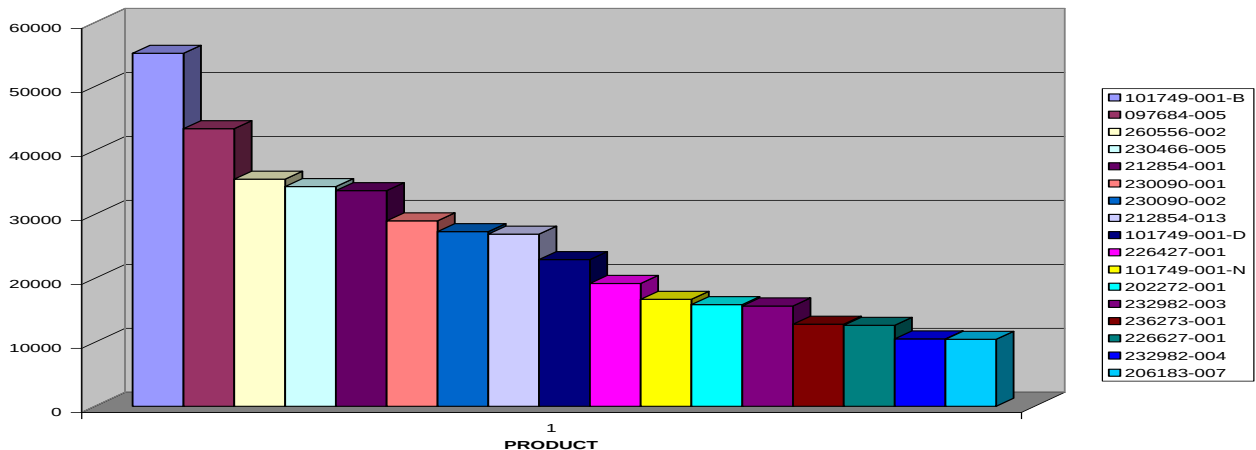
PRODUCT QUANTITY (PQ)



Gráfica 3.1 Pareto de productos ensamblados en línea vs. Demanda

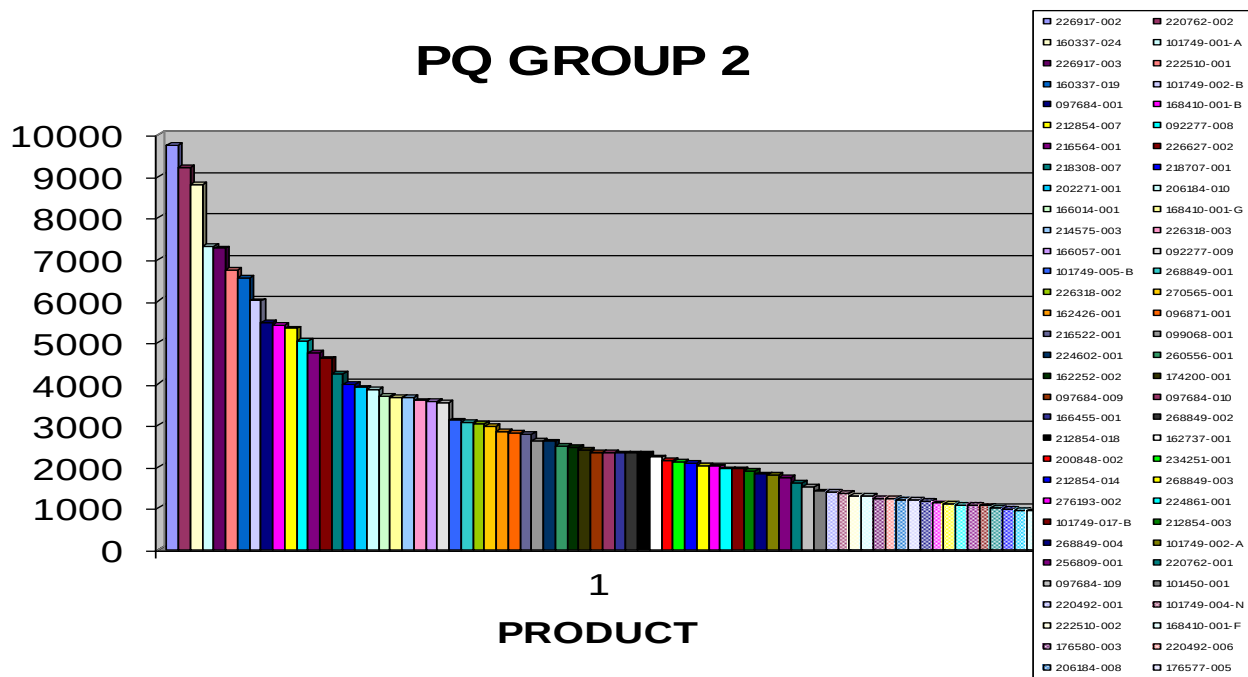
Como estrategia del análisis, se decidió hacer 2 grupos de familias donde le llamamos PQ Grupo 1 al alto Volumen y PQ Grupo 2 al bajo volumen debido que coincidentemente los productos del grupo 1 utilizaban el mismo equipo y que sus variantes estaban en la materia prima y sus parámetros de prueba. Por lo que la celda se dividirá en 2 para optimizar el proceso.

PQ GROUP 1



Gráfica 3.2 Pareto de productos que representan el 20% de productos y 80% de demanda

PQ GROUP 2



Gráfica 3.3 Pareto de productos que representan el 80% de productos y 20% de demanda

3.4.- Análisis del proceso actual

Aquí básicamente envuelve todas las actividades del producto, donde y de que manera son efectuadas. La presentación del layout actual y como fluye el producto por la celda, cambios de ordenes, tiempos muertos, rendimientos y materiales.

Layout actual

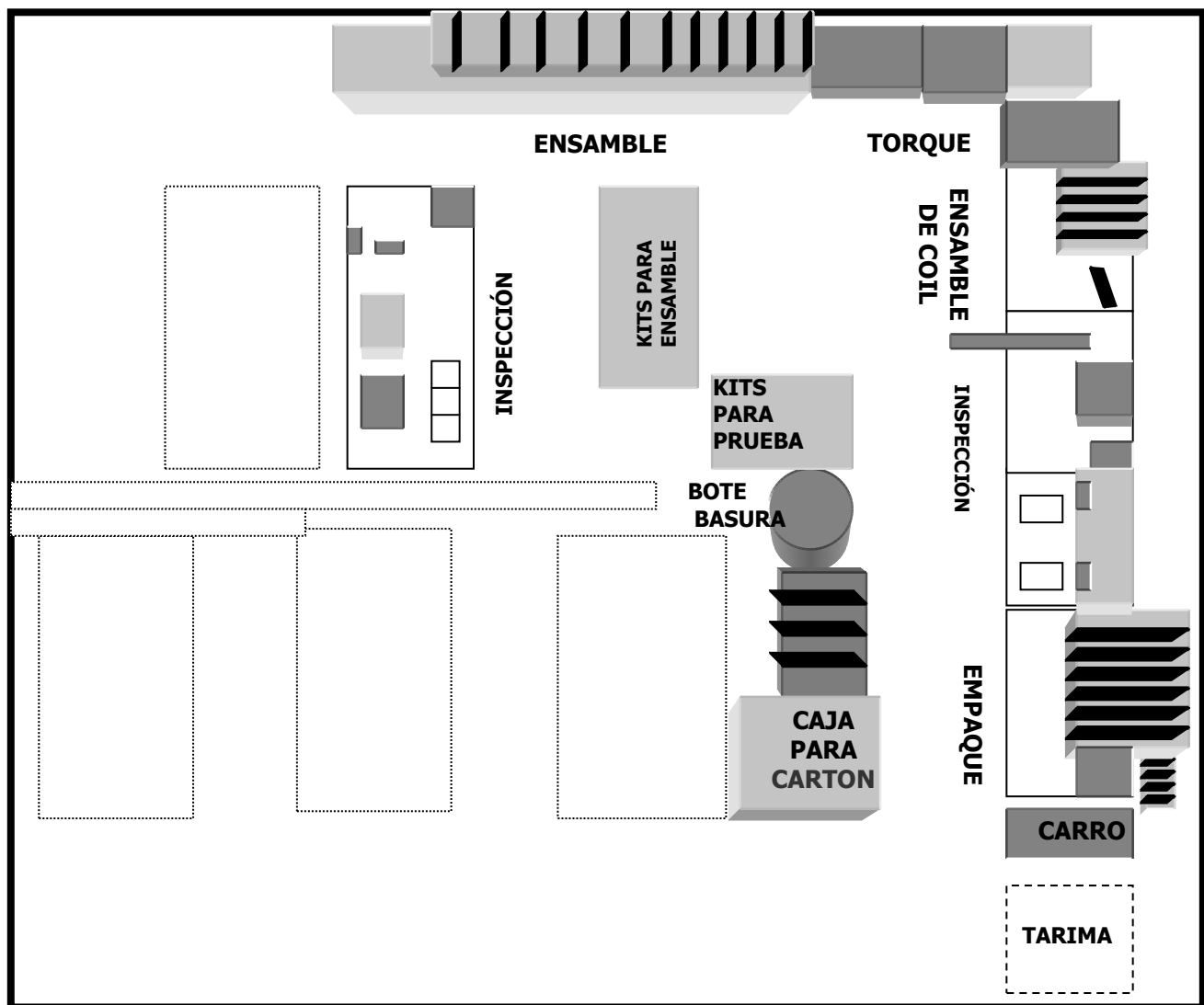
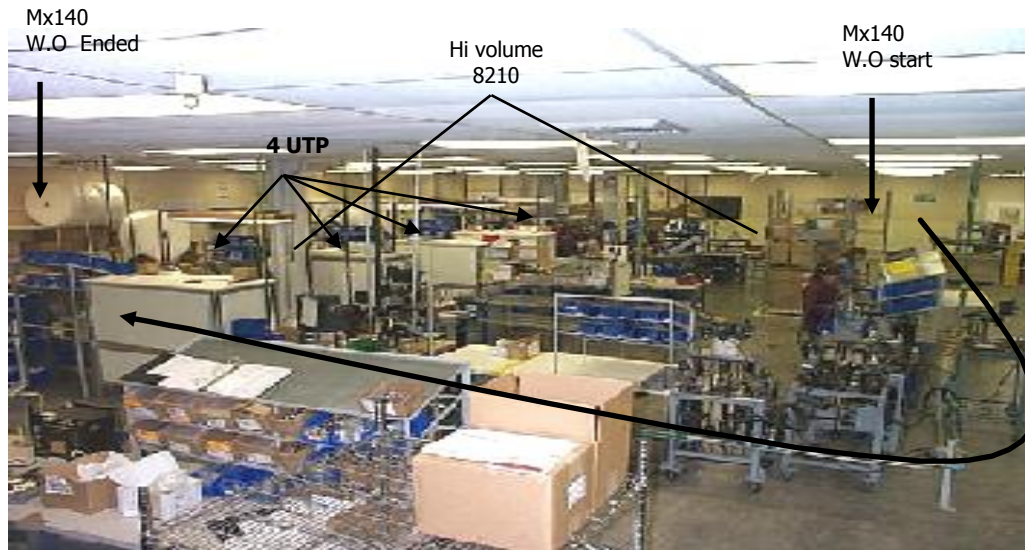


Fig. 3.1 Distribución física de la celda 8210

3.4.1.- PROCESO ANTES DE LEAN



La foto No. 1, tomada a la línea 8210 de bajo volumen, nos muestra el comienzo de una orden de trabajo y dónde termina, considerando que en esta parte del ensamble solo trabajan 3 operadoras, se puede identificar rápidamente que las operadoras se tienen que desplazar de extremo a extremo para concluir una orden aprox. 10mts. Refleja poca integración y acumulamiento de material.



La foto No. 2 se enfoca al área de armado de la válvula pero debido a la presentación del material y diseño de la línea, el operador camina a lo largo de 4mts para la selección de partes, lo cual le toma aprox. 5 minutos por orden. Otro punto es, que las máquinas de torqué de los tornillos son poco flexibles y se encuentran en el extremo derecho del ensamble, lo que provoca que el operador este acarreado las piezas de ida y vuelta para concluir el ensamble.



FOTO No.3

En la foto No. 3 se aprecia la línea de alto volumen, donde las válvulas se manejan en contenedores o charolas donde se colocan 25 válvulas en cada uno, lo que incrementa el lead time del proceso, el wip, afectando también la calidad y el retrabajo.

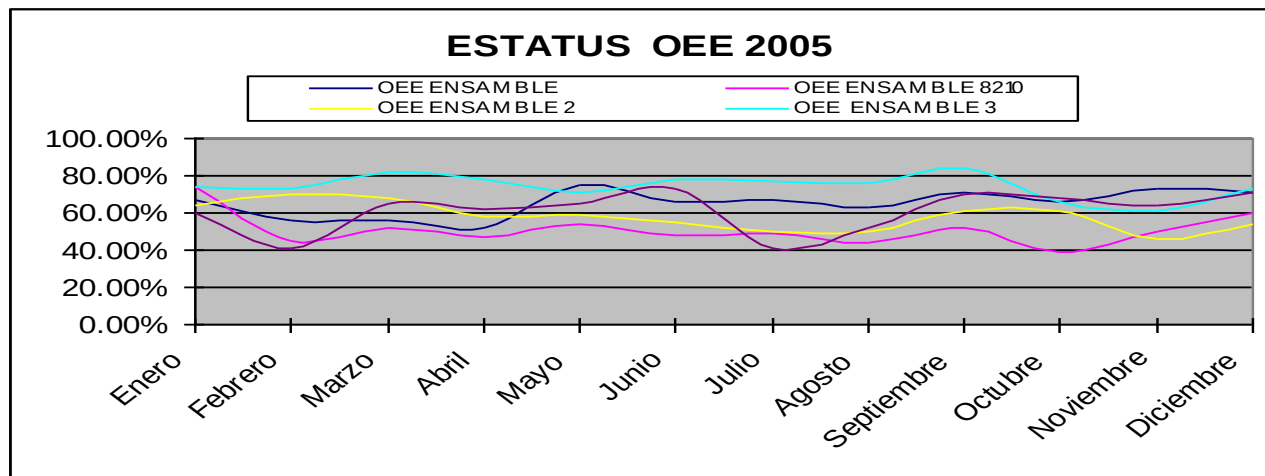


FOTO No.4

En esta foto se observa a una persona de mantenimiento en la segunda máquina tratando de reparar una falla, sin embargo se tiene una 3er máquina extra y el operador recargado esperando. No se le da la utilización adecuada al equipo.

3.4.2.- ESTATUS DEL OEE

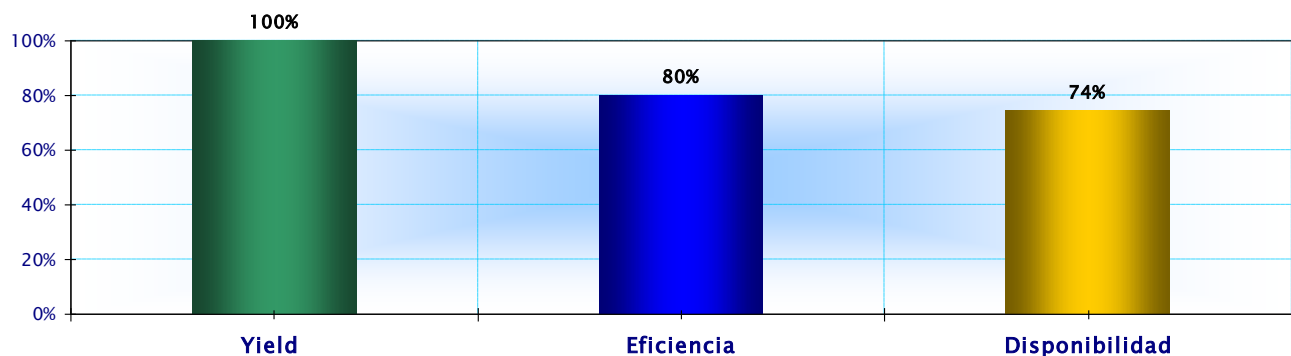
En la sección 2.8 hablamos sobre las consideraciones y cálculo del OEE donde veíamos que se calculaba con la fórmula $oee = disponibilidad \times eficiencia \times calidad$. Dentro del análisis sacaremos el comportamiento anual de las celdas durante el año del 2005 es bueno que tengamos la comparación de todas las celdas de procesos similares, para poder hacer en dado caso comparaciones en los procesos, en este análisis nos enfocaremos en la celda de ensamble 8210 (color rosa) que coincide con ser la de menor eficiencia.



Grafica 3.3 Estado del OEE en las celdas de ensamble

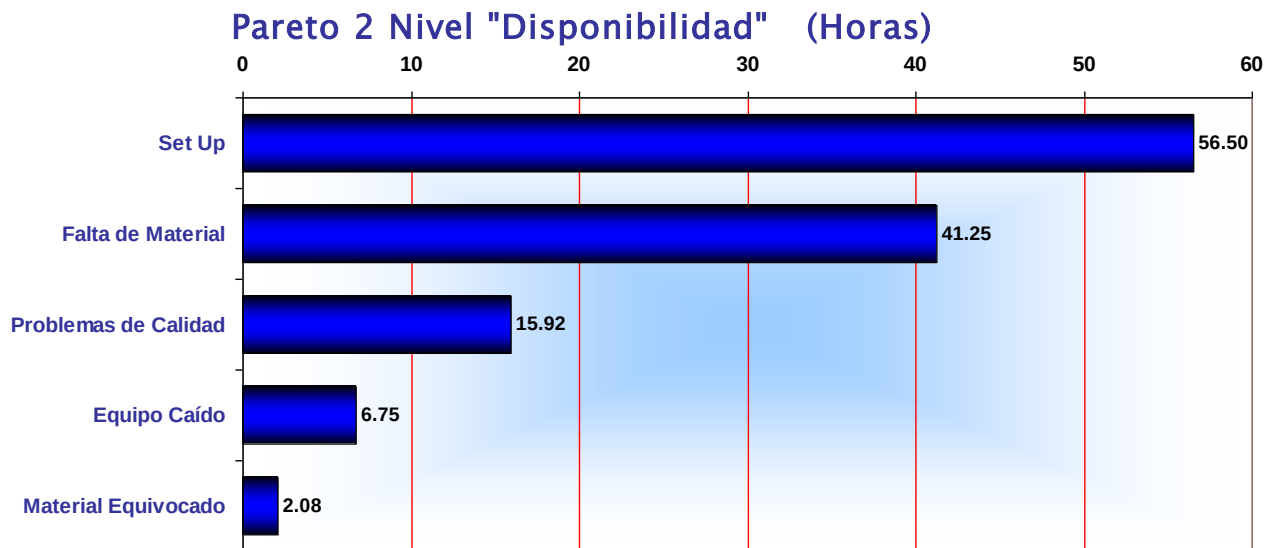
Nuestro enfoque será en la variable de "disponibilidad" de la línea de 8210 esto por ser la que tiene más variables que causen perdidas en el proceso

Pareto Causas Principales OEE "Assy" (1er. Nivel)



Grafica 3.4 Pareto de 1er nivel del análisis de causas principales que afectan el OEE

Graficando el pareto de segundo nivel de la disponibilidad de la línea de ensamble 8210 en el último mes obtenemos que nuestros mayores contribuidores son los cambios de set up, la falta de material, y problemas de calidad.



Grafica 3.5 Pareto de 2do nivel del análisis de causas principales que afectan el OEE

3.4.3.- Análisis de tiempos Muertos (Mudas)

8210 Tiempos Muertos

	Elemento	Hrs.
1	Arranque de producción	9.62
2	Tiempo Muerto x Máquina	6.76
3	Tiempo Muerto x cambio orden	68.60
4	Por faltante de Material	41.26
5	Por faltante de ordenes o equivocado	2.08
6	Por Calidad (Retrabajos)	16.02

Esta tabla contiene los tiempos muertos que de momento fueron los más críticos y medibles, otro crítico pero que no medimos es el de transportación de partes y traslado.



3.4.3.1- ANALISIS DE CAMBIO DE ORDEN

	Numero	Numero	Cantidad		(Minutos)	(Minutos)	(Minutos)	(Minutos)
	orden	MSA			Tiempo	Tiempo	Tiempo	Tiempo
No					Arranque de orden	Finalizado de orden	Cambio de orden	Tiempo de ensamble
1	314603	20320	85		N/A	6:53:30	0:00:00	N/A
2	313199	51233	40		6:58:00	7:12:35	0:04:30	0:14:35
3	304944	51233	35		7:15:00	7:25:40	0:02:25	0:10:40
4	290429	51233	30		7:28:00	7:40:00	0:02:20	0:12:00
5	314597	21030	70		7:46:00	8:14:00	0:06:00	0:28:00
6	315613	20068	40		8:20:50	8:43:20	0:06:50	0:22:30
7	314584	20221	108		8:46:50	9:25:00	0:03:30	0:38:10
8	316184	20149	13		9:26:00	9:30:50	0:01:00	0:04:50
9	314592	20327	110		9:35:00	11:11:00	0:04:10	1:06:00
10	314552	20229	575		11:19:30	14:22:00	0:08:30	2:52:30
11	314647	00078	34		14:25:00	14:38:00	0:03:00	0:13:00
12	316015	20265	60		14:40:35	15:10:00	0:02:35	0:29:25
		Total Qty	1200		Promedio de cambio de orden		0:04:05	

Tabla 3.2 Análisis de cambio de orden en celda de ensamble8210

La línea ensambla una producción de 1200pzas por turno (9.25hrs) promedio con 11 operadores, lo que equivale a 11 válvulas por HR/per.

3.4.3.2- Rendimiento de las máquinas de prueba

	Mínimo	Máximo	Promedio
pcs / hr	83	99	91
pc / shift	755	905	830

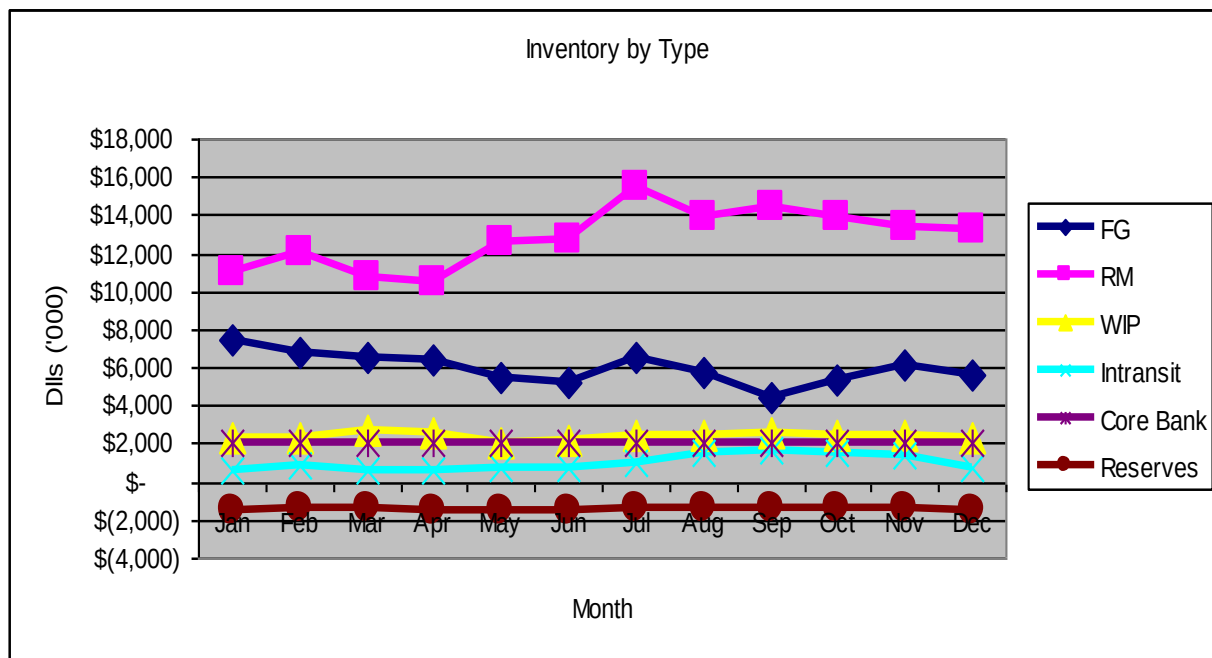
La capacidad Promedio de la línea es de 830 PCS por máquina, la cual nos daría un total de 2490 PCS lo que indica que el rendimiento actual es de 48%.

3.5.- Análisis del inventario actual

El listado a continuación contiene los 50 productos más vendidos de 250 productos en total de los cuales se maneja inventario de seguridad en el almacén representando un 20%; estos fueron obtenidos mediante el análisis de pareto (P-V) donde se mostraba el mayor dominio de las ventas en este grupo.

Teniendo un acumulativo de 6669 pcs de inventario equivalente a 127,653 dlls Esto siendo el mínimo ya que en la realidad el sistema del MRP se calcula con 15% por arriba de los inventarios de seguridad, lo que se convertiría en 146,800 dlls de inventario de una sola familia de productos y solo del 20% de su totalidad.

Para referencia documentaremos el registro de los diferentes inventarios acumulados en la planta, el cual solo es muestra como referencia del estado actual con fin de hacer un comparativo futuro.



Grafica 3.6 estatus de inventarios en planta



3.5.1.- Lista de productos terminados e inventarios de línea 8210

MSA No.	DESCP	AGR	Actual Safety stk.	STDCOST	Safety stk. cost	Actual Days of Safety Stock
20043	8210G002 120/60,110/50	25,948.00	864.00	17.53	\$ 15,145.34	8.324
20229	8210G094 120/60,110/50	22,810.00	700.00	18.74	\$ 13,115.94	7.672
20250	8210G095 120/60,110/50	18,838.00	640.00	19.63	\$ 12,564.90	8.493
20107	8210G009 120/60,110/50	14,353.00	456.00	18.42	\$ 8,401.77	7.943
20032	8210G001 120/60,110/50	6,340.00	135.00	17.62	\$ 2,378.97	5.323
20062	8210G002 24/DC	5,562.00	271.00	19.22	\$ 5,208.36	12.181
20154	8210G034 120/60,110/50	5,241.00	150.00	22.08	\$ 3,311.66	7.155
20221	8210G093 120/60,110/50	4,608.00	120.00	18.83	\$ 2,259.56	6.510
20166	8210G035 120/60,110/50	4,210.00	153.00	22.97	\$ 3,514.92	9.086
20045	8210G002HW 120/60,110/50	4,155.00	268.00	17.96	\$ 4,812.97	16.125
20061	8210G002 12/DC	3,484.00	75.00	19.15	\$ 1,436.22	5.382
20265	8210G095 24/60	3,237.00	75.00	19.88	\$ 1,490.69	5.792
51198	SCX8210G002 03074 120/60	2,790.00	200.00	18.36	\$ 3,671.78	17.921
20058	8210G002 24/60	2,506.00	200.00	17.53	\$ 3,505.87	19.952
20995	SC 8210G002 120/60,110/50	2,428.00	75.00	18.36	\$ 1,376.92	7.722
20121	8210G009 24/DC	2,301.00	40.00	20.11	\$ 804.59	4.346
21031	SC 8210G094 120/60,110/50	2,290.00	150.00	19.45	\$ 2,917.63	16.376
21134	SC 8210G002 24/DC	2,232.00	100.00	20.07	\$ 2,007.18	11.201
20049	EF 8210G002 120/60,110/50	2,026.00	150.00	18.41	\$ 2,761.93	18.509
20236	EF 8210G094 120/60,110/50	1,977.00	100.00	19.76	\$ 1,975.61	12.645
20108	8210G009HW 120/60,110/50	1,963.00	82.00	18.85	\$ 1,546.07	10.443
20095	8210G007 120/60,110/50	1,926.00	100.00	20.14	\$ 2,014.49	12.980
20201	8210G087 120/60,110/50	1,924.00	111.00	26.93	\$ 2,989.14	14.423
20257	EF 8210G095 120/60,110/50	1,860.00	88.00	20.65	\$ 1,817.35	11.828
21037	SC 8210G001 120/60,110/50	1,731.00	120.00	18.45	\$ 2,214.19	17.331
20146	8210G033 120/60,110/50	1,699.00	150.00	22.17	\$ 3,325.55	22.072
20210	8210G088 120/60,110/50	1,504.00	95.00	26.93	\$ 2,558.27	15.791
21784	SC 8210G095 120/60,110/50	1,390.00	80.00	0.00	\$ -	14.388
20041	8210G001 24/DC	1,324.00	150.00	19.31	\$ 2,896.75	28.323
20247	8210G094 12/DC	1,204.00	75.00	20.13	\$ 1,509.39	15.573
20053	8210G002 240/60,220/50	1,104.00	40.00	17.75	\$ 709.97	9.058
20248	8210G094 24/DC	1,063.00	40.00	20.19	\$ 807.79	9.407
21690	8210G002HW 24/60	1,042.00	75.00	17.96	\$ 1,346.91	17.994
20114	8210G009 240/60,220/50	958.00	50.00	18.64	\$ 932.25	13.048
20267	8210G095 24/DC	889.00	40.00	21.29	\$ 851.55	11.249
20110	EF 8210G009 120/60,110/50	880.00	40.00	19.31	\$ 772.34	11.364
20204	EF 8210G087 120/60,110/50	855.00	42.00	27.94	\$ 1,173.34	12.281
20230	8210G094HW 120/60,110/50	835.00	10.00	19.26	\$ 192.56	2.994
20246	8210G094 24/60	820.00	30.00	18.98	\$ 569.41	9.146
20039	8210G001 24/60	732.00	54.00	17.62	\$ 951.59	18.443
20243	8210G094 240/60,220/50	727.00	45.00	18.82	\$ 846.82	15.475
21311	8210G002Q 120/60	726.00	30.00	30.45	\$ 913.64	10.331
21016	SC 8210G009 120/60,110/50	700.00	17.00	19.25	\$ 327.33	6.071
20093	8210G006 120/60,110/50	661.00	30.00	20.24	\$ 607.12	11.346
20251	8210G095HW 120/60,110/50	613.00	40.00	20.15	\$ 806.05	16.313
20040	8210G001 12/DC	564.00	30.00	19.24	\$ 577.27	13.298
20213	EF 8210G088 120/60,110/50	550.00	15.00	27.94	\$ 419.05	6.818
20034	EF 8210G001 120/60,110/50	546.00	18.00	18.51	\$ 333.10	8.242
20266	8210G095 12/DC	543.00	25.00	21.22	\$ 530.48	11.510
20033	8210G001HW 120/60,110/50	504.00	25.00	18.05	\$ 451.29	12.401
Totales		169,173.00	6,669		\$ 127,653.81	

Tabla 3.3 Relación de uso anual (agr), Inventarios y costo estándar de los productos de la celda 8210



También se hizo el análisis de materiales de los productos mencionados para efectos de activar más componentes en POU.

[illegible]



3.6.- Análisis del mapa de valor actual

Que es lo que sucede en el mapa actual.

Primeramente el control de liberación de órdenes se controla mediante el MRP y con la intervención de un planeador de producción que libera una orden a producción durante su jornada de trabajo, que quiero decir con esto, que cuando el MRP manda la señal del requerimiento, no quiere decir que el planeador en ese momento la ejecutara, si no que esperara en una fila de tareas del planeador pongámosle aprox. 4 horas de espera.

Al ser liberada la orden esta se va a una fila de impresión en el área denominada "Name plate" (placa de identificación) donde pudiera esperar a ser impresa la orden aprox. 2 horas.

Esta actividad la realiza el operador del área que revisa a ciertas horas la impresión de la orden la cual al imprimir salen 2 documentos por cada una a uno se le llama "orden de trabajo" y al otro "Pick list de material". Posteriormente empieza a llevarse a cabo la actividad del área que consiste en alimentar la computadora de la máquina láser con los datos especificados en la orden de trabajo definiendo la cantidad de la orden y proceder a imprimir, simultáneamente se imprimen etiquetas individuales para las cajas del producto, al concluir estas actividades se embolsan las placa de identificación y etiquetas y se registra la orden como completa en el sistema. Esto nos lleva aproximadamente como mínimo, si la orden fuera de 1 pieza de 6 minutos se añadiría 10 segundos por cada placa de identificación adicional.

La siguiente operación se realiza en el almacén de materia prima donde basados en el pick list se surten los materiales solicitados, la cantidad de materiales a surtir puede oscilar entre 1 hasta 24 números de parte diferente. Es importante mencionar que hay 2 tipo de locaciones de material en la planta, los que se encuentran dentro del almacén de materia prima, los que se encuentran en el piso de producción los cuales son denominados "floor stock" y que estos a su vez se colocan en los puntos de uso (POU) dentro de las celdas de producción.



El tiempo de la actividad del surtido “pick” toma un promedio de 20 minutos por orden, al terminar se captura la operación en el sistema registrándola como completa, actividad hecha por un capturista del almacén dedicado a ello. Posteriormente el almacenista tiene que salir del almacén a entregar las ordenes a la celda de producción designada, cosa que realiza después de acumular al menos 4 – 5 ordenes por lo que aproximadamente entrega después de 1 hora.

Al concluir la operación de Pick y estando la orden en el área de ensamble esta es colocada en un estante de ordenes donde espera su turno a ser procesada, lo que puede llevar en promedio 5 horas en espera de ser introducida a ensamble más otros 22 minutos promedio a ser procesada.

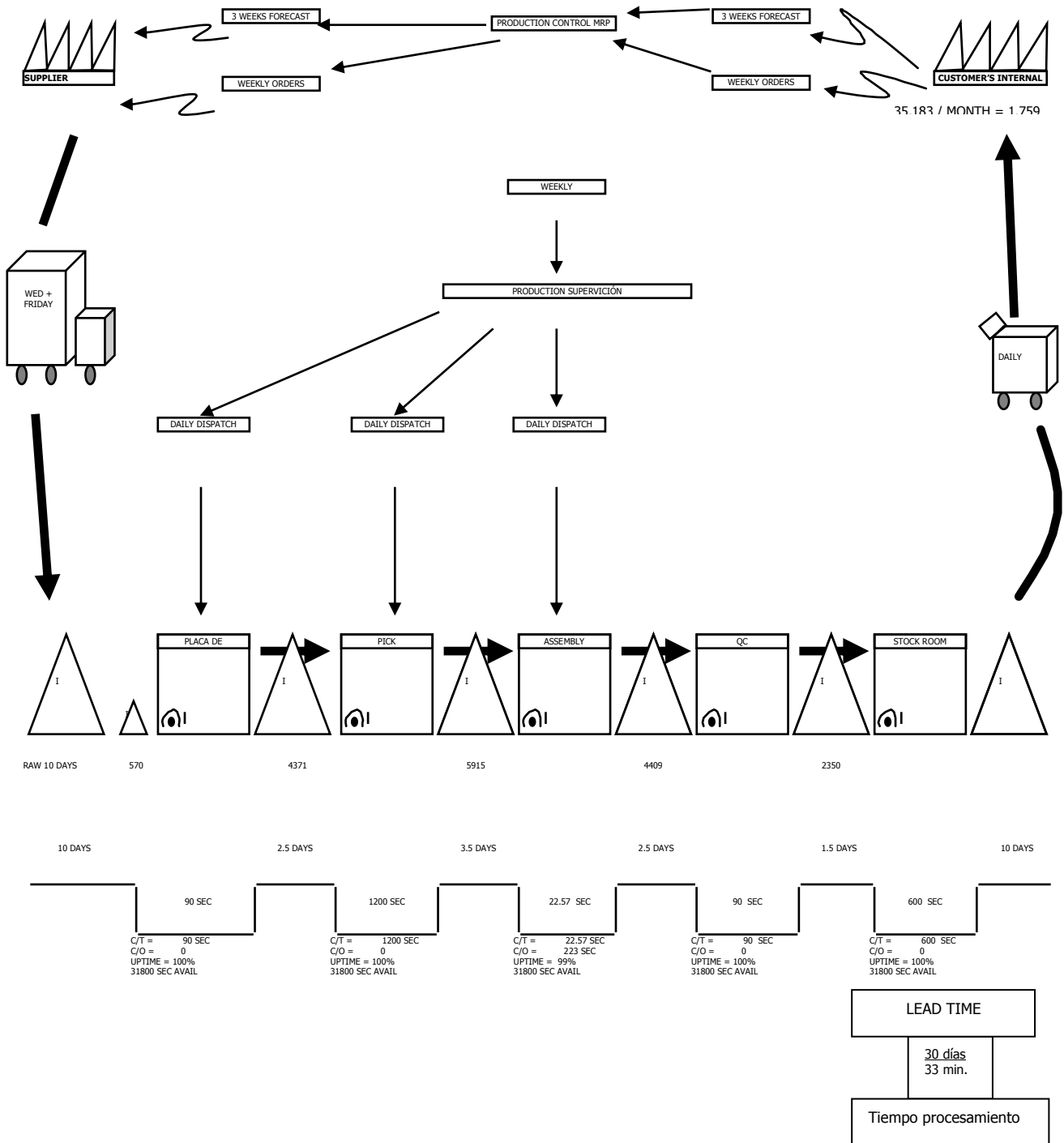
Después de la actividad de ensamble viene la actividad de inspección de calidad la cual consta de auditar una muestra de cada orden producida, teniendo un promedio de 2 minutos por pieza auditada dependiendo así del tamaño de muestra, el tiempo más prolongado en esta actividad es esperar que el auditor de su rol completo por sus áreas asignadas siendo en cuestión un promedio de cada 2 horas.

Al concluir la actividad de calidad se deja el producto en una tarima y se espera a que un recolector de producto terminado pase a recogerlo y llevarlo al almacén de producto terminado, registrando a su llegada la operación completa de la orden, siendo esta la última captura que se le da a la ruta del producto la actividad se lleva a cabo en promedio de cada 3 horas, siendo hasta este momento cuando se registra material disponible en el inventario.

Haciendo un conteo de los tiempos descritos tenemos que nos tomaría un promedio de al menos 18 horas para reaccionar en una orden que se este expeditando, sin considerar los inventarios activos en el proceso y las filas de espera para cada uno de ellos.

“Hay que tener siempre en mente, que ahora en día las empresas para poder subsistir en el mercado mundial es necesario que reaccionen con mayor rapidez para poder ser más competitivas”.

3.6.1.- Mapa de Valor Actual



3.5.1 Mapa de proceso actual de rutas del producto 8210

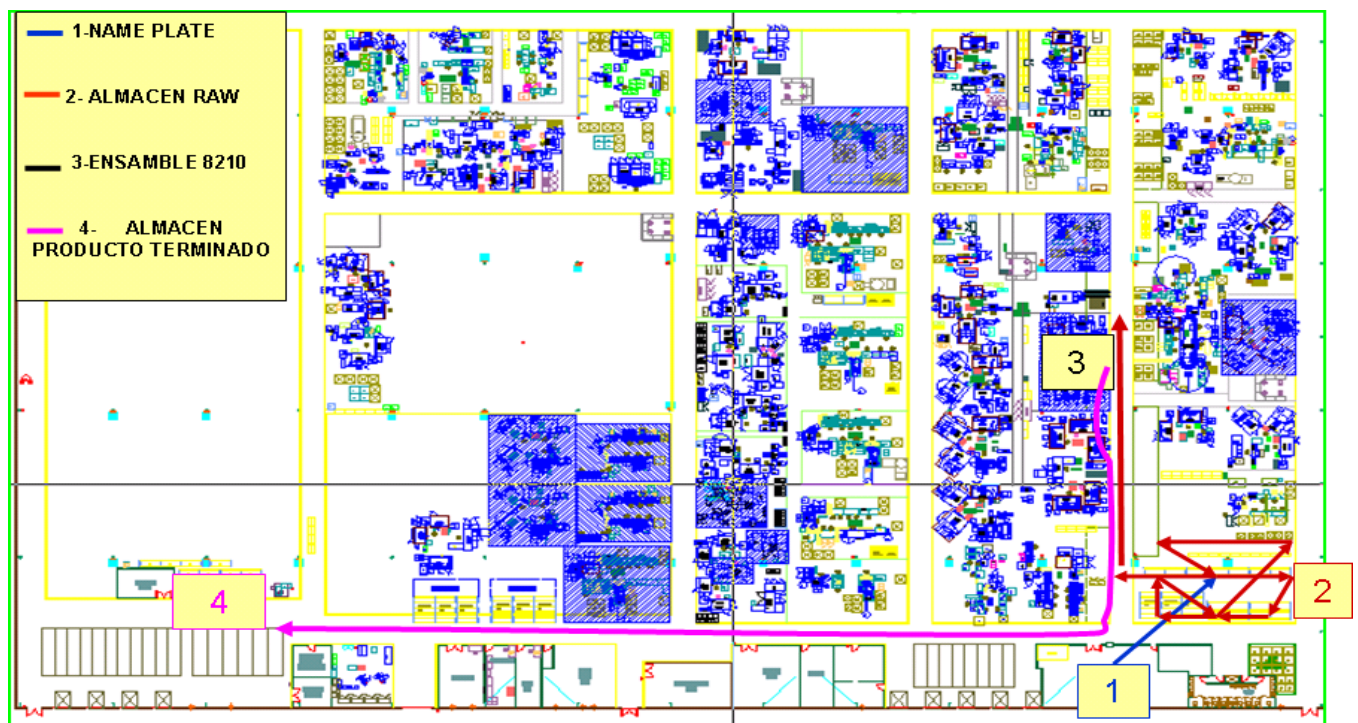
3.6.2. DIAGRAMA DE ESPAGUETTI ACTUAL (PLANTA)

En este diagrama nos es fácil visualizar las distancias de recorrido entre las diferentes rutas que atraviesa el producto.

Con el número 1 tenemos el área de nameplate, que hacen su operación y entregan la orden en el almacén de materia prima.

Con el número 2 se identifica el área de almacén de materia prima "Raw", donde se surte el material "pick" que no se encuentra en punto de uso de ensamble, durante el proceso de "pick" el almacenista debe recorrer varios pasillos en busca de diferentes locaciones de material ya que la secuencia de acomodo es por grupos similares de componentes, es decir en un estante se encuentran todos los diferentes tornillos, en otro todos los diferentes resorte...etc. Al terminar de surtir la orden lleva a la ordena registrar, y posteriormente la lleva a la celda de ensamble donde la orden es colocada en un estante.

Con el número 3 tenemos el proceso de ensamble y auditoria de calidad en proceso, el cual ya se describió con anterioridad en el mapa de valor. Y el último paso el 4 es la recolección de material por medio del personal de producto terminado y acomodo en el almacén.



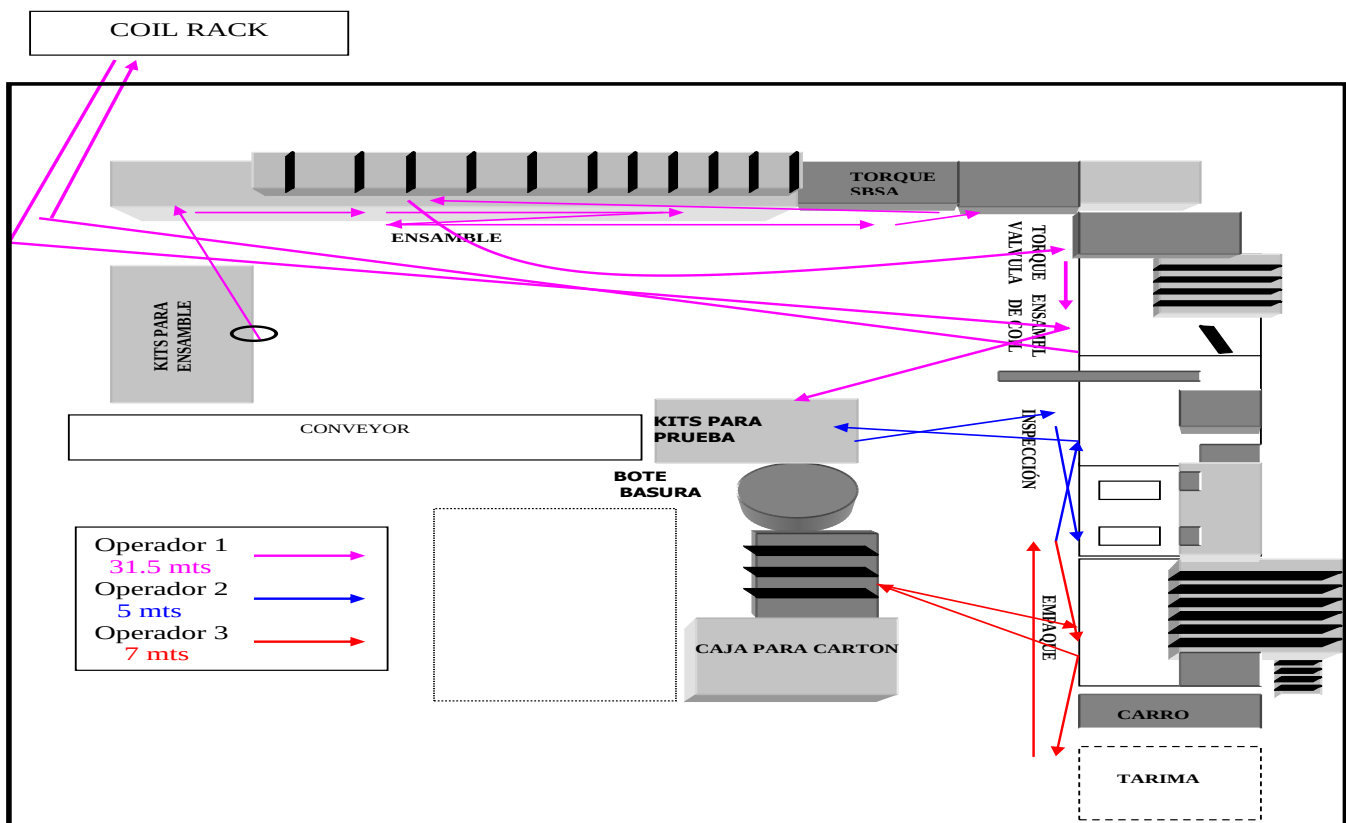
3.5.2 Diagrama de espagueti de la planta conforme a las rutas de productos 8210

3.6.3. DIAGRAMA DE ESPAGUETTI ACTUAL (Celda 8210)

Dentro de la celda observamos que hay mucho traslado de un lado a otro, resaltando más la 1er operación que viene siendo la de ensamble de la válvula, podemos ver que desde que recoge la orden de trabajo, se desplaza de un lado a otro, debido a que tiene que seleccionar todos los componentes para la orden que se encuentran en el punto de uso de ensamble, por lo que no viene de almacén.

Por otro lado el equipo de torque que esta asignado a la celda es grande y se encuentra a varios metros del inicio del proceso lo que provoca mayor desplazamiento.

También tenemos que al pasar a la operación de instalación de la bobina el operador tiene que ir hasta el rack que se encuentra fuera de la celda, ya que el rack se comparte con otras celdas y tiene que traer la bobina en cada orden. Sumando los desplazamientos del primer operador tenemos 31 metros de recorrido por orden ensamblada, lo que nos da una enorme oportunidad de mejora.



3.5.3 Diagrama de espagueti de la celda 8210 antes de mejora



3.7.-Descripción del mapa futuro

Los análisis de mapa actual y futuro son análisis para identificar oportunidades en el flujo de material e inventarios, así como oportunidades para detectar actividades que no agregan valor al proceso, esta actividad se lleva a la par con el análisis de diseño de celda o con anterioridad por lo que es importante que no se tomen decisiones críticas del diseño sin antes haber analizado el mapa de valor.

Después de analizar los resultados de las gráficas P-Q y haber analizado las familias de productos, se tomo la decisión de separar la celda en 2 partes lo que para el mapa futuro se representa con la familia de mayor volumen.

El mapa futuro, como su nombre lo dice es la visión o meta de hasta donde queremos llegar después de haber reestructurado el proceso. Para ello se tienen que tomar en cuenta todas las consideraciones para poder llevar a cabo los cambios deseados.

En el proyecto lo más importante que queríamos lograr era no depender del sistema de MRP y lograr trabajar de acorde a lo que el cliente consume.

Trabajando en sentido contrario al flujo de material analizamos cada operación anterior al ensamble donde la primera fue almacén y su operación de pick, para poder eliminar esta operación de surtido tuvimos que analizar todos los componentes que afectaban a la familia estudiada, y que no estuvieran en el punto de uso para poder incorporarlos al POU, en conclusión se elimino esta operación de la ruta del producto para los productos definidos.

La siguiente operación viene siendo el área de placa de identificación, donde se trabaja con equipo altamente costoso y especializado, ya que la impresión se lleva a cabo con láser y debido a que no podríamos abastecer la línea con su propio equipo y con el fin de no depender de la cola de proceso, se instalo un estante tipo revistero el cual se muestra en un ilustración posteriormente, donde mantenemos un KanBan de placa de identificaciones administrando 2 ordenes con la cantidad equivalente al consumo de la semana, cada orden contenía una tarjeta de resurtido la cual se colocaba en un tarjetero frente al planeador.



Donde la prioridad del planeador era tener siempre vacío el tarjetero por lo que; tarjeta que llegaba en el momento se generaba una orden manual cosa que toma alrededor de 1 minuto enviando así la orden a su ciclo normal. Con esta acción del KanBan teóricamente se elimina la operación de placa de identificación debido a que su tiempo ya no interfiere con el tiempo de producción.

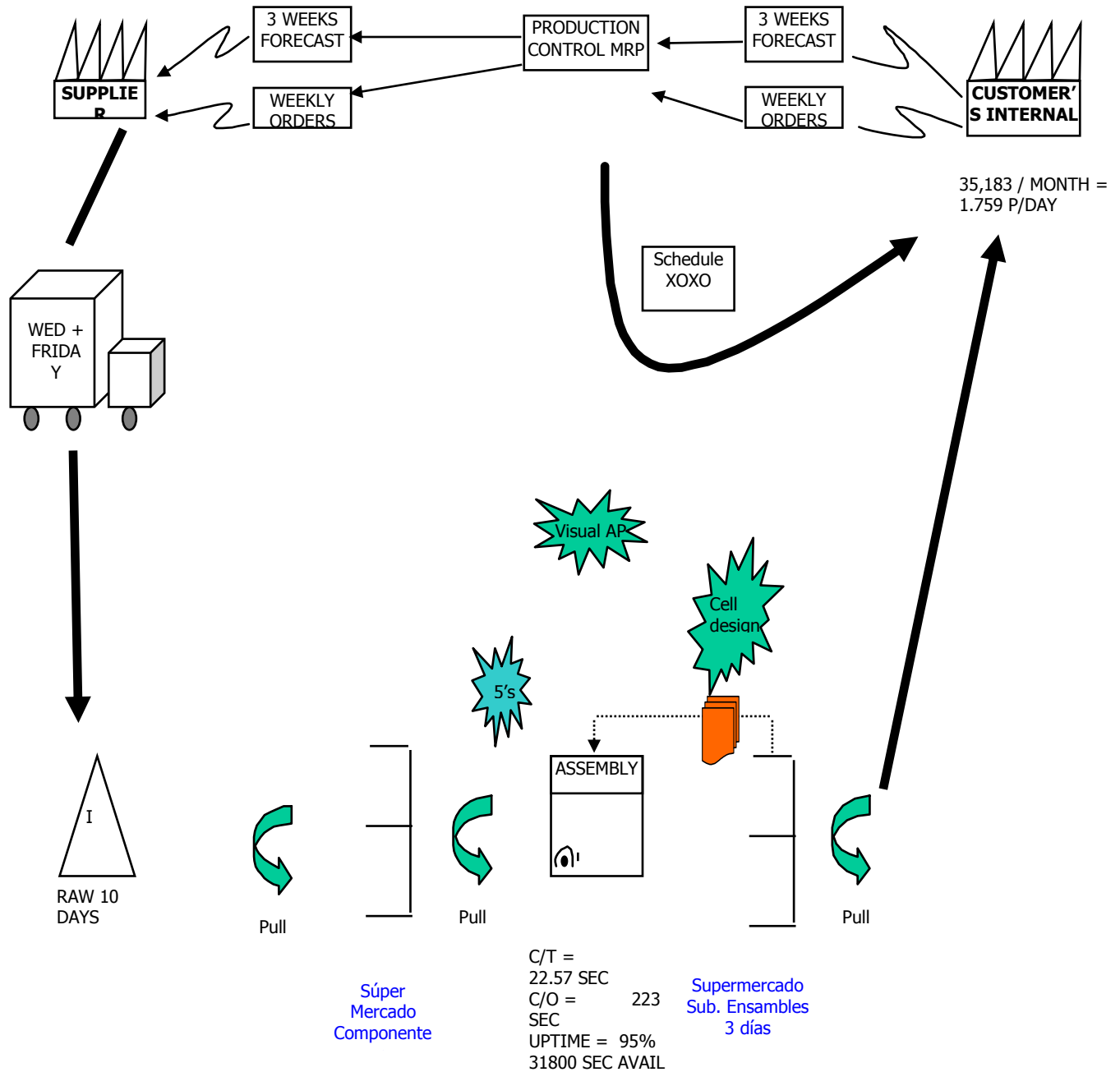
El paso que sigue es como reflejar que lo que se consume debe ser lo que se produce, para ello hay muchas opciones tales como contenedores de resurtido al almacén de producto terminado, pizarrones de tarjetas u hasta sistemas electrónicos tal como el "palm tree". Sin embargo en nuestro sistema de MRP como en muchos otros, se tiene la opción de convertir los productos al sistema de jalar llamado "pull System" lo cual después de desactivar algunas banderas en el sistema de MPS y activando otras para el sistema pull se puede lograr. Después simplemente al escanear un producto donde esto confirmando su salida del almacén a la venta, automáticamente manda una señal a un despachador automático de ordenes reflejando el requerimiento en el listado de ordenes que maneja la celda en el piso de producción, cerrando así el ciclo y reordenando lo vendido.

Antes los inventarios se administraban mediante un mínimo denominado "safety stock" donde los inventarios siempre debían de estar por encima de el, cuando no lo estaban se generaban ordenes denominadas "stock out" marcadas automáticamente como prioridad a producir, Aun sin importar que fuera solo una pieza abajo y que aun tuvieras 300 más en inventario por lo que las ordenes llamadas "non stock" que son mas al gusto del cliente tardaban más en salir.

Con el nuevo sistema se invirtió el control, ahora se colocaron máximos de inventario y como el tiempo de respuesta era inmediato el tope de inventario oscilaba entre 3 u/o 5 días.

La última ruta afectada fue la de inspección por parte de control de calidad, donde para agilizar la liberación de las ordenes, se hizo una certificación de operadores para que ellos mismos al estar empacando su orden debido a la buena trayectoria que tenían sin rechazos podían certificar la orden y así reducir el muestreo por parte de inspección auditando aleatoria mente ordenes durante su rol por las áreas.

3.7.1.- Mapa Futuro



3.6.1 Mapa futuro del proceso 8210



3.8 Identificación de consideraciones y restricciones para el Proceso de Diseño.

... para el Empleado

Ergonomía:

- Posición del operador: giros/rotaciones/ flexiones
- Límites apropiados de alturas y pesos de trabajo
- Ayudas del Operador: sillas, herramientas, grúas
- Movimientos repetitivos: automatización, rotación

Protección del Empleado:

- Punto de operación efectivamente resguardado
- Bloqueos de corriente (lockout/interlocks)
- Sistemas de ventilación y extracción
- Equipo de protección personal: ojos, manos, pies, oídos
- Optimizar iluminación y minimizar ruido
- Materiales y químicos evaluados por toxicidad y peligrosidad

... para el medio ambiente

Permitido:

- Enfoque pro activo en lugar de reactivo; eliminar la necesidad; asegurar que los límites son mantenidos
- Materiales y químicos: minimizar uso, asegurar MSDS y permisos
- Evaluar limitaciones permitidas: salidas y composición
- Aquí está el tiempo de ciclo asociado con permisos y cambios
Emisiones, descargas y desperdicios:
- Minimizar las emisiones de aire: partículas, VOC's, NO'x, etc. (Gases de invernadero).
- Reducir descargas de desperdicio al agua: inundaciones/otros
- Capacidades/costo de control o sistemas de tratamiento
- Scrap/ desperdicios evaluados-reducir, rehusar, reciclar
- Liberar/ Sistemas de control de derramamiento -respuesta de emergencia
- Costeo: tiempo de vida/ basado en actividades CAINE 1995

Propósitos/ Objetivos de la Ergonomía:

- Reducción de lesiones de trabajo y enfermedades.
- Contención de costos de compensación a trabajadores.
- Mejoramiento de Productividad.
- Mejoramiento en la calidad de trabajo.
- Reducción de ausentismo.
- Cumplir con las leyes gubernamentales.

Éstos los podemos alcanzar mediante el seguimiento de los siguientes puntos:

- La evaluación y control de los factores de riesgo de trabajo.
- La identificación y cuantificación de las condiciones de riesgo de trabajo.
- La recomendación de controles de ingeniería y administrativos para reducir las condiciones de riesgo identificadas.
- Educación del personal para identificar condiciones de riesgo.

Las Zonas de Trabajo

Existen Tres zonas:

- La **zona primaria** = la más cerca.
- La **zona secundaria** = para los artículos usados regularmente.
- La **zona de referencia** = para artículos usados ocasionalmente.

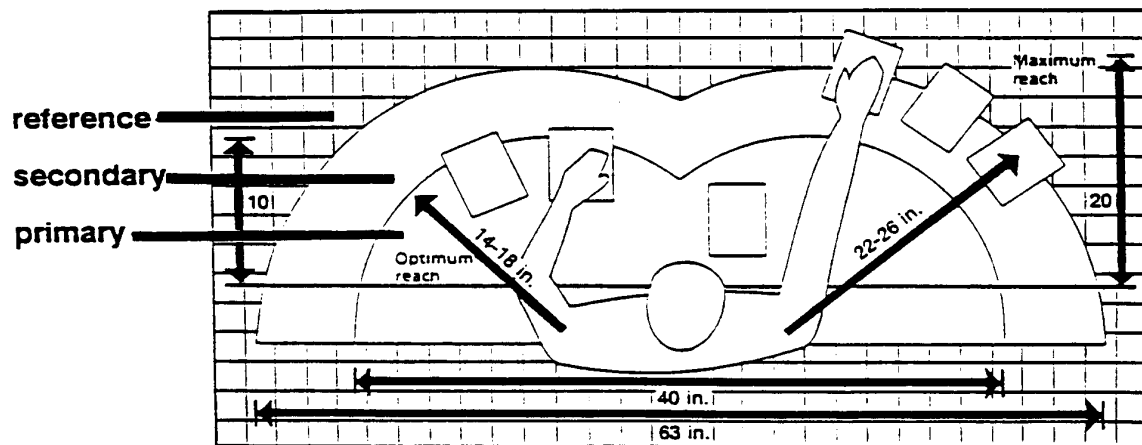


Fig. 3.6.2 Zonas de alcance para ergonomía del trabajo

Al igual dependiendo del trabajo se debe seguir un lineamiento en cuanto las alturas de las mesas de trabajo con el fin de reducir la fatiga y los esfuerzos del trabajador

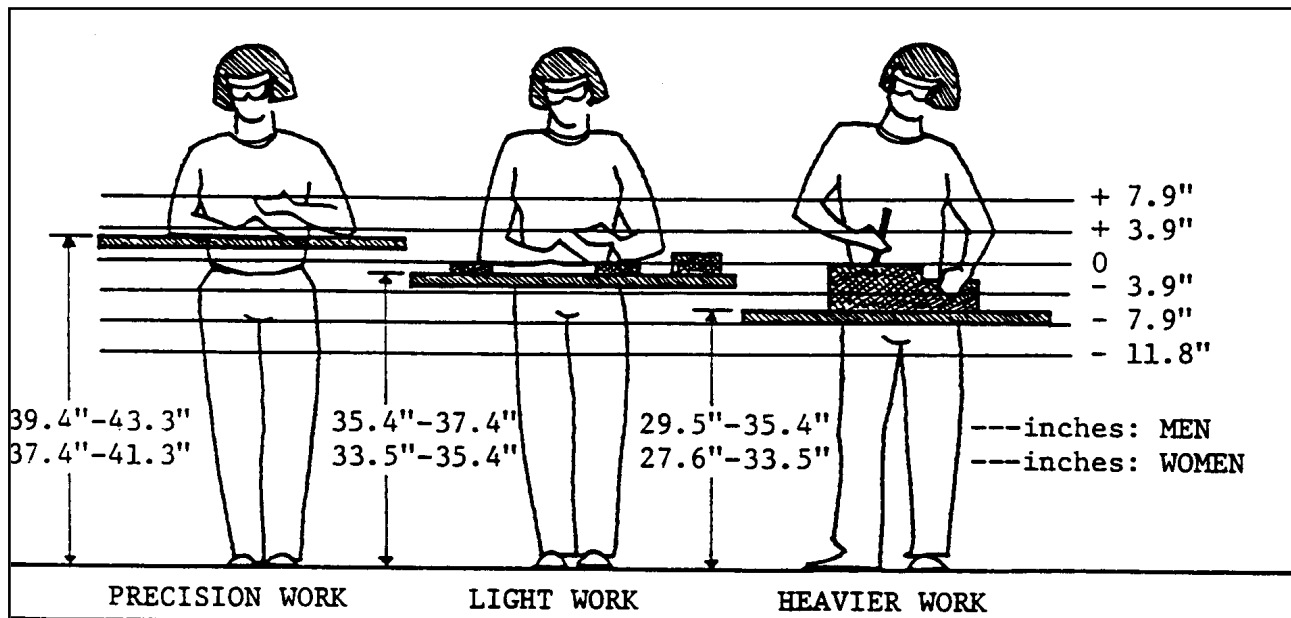


Fig. 3.6.3 Alturas recomendadas para ergonomía en el trabajo.

Los controles de la práctica del trabajo incluyen el entrenamiento y la estandarización de un método específico para realizar una tarea que reduzca la exposición al riesgo ergonómico.

Por eso es importante generar un listado de verificación estándar que nos apoya a evaluar las condiciones de trabajo durante un diseño de celda. Considerando las características del empleado, los riesgos, la transportación de material, el herramental, el trabajo físico.

Para llevar el control de las consideraciones y estandarizarlas para los procesos se genero la "Tabla para evaluación de celda". La cual se edita a continuación. CAINE 1995



3.8.1.- TABLA PARA EVALUACION DE CELDA

*Lean Manufacturing
Proyecto*

CARACTERÍSTICAS	Calificación 0-5 (Muy Pobre - 0, Excelente - 5)	Evaluación (0-5)	COMENTARIOS
1. Tamaño del Empleado	La estación de trabajo es adaptable al tamaño del empleado (sillas, bancas, estantes). Cuando se está sentado, el espacio de las piernas debe ser suficiente. Cuando se está parado, el espacio para los pies debe ser suficiente.		
2. La Accesibilidad para Herramientas, Controles y Materiales.	Los Materiales y las Herramientas deben de estar accesibles, con torciones mínimas humanas o extensiones de cuerpo; el área para girar o voltearse debe ser suficiente. El operador no tiene que hacer movimientos arriba de los hombros, abajo de la cintura o por atrás.		
3. Carga estática y Postura Fija	El operador no tiene que extender/doblar un brazo o pierna por periodos largos. No debe de torcer su cabeza a ángulos extremos. Tampoco debe de pararse en una sola pierna. Una ayuda está disponible cuando el operador tiene que mantener sus brazos o manos extendidos por un periodo largo.		
4. Levantamiento de Objetos	El levantamiento y movimiento de objetos debe de ser mínimos. El operador no debe de levantar objetos pesados. El puede adoptar una postura apropiada cuando realiza el levantamiento. El peso del objeto es mínimo. Los requerimientos de precisión y fuerza son evitados. Cuando es posible, se tienen agarraderas para levantar los objetos.		
5. Transportación de Carga	La estación de trabajo esta diseñada para eliminar el movimiento de materiales no esenciales. Asistencia mecánica es requerida (bandas transportadoras, montacargas, tectees, pallet jacks, etc.)		
6. Movimientos Frecuentes de Brazo, Mano y Muñeca.	El operador no maneja frecuentemente objetos grandes ni pesados. El equipo y las herramientas no transmiten vibraciones excesivas. Las tareas y las herramientas no crean presión prolongada en la base de la palma de la mano o en la punta de los dedos. Las muñecas no deben estirarse hacia en frentes, atrás o a los lados. El operador no tiene que trabajar con los hombros o codos elevados.		
7. Riesgos de Colisión	Los pasillos prohibidos están cerrados o apropiadamente identificados. El acceso a los pasillos está libre de obstáculos; tienen buena visibilidad en ambas direcciones. Las escaleras conducen hacia esas zonas protegidas. No hay ningún obstáculo fijo o prominente. No hay ángulos agudos; si hay alguno, está bien identificado y protegido		



CARACTERISTICAS	Calificación 0-5 (Muy Pobre - 0, Excelente - 5)	EVALUACION (0-5)	COMENTARIOS
8. Riesgo de Caídas	El uso de una plataforma de trabajo es reducido. Cuando es usado, el operador no tiene que descender durante el ciclo normal de trabajo. The use of a working platform is reduced. When being used, the operator does not have to descend during the normal work cycle. Los barandales se localizan a medio metro de la superficie si la actividad lo permite. Los obstáculos de menos de medio metro están marcados. No debe de haber ningún obstáculo a través del pasillo. Los cables eléctricos están suspendidos de soportes aéreos adaptados.		
9. Tráfico de piso y superficie	Se sellan las máquinas y el equipo. Se proporcionan contenedores para recoger cualquier condensación o derramamiento accidental. Las piezas se secan antes de usarse. Cuando es necesario, el piso se cubre con productos antiderrapantes. Se eliminan las superficies desiguales		
10. Riesgo de caída de objetos	El operador tiene el equipo y los accesorios apropiados para levantar objetos pesados o que estorban. El movimiento del tecleé debe cubrir el área de trabajo entera. Se proporcionan cercas de protección cuando hay un riesgo de un objeto que cae. El apilamiento de cajas, herramientas, piezas o cualquier otro objeto situado en altos niveles (en la tapa de una máquina o de un lugar mal adaptado) se prohíbe. Los empleados no deben trabajar por debajo de sitios de trabajo elevados.		
11. Riesgo de Cuerpos u Objetos Movidos con Máquinaria.	El acceso a partes móviles de las máquinas está protegido por barandales, guardas, etc. El trabajo con herramientas manuales en una parte de rotación es eliminado. Dispositivos de detención de emergencia están en cualquier lugar que el riesgo lo demande.		
12. Riesgo de machucamiento, cortes, amputaciones, perforación, abrasiones	Los riesgos son eliminados a través del proceso, del diseño de la maquinaria, instalación y operación. Dispositivos de protección de tal modo que el operador no se encuentre en la zona de operación (cuando la máquina esté trabajando). Switches de seguridad, barandales, detectores de movimiento son algunos de estos dispositivos. Herramientas o partes cortantes son transportadas y almacenadas en un recipiente		



CARACTERÍSTICA	Calificación 0-5 (Muy Pobre - 0, Excelente - 5)	EVALUACIÓN (0-5)	COMENTARIOS
13. Riesgo de Objetos Voladores, Salpicaduras, Explosiones	Las herramientas son apropiadas y bien diseñadas. Los set-ups, los controles para posicionar piezas y los sistemas de cerradura deben ser confiables y resistentes. Las pantallas o plásticos protectores previenen el vuelo de partes, líquidos o fragmentos de piezas. Aspirar, cepillar o secar son usados para propósitos de limpieza (en lugar de los métodos de aire comprimido). Si es necesario, el comienzo de la máquina está relacionado con el cerrado y el aseguramiento de las guardas. Dependiendo del tipo de producto, regaderas de seguridad y fuentes para lavado de ojos son instaladas.		
14. Riesgo de Incendio, Explosiones o Quemaduras.	Se almacenan los productos basándose en sus características y sus incompatibilidades (consulte con el Departamento de Prevención contra los Incendios). Los metales se ponen en el piso en la zona de productos inflamables. Las basuras inflamables se almacenan en envases con tapas especiales. Los conductos del vapor o de los líquidos de alta temperatura se aíslan. Se aíslan y se identifican claramente las piezas, el equipo, o los conductos de alta temperatura.		

3.9.- Definición de layout de proceso futuro

Esta distribución muestra el layout de cómo quedo distribuida la línea con sus tres celdas alto/bajo volumen y Kanban respectivamente.

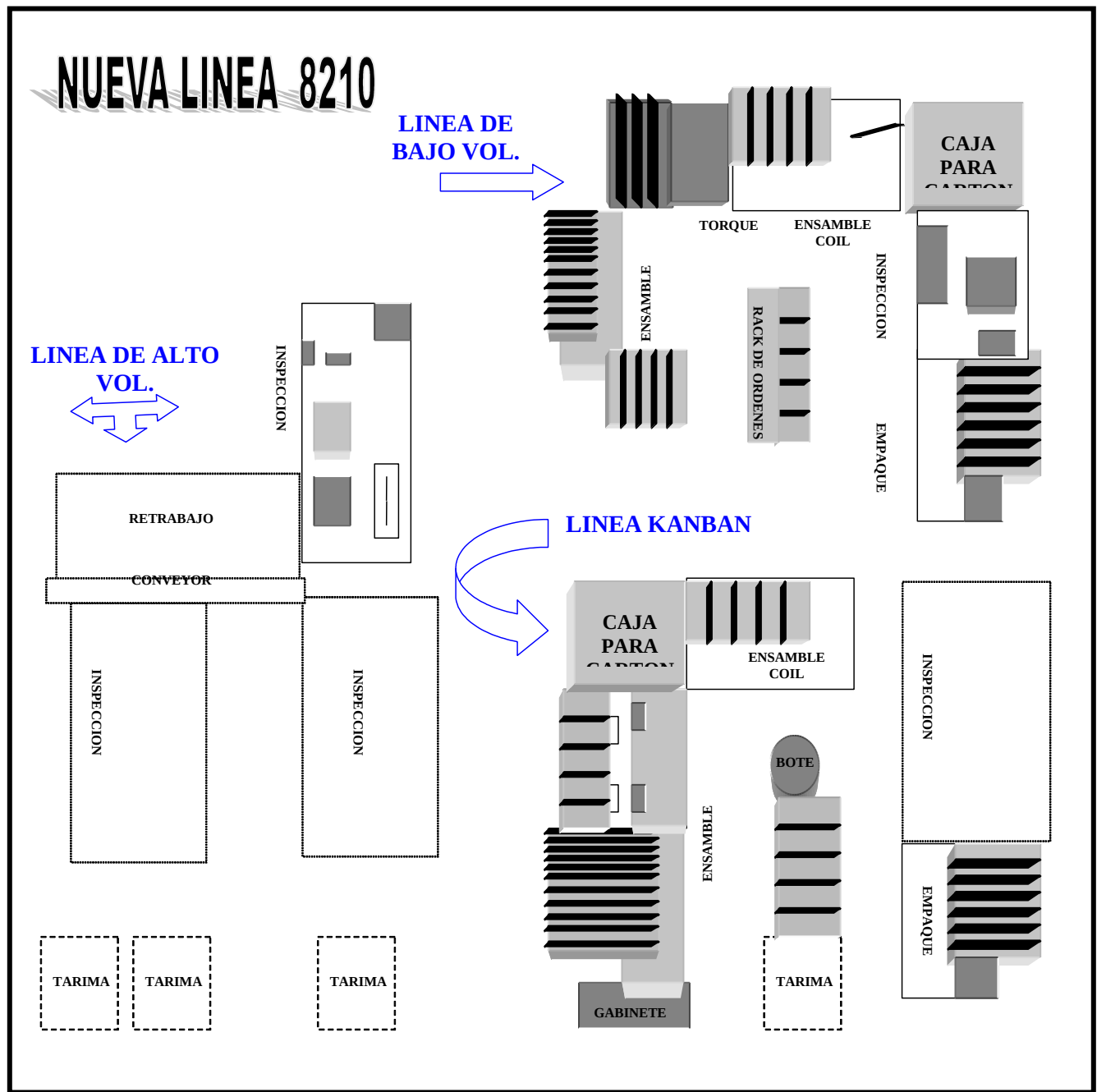


Fig. 3.6 Layout físico futuro de celda 8210



CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Evaluar las alternativas de layout y comparar el antes y después

En este punto les mostrare como se fueron dando los cambios considerando las alternativas que se vieron en su momento, esto le ayudara a entender mas sobre la distribución del proceso y el flujo de material.

Es importante que les mencione que al comenzar el proyecto se tenía solo una gran línea de producción de volumen variable y se concluyo con dos líneas de producción, una flexible siendo esta la que absorbió la familia de bajo volumen y otra de alto volumen llamada línea KanBan que fue la que absorbió la familia de alto volumen, todos los cambios y beneficios se hicieron sobre el mismo espacio, recuperando algunos pies cuadrados, y a su vez con la misma cantidad de personal, siendo el beneficio principal: La productividad, la reducción de inventario, y el tiempo de respuesta.

Es de suma importancia que al involucrarse en este tipo de proyectos, se estudie con anticipación los productos y familias y se familiarice con las diferencias entre ellos y que a su vez se estudien las rutas de los productos y los listados de materiales no solo en planos y en sistema sino que se les de un seguimiento físico de acorde al flujo del proceso, ya que esto es critico para poder tomar decisiones sobre los balanceos y rutas criticas.

Al Estudiar toda la información sobre los productos es critico que se tenga una retroalimentación directa de los usuarios de la celda , ya que ellos serán los que nos proporcionen tips claves para el buen desempeño de su trabajo y así como también al considerarlos se sientan también dueños de las ideas para que su objeción al cambio sea menor y de esa manera lograr que el nuevo sistema fluya como fue diseñado y que las nuevas reglas o disciplinas sean respetadas y mantenidas a través del tiempo.

Al trabajar con el acomodo de materiales será importante que el diseñador mismo se integre con el operador ya que parte de la estandarización del proceso dependerá de el trabajo realizado al considerar la secuencia lógica de ensamble así como los movimientos coordinados del trabajador evaluando siempre que es lo que va hacer, a que, con que parte del cuerpo y donde lo va hacer, parte del trabajo futuro de este proyecto será llevar a cavo lo que es la técnica de trabajo estandarizado lo cual para evitar cambios lo contemplamos de una vez en el diseño y así solo trabajaremos en la documentación.

De momento nos concentraremos en la distribución física del equipo y la herramienta, así como el flujo de material, entradas y salidas.

La presentación de fotos siguiente nos ilustrara cada estación de trabajo vista en las 3 fases del cambio en forma de presentar el antes y después de cada una de las partes del proceso.

Con las consideraciones en el diseño se fueron haciendo modificaciones en la distribución de celda Definiéndolas en 3 etapas: Antes, Después (fase1), después (fase 2).

Antes

Celda en "L" Largas distancias hasta 12' en ensamble y 36' para prueba y empaque

Vista Norte



Despues "Fase 1"

Se eliminaron mesas, se cambio la presentacion de material, bins a lamedida, rack laterales para añadir 32 componentes mas a piso, se cambio la celda en forma de "U" y se cambio el tipo de torqueador.

Rack en la misma posicion, compare el espacio ahorrado



Despues "Fase 2"

Se giro la celda 90 grados para liberar espacio en estaciones empaque y prueba para preparar espacio para una fase 3 donde se añadira una prensa de 2ton para y un kanban para fabricacion de subensambles de la celda fabricados en otra



2 Ton Press

Con el fin de liberar mayor espacio, se fueron incorporando anaqueles y gavetas para optimizar el espacio.

Antes

Se redujo la seleccion de componentes en un cambio de orden 5 min a 30 sec.

Mesa de Ensamble



Despues (fase 1)

Se redujo el recorrido de 18 pies a 5 pies

Start W.O Body's Orings Springs, torque valve Oil/Grease Cores, Sbsa, torque sbsa,



Despues (Fase 2)

Se Giro la celda 90 grados, para liberar espacio y acercar mas materiales al operador.



Se Modificaron las bases de sujeción y se clasificaron los materiales por nivel y se reubico gaveta a la zona 2 del operador.

Antes

La mesa del torque es grande e impracticable, y las partes que pasan por ahí están distantes

Mesa de Torque



Después (Fase 1)

Se cortó la mesa de torque a la mitad y se reubicaron los componentes que pasan por ella a un costado (Los sbsa y Bonnets)



Después (Fase 2)

Se incorporó la gabela de partes pequeñas y de bajo volumen en la esquina de la celda optimizando espacio y distribución



Se cambió el flujo de material en mesa de torque de sbsa/bonnet eliminando la mitad de la máquina automática y reacomodando en forma lógica y por grupo, también se hizo un grupo de partes pequeñas y bajo uso.

Antes

Celda en "L" largas distancias y poco material dentro del POU

Mesa para Coil



Despues (Fase 1)

Se introdujeron 32 componentes mas en la estacion del coil y se cambio la presentacion de instrucciones de trabajo



Despues (Fase 2)

Se convirtio celda en forma de "L"



Se incremento la cantidad de material en punto uso, ya que estos estaban a 25 pies de distancia de la mesa de ensamble de coil.

Se cambio rack metálico para válvulas para inspección por uno mas chico y se

Antes

***Prueba y
Empaque***

Se tenía una maquina automatica de 500K dils con una utilizacion de 35%



Despues (Fase 1)

Se elimino 1 mesa de empaque y se metio un rack en linea para ordenes terminadas de ensamble para prueba que antes se tenía a 4 pasos del operador, se añadió contenedor para carton ya que no se contaba con uno y se tenían que apilar los deschos de carton en la celda, se saco la familia 8221/8222 de esta celda y se mando a la celda de alto vol. Dejando libre la maq. Automatica de prueba que se transfirió a otra celda para incrementar capacidad.



Despues (Fase 2)

Se roto el empaque 90 grados y se dejo en forma de "U", se movio a espaldas del operador el rack de I&M, al igual el rack de ordenes pasadas para inspeccion



reubico al centro de la celda, se incorporo otro rack a un lado con el material de empaque y dispensadores de tape para cajas. Se removió la máquina blanca para prueba automática

Antes



Vista Sur

Despues (Fase 2)



Despues (Fase 2)



Si tomamos como referencia la Columna que se ve al centro de la foto se puede apreciar que antes era una sola línea, ahora se dividió en 2 de acorde a los grupos de familia. Mandando una máquina de prueba.

Despues (fase 2)

Con el espacio liberado se creo
"8210KANBAN CELL"

Celda Kanban



Diafragmas alto
volumen

Diafragmas Bajo
Volumen

Despues (Fase 2)



Charolas deslizables para 4
piezas cada una

Despues (Fase 2)

Todos los materiales 100% en POU
Incluyendo las placas de Identificacion



Gracias a la reducción de espacio y al análisis se pudo habilitar otra línea llamada Línea Kanban donde se incorporo la máquina Blanca de inspección automática. Y para que aplique al sistema pull todos los componentes de los productos que se rutiaron aquí, tienen que manejarse en el punto de uso y el punto de uso manejarse con un control kanban.



4.2.- Evaluación de resultados

Resumiendo los resultados obtenidos del rediseño de la celda estos son algunos números obtenidos en cuanto ahorro debido a la mejora. Hay que considerar que parte de las actividades del planeador y el capturista fueron removidas, sin embargo no se contemplan en los ahorros.

En la tabla siguiente se encuentra desglosado como se iban generando las mejoras entre cada fase, tal como se vio en las ilustraciones en la etapa de mejorar enfocándonos solo en la optimización del espacio tanto para equipo como para los materiales y en como se fue dando el incremento a la capacidad instalada.

Estos beneficios solo fueron generados en una sola celda de producción, por lo que esto multiplicado por las celdas restantes nos daría como resultado cantidades muy interesantes.

	CELDA			TOTAL
Antes	<i>Mx140</i>	<i>8210</i>	<i>8210 Kanban</i>	Antes
Pies cuadrados	660	950	N/A	1610 ft2
Capacidad (pcs)	150	1600	N/A	1750 pcs.
Utilizacion	90%	75%	N/A	82%
Despues Fase 1				Despues Fase 1
Pies cuadrados	445	950	N/A	1395 ft2
Capacidad (pcs)	170	1600	N/A	1770 pcs.
Utilizacion	90%	75%	N/A	82%
Inventario				\$130,661.87
Despues Fase 2				Despues Fase 2
Pies cuadrados	275	750	337	1362 ft2
Capacidad (pcs)	180	1400	700	2280 pcs.
Utilizacion	95%	95%	95%	95%
Inventario				\$57,280.98

Tabla 4.1 Resultados obtenidos en las diferentes fases del proyecto en celda 8210

4.3.- Mejoras al sistema

Para el control de ordenes por señales de pull se incorporo un gabinete con KanBan de placas de identificación, manteniendo 2 ordenes abiertas con equivalente de 1 semana de producción, de esta manera se elimino la necesidad de esperar la programación del MRP y que el planeador libere ordenes y se tenga que esperar que fluya a través del proceso común de acorde al mapa actual de la Pág. 64.

En que consiste una orden Pull.

Un pull se maneja de manera que cada vez que un cliente genera una orden, al ser escaneado el producto al darle salida del almacén, esto genera una señal electrónica en el sistema abriendo un requerimiento a la línea de producción el cual lo indica automáticamente en el reporte de ordenes de la celda que se utiliza para asignar prioridades a las ordenes.



Fig. 4.1 Estante para control con kanban de placas de identificación en celda Kanban 8210

Para el control de componentes o sub ensambles se establecieron supermercados con sistemas denominados "flow work orders" los cuales a traves de sistemas multiples de bins y por control de tarjetas se hacen los resurtidos, calculados en base a la formula de calculo de kanban. Este tipo de control son muy practicos ya que el control de inventarios es muy visual , evitando asi retrasos en corridas de produccion.

En la ilustracion se puede apreciar las tarjetas de resurtido color rosa donde cada pedido a producir es controlado a travez de ellas y la prioridad se da de acorde a la que tenga mayor número de tarjetas expuestas.



Fig. 4.2 Estantes para control con kanban del supermercado de sub. ensambles



En esta celda con el fin de agilizar los cambios de órdenes, al analizar los productos y familias se hizo esta matriz para que se siguiera en secuencia de productos de acorde a este acomodo para que los cambios de preparación de material de la orden fueran mínimos.

MSA SET-UP SEQUENCE
KAN BAN 8210

MSA	Cat. #	Pipe	Body	Diaph	Voltage	Sfty Stk	Cant xTarj	Tarjs	Ens.min
20201	8210G087	1/2	102424-004	224995-001	120/60	38	20	2	10
20236	EF8210G094	1/2	222999-001	224995-001	120/60	38	20	2	10
20229	8210G094	1/2	222999-001	224995-001	120/60	400	150	2	20
21031	SC8210G094	1/2	222999-001	224995-001	120/60	40	20	2	20
20062	8210G002	1/2	222999-001	226156-001	24/DC	106	50	2	20
20061	8210G002	1/2	222999-001	226156-001	12/DC	67	50	2	20
20058	8210G002	1/2	222999-001	226156-001	24/60	43	20	2	10
51198	SCX8210G00203074	1/2	222999-001	226156-001	120/60	20	20	2	10
20043	8210G002	1/2	222999-001	226156-001	120/60	400	200	2	24
20995	SC8210G002	1/2	222999-001	226156-001	120/60	33	20	2	20
20049	EF8210G002	1/2	222999-001	226156-001	120/60	35	20	2	10
20095	8210G007	1/2	222999-001	222429-001	120/60	40	20	2	20
20045	8210G002HW	1/2	222999-001	226156-015	120/60	80	50	2	24
20154	8210G034	1/2	222999-001	222334-036	120/60	97	50	2	20
20146	8210G033	3/8	222998-001	222334-036	120/60	29	20	2	10
20032	8210G001	3/8	222998-001	226156-001	120/60	130	50	2	25
21037	SC8210G001	3/8	222998-001	226156-001	120/60	35	20	2	20
20041	8210G001	3/8	222998-001	226156-001	24/DC	43	20	2	20
20221	8210G093	3/8	222998-001	224995-001	120/60	90	50	2	20
20210	8210G088	3/4	102424-001	224995-001	120/60	27	20	2	10
20265	8210G095	3/4	224060-001	224995-025	24/60	41	20	2	20
20250	8210G095	3/4	224060-001	224995-025	120/60	350	150	2	20
20257	EF8210G095	3/4	224060-001	224995-025	120/60	40	20	2	10
21784	SC8210G095	3/4	224060-001	224995-025	120/60	13	15	2	10
20166	8210G035	3/4	224060-001	222334-028	120/60	76	50	2	20
20108	8210G009HW	3/4	224060-001	226156-016	120/60	38	20	2	10
20107	8210G009	3/4	224060-001	226156-002	120/60	250	100	2	24
20121	810G009	3/4	224060-001	226156-002	24/DC	40	20	2	20

Tabla 4.2 Matriz secuencial de productos de celda Kanban para reduccion de tiempo entre cambios de orden.



Otra parte fundamental del proyecto fue el seguimiento en la aplicación de 5's donde se organizo, limpio y sorteó las áreas de trabajo y los cajones de herramientas dando por resultado las siguientes actividades.

- Identificar que es requerido para trabajar en el proceso o para realizar una operación o tarea en particular.
- Remover las herramientas, equipo, archivos, carpetas, partes, muebles y otras cosas innecesarias del área de trabajo
- Definir un área de etiqueta roja segura para los artículos no necesarios.
- Revisar las reglas de la empresa para disposiciones los artículos no necesarios
- Coordinar las reparaciones y disposición de cualquier artículo inseguro.
- Etiquetar e identificar los artículos no necesarios.
- Determinar los porcentajes y puntos de uso de los consumibles para operación.
- Remover los artículos innecesarios del lugar.
- Establecer un criterio y explicar el manejo de los artículos.
- Asignar zonas de responsabilidad por persona.
- Identificar artículos no necesarios de los que si lo son.
- Mover los artículos identificados como no necesarios al área de etiqueta roja.
- Realizar una subasta de los artículos en zona roja.
- Conducir una limpieza al final de cada turno.
- Organizar los materiales de acuerdo a su frecuencia de uso.
- Implementar ayudas visuales para mejorar la comunicación

Se realizó una campaña de 5's para establecer el compromiso desde la dirección hacia todos los niveles en los 5 puntos de esta disciplina

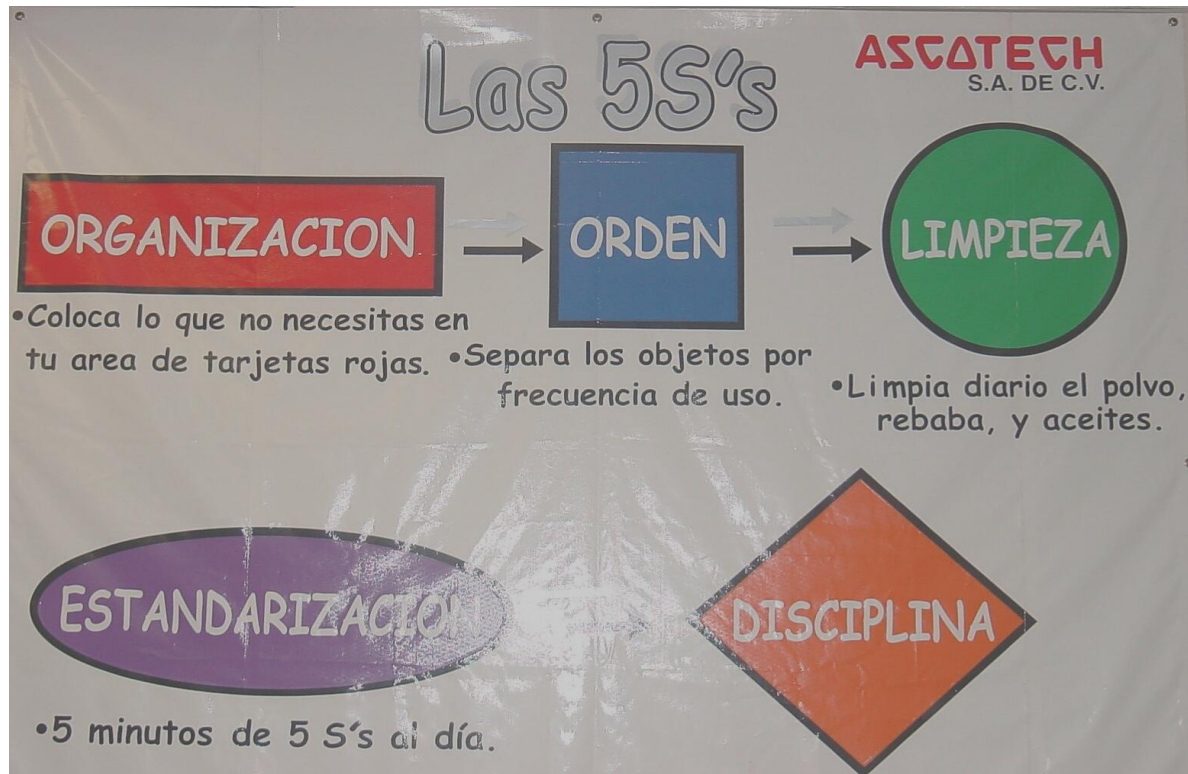


Fig. 4.3 Lona promocional de 5's, parte de la campaña cultural de la técnica. En Ascotech

1. Organización (Seiri).

Despejar con ayuda de las tarjetas rojas.

2. Orden (Seiton).

Debe existir un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.

3. Limpieza (Seiso).

Limpiar y asegurar que todo permanezca limpio.

4. Estandarización (Seiketsu).

Mantener y monitorear las primeras 3's.

5. Disciplina (shitsuke).

Convertir en hábito el mantenimiento apropiado de los procedimientos correctos.

Consistió en revisar y sacar todos los objetos innecesarios o de poco uso del área de trabajo lo cual beneficia para despejar espacios de trabajo, y también para identificar las necesidades reales de la línea así como posible reubicación de equipo o herramienta a otras áreas con necesidad del recurso



Fig 4.4 Area seleccionada para canalizar lo que no se ocupa etiquetado con tarjeta roja a el area roja como parte del programa 5's

Consistió en acomodar todos los elementos necesarios de manera práctica y etiquetar tanto materiales como herramientas.



Línea de
bajo
volumen



Línea de
alto
volumen



Fig.4.5 Las 4 figuras muestran la técnica de identificación de materiales

El ordenar facilita la localización de herramienta disminuyendo así el valor no agregado por búsqueda de artículos. Así como el costo por mal manejo o reposición por daño.



Fig. las figuras muestran el antes y despues de ordenar los cajones de herramienta.

No solo producción debe de estar involucrado en el cambio, si no también todos los servicios, en la 1era imagen tenemos una gabela de mantenimiento, mientras que en la 2da una alocación de componentes de misceláneos de almacén.



Fig. 4.7 Aplicación de las 5's con los departamentos de apoyo, mantenimiento y almacén

A cada cosa se le asigno un lugar, para no permitir el caos, estableciendo reglas para generar una cultura de orden y limpieza.



La limpieza de los equipos y areas de trabajo deban al operador ganas de trabajar, y de mantenerlo asi

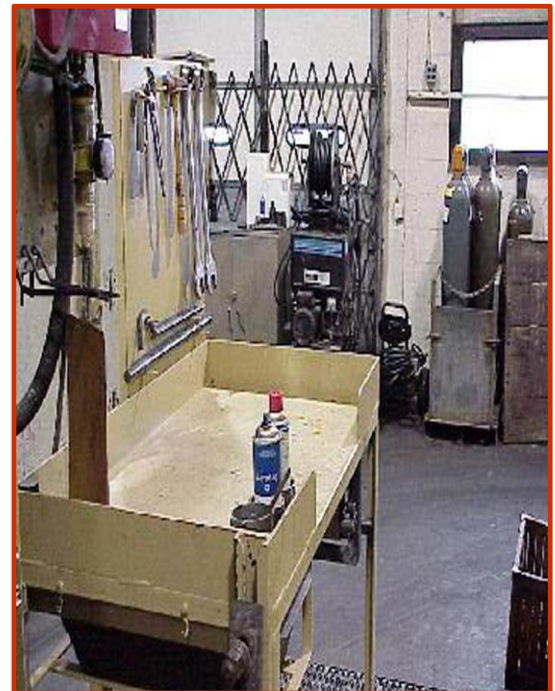


Fig. 4.8 Las ilustraciones muestran el cambio en el orden en el trabajo.

CONCLUSIONES

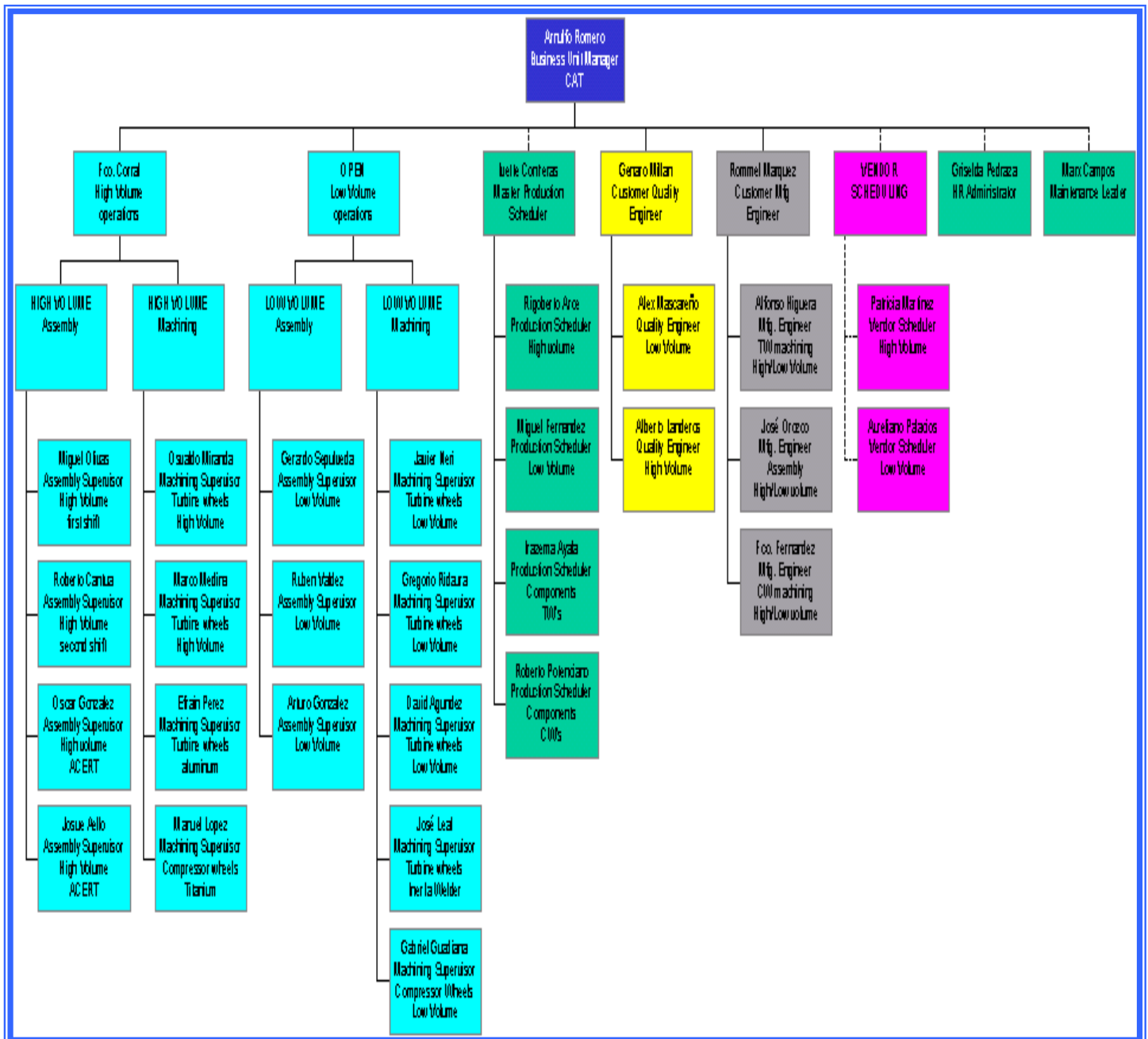
Al aplicar este metodo o conjunto de tecnicas descrito en este texto, podemos ver que obtuvimos grandes beneficios, logrando asi los objetivos de este proyecto, principalmente generando un alto impacto en la reduccion del tiempo de entrega (lead Time), Reduccion de inventario, y la eliminacion de Muda (desperdicios).

La clave principal del éxito en la aplicación de estos metodos, fue principalmente el enrequizimiento que se tuvo en cuanto a la informacion y conocimiento del producto y area a desarrollar, esto aunado a las tecnicas Lean y el sentido comun hicieron que la celda lograra resultados sobresalientes.

La tabla siguiente demuestra los beneficios obtenidos en este proyecto y solo aplicados en la celda de ensamble 8210.

DESCRIPCION	ANTES	DESPUES	BENEFICIO	% DE MEJORA
Lead time	108 horas	9 horas	99 horas	91.67%
Capacidad de la celda	1750 pcs/diarias	2280 pcs/diarias	530 pcs/diarias	30.29%
Area Total ocupada	1610 ft2	1362 ft2	248 ft2	16%
Area ocupada celda Mx140	660 ft2	275 ft2	385 ft2	58%
Area ocupada celda 8210	950 ft2	750 ft2	200 ft2	21%
Area ocupada celda Kanban	0 ft2	337 ft2	337 ft2	100%
Desplazamiento de 3 operadores	43.50 mts/orden	12 mts/orden	31.5 mts/orden	72.41%
Utilizacion del equipo	82%	95%	13%	16.00%
Costo de Inventario en F.G	\$130,661.87	\$57,280.98	\$73,380.89	56.16%

ANEXO 1 Organigrama Organizacional

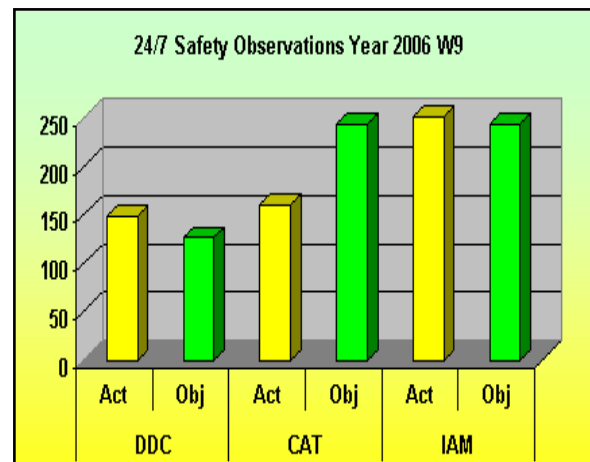
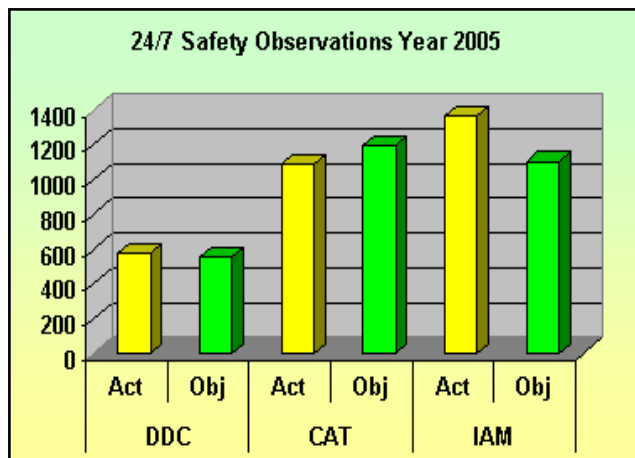
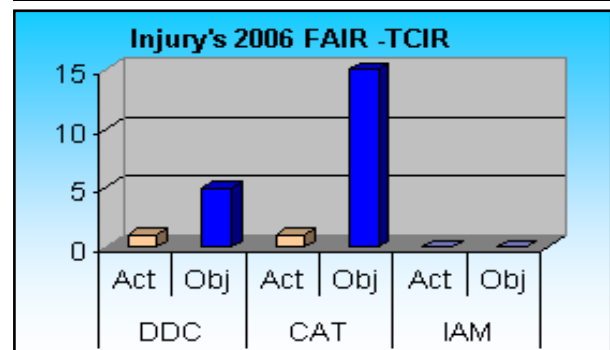
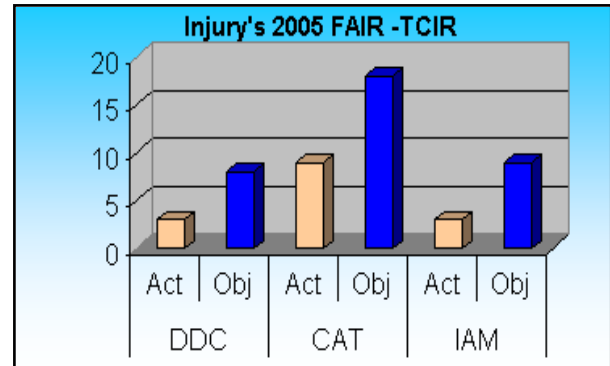


ANEXO 2

Métricos de Seguridad

Accidentes/incapacidades/condiciones inseguras

- Recolección de datos sobre incidentes ambientales
- Recolección de datos de incidentes con primeros auxilios
- Actos y condiciones inseguras encontradas
 - Uso inadecuado de navajas
 - Levantamiento inadecuado de cajas
 - Modificaciones de equipo o herramientas inadecuadas.
 - Tripping hazard.
 - Riesgo potencial por ruido en máquinas de inspección

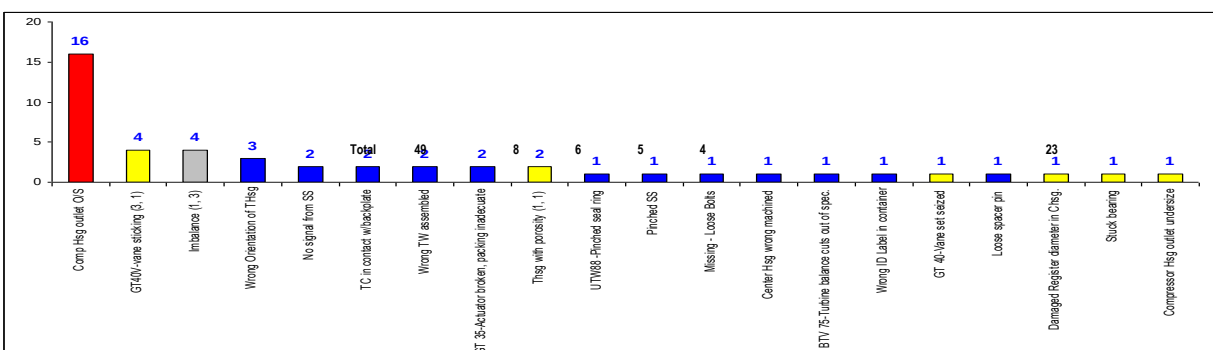
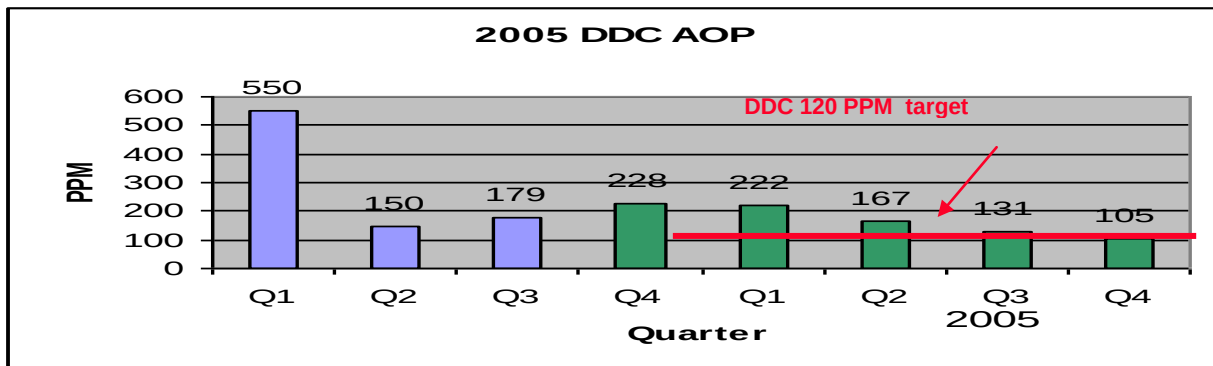


ANEXO 3

Aspectos de Calidad

PPm cliente, PPm internos, PPm proveedores

Defects	2004 YTD	2005				Comments	Conf Level
		Q1	Q2	Q3	Q4		
Comp Hsg outlet O/S	16	0	0	0	0	One time occurrence	100%
GT40V-vane sticking (3, 1)	4	1	0	0	0	Improve Flow Test	75%
Imbalance (1, 3)	4	2	1	0	0	Known risk	65%
Wrong Orientation of THsg	3	0	0	0	0	Fixture ongoing	100%
No signal from SS	2	0	0	0	0	SS Tester in place	100%
ThstCllr in contact w/backplate	2	0	0	0	0	CAR in place	100%
Wrong TW assembled	2	0	0	0	0	In-process controls in place	100%
GT 35-Actuator broken, packing inadequate	2	0	0	0	0	Packing design in progress to complete before 2005	100%
Thsg with porosity (1, 1)	2	1	1	1	1	Supplier Plan	85%
UTW88 -Pinched seal ring	1	0	0	0	0	Containments in place. Still need to evaluate Components design change	100%
Pinched SS	1	0	0	0	0	CAR in place	100%
Missing - Loose Bolts	1	1	0	0	0	containments in place. Need to evaluate design change.	85%
Center Hsg wrong machined	1	0	0	0	0	CAR in place	100%
BTU 75-Turbine balance cuts out of spec.	1	0	0	0	0	CAR in place	100%
Wrong ID Label in container	1	0	0	0	0	Barcode halting system in progress	100%
GT 40-Vane set seized	1	1	0	0	0	Evaluate Flow Test improvement	85%
Loose spacer pin	1	0	0	0	0	Sensor device in place	100%
Damaged Register diameter in Chsg.	1	1	0	0	0	Supplier Plan	90%
Stuck bearing	1	1	0	0	0	Supplier Plan	70%
Compressor Hsg outlet undersize	1	0	0	0	0	Supplier Plan	100%
Others	1	0	4	4	3	Supplier Plan	

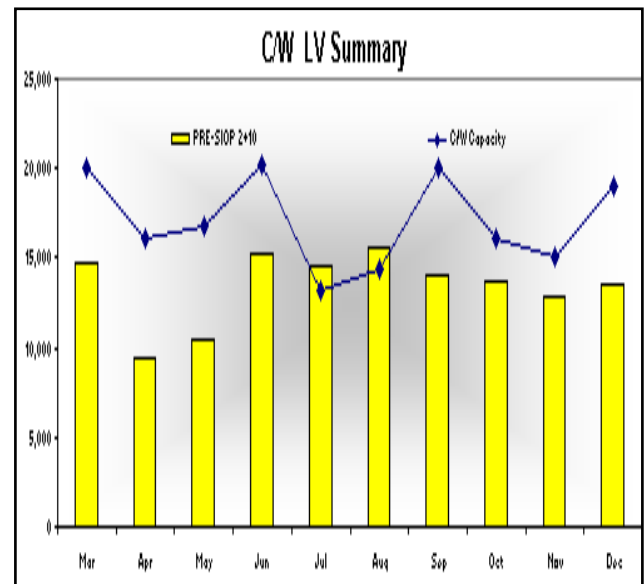
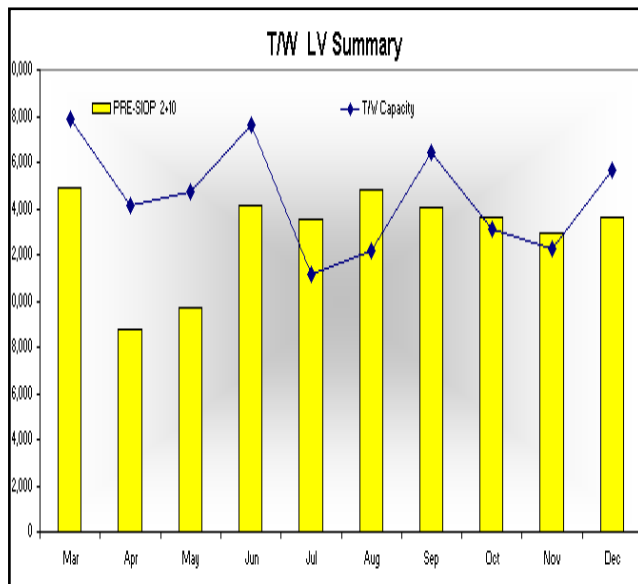
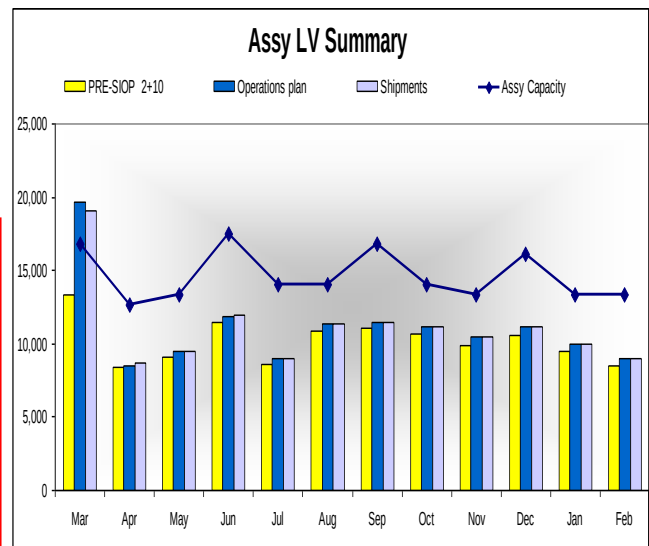


■ Plant
 ■ Supplier
 ■ Engineering

ANEXO 4

Estatus de la Demanda y Capacidad

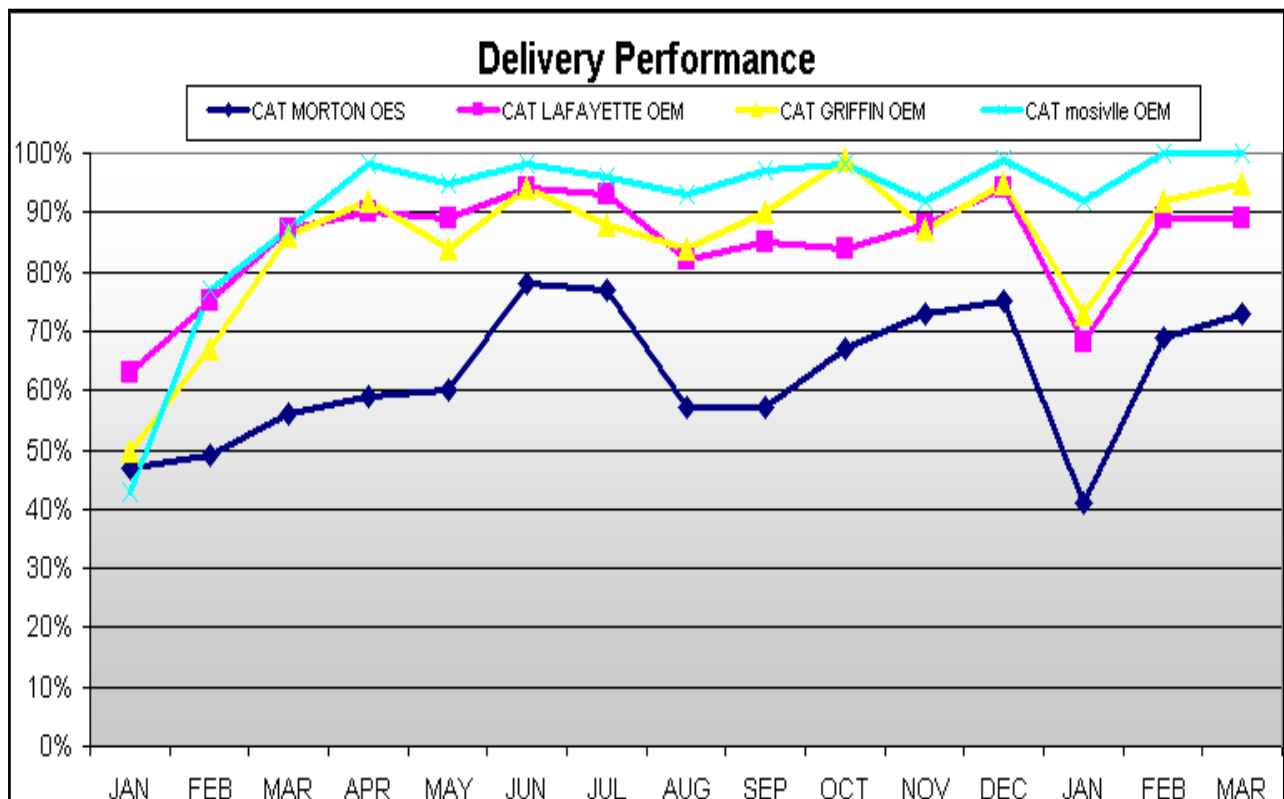
- Demanda (presiop) vs. capacidad de operaciones
- C/W & T/W al margen con la demanda
 - Optimizar tiempos de Set up.
 - Balanceo de operaciones.



ANEXO 5

Estatus de entregas al Cliente

- **OTTR** (Entregas a tiempo)
 - **Afecta Alta volatilidad.**
 - **Afectan Órdenes entrando en zona firme.**
 - **Entregas de proveedores Invar, Cerro, Alcom, Picut.**
- **Inventario**
 - **5 días de FG's.**



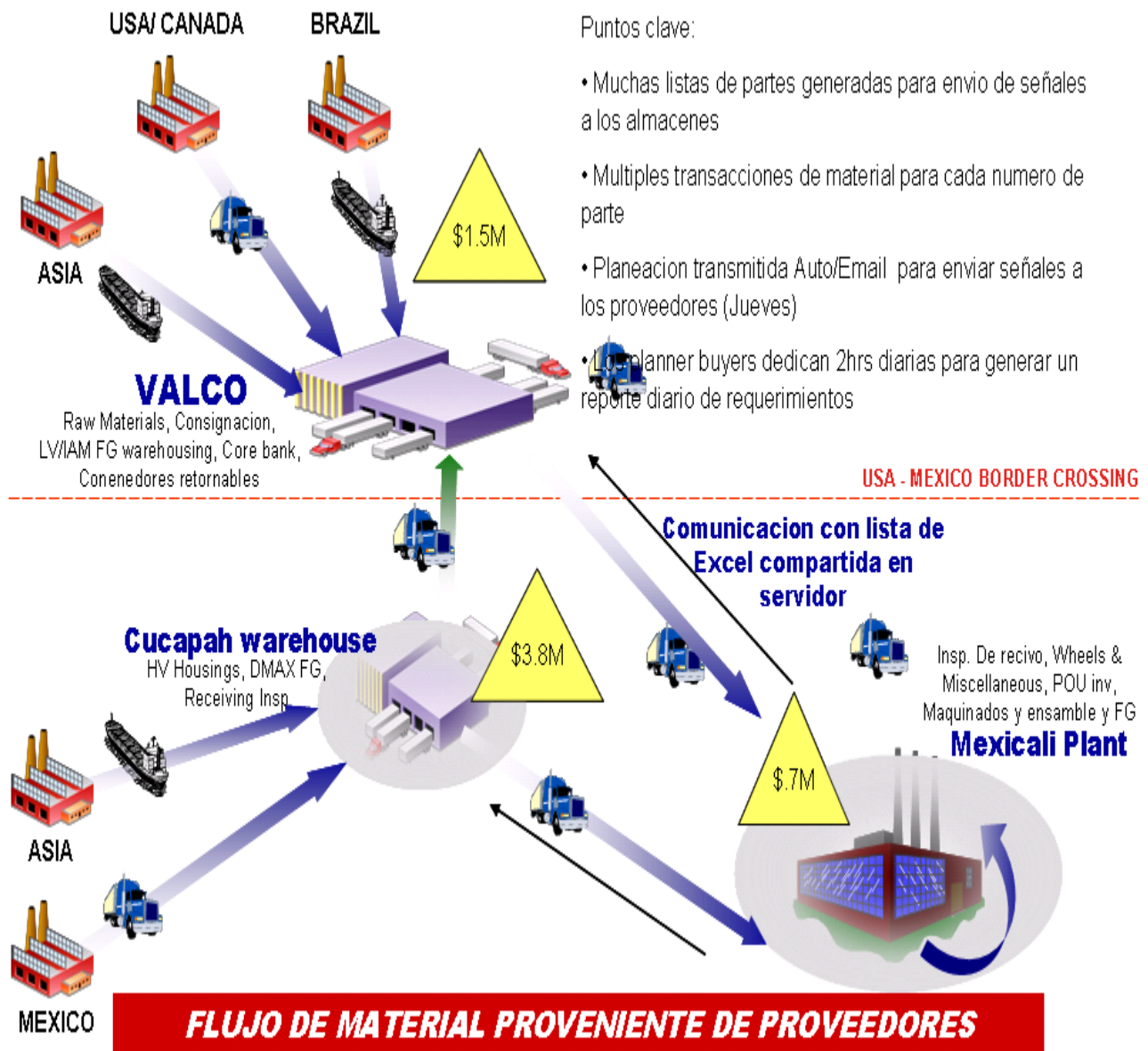
ANEXO 6

Costos varios vs unidades producidas

	Gastos Ensamble enero 2006			
	<u>Actual</u>	<u>Fcst</u>	<u>AOP</u>	<u>VAR</u>
Unidades producidas	17,013	14,912	13,856	2,101
Revenue	12,421	11,427	8,380	994
Scrap	27	21	30	(6)
Empaque	45	51	41	6
Mano obra directa	147	125	98	(22)
Tiempo extra	10	10	8	0
Transportacion	325	341	228	17
Premium Freight In	7	9	15	2
Premium Freight Out	2	-	10	(2)
Salary & Ind. Labor	120	82	40	(38)
O.T. Ind. Labor	0	0	0	0
Ops. Supplies	40	42	32	1
Herramientas	13	15	14	3
Mantenimiento	15	15	15	0
Otros	(22)	-	3	22
Costo Total Planta	729	712	535	(17)

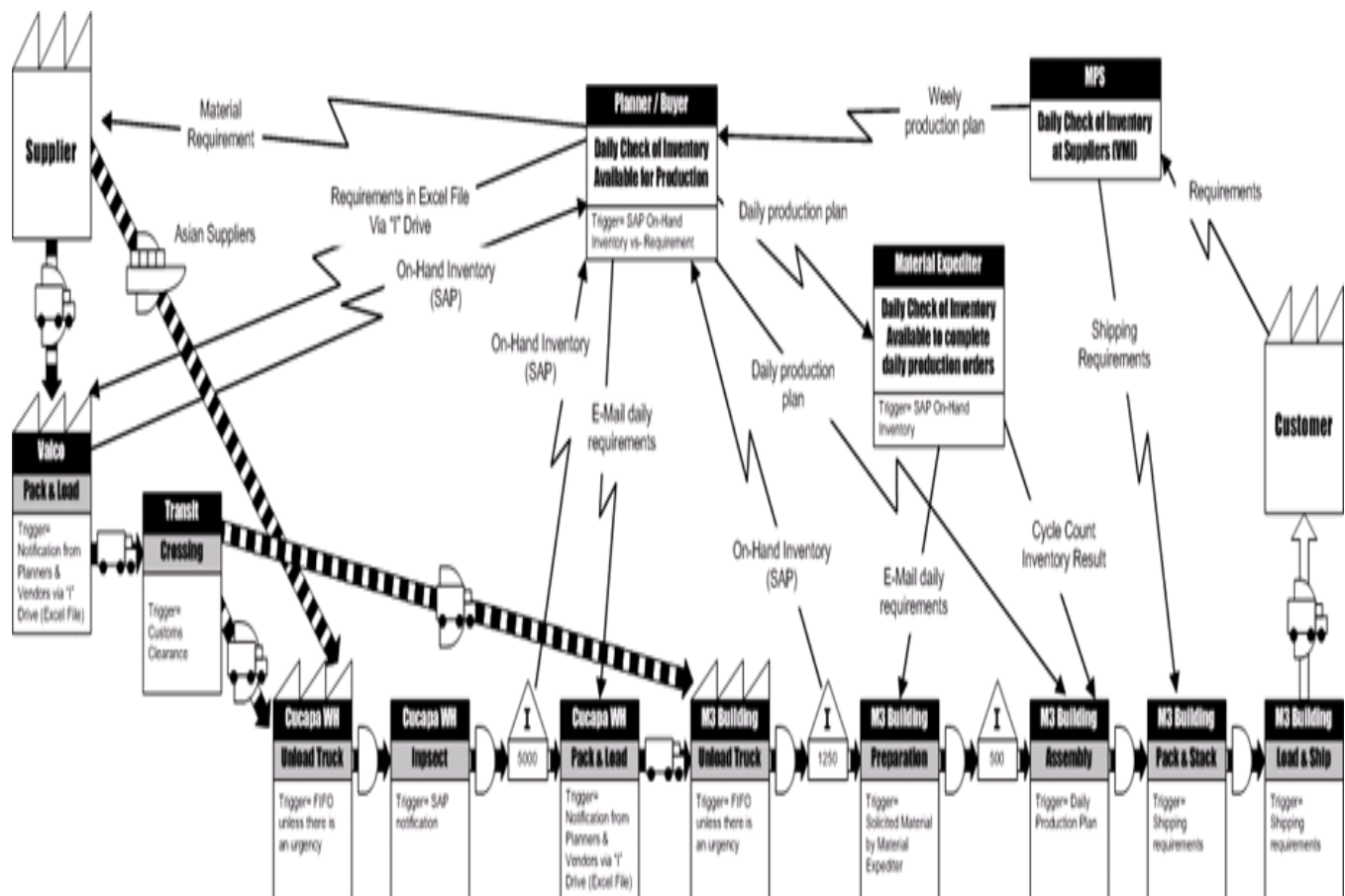
ANEXO 7

Identificación de Inventarios y flujo de materiales de proveedores



ANEXO 8

Mapa de Proceso de Planeacion



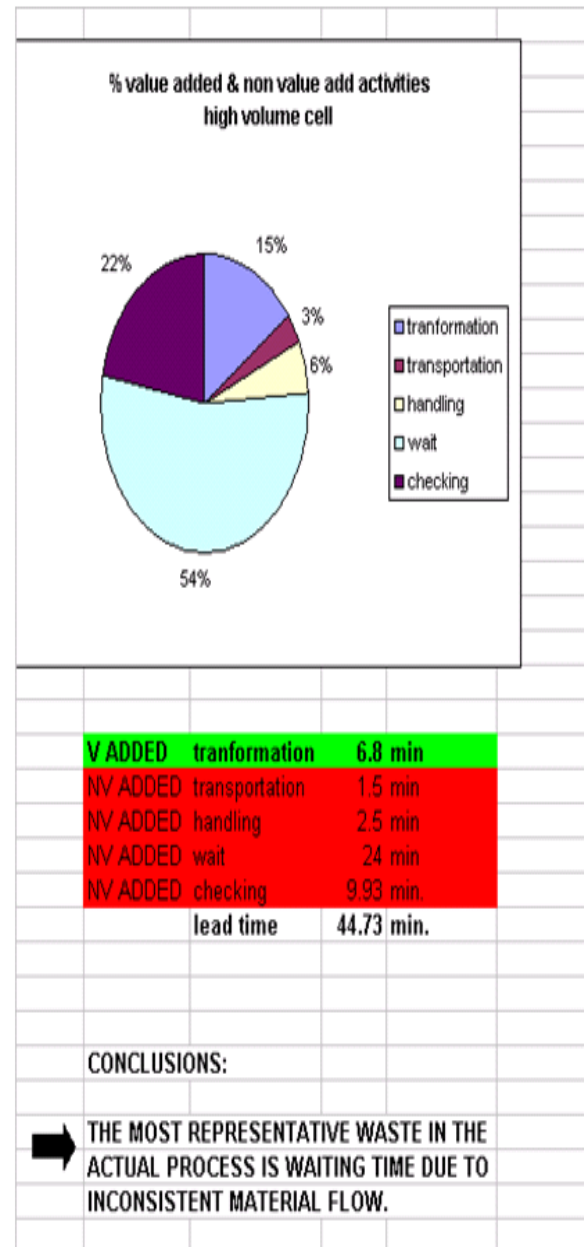
Comunicacion y Flujo de informacion en la planeacion de materiales

ANEXO 9

Mapa actual VA/NVA

Mapa Value Add / Non-value added

Page	1	PROCESS MAP FLOW										Name : Jose Angel		Date : 2/16/2004		
		Product Description : CENTER HSG														
		Part Number : 712342-0003														
Step #	Step description	VA Waste										Quantity	Distance	Time	Surface	Comments
		Transformation	Transport	Handling	Storage	Wait	Checking	Paper work	Miscellaneous							
1	POU AREA	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇	252				
2	LOAD CART	○	○	■	△	◇	◇	◇	◇	◇	◇		0.83			
3	MOVE TO ASSY CELL	○	■	■	△	◇	◇	◇	◇	◇	◇		1.5			
4	OPEN BOX	○	○	■	△	◇	◇	◇	◇	◇	◇		0.83			
5	WIP BEFORE MOVE TO TABLE	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇	168				
6	MOVE CENTER TO TABLE	○	○	■	△	◇	◇	◇	◇	◇	◇		0.83			
7	WIP BEFORE SUBASSY	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇	6				
8	CHECK CENTER HSG	○	○	△	▲	◇	◆	◇	◇	◇	◇		1.16			
9	SUBASSY OF CENTER HSG	○	●	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇		0.93			
10	WAITING TO ASSY CENTER HSG	○	○	△	▲	◇	■	◇	◇	◇	◇		465			
11	WIP BEFORE B/P SUBASSY	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇	6				
12	BACKPLATE SUBASSY	○	○	■	△	◇	◇	◇	◇	◇	◇		0.5			
13	CHECK TORO IN BOLTS	○	○	△	▲	◇	◆	◇	◇	◇	◇		2.83			
14	WAITING TO ASSY B/P	○	○	△	▲	◇	■	◇	◇	◇	◇		2.5			
15	WIP BEFORE CW STRETCH	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇	3				
16	CHECK CW BLADES	○	○	△	▲	◇	◆	◇	◇	◇	◇		2.5			
17	MAKE CW STRETCH	○	○	■	△	◇	◇	◇	◇	◇	◇		0.5			
18	WAITING TO STRETCH	○	○	△	▲	◇	■	◇	◇	◇	◇		1			
19	WIP BEFORE QUAD TEST	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇	6				
20	INTRODUCE MANUAL N/P DATAS	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇		0.5			
21	QUAD TEST	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇		1.44			
22	WAITING TO QUAD TEST	○	○	△	▲	◇	■	◇	◇	◇	◇		7.2			
23	WIP BEFORE HOFMANN	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇	3				
24	HOFMANN TEST	○	○	△	▲	◇	◆	◇	◇	◇	◇		0.5			
25	WAITING TO HOFMANN TEST	○	○	△	▲	◇	■	◇	◇	◇	◇		1			
26	WIP BEFORE THWA SUBASSY	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇	7				
27	THWA SUBASSY	○	○	■	△	◇	◇	◇	◇	◇	◇		0.66			
28	WAITING TO THWA SUBASSY	○	○	△	▲	◇	■	◇	◇	◇	◇		3.96			
29	WIP BEFORE COMPRESOR HSG SA	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇	2				
30	CHECK COMPRESOR HSG	○	○	△	▲	◇	◆	◇	◇	◇	◇		0.5			
31	COMPRESOR HSG SUBASSY	○	○	■	△	◇	◇	◇	◇	◇	◇		0.91			
32	WAITING TO COMPRESOR HSG SA	○	○	△	▲	◇	■	◇	◇	◇	◇		0.91			
33	WIP BEFORE FINAL INSPECTION	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇	5				
34	FINAL INSPECTION	○	○	△	▲	◇	◆	◇	◇	◇	◇		0.5			
35	WAITING TO FINAL INSPECTION	○	○	△	▲	◇	■	◇	◇	◇	◇		2.5			
36	WIP AFTER FINAL INSPECTION	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇	5				
37	PACKING	○	○	■	△	◇	◇	◇	◇	◇	◇		3.25			
38	WIP FGI	○	○	△	▲	◇	◇	◇	◇	◇	◇	12				
VA		6.8	1.5	2.5	4.75	24	9.93	0	0							
NVA		513														
PROCESS EFFICIENCY		1.3 %														



[illegible]

ANEXO 11

Descripción de las habilidades en proceso

LISTA DE HABILIDADES / PUESTO POR NIVEL								
Celda:	DVNT	E3 *	E2	E2	E3 *	E1	E3 *	E2
Unidad de Negocio: 		Nombre de la Estación <u>Soldadura de Nozzle</u> <u>Inspeccion de Nozzle</u> <u>Instalacion de actuator en CHRA</u> <u>Calibracion del actuator</u> <u>Instalacion de Compressor Housing</u> <u>Inspeccion y empaque</u> <u>Sub ensamble de actuator</u>						
No. de Personas de la celda		1	2	3	4	5	6	7
No.	Descripción de Habilidades							
1	Interpretacion del formato de primer articulo	1	1	1	1	1	1	1
2	Conocimientos altos de soldadura (de cualquier tipo , MIG , de arco electrico , de tungsteno , etcetera)	2						
3	Identificacion de los distintos tipos de soldadura del material , es decir cuando se encuentra en buen estado , cuando esta deteriorada , etc.	3	3					
4	Ensamble y desensamble del turbo			4		4	4	
5	Identificacion de los numeros de parte que se utilizan en esa celda.	5	5	5	5	5		5
6	Interpretacion de formatos de registro de la estacion de trabajo actual		6		6		6	
7	Buen tacto para el uso de indicadores de giro (tolerancias.)		7					
8	Reconocer cuando el turbo gira sin problemas y cuando los tiene				8	8	8	
9	Uso de instrumentos de medicion como los Gage indicadores , vernier , medidores de presion .		9		9	9		
10	Uso de la lampara de inspeccion						10	
11	Realizar Set Up de la Maquina que se encuentra operando	11			11			
12	Conocimientos Muy Basicos de programacion para nevegare en el software de la maquina a la hora de realizar un Set Up o mantenimiento				12			
13	Clasificacion e identificacion de las distintas herramientas tales como dados , Torquímetros , llaves L , Taladros , Pinzas , Pinzas para candado , etc.		13	13		13		13
14	Ubicacion y conocimiento de las funciones de control de la maquina que se esta utilizando , es decir , paros de emergencia,ON-OFF,Reset,Start button , etc	14		14	14			
15								

ANEXO 12

Matriz de habilidades por proceso

	S'W																	
	Puesto	EIII*	EII	EII	EIII*	EI	EIII*	EII	EIII*	EI	EI	EII	EIII*	EII				
Unidad de Negocio:	DDC																	
Celda:	ENSAMBLE BOSCH PRIMER TURNO																	
Fecha de Revision:	3-Apr-05																	
Nombre del empleado		Soldadura de Nozzle	Inspeccion de Nozzle	Instalacion de actuator en CHRA	Calibracion del actuator	Instalacion de Compresor	Inspeccion y empaque	Sub ensamble de actuator	Ensamble de CHRA	Ensamble de Backplate	Instalacion de CW y Strecht	Quad Tester	Prueba de Balanceo	Empaque	Meta cumplida por persona.			
7056	Martin R. Cruz Cardenas														15%		ENS III	
8745	Lucio Hernandez														28%		GEN1	
6608	Castro Campos Roberto														54%		ENS III	
6616	Luis A. Villarino Villegas														79%		ENS III	
6588	Joel Puente Jimenez														67%		ENS II	
8720	J. Manuel Lopez Santillan														51%		GEN I	
6593	J. Carlos Contreras Ramos														26%		GEN I	
8210	Erick Gallardo Dominguez														59%		ENS I	
5799	Jesus Ozuna														92%		ESP II	
5302	Adriana Flores Loera														54%		ENS III	
6689	Jose de Jesus Valdez														72%		ENS III	
# de personas que cubren los requerimientos de su ciclo de trabajo		Plan	10	10	10	10	10	10	10									
		Actual	3	5	7	5	7	4	9									
Meta cumplida por grupo %			30%	50%	70%	50%	70%	40%	90%									
			Lo hace con ayuda (entrenamiento)		Lo hace sin ayuda				Mantiene el estandar de trabajo				Enseña a otros					

ANEXO 13

Tecnica de diseño de celdas "Group Technology"

OVERVIEW

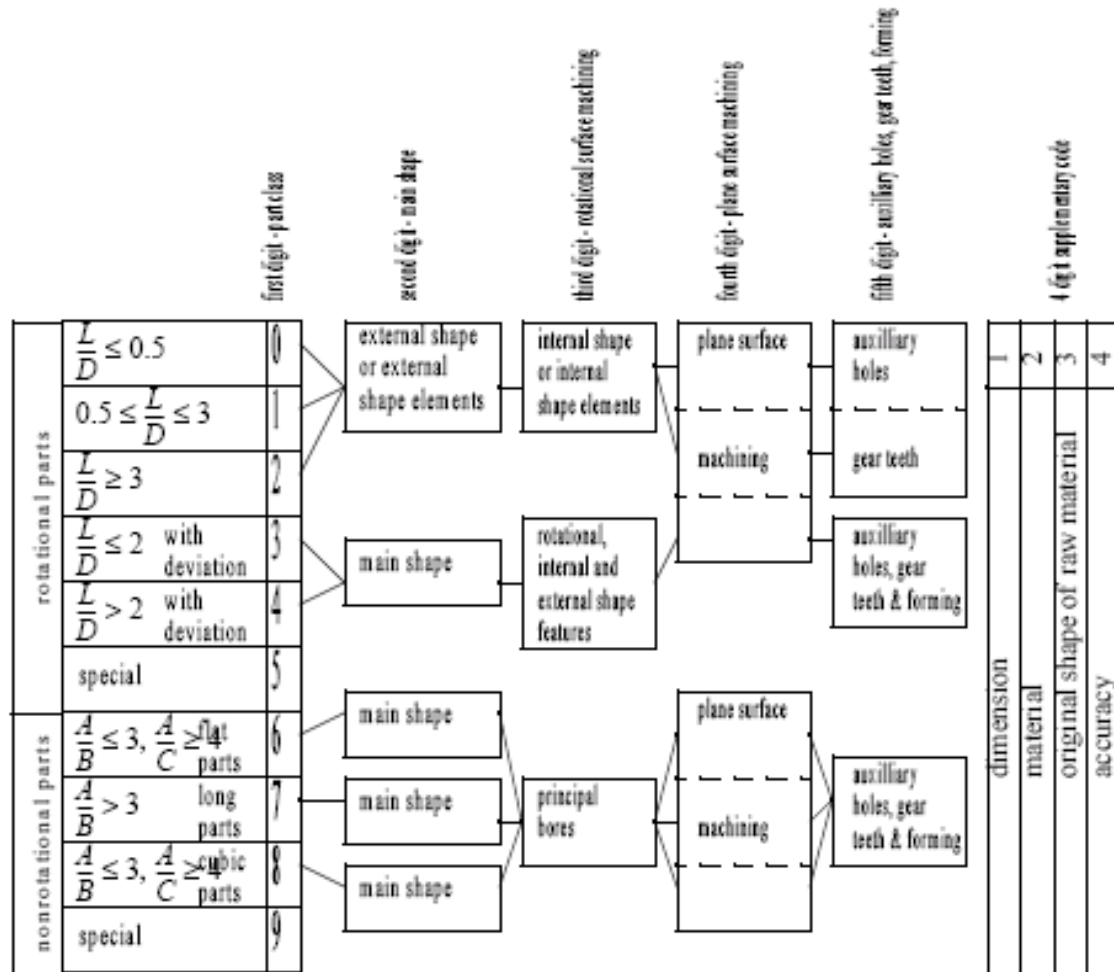
- Most product models use an exact definition of geometry, or other details
- It can be useful to have a more abstract representation of a part for some tasks,
 - Storage and recall of designs
 - Recall of process plans for similar parts
 - Classification of designs for analysis of production
- GT is used to identify subsets or families of similar parts for the purpose of realizing common features for improved design and process efficiency through standardization.
- GT codes can be used to represent products using any combination of geometry, manufacturing processes, and/or function.
- The advantages of such a system can be found in,
 1. Product design - Group technology allows similar designs to be recalled on the computer. Instead of starting from scratch again.
 2. Tooling and setups - standard tooling can be developed for a part family, and then standard setup procedures and times can be used.
 3. Materials Handling - Factory floor layout can be updated to reflect part families, and reduce part handling time.
 4. Production and Inventory Control - The use of GT to set up standard production techniques allows faster production, therefore less inventory, and Work in Process(WIP).
 5. Employee Satisfaction - Grouping of machines allows easier tracking of quality (and achievement).
 6. Process Planning - Standard plans can be developed for GT part families. The plans can then be altered to fit, instead of producing a new process plan.
- Problems with GT systems are,
 1. Not suited to a factory with widely varying products
 2. Can have a long setup time, and debugging
 3. There are no standard GT codes developed - each GT code application will probably be unique.
 4. A GT code may be hard for inexperienced users to read.

SOME DETAILS

- The GT code is made up of a string of digits which identify specific attributes of a part.
- If the digits of a GT code are unrelated, it is a polycode, and each digit may be looked up independently.
- If the digits of a GT code are related, it is a monocode, and they must be looked up in sequence.
- It is possible to have a hybrid GT code which is a combination of polycode and monocode.
- When selecting what the GT digits represent, the guidelines are,
 - They must differentiate products
 - Must represent non-trivial features
 - Only critical features should be encoded
 - Function should be encoded
 - Every digit should be significant
- Parts can be encoded using
 - process flow
 - tool axis
 - tolerance
 - function
 - material
 - shape.

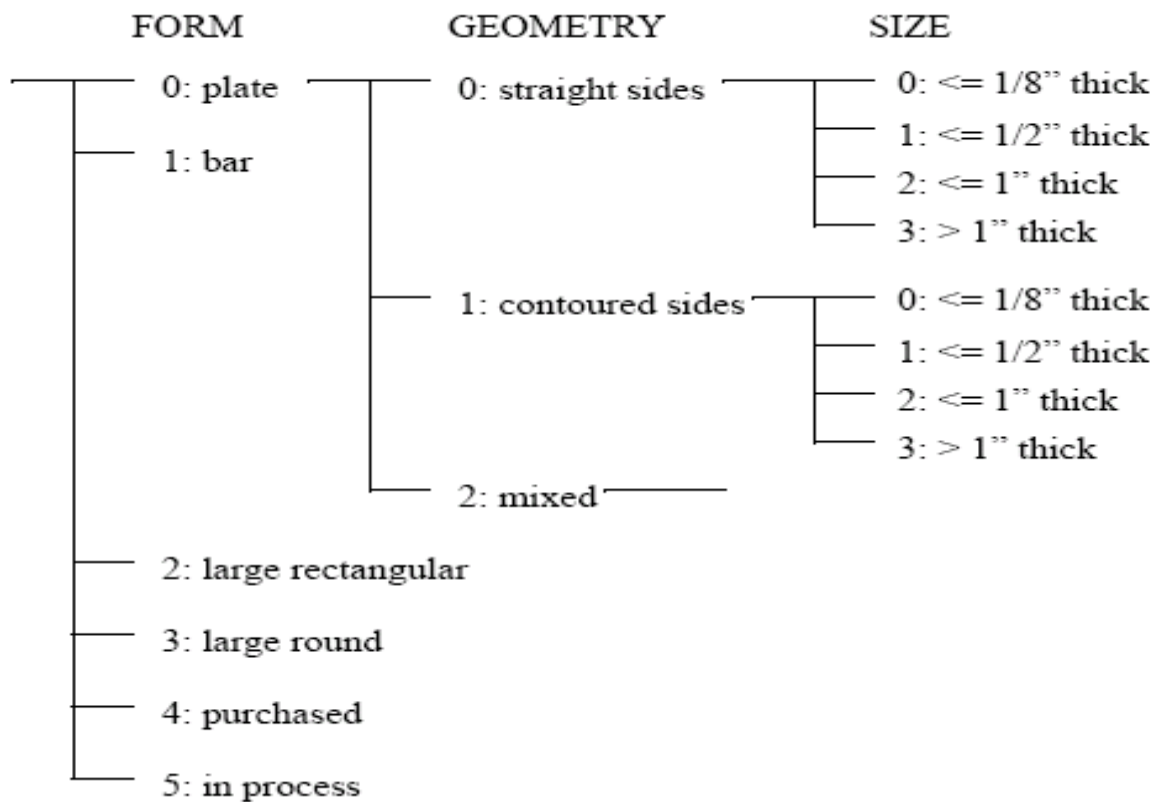
Optiz Code

- One example system is the popular Opitz code, developed in a German university by H.Opitz.
- This code uses a sequence of 5 digits, 4 digits, and 4 letters, such as '11223 4455 ADEA'
 - The first five digits are the form code (identify shape). See the table for form codes.
 - The next four digits are the supplementary code - used to represent non-form details such as tolerances, materials, etc.
 - The last four letters are the secondary code, used to represent production operation types, sequences, or other functions chosen by the manufacturer.
- The Opitz code for a part is constructed from the first digit on, as shown in the tables below.



Decision Tree

- Decision trees are developed to be specific to typical product line, or manufacturing facility.
- To develop one of these trees we draw a tree that shows alternate possibilities for a part, and then number the options (care must be used to leave options not anticipated).
- Part of an example decision tree is given below. This can be expanded as it applies to a particular manufacturer or industry.



IMPLEMENTATION

- GT should be used when there are a large number of parts that can be divided into groups based upon geometry, function, and/or production.
- Implementation is a multistage process,
 1. Develop a GT code
 2. verify the GT code by coding about 10-20% of the parts in the factory. A good random sample of parts should be used for reliable results.
 3. The results of the coding should be reviewed. If too many parts have the same GT code, or there are not enough similarities between codes, then the code should be revised.
 4. The remainder of the parts should be coded.
 5. An examination of all the parts for the factory will allow the identification of patterns in production, or design. As a result standard production routings, or standard product designs may be selected.

GT MACHINE CELLS

- After identifying part families, a standard set of production steps can be identified.
- After identifying standard production steps, the factory floor can be reorganized to reflect a more rational layout of machines.
- Various ways to lay out machines for part families are,
 - Single Machine Cell
 - Group machine layout
 - flow line design
- Single Machine Cells are suited to products which may be produced on a single machine, using a single process. This can also involve bringing two machines together. Such as a grinder, on a lathe.
- Group Machine Layout is suited to a small set of operations on a part which cannot be performed on a single machine.
- Flow Line Design - when parts in a family have a number of processes with the same sequence, this system may be set up with a transfer line.

REFERENCES

Ullman, D.G., The Mechanical Design Process, McGraw-Hill, 1997.

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN

En Emerson al igual que muchos otros corporativos andan en busca de hacer la diferencia en el mercado mundial a través de la utilización de técnicas tales como lean y six sigma, esto con el fin de dominar los mercados mundiales, ahora en día los clientes no solo buscan calidad sino también costo, entregas a tiempo y un buen servicio, para eso las compañías deben buscar la forma para acelerar sus tiempos de proceso y de reducir costos con el fin de poder dar mejores precios, promociones o mejor calidad al mismo costo.

Es por esto que el enfoque principal en este proyecto será una técnica de Lean conocida como "Mapa de la cadena de valor".

DESARROLLO

El Análisis de la Cadena de Valor es una herramienta gerencial para identificar fuentes de Ventaja Competitiva. El propósito de analizar la cadena de valor es identificar aquellas actividades de la empresa que pudieran aportarle una ventaja competitiva potencial.

El primer paso está dibujando el estado actual, que es hecho recopilando la información sobre el piso de la empresa. Esto proporciona la información necesaria para dibujar un estado futuro. El paso final es preparar y comenzar activamente a usar un plan de la puesta en práctica que describa como se planea alcanzar el estado futuro.

Antes de comenzar, es necesario seleccionar y centrarse en una familia de producto el cual en este caso será para el grupo de producción denominado línea 8210. El mapeo de la cadena de valor es caminar y dibujar los pasos en los procesos del material e información por una familia del producto "puerta a puerta" en la empresa. Con el fin de eliminar aquellas actividades que no le agreguen valor al producto.

CONCLUSION

Fue muy evidente que los resultados obtenidos con esta herramienta fueron muy satisfactorios y que se logro con los objetivos pronosticados, sin embargo aun con estos resultados pudieramos obtener mas ganancias si se hace otra vez el analisis y nos dedicamos hacerlo mas a detalle ya que siempre va haber areas de oportunidad. Los resultados Mas impactantes del proyecto, fue el poder reducir el inventario de producto terminado un 56% y haber reducido el tiempo de procesamiento de una orden en un 90% .

REFERENCIAS

- KEEFE,
2004** Ray Keefe, 2004 "Creating the lean Enterprise" "lean champions Development Program" Emerson
- TAPPIN
G, 2001** Don Tapping y Tom Fabrizio "Value stream Management" Eight steps to planning, mapping, & sustaining lean improvements. Productivity press, 2001
- ROTHER
, 2001** Mike Rother y Rick Harris "Creating Continuous flow" Action guide for managers. Lean enterprise institute Junio 2001
- MILLS,
2001** Barbara Wheat, Chuck Mills y Mike Carnell "Leaning into six sigma" The path of integration publishing partners, 2001
- JONES,
2003** Jim Womack y Dan Jones "Learning to see" Create value and eliminate muda. Lean Enterprise version 1.3, Junio 2003
- EMS,
2001** Darrer Dolemascolo EMS consulting Group 2001 "Lean manufacturing Training"
<http://www.emsstrategies.com/News-Releases/04-11-10-news-release.htm>
- STIMSO
, 2001** Frederick Stimson Harriman "Interpreting for TPS/Kaizen work shop Enero 2001
<http://www.fredharriman.com/services/index.htm>

- TEOH,
2004 Alex teoh y NK Khoo
Lean Sigma Institute Nov/2004
http://www.sixsigmainstitute.com/lean/index_lean
- VADIM,
2001 Vadim Kotelnikon
"Ten3business e-coach" Innovation Unlimited, Marzo 2001
<http://www.1000ventures.com/ten3ew.html>
- STR,
1998 Norman Bodek.
"consultant-engineers-strategists"1998
<http://www.strategosinc.com/resources.htm>
- SWMS
, 1994 Arthur Richardso y Nick hill
"Manufacturing advisory service 1994.
http://www.swmas.co.uk/Lean_Tools/Lean_menu.php
- Lee,
1996 Quarterman Lee
"Facilities & work place "
Institute of industrial engineers. 1996