



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA CAPACIDAD DE
PLANTA, Y EL DISEÑO DE UN ÁREA DEDICADA A LA
MANUFACTURA DE UNA PARTE DEL SECTOR
AUTOMOTRIZ**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL
PRESENTA:**

SEGUNDO VELÁZQUEZ RAÚL

DIRECTOR DE TESIS: M.I. SILVINA HERNÁNDEZ GARCÍA



CIUDAD UNIVERSITARIA D.F. 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO

Presidente: Ing. Carlos Sánchez Mejía Valenzuela

Vocal: M.I. Silvina Hernández García

Secretario: Ing. Elizabeth Moreno Mavridis

Primer suplente: Ing. Verónica Hikra García Casanova

Segundo suplente: M.I. Susana Casy Téllez Ballesteros

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

Con mucho cariño y amor dedico este proyecto de tesis:

A mi madre Agustina Velázquez Rodríguez, de quien siempre eh recibido su amor, cuidado y apoyo.

A mi esposa Carolina Bravo Flores, que tanto amo, quien en todo momento me ha brindado todo su apoyo para hacer posible este logro.

Agradezco infinitamente:

A la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme brindado el legado de conocimientos, cultura y educación

A mis profesores, por su trabajo, dedicación y esfuerzo, para transmitirme sus conocimientos, para formarme como Ingeniero.

A la M.I. Silvina Hernández García, por su importante colaboración y aportación, para el desarrollo de este proyecto de tesis.

A mis amigos de la Facultad de Ingeniería, con los que he compartido momentos inolvidables, pero sobre todo su amistad y cariño.



ÍNDICE

Introducción.....	1
Capítulo 1: Normas y conceptos dentro de la industria automotriz.....	4
1.1 Introducción	5
1.2 Situación actual de la industria automotriz febrero 2011	5
Ventas al mercado nacional	5
Producción nacional.....	6
Exportación	6
Venta anualizada en el mercado interno mexicano.....	7
Producción mundial 2000 – 2010.....	7
1.3 Especificación técnica para la industria automotriz ISO/TS 16949:2009 ..	8
Meta de la Especificación Técnica ISO TS/ 16949:2009	11
1.3.1 Objeto y campo de aplicación	11
1.3.2 Referencias normativas.....	11
1.3.3 Términos y definiciones.....	11
1.3.4 Sistema de gestión de la calidad.....	13
1.3.5 Responsabilidad de la dirección.....	14
1.3.6 Gestión de los recursos.....	14
1.3.7 Realización del Producto.....	16
1.3.8 Medición, análisis y mejora	25
1.4 Planeaciones Avanzadas de Calidad de los Productos (APQP) y Planes de Control	29
Ciclo de la planeación de calidad de un producto	30
Fases del APQP.....	31
1.4.1 Planeación y definición de un programa	31
1.4.2 Diseño y desarrollo del producto	32
1.4.3 Diseño y desarrollo del proceso	33
1.4.4 Validación del producto y el proceso.....	33
1.4.5 Retroalimentación, evaluaciones y acciones correctivas	34
1.5. Proceso de aprobación de partes para producción (PPAP).....	35
Definición	35
Propósito.....	35
Requisitos del Proceso PPAP	35
Capítulo 2: Conceptos teóricos.....	39
2.1 Introducción	40
2.2 Pronósticos	40
2.2.1 Patrones de Pronósticos	41
2.2.2 Métodos de Pronósticos.....	43
2.3 Capacidad de producción	44
2.3.1 Definición de la capacidad	45
2.3.2 Capacidad de las operaciones	45
2.3.3 Planeación de la capacidad	45
2.3.4 Decisiones para la planeación de la capacidad	46



2.3.5 Estimación de las necesidades futuras de capacidades	46
2.3.6 Análisis de la capacidad de planta	46
2.3.7 Técnicas de desarrollo de capacidades en la estaciones de trabajo	47
2.3.8 Evaluación de la capacidad total de la planta	50
2.4 Procesos de soldadura por arco	52
2.4.1 Circuito de la soldadura por arco.....	52
2.4.2 El arco eléctrico.....	53
2.4.3 Soldadura con arco metálico y gas (GMAW: Gas Metal Arc Welding)	53
2.5 Distribución de planta	54
2.5.1 Objetivos de la distribución de planta.....	54
2.5.2 Planeación de la distribución de planta	55
2.5.3 Principales tipos de distribución	55
2.6 Análisis productos - volumen de producción.....	56
2.7 Selección de maquinaria.....	56
2.7.1 Maquinaria para una planta nueva.....	56
2.7.2 Factores para el reemplazo de maquinaria	57
Capitulo 3: Metodología propuesta al caso de estudio.....	58
3.1 Introducción	59
3.2 Metodología propuesta	59
3.3 Estudio del caso	60
3.3.1 Integración de auto partes del mercado japonesas al sistema de producción de auto partes en México	62
3.3.2 Objetivo del proyecto.....	64
3.3.3 Comportamiento histórico del programa de ventas	65
3.3.4 Cálculo de pronóstico de ventas para el año 2011	65
3.3.5 Diagrama de flujo de las partes de integración	68
3.3.6 Cálculo del tiempo estándar en una estación de trabajo.....	69
3.3.7 Tiempos estándar de las operaciones de ensamble	71
3.3.8 Análisis de la capacidad disponible en el área de soldadura	72
3.3.9 Cálculo de la capacidad disponible en una estación de trabajo	73
3.3.10 Capacidad total disponible en al área de soldadura.....	74
3.3.11 Horas estación-maquina requeridas por operación de ensamble ..	74
3.3.12 Capacidad ocupada y disponible por estación del área de soldadura	75
3.3.13 Capacidad ocupada y disponible del área de soldadura	76
3.3.14 Conclusiones del capítulo	77
Capitulo 4: Planteamiento conceptual al caso de estudio	78
4.1 Introducción	79
4.2 Estudio del caso	79
4.2.1 Objetivo del estudio del caso	79
4.3 Estado actual del área de soldadura	80
4.3.1 Lay out actual del área de soldadura	81
4.3.2 Diagrama de flujo del proceso de ensamble de 1 parte de integración	82



4.3.3 Descripción de las operaciones de ensamble de 1 parte de integración.....	83
4.3.4 Capacidad actual del proceso ensamble de 1 parte de integración .	84
4.3.5 Eficiencia del proceso ensamble de la parte de integración.....	86
4.4 Alternativa de mejora al caso de estudio	87
4.4.1 Capacidad requerida para el cumplimiento del programa de ventas	87
4.4.2 Tiempo ciclo requerido para satisfacer la demanda	88
4.4.3 Propuesta para disminuir el tiempo ciclo actual	89
4.4.4 Determinación de número de estaciones requeridas para la línea de ensamble propuesta.....	89
4.4.5 Asignación de las operaciones de ensamble a las estaciones de trabajo de la línea de ensamble propuesta	90
4.4.6 Eficiencia de la línea de ensamble propuesta	91
4.4.7 Mano de obra y estaciones de trabajo, requeridas para la línea de ensamble propuesta para 2 partes de integración	93
4.4.8 Lay out para la línea de ensamble propuesta	93
4.5 Retorno de inversión.....	95
4.5.1 Inversión para la adquisición de maquinaria de 1 estación de trabajo	95
4.5.2 Costos de fabricación OP.50 de la línea de ensamble propuesta	96
4.5.3 Retorno de inversión OP.50 de la línea de ensamble propuesta	97
4.5.4 Conclusiones del estudio de retorno de inversión	98
4.5.5 Seguimiento del proyecto	98
4.5.6 Programa de actividades.....	100
Conclusiones y recomendaciones.....	101
Bibliografía	102



INTRODUCCIÓN

El sector automotriz es una de las industrias más importantes para la economía mexicana, por el valor de su producción, la creación de empleos y su incidencia en el comercio exterior. Es por ello la industria automotriz en México al igual que otras a nivel mundial debe desarrollar su competitividad en materia de calidad y tecnología, tomando en cuenta el impacto generado por la tendencias y normas internacionales, esto con el objetivo de competir en la mercado actual.

Las empresas locales han dejado de ser proveedoras de las ensambladoras, para dejar su lugar a las nuevas empresas extranjeras, se puede identificar claramente diferencias entre dos tipos de empresas; el de las grandes proveedoras de las ensambladoras que pertenecen a grupos multinacionales y tienen un perfil perfectamente adaptado a las exigencias que plantea la industria, y otras empresas con potenciales limitados que aún no saben responder al reto planteado por la globalización.

La nuevas funciones que deben desempeñar los proveedores implican obtener conocimiento y capacidades específicas como son: el diseño y la construcción de áreas para procesos de manufactura, la elección y adquisición de equipos requeridos para la fabricación, el análisis de métodos, la validación de los procesos y de las áreas productivas, la certificación de acuerdo al marco regulatorio, el análisis del perfil de la mano obra requerida, la selección de proveedores de materia primas, modelos para maximizar los recursos, así como el análisis financiero para la evaluación del retorno de inversión.

Para algunos empresarios mexicanos existe una vaga comprensión de cómo está estructurado el sistema de autopartes que surte a la industria terminal, no consideran sistemas para evaluar y comprender mejor los cambios en las demandas, así como poder evaluar las capacidades instaladas de sus plantas, con el objetivo de integrar nuevos productos a las plataformas de producción, estas dos condiciones influyen en la utilidad esperada, sin embargo también existe el problema de la falta de inversión hacia nuevas tecnologías y mercados.

Las evaluaciones de la capacidad y carga de la fábrica son decisivas para determinar con exactitud lo que la planta puede producir en su alineación presente. Este conocimiento es fundamental para que la compañía pueda decidir qué productos puede vender y cuando podría realizar la entrega de los mismos.



La problemática descrita anteriormente se basa en las diferentes causas que a continuación se describen:

- No identificar oportunamente los problemas con los que cuenta la empresa y realizar las acciones correctivas
- La falta de conocimiento para utilizar modelos matemáticos, que ayudan a tomar decisiones, maximizar los recursos y reducir costos.
- El no realizar la planeación para el desarrollo y lanzamiento de nuevos productos en las líneas de producción
- No evaluar el diseño más adecuado para los productos y los procesos.
- El no diseñar y construir instalaciones que cumplan con las condiciones requeridas para la manufactura de los productos.
- Equivocación para elegir los equipos requeridos para la fabricación, ya sea por especificaciones técnicas, mantenimiento, dimensiones y ahorro de dinero que generan pérdidas en la utilidad.
- No contar con grupos multidisciplinarios, con la capacidad de resolver problemas y tomar decisiones durante la vida comercial de los productos y el desarrollo de los nuevos.
- La falta de comunicación entre las diferentes áreas que conforman la organización, las cuales trabajan de manera individual, lo que genera incumplimiento a los objetivos establecidos por la empresa.

Como consecuencia a las causas mencionadas con anterioridad el presente trabajo tiene como objetivo: integrar técnicas de Ingeniería Industrial que permitan desarrollar una metodología para evaluar la capacidad de planta para la integración de nuevos productos y diseñar un área específica para la manufactura de una nueva parte perteneciente a la industria automotriz, dicho trabajo puede ser utilizado como guía para otras industrias, con las condiciones particulares del estudio de caso.

El presente trabajo está compuesto de cuatro capítulos, los cuales se describen a continuación:

Capítulo 1: Se describe la situación actual de la industria automotriz en México, específicamente las ventas en el mercado interno, la producción nacional y las exportaciones, comparándolos con sus equivalentes de los años anteriores. El capítulo se complementa con una breve explicación de la especificación técnica que rige a la industria automotriz a nivel mundial como lo es ISO/TS 16949:2009, complementando con las metodologías y requerimientos para el desarrollo y liberación de nuevos productos pertenecientes al ramo como los son la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) y el Proceso de Aprobación de partes de Producción (PPAP).

Capítulo 2: Describe los conceptos de Ingeniería Industrial, que fundamentan la metodología para el caso de estudio, temas como son: pronósticos, capacidad de producción, distribución de planta y selección de maquinaria, y complementando conceptos de soldadura con arco metálico y gas (GMAW).



Capítulo 3: Se establece la metodología propuesta para determinar la capacidad de producción actual del caso de estudio, con el objetivo de determinar para si los recursos con los que se cuenta, son suficientes para la integración y manufactura de nuevas partes. Y finalmente que sirva como guía en la aplicación de la misma para determinar la capacidad de producción de diferentes tipos instalaciones.

Capítulo 4: Se determinan las actividades necesarias para diseñar una línea de producción para integrar dos nuevos productos al sistema de manufactura de una empresa, la cual tenga la capacidad de producción suficiente para cumplir con la cantidad de piezas requeridas por el cliente. Así mismo se determina los recursos y actividades necesarios para implementar la línea de producción. Por último se establece el análisis de retorno de inversión para el caso de estudio.

Por último, se exponen las conclusiones y resultados a las que se llegó después de haber realizado la metodología, las cuales permitirán a los directivos tomar la decisión de llevar a cabo las medidas propuestas en este trabajo. Se plantean utilizar la metodología como alternativa de mejora a los otros procesos de manufactura que conforman a la empresa, así como aplicar de la mejor manera las normas, procedimientos y metodologías que se utilizan en el ramo automotriz, para incorporar los nuevos productos, los cuales deben cumplir con las especificaciones requeridas por el cliente.



Capítulo 1: Normas y conceptos dentro de la Industria Automotriz



1.1 INTRODUCCIÓN

En este primer capítulo se establece la situación actual de la industria automotriz, esto a causa de la crisis que inicio en septiembre de 2008 y que afecto severamente a dicha industria, y no solo a las principales armadoras que se encuentran en el país, sino también a la cadena de suministro que la conforman.

Complementando el presente capítulo, se establecen un resumen detallado de la especificación técnica ISO/TS 16949: 2009 aplicada a cualquier organización activa en la cadena de suministro del sector automotriz, la cual define los requisitos del sistema de gestión de la calidad para el diseño, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio de los nuevos productos automotrices en una organización.

Así mismo se define La Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP), la cual es una metodología en donde se establecen los pasos necesarios para producir un producto / servicio de calidad que satisfaga las necesidades y expectativas del cliente.

Por último se establece el Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP) en donde se indica los requisitos para la aprobación de partes de producción masiva a proveedores de Daimler Chrysler, Ford, General Motors y Nissan.

1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ FEBRERO 2011

La producción de vehículos en México sigue creciendo como resultado de los altos niveles de exportación que se registran desde el año pasado, 18.2% y 20.0%, respectivamente. Por el lado de la venta nacional, ésta continúa sin dar muestras de recuperación sólida.

La demanda de vehículos nuevos en México al primer bimestre de 2011 todavía están a niveles inferiores a los que se registraron antes de la crisis, el resultado al mes de febrero 2011 refleja un 26.2% abajo del nivel de ventas del primer bimestre de 2008.¹

Ventas al mercado nacional

El acumulado de 2011 comparado con el del primer bimestre de 2008 resulta ser inferior por 26.2%, sin embargo, el primer bimestre de 2011 acumula un volumen total de 135,756 unidades y es 9.9% mayor que el resultado de 2010 cuando se comercializaron 123,580 vehículos ligeros.

¹ Fuente: AMIA: Asociación Mexicana de la industria automotriz. Febrero de 2011



La venta de automóviles y camiones ligeros en febrero 2011 es 23.0% inferior a febrero 2008, sin embargo, con 66,990 vehículos vendidos en el mercado interno registró un incremento de 12.6% unidades comparadas, con las 59,516 del mismo mes de 2010.

Producción nacional

La producción total de vehículos en el segundo mes de 2011 alcanzó un volumen total de 193,527 unidades que comparadas con las 167,292 de febrero de 2010 muestra un incremento de 15.7%, es decir, 26,235 vehículos producidos más en este mes que en el similar del año pasado.

El primer bimestre de 2011 cerró con un volumen acumulado de 392,837 unidades fabricadas que representan un incremento de 18.2% respecto a igual periodo de 2010 (332,350 unidades). En referencia al acumulado hasta el mes de febrero de 2008 el volumen total de 2011 es 7.8% mayor.

Exportación

La exportación de unidades en el segundo mes de 2011 registró un volumen total de 155,808 vehículos ligeros comercializados en el exterior, que comparados con los 153,148 de febrero 2010 representan un incremento de 1.7% (ver tabla 1.1).

Exportación	FEBRERO		Dif %	Particip %	
	2010	2011		2010	2011
EE UU	109,257	105,637	-3.3	71.3	67.8
Canadá	12,162	13,127	7.9	7.9	8.4
Latinoamérica	13,146	21,245	61.6	8.6	13.6
África	0	1,338	n.c.	0	0.9
Asia	2,208	2,402	8.8	1.4	1.5
Europa	15,650	10,207	-34.8	10.2	6.6
otros	725	1,852	155.4	0.5	1.2
TOTAL	153,148	155,808	1.7	100	100

Tabla 1.1. Comparativo de vehículos exportados entre el mes de febrero de 2010 y febrero de 2011

El volumen acumulado de este primer bimestre de 2011 llegó a 320,853 unidades, cifra 20.0% mayor al volumen acumulado de 2010 (ver tabla 1.2).

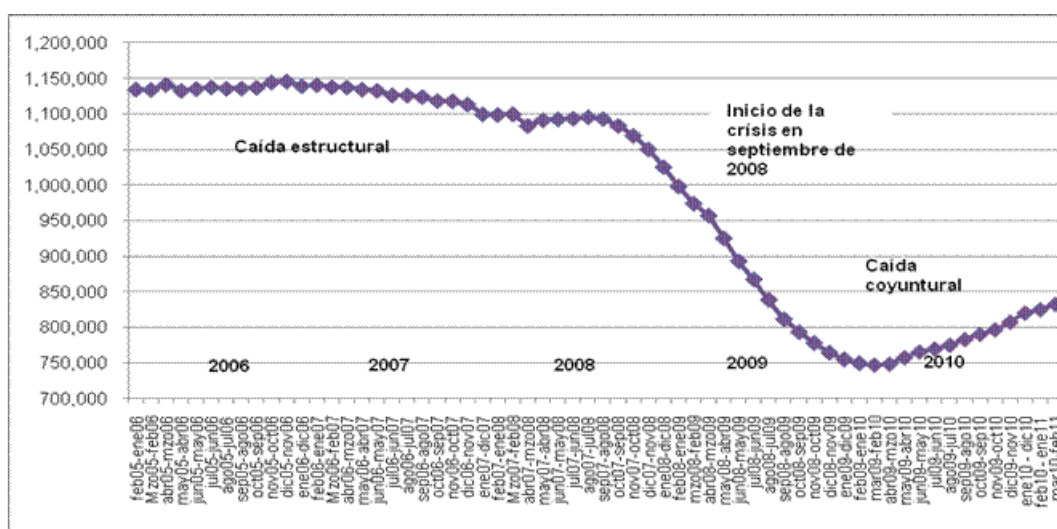
Exportación	ENERO - FEBRERO		Dif %	Particip %	
	2010	2011		2010	2011
EE UU	195,078	222,066	13.8	73	69.2
Canadá	23,975	26,640	11.1	9	8.3
Latinoamérica	19,049	40,435	112.3	7.1	12.6
África	0	2,329	n.c.	0	0.7
Asia	4,592	5,408	17.8	1.7	1.7
Europa	23,853	20,066	-15.9	8.9	6.3
otros	794	3,909	392.3	0.3	1.2
TOTAL	267,341	320,853	20	100	100

Tabla 1.2. Comparativo acumulado de vehículos exportados entre el mes de febrero de 2010 y febrero de 2011

Al comparar los volúmenes acumulados hasta febrero en la exportación de vehículos ligeros en 2011 con los obtenidos en 2010 según el destino de nuestros productos, se observó que el mercado de EE UU compró a nuestro país 222,066 vehículos con un incremento de 13.8%; Canadá importó 26,640 unidades mexicanas para un incremento de 11.1%; a Latinoamérica se exportaron 40,435 unidades con un incremento de 112.3%; Asia nos compró 5,408 vehículos ligeros que representan un incremento de 17.8% y África adquirió 2,329 unidades en el primer bimestre de este año. Solo el mercado Europeo registra un decremento de 15.9% en la exportación de vehículos con 20,066 unidades comparado con el acumulado en 2010.

Venta anualizada en el mercado interno mexicano

El resultado anualizado de febrero 2011 continúa mostrando lentitud en el cambio de tendencia a la alza en la venta de vehículos ligeros del mercado interno, el cual se encuentra todavía muy por debajo de los niveles alcanzados previo a la crisis. Por lo que respecta a esta industria, el trabajo continúa de manera estrecha con el Ejecutivo y el Legislativo, con el objetivo de lograr en los próximos años el potencial del mercado interno que es superior a 1.8 millones de unidades.



Gráfica 1.1. Historial de ventas anuales del mercado interno mexicano

Producción mundial 2000 – 2010

De acuerdo con los reportes estadísticos de las diferentes Asociaciones Nacionales de Productores de Automotores en el mundo, los principales países productores de vehículos cerraron 2010 con incrementos a excepción de Francia que ese año produjo menos de 2 millones de vehículos. México si logró incrementar su producción para ocupar el lugar número 9 en el concierto mundial de países productores de automóviles.



En 2010, China se coloca como el primer productor de vehículos a nivel mundial, con un incremento de 30.7% respecto a 2009, Japón es el segundo lugar con una producción de 9.6 millones de vehículos y un decremento de 0.1%, seguido de Estados Unidos que ocupa el tercer sitio con 7.8 millones de unidades y un incremento de 47.6%, comparado con 2009. Alemania también aumentó su producción y ocupa el cuarto sitio con 5.9 millones de vehículos.

De los países emergentes, al cierre de 2009, Corea es el 5º lugar con 4.2 millones de unidades producidas, Brasil ocupa el 6º lugar dejando atrás a la India y a México, en 8º y 9º lugar respectivamente, seguidos de Canadá, Francia, Inglaterra e Italia que ocupan los lugares 10, 11, 12 y 13 de la lista, respectivamente (ver tabla 1.3)

Lugar	País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	China	2,069	2,334	3,287	4,444	4,444	5,707	8,882	7,278	9,323	12,817	16,751
2	Japón	10,141	9,777	10,257	10,286	10,286	10,800	11,596	11,484	11,564	9,637	9,626
3	Estados Unidos	12,800	11,425	12,280	12,078	12,078	11,947	10,781	11,292	8,705	5,290	7,809
4	Alemania	5,527	5,692	5,469	5,507	5,507	5,758	6,213	5,820	6,041	4,960	5,906
5	Corea	3,115	2,946	3,148	3,178	3,178	3,699	4,086	3,840	3,807	3,510	4,272
6	Brasil	1,691	1,817	1,792	1,827	2,210	2,528	2,971	2,611	3,220	3,076	3,375
8	India	801	815	895	1,161	1,511	1,642	2,307	2,016	2,315	1,507	2,918
7	España	3,033	2,850	2,855	3,030	3,030	2,752	2,890	2,777	2,542	2,170	2,388
9	México	1,936	1,841	1,805	1,586	1,507	1,646	1,979	2,022	2,191	1,504	2,261
10	Canadá	2,962	2,533	2,629	2,546	2,546	2,688	2,578	2,571	2,078	1,649	2,096
11	Francia	3,348	3,628	3,702	3,620	3,620	3,549	3,019	3,169	2,568	2,342	1,948
12	Inglaterra	1,814	1,685	1,823	1,846	1,856	1,803	1,750	1,650	1,649	1,433	1,270
13	Italia	1,738	1,580	1,427	1,322	1,142	1,038	1,284	1,211	1,024	849	847
14	Bélgica	1,033	1,187	1,057	904	881	895	844	918	761	684	586
SUBTOTAL		49,939	47,776	49,139	48,891	49,352	50,745	52,298	51,381	48,465	38,611	45,302
OTROS PAISES		8,435	8,528	9,915	11,707	11,490	15,699	17,036	21,809	21,727	23,689	25,446
TOTAL MUNDIAL		58,374	56,304	59,054	60,598	60,842	66,444	69,334	73,190	70,192	62,300	70,748

Tabla 1.3. Reporte estadístico de producción anual de vehículos

1.3 ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ ISO/TS 16949:2009

ISO/TS 16949:2009² es una Especificación Técnica aplicada a cualquier organización activa en la cadena de suministro del sector automotriz. Dicha norma ha sido desarrollada por la ISO (Organización Internacional de Normalización), el equipo de trabajo de la Industria Automotriz (Internacional Automotive Task Force, IATF) y la Asociación de fabricantes de Automóviles de Japón (Japan Automobile Manufacturers Association Inc, JAMA), para alcanzar niveles de calidad mundial.

Es esencial que los fabricantes del vehículo tengan el control de sus cadenas de suministro y la calidad de los componentes que producen. La Especificación Técnica puede sustituir los esquemas de gestión combinado a las normativas VDA 6.1 (Automotriz Alemana), EAFQ (Francia), AVQS (Italia) y QS-9000 (Automotriz Estadounidense)

² Fuente: Especificación Técnica ISO/TS 16949:2009. 3a edición. Versión en español.



La nueva ISO/TS 16949:2009, sistemas de gestión de calidad para proveedores del sector automotriz, sustituye a la edición de 2002. Básicamente la modificación o actualización de ISO/TS 16949:2002 se hace para garantizar su compatibilidad con los requisitos de la norma ISO 9001:2008. No hay cambios esenciales a los requisitos técnicos.

Las modificaciones se refieren principalmente a la gestión de requisitos en el documento para reflejar el contenido de la norma ISO 9001:2008, y las que están destinadas a mejorar la coherencia con el sistema estándar de gestión medioambiental, ISO 14001:2004.

El nuevo documento de la Especificación Técnica ISO/TS 16949:2009 tiene por objeto el desarrollo de un sistema de gestión de calidad que ofrece para la mejora continua, haciendo hincapié en la prevención de defectos y la reducción de la variación y de los residuos en la cadena de suministro. ISO/TS 16949:2009 también incluye de forma detallada, los requisitos específicos del sector, de la competencia de los trabajadores, la sensibilización y la formación, el diseño y el desarrollo, la producción y la prestación de servicios, seguimiento y control a la medición y a los aparatos de medición, análisis y mejora.

Generalidades

La adopción de un sistema de gestión de calidad debería ser una decisión estratégica de la organización. El diseño y la implementación del sistema de calidad de una organización están influenciados por:

- a) El entorno de la organización, los cambios en ese entorno y los riesgos asociados con ese entorno.
- b) Sus necesidades cambiantes
- c) Sus objetivos particulares
- d) Los productos que proporciona
- e) Los procesos que emplea
- f) Su tamaño y la estructura de la organización

Los requisitos del sistema de gestión de calidad especificados, son complementarios a los requisitos para los productos.

Enfoque basado en procesos

La Especificación promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Una actividad o un conjunto de actividades que utiliza recursos, y que se gestionan con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de una organización, junto con la identificación de interacciones de estos procesos, así como su gestión para producir el resultado deseado, puede denominarse como “enfoque basado de procesos”. Una ventaja del enfoque basado de procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como su combinación e interacción.

El modelo de un sistema de gestión de calidad basado en procesos, se muestra en la figura 1.1. El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente acerca de si la organización ha cumplido sus requisitos. El modelo mostrado en la figura 1.1 cubre los requisitos de esta Especificación Técnica, pero no refleja los procesos en forma detallada.

De manera adicional, puede aplicarse a todos los procesos la metodología conocida como “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” (PHVA), se puede describir brevemente como:

- Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.
- Hacer: implementar los procesos establecidos.
- Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.
- Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

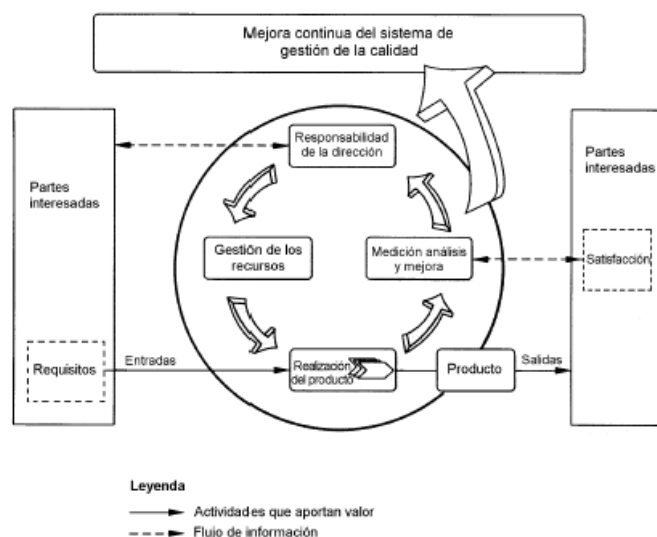


Figura 1.1. Modelo de un sistema de gestión de calidad basado en procesos



Meta de la Especificación Técnica ISO TS/ 16949:2009

La meta de esta Especificación Técnica es el desarrollo de un sistema de gestión de la calidad que apoye la mejora continua, enfatizando la prevención de los defectos y la reducción de la variación y el desperdicio de la cadena de suministro. Esta Especificación Técnica en conjunto con los requisitos específicos del cliente que pueden aplicarse, definen los requisitos fundamentales del sistema de gestión de la calidad para los que están suscritos a este documento.

Esta Especificación Técnica tiene el propósito de evitar las múltiples auditorías de certificación y proporcionar un enfoque común al sistema de gestión de la calidad para las organizaciones de producción automotriz y de partes de servicio.

1.3.1 Objeto y campo de aplicación

Generalidades

Esta Especificación Técnica, en conjunto con ISO 9001:2008, define los requisitos del sistema de gestión de la calidad para el diseño, el desarrollo, la producción y cuando sea relevante; la instalación y el servicio de los productos automotrices relevantes.

Esta Especificación Técnica es aplicable a los sitios de las organizaciones donde las partes especificadas de los clientes, para producción y/o servicio, son manufacturadas. Así mismo también puede aplicarse a lo largo de la cadena de suministro.

Aplicación

Las únicas exclusiones permitidas para esta Especificación Técnica son: cuando la organización no es responsable del diseño y desarrollo del producto. Las exclusiones permitidas no incluyen el diseño del proceso de manufactura

1.3.2 Referencias normativas

Se recomienda la posibilidad de aplicar la edición más reciente de esta Especificación Técnica. ISO 9001:2008, Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario.

1.3.3 Términos y definiciones

Términos y definiciones para la industria automotriz

Para los propósitos de esta Especificación Técnica, aplican los términos y definiciones dados en ISO 9001:2008 y los siguientes:



Plan de Control

Descripción documentada de los sistemas y procesos requeridos para controlar un producto.

Organización responsable del diseño

Organización con autoridad para establecer una nueva especificación o para cambiar una especificación existente de un producto. Esta responsabilidad incluye la prueba y verificación del desempeño del diseño dentro de la aplicación especificada por el cliente.

A prueba de errores

Diseño y desarrollo de un producto y proceso de manufactura para prevenir la manufactura de productos no conformes.

Laboratorio

Instalaciones para la inspección, prueba y calibración que pueden incluir, pero no limitarse a pruebas químicas, metalúrgicas, dimensionales, físicas, eléctricas o de confiabilidad.

Objeto y Campo de Aplicación del Laboratorio

Documento controlado que contiene lo siguiente:

- Pruebas, evaluaciones y calibraciones específicas que el laboratorio está calificando para hacer
- Lista de los equipos que usa para realizar lo arriba mencionado.
- Lista de los métodos y normas con las que realiza lo arriba mencionado.

Manufactura

Procesos para hacer o fabricar:

- Materiales de producción.
- Partes de producción o de servicio.
- Ensamblados.
- Tratamientos térmicos, soldadura, pintura, recubrimiento u otros servicios de acabado.

Mantenimiento predictivo

Actividades basadas en datos de proceso orientadas a evitar problemas de mantenimiento, mediante la predicción de probables modos de falla.



Mantenimiento preventivo

Acción planificada para eliminar las causas de fallas del equipo e interrupciones de producción no programadas, como resultado del diseño del proceso de manufactura.

Costos de embarques extemporáneos (Premium Freight)

Costos o cargos extra adicionales incurridos en los envíos contratados. Causados por falla en método, cantidad, o envíos no programados o tardíos, etc.

Localidad remota

Localidad que apoya a los sitios en donde no ocurren procesos de producción.

Sitio

Localidad donde ocurren procesos de manufactura que dan valor agregado.

Características especiales

Características del producto o parámetros del proceso de manufactura que pueden afectar la seguridad o el incumplimiento con los reglamentos, el ajuste, la función, el desempeño o el subsiguiente procesamiento del producto.

1.3.4 Sistema de gestión de la calidad

Requisitos generales

El asegurar el control sobre los procesos contratados externamente, no libera a la organización de la responsabilidad de la conformidad con todos los requisitos del cliente.

Especificaciones de Ingeniería

La organización debe tener un proceso para asegurar la revisión oportuna, la distribución y la implementación de todos los estándares y especificaciones del cliente y de los cambios basados en la programación requerida por el cliente. La revisión oportuna debería implementarse lo más pronto posible, y no debe de exceder de dos semanas.

La organización debe mantener un registro de las fechas en las que se implementa cada cambio en la producción. La implementación debe incluir documentos actualizados.



1.3.5 Responsabilidad de la dirección

Eficiencia del proceso

La alta dirección debe revisar los procesos de realización del producto y los procesos de soporte para asegurar su eficacia y eficiencia.

Objetivos de la calidad

La alta dirección debe definir los objetivos de la calidad y las mediciones que deben ser incluidas en el plan de negocios y usarse en el despliegue de la política de la calidad. Los objetivos de la calidad deberían considerar la satisfacción del cliente y ser alcanzables dentro de un periodo de tiempo definido.

Responsabilidad con la calidad

Los gerentes con responsabilidad y autoridad para las acciones correctivas deben ser informados oportunamente de los productos o procesos que no estén conformes con los requisitos

El personal responsable de la calidad del producto debe tener la autoridad para parar la producción para corregir problemas de calidad. Las operaciones de producción de todos los turnos deben estar supervisadas por personal a cargo y con la responsabilidad delegada para asegurar la calidad del producto.

Representación del cliente

La alta dirección debe designar personal con responsabilidad y autoridad para asegurar que cumplan con los requisitos del cliente. Esto incluye la selección de las características especiales, el establecimiento de los objetivos de la calidad y la formación asociada, las acciones correctivas y preventivas, y el diseño y desarrollo de producto.

Revisión por la dirección

Estas revisiones deben incluir todos los requisitos del sistema de gestión de la calidad y las tendencias de su desempeño como parte esencial del proceso de mejora continua. Parte de la revisión por la dirección debe ser el seguimiento de los objetivos de la calidad y el informe y evaluación regular de los costos de la mala calidad.

1.3.6 Gestión de los recursos

Habilidad en el diseño de los productos

La organización debe asegurarse que el personal con responsabilidad en el diseño del producto es competente en el logro de los requisitos del diseño y



tiene la habilidad en las herramientas técnicas aplicables. La organización debe identificar las herramientas y técnicas aplicables.

Formación

La organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para la identificación de las necesidades de formación y el logro de la competencia que requiere todo el personal que realiza actividades que afectan la calidad del producto. El personal al que se le asigne tareas específicas debe estar calificado, según se requiera, con especial atención a la satisfacción de los requisitos del cliente. Esto aplica a todos los empleados en todos los niveles de la organización que afecten la calidad.

Formación en el trabajo

La organización debe proporcionar en el trabajo al personal en cualquier labor nueva o modificada que afecte la calidad del producto, incluyendo al personal por contrato de agencia. El personal cuyo trabajo puede afectar la calidad del producto debe estar informado de las consecuencias en el cliente y de las no conformidades en los requisitos de la calidad.

Motivación a los empleados

La organización debe tener un proceso para motivar a los empleados a alcanzar los objetivos de la calidad, hacer la mejora continua y crear un ambiente que promueva la innovación. El proceso debe incluir la promoción de la calidad y la conciencia tecnológica en toda la organización.

Infraestructura

Planificación de la planta, las instalaciones y el equipo

Las organizaciones deben usar un enfoque multidisciplinario para el desarrollo de planes para la planta, las instalaciones y el equipo. La distribución de la planta debe optimizar el transporte, el manejo de materiales, su valor agregado del uso del espacio del suelo de la planta, y debe facilitar el flujo sincronizado de los materiales. Deben desarrollarse e implementar métodos para evaluar y dar seguimiento a la eficacia de las operaciones existentes.

Estos requisitos deberían basarse en los principios de manufactura esbelta (lean manufacturing) y a la vinculación con la eficacia del sistema de gestión de calidad.

Planes de contingencia

La organización debe preparar planes de contingencia para satisfacer los requisitos del cliente en el caso de una emergencia, tales como la interrupción de los servicios asociados, la escasez de mano de obra, la falla de equipos clave y las devoluciones del campo.



Seguridad del personal para lograr la calidad del producto

La seguridad del producto y los medios para minimizar riesgos potenciales para los empleados deben ser considerados por la organización, específicamente en el proceso de diseño, desarrollo y en las actividades del proceso de manufactura.

Limpieza de las instalaciones

La organización debe mantener sus instalaciones en un estado de orden, limpieza y reparación consistente con el producto y con las necesidades de los procesos de manufactura necesarios.

1.3.7 Realización del Producto

Planificación de la realización del producto

Los requisitos del cliente y la “referencia” a esta Especificación Técnica deben estar incluidos en la planificación de la realización del producto como un componente del plan de calidad. Algunos clientes se refieren a la gestión de proyectos o a la planificación avanzada de la calidad del producto como el medio para lograr la realización del producto.

La planificación avanzada de la calidad del producto engloba los conceptos de prevención de errores y la mejora continua, en contraste con la detección de errores, y está basada en un enfoque multidisciplinario.

Criterios de aceptación

Los criterios de aceptación deben estar definidos por la organización y cuando se requiera ser aprobados por el cliente.

Confidencialidad

La organización debe asegurar la confidencialidad de los productos y de los proyectos en desarrollo contratados por el cliente, y de la información relacionada con el producto.

Control de cambios

La organización debe tener un proceso para controlar y reaccionar a los cambios que impacten a la realización del producto. Deben evaluarse los efectos de cualquier cambio, incluyendo aquellos iniciados por algún proveedor, y deben definirse las actividades de la verificación y validación para asegurar el cumplimiento de los requisitos de cliente. Los cambios deben validarse antes de su implementación.



Los diseños propios y su impacto en la forma, el ajuste y la función (incluyendo el desempeño y durabilidad) deben revisarse con el cliente para que todos los efectos puedan ser evaluados adecuadamente.

Cuando lo requiera el cliente, deben cumplirse los requisitos adicionales de verificación/identificación, tales como los requeridos para la introducción de nuevos productos. Cualquier cambio en la realización del producto que afecte los requisitos de cliente requiere la notificación al cliente y su aprobación. Estos requisitos aplican a los cambios al producto y al proceso de manufactura.

Procesos relacionados con el cliente

Determinación de los requisitos relacionados con el producto

Las actividades posteriores a la entrega incluyen cualquier servicio posterior a la venta del producto proporcionado como parte del contrato con el cliente o de una orden de compra. Este requisito incluye el reciclado, el impacto ambiental y las características identificadas como resultado del conocimiento de la organización del producto y del proceso de manufactura.

Características especiales designadas por el cliente

La organización debe mostrar conformidad con los requisitos del cliente acerca de la designación, documentación y control de las características especiales.

Revisión de los requisitos relacionados con el producto

La declinación del requisito de una revisión formal, debe requerir la autorización del cliente.

Factibilidad de manufactura por la organización

La organización debe investigar, confirmar y documentar la factibilidad de manufactura de productos propuestos en el proceso de revisión del contrato, incluyendo el análisis de riesgos.

Comunicación con el cliente

La organización debe tener la habilidad para comunicar la información necesaria incluyendo los datos, el lenguaje y el formato específico por el cliente (por ejemplo: datos de diseño auxiliados por computadora, intercambio el electrónico de datos)

Diseño y desarrollo

Los requisitos incluyen el diseño y desarrollo del producto y el proceso de manufactura y están enfocados a la prevención de los defectos más que a detección



Enfoque multidisciplinario

La organización debe usar un enfoque multidisciplinario para preparar la realización de producto. Un enfoque multidisciplinario generalmente incluye personal de las áreas de diseño, manufactura, ingeniería, calidad, producción y otro personal apropiado de la organización.

Elementos de entrada para el diseño del producto

La organización debe identificar, documentar y revisar los requisitos de los elementos de entrada de diseño del producto, incluyendo:

- Los requisitos del cliente (revisión del contrato), tales como las características especiales, la identificación, la trazabilidad y el empaque.
- El uso de información: la organización debe tener un proceso para desplegar la información obtenida de proyectos de diseño anteriores, análisis de los competidores, retroalimentación del proveedor, entrada internas, datos del campo y otras importantes fuentes, para sus proyectos actuales y futuros o de naturaleza similar.
- Las metas de calidad, vida, confiabilidad, durabilidad, mantenimiento, tiempo y costo del producto.

Elementos de entrada del diseño del proceso de manufactura

La organización debe identificar, documentar los requisitos de los elementos de entrada del diseño del proceso de manufactura, incluyendo:

- Datos de los resultados del diseño del producto.
- Metas de productividad, capacidad del proceso y costo.
- Requisitos del cliente, si los hay.
- Experiencia de desarrollos anteriores.

El diseño del proceso de manufactura incluye el uso de métodos de prevención de errores en un grado apropiado a la magnitud de los problemas y de acuerdo con los riesgos encontrados.

Características especiales

La organización debe identificar características especiales:

- Incluir las características especiales en el plan de control
- Cumplir con las definiciones y símbolos especificados por el cliente,
- Identificar los documentos de control del proceso, incluyendo los dibujos,
- AMEF's, planes de control e instrucciones de operación con los símbolos del cliente para las características especiales o con los signos o notaciones equivalentes de la organización, para incluir aquellos pasos del proceso que afecten la características especiales.

Las características especiales pueden incluir características del producto y parámetros del proceso.



Resultados del diseño y desarrollo

Los resultados del diseño del producto deben estar expresados en términos que puedan verificarse contra los requisitos de los elementos de entrada del diseño del producto y ser validados. Los resultados del diseño deben incluir:

- El AMEF de diseño, resultados de confiabilidad.
- Características especiales del producto, especificaciones.
- Prevención de errores del producto, según sea apropiado.
- Definición del producto, incluyendo dibujos o datos matemáticos.
- Resultados de las revisiones del diseño.
- Guías para el diagnóstico, donde sea aplicable.

Resultados del diseño del proceso de manufactura

Los resultados del diseño del proceso de manufactura deben expresarse en términos que puedan verificarse contra los requisitos de los elementos de entrada del diseño del proceso de manufactura y ser validados. Los resultados del diseño del proceso de manufactura deben incluir:

- Especificaciones y dibujos.
- Diagrama de flujo del proceso de manufactura y distribución de la planta.
- AMEF's del proceso de manufactura.
- Plan de control.
- Instrucciones de trabajo.
- Criterios de aceptación de aprobación del proceso.
- Datos de calidad, capacidad de mantenimiento y medición.
- Resultados de las actividades de prevención de errores, si es apropiado.
- Métodos para la rápida detección y retroalimentación de las no conformidades del producto y del proceso de manufactura.

Revisión del diseño y desarrollo

Estas revisiones normalmente están coordinadas con las fases del diseño y pueden incluir el diseño y desarrollo del proceso de manufactura.

Seguimiento

Deben definirse, analizarse y reportarse en etapas especificadas las mediciones del diseño y desarrollo, con resultados resumidos como entradas para la revisión para la detección. Estas mediciones incluyen riesgos de calidad, costos, tiempos muertos, caminos críticos y otros.

Validación del diseño y desarrollo

El proceso de validación normalmente incluye un análisis de los reportes del campo de productos similares. La validación del diseño y desarrollo debe realizarse de acuerdo con los requisitos del cliente incluyendo los tiempos de programa.



Programa del prototipo

Cuando lo requiera el cliente, la organización debe tener un programa de prototipos y un plan de control. La organización debe usar, siempre que sea posible, los mismos proveedores, herramientas y proceso de manufactura que serán usados en la producción. Debe darse seguimiento a todas las actividades de prueba de desempeño para cumplirse a tiempo y de conformidad con los requisitos.

Proceso de aprobación del producto

La organización debe apegarse al procedimiento de aprobación del producto y del proceso reconocido por el cliente. La aprobación del producto debería ser posterior a la verificación del proceso de manufactura. Este procedimiento de aprobación del producto y del proceso de manufactura debe aplicarse también a los proveedores.

Control de los cambios del diseño y desarrollo

Los cambios en el diseño y desarrollo incluyen todos los cambios durante el programa de vida del producto.

Compras

Proceso de compras

Los productos comprados, incluyen todos los productos y servicios que afecten los requisitos del cliente, tales como los servicios de sub-ensamble, secuenciado, clasificación, retrabado y calibración.

Cumplimiento con los reglamentos

Todos los productos o materiales comprados, usados en el producto deben cumplir con los requisitos reglamentarios aplicados.

Desarrollo del sistema de gestión de la calidad del proveedor

La organización debe realizar el desarrollo de los sistemas de gestión de la calidad del proveedor con la meta de que el proveedor cumpla con esta Especificación Técnica. La conformidad con la norma ISO 9001:2008 es el paso para alcanzar esta meta.

Fuentes de suministro aprobados por el cliente

Cuando este especificado en el contrato (por ejemplo: en dibujos de ingeniería, o en especificaciones), la organización debe comprar productos, materiales o servicios de fuentes de suministro aprobadas.



El uso de fuentes de suministro asignadas por el cliente, incluyendo los proveedores de herramientas o medidores, no releva a la organización de la responsabilidad de asegurara la calidad de los productos comprados.

Calidad de los productos comprados

La organización debe tener un proceso para asegurar la calidad de los productos comprados, utilizando uno o más de los siguientes métodos:

- Recepción y evaluación de datos estadísticos para la organización.
- Recepción, inspección y/o prueba, en recibo tales como el muestreo basado en el desempeño.
- Evaluaciones de segunda o tercera parte o auditorias a los sitios del proveedor, cuando se acompañen con registros de desempeño en calidad aceptables.
- Evaluación de las partes por un laboratorio designado.
- Otro método acordado por el cliente.

Seguimiento del proveedor

Debe dársele seguimiento al desempeño del proveedor por medio de los siguientes indicadores:

- La calidad de los productos enviados.
- Las no conformidades del cliente, incluyendo las devoluciones de campo.
- Desempeño en el programa de envíos (incluyendo incidentes de cargos extras en embarques)
- Notificación del cliente de situaciones especiales relacionadas con la calidad o en aspectos de envíos.

La organización debe promover en el proveedor, un seguimiento en el desempeño de su proceso de manufactura.

Producción y prestación del servicio

Plan de control

La organización debe desarrollar planes de control a nivel sistema, subsistema, componente y/o material para los productos suministrados, incluyendo aquellos para los procesos que producen materiales a granel axial como partes. El plan de control debe:

- Listar los controles usados para controlar el proceso de manufactura.
- Incluir los métodos para dar seguimiento al control ejercido sobre las características especiales definidas tanto por el cliente como por la organización.
- Incluir la información requerida por el cliente si la hay.
- Iniciar un plan de reacción específico cuando el proceso se vuelve inestable o no capaz en términos estadísticos.



Los planes de control deben revisarse y actualizarse cuando ocurra algún cambio que afecte el producto, al proceso de manufactura, a las mediciones, a la logística, a los suministros y a los AMEF's.

Instrucciones de trabajo

La organización debe preparar instrucciones de trabajo documentadas para todos los empleados que tengan responsabilidades en la operación de los procesos que impactan la calidad del producto. Esas instrucciones deben estar accesibles para su uso en las estaciones de trabajo. Las instrucciones de trabajo deben derivarse de fuentes como el plan de calidad, el plan de control y el proceso de realización de producto.

Verificación de la puesta a punto

La puesta a punto debe verificarse siempre que se realice cambio de material o cambio de trabajo, como en el arranque inicial de un trabajo. Las instrucciones de trabajo deben estar disponibles para el personal de arranque. La organización debe usar métodos estadísticos de verificación cuando sean aplicables.

Mantenimiento preventivo y predictivo

La organización debe identificar el equipo de proceso clave y proporcionar recursos para el mantenimiento de la maquinaria y el equipo, y desarrollar un sistema eficaz de mantenimiento preventivo totalmente planificado. Como mínimo, este sistema debe incluir lo siguiente:

- Actividades de mantenimiento planificadas.
- Empaque y preservación del equipo, herramental y medidores.
- Disponibilidad de partes de repuesto para los equipos de manufactura clave.
- Documentación, evaluación y mejora de los objetivos de mantenimiento.

La organización debe utilizar métodos de mantenimiento predictivo para mejorar continuamente la eficacia y eficiencia del equipo de producción.

Gestión del herramental de producción

La organización debe proporcionar recursos para las actividades de diseño, fabricación y verificación del diseño de herramental y medidores. La organización debe establecer e implementar un sistema para la gestión del herramental de producción que incluya:

- Instalaciones y personal para mantenimiento y reparación.
- Almacenamiento y recuperación.
- Puesta a punto.
- Programas de cambio de herramental para herramental perecedero.
- Documentación de las modificaciones de diseño de herramental, incluyendo cambios de nivel de ingeniería.
- Modificación del herramental y revisión de la documentación.



- Identificación del herramental, definición de su estado, tales como en producción, en reparación o a disposición.

Programación de la producción

La producción debe programarse para cumplir con los requisitos del cliente, tales como el justo a tiempo soportado por un sistema de información que permita el acceso a la información de producción en etapas clave del proceso y que es manejado por ordenes.

Retroalimentación de la información del servicio

Debe establecerse y mantenerse un proceso de comunicación de la información de las situaciones de servicio que se presentan en las actividades de manufactura, ingeniería y diseño.

Acuerdo de servicio con el cliente

Cuando hay un acuerdo de servicio con el cliente, la organización debe verificar la eficacia de:

- Cualquier centro de servicio de la organización.
- Cualquier herramental o equipo de medición para propósitos especiales.
- La formación del personal de servicio.

Validación de los procesos de producción y de prestación de servicio

Debe aplicarse a todos los procesos para la producción y la prestación del servicio.

Herramental propiedad del cliente

El herramental, el equipo y herramental de manufactura, inspección y prueba propiedad del cliente, debe estar permanentemente marcado de manera que la propiedad de cada artículo sea visible y pueda ser determinada.

Almacenamiento e inventario

La organización debe usar un sistema de gestión de inventario para optimizar los días de inventario y asegurar rotación de las existencias, tales como "primera entradas- primeras salidas" (PEPS). El producto obsoleto debe controlarse de manera similar al producto no conforme.

Control de los dispositivos de seguimiento y de medición

Un número u otra identificación trazable en los registros de calibración del dispositivo cumplen el propósito del requisito.



Análisis del sistema de medición

Este requisito debe aplicar a los sistemas de medición referenciados en el plan de control. Los métodos analíticos y los criterios de aceptación usados deben estar conformes con los manuales de referencia del cliente sobre análisis de los sistemas de medición. Pueden usarse otros métodos analíticos y criterios de aceptación, si son aprobados por el cliente.

Registros de calibración/verificación

Los registros de las actividades de calibración/verificación para todos los medidores, equipos de medición y prueba, necesarios para proporcionar evidencia de conformidad del producto para determinados requisitos, incluyendo los equipos propiedad del empleado y del cliente, deben incluir:

- Identificación del equipo, incluyendo el patrón de medición contra el que se calibró el equipo.
- Revisiones posteriores a cambios de ingeniería.
- Cualquier lectura fuera de especificación como se recibió para calibración/verificación.
- Una evaluación del impacto de las condiciones fuera de especificación.
- Estado de conformidad con las especificaciones después de la calibración/verificación.
- Notificación al cliente si se ha embarcado producto o material sospechoso.

Requisitos de laboratorio

Laboratorio interno

Las instalaciones de laboratorio interno de la organización deben tener definido un alcance que incluye la capacidad para realizar los servicios de inspección, prueba o calibración requeridos.

Este alcance del laboratorio debe estar incluido en la documentación del sistema de gestión de la calidad. El laboratorio debe especificarse e implementarse como mínimo los requisitos técnicos para:

- La adecuación de los procedimientos del laboratorio.
- La competencia del personal de laboratorio.
- Las pruebas de producto.
- La capacidad para realizar estos servicios correctamente, trazables con el estándar relevante del proceso (por ejemplo: ASTM)
- Revisión de los registros de calidad relacionados.

Laboratorio externo

Las instalaciones de un laboratorio externo comercial/independiente usado para los servicios de inspección, prueba o calibración por la organización, debe tener definido el alcance del laboratorio que incluye la capacidad para desarrollar la inspección, prueba o calibración requerida, y también:



- Debe existir evidencia de que el laboratorio externo es aceptable para el cliente
- El laboratorio debe estar acreditado con ISO/IEC 17025 o su equivalente nacional.

1.3.8 Medición, análisis y mejora

Identificación de herramientas estadísticas

Debe determinarse las herramientas estadísticas apropiadas para cada proceso durante la planificación avanzada de la calidad e incluirse en el plan de control.

Conocimiento de los conceptos estadísticos básicos

Los conceptos estadísticos básicos, tales como la variación, el control (la estabilidad), la capacidad del proceso y el sobre ajuste deben ser entendidos y utilizados en toda la organización.

Satisfacción del cliente

Debe dársele seguimiento a la satisfacción del cliente con la organización por medio de una evaluación continua del desempeño de los procesos de realización. Los indicadores de desempeño deben estar basados en datos objetivos e incluir, pero no limitarse a:

- Desempeño de la calidad de partes entregadas.
- Afectación al cliente, incluyendo devoluciones de campo.
- Desempeño en la programación de entregas (incluyendo los incidentes de cargos extras en embarques).
- Notificaciones del cliente relacionados con los asuntos de calidad o de entregas.

La organización debe dar seguimiento al desempeño de los procesos de manufactura para demostrar cumplimiento con los requisitos del cliente en la calidad del producto y la eficiencia del proceso.

Auditorias del sistema de gestión de la calidad

La organización debe auditar su sistema de gestión de la calidad para verificar su cumplimiento con esta Especificación Técnica y cualquier otro requisito adicional del sistema de gestión de la calidad.

Auditoria del proceso de manufactura

La organización debe auditar cada proceso de manufactura para determinar su eficacia.



Auditoria del producto

La organización debe auditar los productos en etapas apropiadas de la producción y entrega para verificar la conformidad con todos los requisitos especificados, tales como las dimensiones del producto, su funcionalidad, su empaque y etiquetado, con una frecuencia definida.

Planes de auditorías internas

Las auditorías internas deben cubrir todos los procesos, actividades y turnos relacionados con la gestión de la calidad y deben programarse de acuerdo a un plan anual. Cuando ocurran quejas del cliente o no conformidades internas, externas o quejas del cliente, la frecuencia de las auditorías debe incrementarse apropiadamente.

Calificación de los auditores internos

La organización debe tener auditores que estén calificados para auditar los requisitos de esta Especificación Técnica.

Seguimiento y medición de los procesos de manufactura

La organización debe desarrollar estudios de los nuevos procesos de manufactura (incluyendo los de ensamble y de secuencia), para verificar la capacidad del procesos y para proporcionar una entrada adicional al control del proceso.

Los resultados de los estudios del proceso deben estar documentados con especificaciones, cuando sea aplicable, por medio de instrucciones de producción, de medición, prueba y de mantenimiento. Estos documentos deben incluir objetivos sobre la capacidad del proceso de manufactura, la confiabilidad, la homogeneidad y la disponibilidad, así como criterios de aceptación.

La organización debe mantener la capacidad o el desempeño del proceso de manufactura según lo especificado por los requisitos para aprobación de partes del cliente. La organización debe asegurarse de que el plan de control y los diagramas de flujo del proceso estén implementados, incluyendo la adherencia a lo especificado sobre:

- Técnicas de medición.
- Planes de muestreo.
- Criterios de aceptación.
- Planes de reacción, cuando no se cumplen los criterios de aceptación.

Los eventos significativos del proceso, tales como cambio de herramental, reparación de máquina, deben ser registrados. La organización debe iniciar un plan de reacción del plan de control para las características inestables o no capaces. Estos planes de reacción deben incluir la contención del producto y la inspección al 100% según sea apropiado.



Un plan de reacción correctiva debe entonces ser completado por la organización, indicando los tiempos específicos y las responsabilidades asignadas para asegurar que el proceso sea estable y capaz. Los planes deben ser revisados y aprobados por el cliente cuando así se requiera.

Seguimiento y medición de producto

Cuando se seleccionan los parámetros del proceso para dar seguimiento al cumplimiento de los requisitos internos o externos especificados, la organización determina los tipos de características del producto conduciendo a:

- Los tipos de medición.
- Los medios disponibles de medición.
- La capacidad y habilidad requerida.

Pruebas de inspección dimensional y funcional

Deben realizarse una inspección dimensional (lay out inspection) y una verificación funcional a los estándares de material y desempeño de ingeniería del cliente aplicable para cada producto como se especifica en los planes de control. Los resultados deben estar disponibles para revisión del cliente. La inspección dimensional es una medición completa de todas las dimensiones del producto mostradas en los registros de diseño.

Características de apariencia

Las organizaciones que manufacturan partes designadas por el cliente como “Artículos de Apariencia”, deben proporcionar:

- Los recursos apropiados, incluyendo la iluminación para la evaluación.
- Los patrones de color, grano, brillantez, resplandor metálico, textura, distinción de imagen, según sea apropiado.
- Mantenimiento y control de los patrones de apariencia y del equipo de evaluación, y verificación de que el personal que hace evaluaciones de apariencia es competente y está calificado para hacerlas.

Control del producto retrabajado

Las instrucciones para el retrabajo, incluyendo los requisitos de reinspección, deben estar accesibles para ser utilizados por el personal apropiado.

Información al cliente

Los clientes deben ser informados oportunamente en el caso de que se haya embarcado producto no conforme.



Concesión al cliente

La organización debe obtener una concesión del cliente o permiso de desviación antes de continuar con su procesamiento, todas las veces que el producto o proceso de manufactura sea diferente del que tiene una aprobación vigente.

La organización debe mantener un registro de la fecha de expiración o de la cantidad autorizada. La organización debe también asegurar el cumplimiento con las especificaciones y requisitos originales o sustitutos cuando la autorización expire. Los materiales embarcados bajo una autorización deben estar adecuadamente identificados en cada contenedor de embarque.

Análisis y uso de los datos

Las tendencias en la calidad y en el desempeño operacional deben compararse con el progreso hacia los objetivos y conducir a la acción para soportar lo siguiente:

- Desarrollo de prioridades para la pronta solución de problemas relacionados con el cliente.
- Determinación de las tendencias clave relacionadas con el cliente y su correlación para soportar el estado de revisión, toma de decisión y planificación a largo plazo.
- Un sistema de información para el reporte oportuno del producto que surge del uso.

Mejora continua

La organización debe definir un proceso para la mejora continua del desempeño.

Mejora de los procesos de manufactura

La mejora de los procesos de manufactura debe enfocarse continuamente en el control y reducción de la variación en las características de los productos y en los parámetros de los procesos de manufactura. La mejora continua se implementa una vez que el proceso de manufactura es capaz y estable o que las características del producto son predecibles y cumplen con los requisitos del cliente.

Acción correctiva

Resolución de problemas

La organización debe tener un proceso definido para la solución de problemas dirigido a la identificación y eliminación de la causa raíz.

Si existe un formato pre-escrito por el cliente para la solución de problemas, la organización debe usar ese formato pre-escrito.



Prueba de errores

La organización debe usar métodos a prueba de errores en su proceso de acción correctiva.

Impacto de la acción correctiva

La organización debe aplicar la acción correctiva y los controles implementados a otros procesos o productos similares, para eliminar la causa de una no conformidad.

Prueba / Análisis de los productos rechazados

La organización debe analizar las partes rechazadas por las plantas de manufactura, las instalaciones de ingeniería y los distribuidores del cliente. La organización debe minimizar el ciclo de tiempo de este proceso. Debe conservarse registros de estos análisis y tenerlos disponibles para cuando se requiera. La organización debe realizar el análisis e iniciar la acción correctiva para prevenir la recurrencia.

1.4 PLANEACIONES AVANZADAS DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS (APQP) Y PLANES DE CONTROL

La Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP³) es una metodología desarrollada conjuntamente por Chrysler, Ford y General Motors para comunicar a sus proveedores (internos y externos) los pasos necesarios para producir un producto / servicio de calidad que satisfaga las necesidades y expectativas del cliente.

La metodología APQP involucra desde el proveedor hasta el cliente, pasando por los departamentos de ingeniería, mercadotecnia, diseño, finanzas, planeación, control, producción y logística, lo que produce un trabajo en equipo multidisciplinario que debe de tener la capacidad, conocimiento y habilidades adecuadas.

APQP busca conocer mejor el proceso del producto para así desarrollar productos que satisfagan al cliente. Lo que resulta en un beneficio tanto para el cliente como para la empresa, ya que se tendrán mejores resultados, mayor producción y por lo tanto más ganancias.

El APQP busca tener un proceso de aseguramiento de calidad, productividad, costo y cumplimiento ambiental, tener una metodología de administración de proyectos para desarrollo de vehículos y sus componentes, así como ser una herramienta de mejora continua. La metodología APQP es de gran importancia ya que ayuda al proveedor a establecer un proceso organizado, que permita el logro de modelos nuevos cada año por parte de las compañías automotrices.

³ Fuente: Manual APQP. 2ª Edición .Versión en español.

Ciclo de la planeación de calidad de un producto



Figura 1.2. Ciclo de de la planeación avanzada de la calidad del producto

Algunos de los beneficios esperados en el uso de la metodología son:

- Reducción en la complejidad de la planeación de calidad de productos para clientes y organizaciones.
- Un medio de las organizaciones para comunicar fácilmente los requerimientos. De planeaciones de calidad de un producto a los proveedores.

La metodología soporta los requerimientos como se describen en ISO/TS 16949 y los requerimientos específicos de los clientes que apliquen. El propósito es ayudar a los equipos de planeaciones de calidad de un producto de las organizaciones, en el desarrollo de formas apropiadas de comunicación que soporten el cumplimiento con requerimientos, necesidades y expectativas de los clientes.

El Ciclo de una Planeación de Calidad de un Producto mostrado en la figura 1.2, es la descripción gráfica de un programa típico. Las diferentes fases están en secuencia para representar un esquema de tiempo planeado para ejecutar las funciones descritas. El propósito de un Ciclo de Planeación de Calidad de un Producto es enfatizar:

- La planeación anticipada. Los primeros tres cuartos del ciclo están orientados a la planeación anticipada de la calidad de un producto a través de la validación del producto / proceso.
- El acto de implementación. La cuarta parte es la etapa donde la importancia de evaluar los resultados sirve para dos funciones: determinar si los clientes están satisfechos, y ofrecer soporte a la búsqueda del mejoramiento continuo.

Fases del APQP

APQP es generalmente aplicado en 5 etapas:

1. Planeación y definición de un programa
2. Diseño y desarrollo del producto.
3. Diseño y desarrollo del proceso.
4. Validación del producto y el proceso.
5. Retroalimentación, evaluaciones y acciones correctivas.

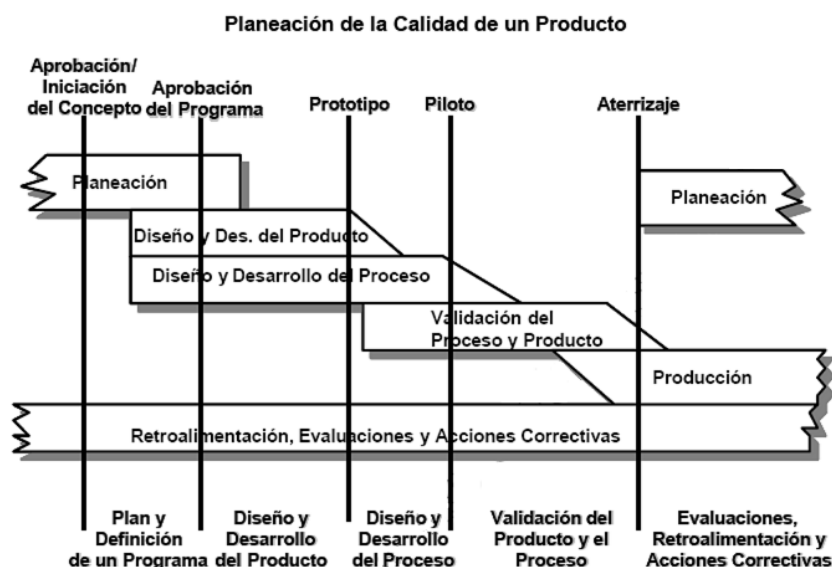


Figura 1.3. Fases de la planeación avanzada de la calidad del producto

1.4.1 Planeación y definición de un programa

En esta etapa se determinan las necesidades y expectativas de los clientes a fin de planear y definir un programa de calidad. El paso inicial del proceso de planeación de calidad de un producto es para asegurar que las necesidades y expectativas de los clientes sean claramente entendidas. Las entradas y salidas que apliquen al proceso pueden variar de acuerdo con el producto, proceso, necesidades y expectativas de los clientes. Algunas recomendaciones son las siguientes:

Entradas:

- Voz al cliente.
- Investigación de Mercado.
- Garantías e información de calidad Histórica.
- Experiencia del equipo de trabajo.
- Plan de negocios / Estrategias de mercadotecnia.
- Datos de comparaciones competitivas del proceso / producto.
- Supuestos del proceso / producto.
- Estudios de confiabilidad de los productos.
- Entradas de los clientes.

**Salidas:**

- Objetivos de diseño.
- Objetivos de calidad.
- Lista preliminar de materiales.
- Diagrama preliminar del flujo del proceso
- Lista preliminar de características especiales de productos y procesos.
- Plan de aseguramiento del producto.
- Apoyo de la administración.

1.4.2 Diseño y desarrollo del producto

El equipo de Planeación de Calidad del producto deberá considerar todos los factores de diseño en el proceso de planeación y cuando el diseño sea propiedad del cliente o compartido. Los pasos incluyen la fabricación de prototipos para verificar que el producto o servicio cumpla con los objetivos de la voz del cliente. Un diseño factible debe permitir el cumplimiento con volúmenes y programas de producción, y ser consistente con la habilidad de cumplir con requerimientos de ingeniería, junto con objetivos de calidad, contabilidad, costo de inversión, peso, costo unitario y esquema de tiempo. En esta etapa del proceso, un análisis preliminar de factibilidad será hecho para evaluar los problemas potenciales que pudieran ocurrir durante la manufactura.

Entradas:

- Objetivos de Diseño
- Objetivos de Calidad y Confiabilidad
- Lista Preliminar de Materiales
- Diagrama Preliminar del Flujo del Proceso
- Lista Preliminar de Características Especiales del Producto y el Proceso
- Plan de Aseguramiento del Producto
- Apoyo de la Administración.

Salidas:

- Análisis de Modos y Efectos de Fallas de Diseño (AMEF Ds)
- Diseño para Facilidad de Manufactura y Ensamble
- Verificaciones de Diseño
- Revisiones de Diseño
- Plan de Control - Construcción de Prototipos

- Dibujos de Ingeniería (Incluyendo Datos Matemáticos)
- Especificaciones de Ingeniería
- Especificaciones de Materiales
- Cambios de Dibujos y Especificaciones

Resultados / Salidas de APQP

- Requerimientos de nuevo Equipo, Herramental e Instalaciones
- Características Especiales del Producto y Proceso
- Requerimientos de Equipo de Prueba/ Gages
- Compromiso de Factibilidad del Equipo y Apoyo de la Administración



1.4.3 Diseño y desarrollo del proceso

Esta fase aborda características principales del desarrollo del sistema de manufactura y los planes de control relacionados para el logro de productos con calidad. Las tareas a realizar en esta fase del proceso de planeación de calidad de un producto dependen de la terminación exitosa de las dos primeras etapas previas. Este paso está diseñado para asegurar el desarrollo amplio de un efectivo sistema de manufactura. El sistema de manufactura debe asegurar que los requerimientos, necesidades y expectativas de los clientes se cumplan. Las entradas y salidas que aplican a la fase del proceso son las siguientes:

Entradas:

- Análisis de Modos y Efectos de Fallas de Diseño (AMEF Ds)
- Diseño para Facilidad de Manufactura y Ensamble
- Verificaciones de Diseño
- Revisiones de Diseño
- Construcción de Prototipos – Plan de Control
- Dibujos de Ingeniería (Incluyendo Datos Matemáticos)
- Especificaciones de Ingeniería
- Especificaciones de Materiales
- Cambios de Dibujos y Especificaciones
- Requerimientos de nuevo Equipo, Herramental e Instalaciones
- Características Especiales del Producto y Proceso
- Requerimientos de Equipo de Prueba / Gages
- Compromiso de Factibilidad del Equipo y Apoyo de la Administración

Salidas:

- Normas de Empaque
- Revisión del Sistema de Calidad del Producto/Proceso
- Diagrama de Flujo del Proceso
- Lay out del Plan de Piso
- Matriz de Características
- Análisis de Modos y Efectos de Fallas de Procesos (AMEF Ps)
- Plan de Control del Pre lanzamiento
- Instrucciones del Proceso
- Plan de Análisis de Sistemas de Medición
- Plan Preliminar de Estudios de Habilidad de los Procesos
- Especificaciones de Empaque
- Apoyo de la Administración

1.4.4 Validación del producto y el proceso

En esta fase se discute las características principales para validar un proceso de manufactura a través de la evaluación de una corrida de producción prueba. Durante la corrida de producción prueba, el equipo de planeación de calidad de un producto de la organización debiera validar que el plan de control y el diagrama de flujo del proceso se siguen y los productos cumplen con los requerimientos de los clientes.

**Entradas:**

- Normas & Especificaciones de Empaque
- Revisión del Sistema de Calidad del Producto/Proceso
- Diagrama de Flujo del Proceso
- Lay out del Plan de Piso
- Matriz de Características
- Análisis de Modos y Efectos de Fallas de Procesos (AMEF Ps)
- Plan de Control del Pre-lanzamiento
- Instrucciones del Proceso
- Plan de Análisis de Sistemas de Medición
- Plan Preliminar de Estudios de Habilidad de los Procesos
- Especificaciones de Empaque
- Apoyo de la Administración

Salidas:

- Corrida de Producción Significativa
- Evaluación de Sistemas de Medición (**MSA**)
- Estudio Preliminar de Habilidad de los Procesos (**SPC**)
- Aprobación de Partes para Producción (**PPAP**)
- Pruebas de Validación de la Producción
- Evaluaciones de Empaque
- Plan de Control de la Producción (**CP**)
- Liberación de la Planeación de Calidad y Apoyo de la Administración.

1.4.5 Retroalimentación, evaluaciones y acciones correctivas

La planeación de la calidad no termina con la instalación y validación del proceso. Es en la etapa de manufactura de los componentes cuando los resultados pueden evaluarse y donde todas las causas comunes y especiales de variación están presentes. Este es también el tiempo para evaluar la efectividad de los esfuerzos en la planeación de calidad de un producto. Las organizaciones que implementan totalmente un proceso de APQP efectivo estarán en una mejor disposición para cumplir con los requerimientos de los clientes, incluyendo cualquier característica especial especificada por los clientes.

Entradas:

- Corrida de producción significativa.
- Evaluación de sistemas de medición.
- Estudio preliminar de habilidad de los procesos.
- Aprobación de partes de producción.
- Pruebas de validación de la producción.
- Evaluaciones de empaque.
- Plan de control de la producción.
- Liberación de la planeación de calidad y apoyo de la administración.

**Salidas:**

- Reducción de la variación.
- Mejoramiento en la satisfacción de los clientes.
- Mejoramiento en el envío y servicio.
- Uso efectivo de las lecciones aprendidas / mejores prácticas.

1.5. PROCESO DE APROBACIÓN DE PARTES PARA PRODUCCIÓN**Definición**

El PPAP (Proceso de Aprobación de partes de Producción⁴) es el proceso en el cual los proveedores demuestran que ellos pueden producir partes de calidad y proporcionan esas partes a sus clientes en los volúmenes requeridos.

Propósito

El propósito de determinar si todos los requerimientos del cliente incluidos en dibujos y especificaciones son entendidos adecuadamente por la organización y que el proceso de manufactura tiene el potencial de producir partes que cumplan dichos requerimientos consistentemente durante una corrida real de producción a la velocidad de producción cotizada.

El proveedor deberá obtener aprobación completa de la actividad de aprobación del producto para el cliente para:

- Una nueva parte o producto (es decir, una parte específica, material o color no previsto).
- Corrección o discrepancia sobre una parte previamente surtida.
- Producto modificado por cambio de ingeniería que afecta los registros de diseño, especificaciones o materiales.

Requisitos del Proceso PPAP:

1. Corrida de Producción Significante
2. Registro de Diseño
3. Cambios de Ingeniería
4. Aprobación de Ingeniería del Cliente
5. AMEF de Diseño
6. Diagrama de Flujo
7. AMEF de Proceso
8. Plan de Control
9. Estudios de Análisis del Sistema de Medición
10. Resultados Dimensionales
11. Resultado de Pruebas del Material y Desempeño
12. Estudios Iniciales del Proceso
13. Documentación del Laboratorio Calificado

⁴ Fuente: Manual PPAP. 4ª Edición Versión en español.



14. Reporte de Apariencia
15. Muestra de Partes Producidas
16. Muestra Maestra
17. Ayudas para Verificación
18. Requisitos Específicos del Cliente
19. PSW

1. Corrida de producción significativa

Para partes de producción, el producto para PPAP deberá ser tomado de una corrida de producción significativa. Esta corrida de producción deberá ser de una hora a ocho horas de producción, y con la cantidad de producción específica a un total de 300 partes consecutivas, a menos que otra cosa sea especificada por el por un representante de calidad del cliente.

2. Registros de diseño, especificaciones

Cualquier resultado que este fuera de especificaciones será causa para que el cliente no admita las partes, la documentación y/o registros. Para cualquier producto, parte o componente habrá solamente un registro de diseño en el cual se especifique la responsabilidad del diseño.

3. Cambios de Ingeniería

El proveedor deberá tener documentos de cualquier cambio de ingeniería autorizado no registrado en el diseño, pero incorporado en el producto, parte o herramienta.

4. Aprobación de Ingeniería del Cliente

Donde sea especificado por el registro de diseño, el proveedor deberá tener evidencia de aprobación del cliente.

5. AMEF (Análisis del efecto y modo de la falla) de Diseño

Si el proveedor es responsable del diseño. Ver el manual de referencia del análisis del efecto y modo de la falla.

6. Diagramas de flujo del proceso

El proveedor deberá tener un diagrama de flujo del proceso en formato especificado por el proveedor que describa claramente los pasos y secuencia del proceso de producción.

7. AMEF (Análisis del efecto y modo de la falla) de Proceso

Ver el manual de referencia del análisis del efecto y modo de la falla 4a edición.



8. Plan de Control

Métodos para dar seguimiento al control ejercido sobre las características especiales definidas tanto por el cliente como por la organización, así como un listado de los controles usados para el proceso de manufactura.

9. Estudios de Análisis del Sistema de Medición

Análisis del sistema de medición abreviado MSA (Measurement System Analysis), es un experimento diseñado para evaluar si las mediciones que se realizan son adecuadas y consistentes con los requisitos.

10. Resultados dimensionales

El proveedor deberá proveer evidencia de que las verificaciones dimensionales requeridas por el registro de diseño y el plan de control han sido completadas y los resultados indican la conformidad con los requerimientos especificados.

11. Resultado de Pruebas del Material y Desempeño

El proveedor deberá tener registros y/o resultados de pruebas de funcionamiento especificadas sobre el registro de diseño o Plan de control

12. Estudios Iniciales del Proceso

Los estudios iniciales de proceso están enfocados hacia variables continuas y no sobre atributos, errores de ensambles, fallas de pruebas, defectos sobre la superficie son ejemplos de datos de conteo, los cuales son importantes de comprender.

El propósito de los estudios iniciales de proceso es comprender la variación del proceso. Cuando datos históricos estén disponibles o existan datos suficientes para elaborar un grafico de control (al menos 100 muestras individuales).

13. Documentación del Laboratorio Calificado

El proveedor deberá tener un campo de laboratorios y la documentación que demuestre que los laboratorios cumplen con los requerimientos del cliente.

14. Reporte de Apariencia

Un reporte de aprobación de apariencia debe ser desarrollado en una parte o series de partes, para los cuales es requerida si la parte/producto tiene requerimientos de apariencia en los registros de diseño. El reporte de apariencia con la disposición de la parte y la firma del cliente debe acompañar el PSW.



15. Muestra de Partes Producidas

El proveedor debe proveer muestra del producto como es requerido por el cliente y como es definido por los requerimientos de diseño.

16. Muestra Maestra

El proveedor debe retener una muestra master del mismo periodo como el de los registros de la aprobación de partes de producción. El proveedor debe retener una muestra master por cada posición, dado de cavidad múltiple, molde, herramienta o patrón, o proceso de producción a menos que otra cosa sea especificada por el cliente.

17. Ayudas para Verificación

El proveedor debe certificar que todos los aspectos de las ayudas de verificación concuerdan con los requerimientos dimensionales de la parte, así como documentar todos los cambios de diseño de ingeniería que han sido incorporados en las ayudas de verificación.

18. Requisitos Específicos del Cliente

El proveedor debe tener registros para todos los requerimientos específicos del cliente

19. Garantía de Presentación de la Parte (PSW *Part Submission Warrant*)

Para completar satisfactoriamente todas las mediciones y pruebas requeridas, el proveedor deberá registrar la información requerida sobre garantía de partes de suministradas al cliente (PSW).



Capítulo 2: Conceptos teóricos



2.1 INTRODUCCIÓN

A continuación se presentan las herramientas de Ingeniería Industrial utilizadas en el estudio del caso, las cuales en conjunto determinarán la capacidad de producción de: una planta, un área específica de manufactura y/o una estación de trabajo.

La selección del método adecuado de pronósticos, es fundamental para una empresa, ya que de esto dependerá evaluar los índices de ventas que se tendrán en un futuro, y que por consecuencia se podrá determinar la cantidad de recursos necesarios para la fabricación de los productos o servicios. Es por ello que en este capítulo se describen de forma general, los métodos de pronósticos.

De igual forma se establece el concepto de capacidad de producción de una estación de trabajo o una organización entera, que ayude a los directivos y a las áreas involucradas que conforman a una empresa, para la toma de decisiones que afectan a las operaciones, los costos y las inversiones requeridas para la manufactura de los productos. Esto con el objetivo de satisfacer la demanda actual y futura.

2.2 Pronósticos

Se usa el termino pronosticar para hacer referencia a un método específico, en lugar de una simple adivinanza, para predecir eventos futuros. En los sistemas de producción controlados por el mercado de la actualidad, los pronósticos son más importantes que nunca. Tanto la recompensa por un buen pronóstico como la penalización por un malo puede ser bastante altas.

La estimación de comportamiento futuro de algunas variables, puede realizarse utilizando diversas técnicas de pronósticos. Cada una de las técnicas de proyección tiene una aplicación de carácter especial, que hace de su selección un problema de decisión influido por diversos factores, como por ejemplo la disponibilidad de los datos históricos, la precisión deseada del pronóstico y los periodos futuros que se desea pronosticar.

Entender las limitaciones de los pronósticos y fijar expectativas apegadas a la realidad en cuanto al funcionamiento futuro son esenciales para hacer uso efectivo de los pronósticos en la toma de decisiones. En los sistemas de producción, casi siempre es de interés el pronóstico de la demanda para el producto o servicio con el fin de decidir cuánto producir.

En general, los pronósticos a corto plazo, hasta de un año, sirven de parámetro para las operaciones en curso, en este caso se necesita el número real de unidades de producto. Esta decisión puede ser semanal, mensual o tal vez trimestral. Los métodos de series de tiempos son los que se usan con más frecuencia para los pronósticos a corto plazo, pero en algunas situaciones,



también son útiles los métodos causales y los cuantitativos. Las decisiones a corto plazo requieren pronósticos de cientos de artículos.

Los pronósticos a mediano plazo, que abarcan entre uno y tres años, puede ser asignar cierta capacidad de planta a grupos de productos. Las decisiones a mediano plazo normalmente requieren pronósticos para uno o dos artículos. Con frecuencia se utilizan métodos cuantitativos, incluyendo los causales y las series de tiempo, para los pronósticos a mediano plazo.

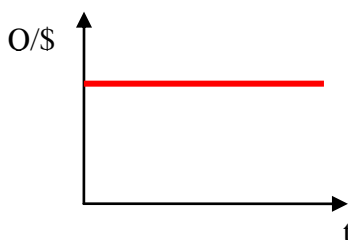
Y los pronósticos a largo plazo, abarca entre tres y cinco años, sirven de apoyo para abrir nuevas plantas o aumentar la capacidad de las existentes. Con frecuencia dependen de un pronóstico de la demanda. En este caso, los productos individuales no son los que despiertan interés, sino el volumen global. Las decisiones a largo plazo no requieren pronósticos exactos, la decisión de construir una nueva planta se basa en la tendencia de los pronósticos para varios años sucesivos y no en una sola estimación de la demanda. Así los pronósticos muy precisos son innecesarios. Normalmente, los pronósticos a largo plazo se hacen para una sola vez. Es común que se usen métodos causales y cuantitativos para obtenerlos.

2.2.1 Patrones de Pronósticos

No es difícil pronosticar la continuación de un patrón o relación establecida. Lo que es difícil es pronosticar exactamente un cambio en dicho patrón o tendencia y el tiempo, intensidad y consecuencias de ese cambio.

Horizontal

Existe un patrón horizontal cuando no hay tendencia alguna en los datos. Cuando existe tal patrón, generalmente se hace referencia a la serie como estacionaria, es decir, no tiende a aumentar o disminuir a través del tiempo de ninguna manera sistemática.

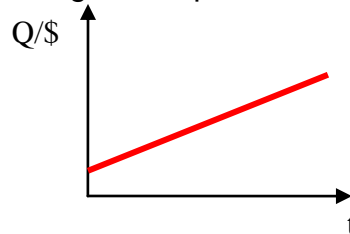


Los métodos de pronóstico que estiman patrones horizontales son:

- Último dato
- Promedio simple
- Promedio móvil simple
- Promedio móvil ponderado
- Suavizamiento exponencial simple

Tendencial

Un patrón tendencial se da cuando existe un aumento o disminución general del valor de la variable a lo largo del tiempo. Las ventas de muchas compañías, y el Producto Nacional Bruto, los precios y muchos otros indicadores empresariales y económicos siguen un patrón ascendente a través del tiempo.

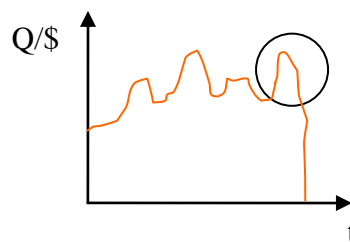


Los métodos de pronóstico que estiman patrones tendenciales son:

- Suavizado exponencial amortiguado de tendencia
- Regresión lineal

Estacional

Existe un patrón estacional cuando una serie fluctúa de acuerdo con un factor estacional. Las estaciones pueden ser los meses o las cuatro estaciones del año, pero también pueden ser las horas del día, los días de la semana o los días del mes.

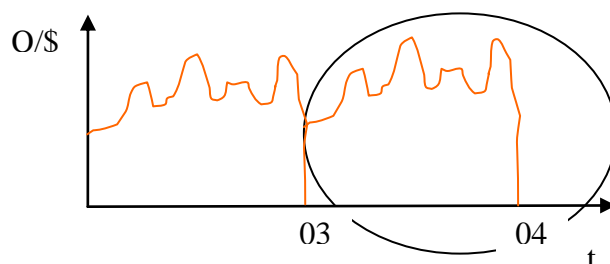


Los métodos de pronóstico que estiman patrones estacionales son:

- Suavizamiento exponencial de Winters (maneja tendencia y estacionalidad)
- Suavizamiento exponencial doble

Cíclico

Un patrón cíclico es semejante al patrón estacional, pero la duración de un ciclo único generalmente es mayor a un año. Muchas series, como el número de inicios de construcción de viviendas, el precio de los metales, el producto nacional bruto (GNP) y las ventas de muchas empresas, contienen un patrón cíclico. El patrón cíclico es difícil de pronosticar, porque o se repite a intervalos constantes de tiempo o su duración no es uniforme.



Uno de los métodos de pronóstico que estiman patrones cíclicos es:

- Método de descomposición

2.2.2 Métodos de Pronósticos

Los métodos de pronósticos se clasifican en dos áreas dependiendo de los datos que se utilice para realizarlos: métodos cualitativos y métodos cuantitativos. Los métodos cualitativos manejan datos que no son cuantificables y se evalúan con calificativos como bueno y/o malo, etc. Los métodos cuantitativos utilizan términos cuantificables para realizar pronósticos.

Cualitativos: Este pronóstico implica el uso de juicios subjetivos y esquemas de clasificación para transformar la información cualitativa en estimaciones cuantitativas

- **Método Delphi:** consiste en preguntas hechas a un grupo de expertos para recabar opiniones. Es un pronóstico por consenso.
- **Descripción del escenario:** se usa para hacer un retrato de cómo evolucionará el presente con el tiempo; con frecuencia se usa junto con el método Delphi. La descripción del escenario comienza tratando de identificar un conjunto de eventos futuros posibles. Se escribe un conjunto de escenarios, cada uno basado en un evento futuro posible. Cada escenario se examina con cuidado para determinar su probabilidad de ocurrencia y se desarrollan planes de contingencia para los más probables.
- **Análisis de impactos cruzados:** con frecuencia se usa para examinar los resultados de un estudio Delphi. El análisis indica los escenarios que deben describirse. Este procedimiento es de panorama amplio, igual que la descripción de escenarios, y evalúa la probabilidad de ocurrencia de ciertos eventos futuros que pueden interactuar y afectar las decisiones futuras.

Cuantitativos: Este hace una extrapolación del pasado o se utiliza cuando se cuenta con suficientes datos estadísticos o confiables para especificar las relaciones existentes entre variables fundamentales.



Modelo de Series de Tiempo

En un modelo de series de tiempo dos factores son importantes: la serie de datos que se va a pronosticar y el periodo de tiempo a utilizarse. Un modelo de series de tiempo supone siempre que algún patrón o combinación de patrones es recurrente a través del tiempo. De esta manera, al identificar y extrapolar dicho patrón, se pueden desarrollar pronósticos para periodos subsecuentes.

- Último dato
- Promedio simple
- Promedio móvil simple
- Promedio móvil ponderado
- Suavizado exponencial simple
- Suavizado exponencial doble (de Holt)
- Suavizado exponencial amortiguado de tendencia
- Suavizado exponencial de Winters
- Métodos de descomposición
- Promedios móviles Autorregresivos

Modelo Explicativo o Causal

En este tipo de métodos cualquier variación de los insumos afectará los productos del sistema de manera predecible, suponiendo que la relación es constante. La primera tarea de los pronósticos es encontrar la relación a través de la observación de los productos del sistema (ya sea a lo largo del tiempo o mediante el análisis de un corte transversal de sistemas semejantes) y relacionándolos con los insumos correspondientes.

- Regresión lineal simple
- Regresión múltiple
- Métodos de simulación
- Métodos econométricos
- Métodos bayesianos
- Redes neuronales

2.3 Capacidad de producción

La capacidad de producción o capacidad productiva es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada. El estudio de la capacidad es fundamental para la gestión empresarial en cuanto permite analizar el grado de uso que se hace de cada uno de los recursos en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos.

Los incrementos y disminuciones de la capacidad productiva provienen de decisiones de inversión o desinversión (por ejemplo, la adquisición de una máquina adicional).



2.3.1 Definición de la capacidad

La capacidad es la razón máxima de capacidad productiva o de conversión para la combinación de producto existente en las operaciones de la organización.

A menudo resulta difícil obtener una medida real de la capacidad a causa de las variaciones cotidianas. Los empleados se ausentan o llegan con retraso algunas veces, la ocurrencia de fallas de equipos, la necesidad de tiempos muertos para realizar mantenimientos y reparaciones o para realizar ajustes en la maquinaria y hacer cambios en los productos, también se necesita programar las vacaciones.

Como todas esas variaciones ocurren con frecuencia, es posible observar que la capacidad de una instalación rara vez puede ser medida en términos precisos y las medidas a ser usadas deben ser interpretadas cuidadosamente.

2.3.2 Capacidad de las operaciones

La capacidad de las operaciones se refiere a la capacidad productiva de una instalación; en general se expresa como un volumen de producción en un periodo de tiempo. Los gerentes de operaciones están interesados en la capacidad por varias razones. Primero porque desean tener capacidad suficiente para proveer el tiempo y la cantidad de producción necesaria para satisfacer la demanda actual y futura del cliente. Además la capacidad disponible afecta a la eficiencia de las operaciones, incluyendo la facilidad o dificultad para programar la producción y los costos de mantenimiento de la instalación. Finalmente, la consecución de una capacidad es una inversión para la organización. Como lo que se busca es una buena recuperación de la inversión, los costos y los ingresos derivados de una decisión sobre la capacidad deben ser evaluados con sumo cuidado.

2.3.3 Planeación de la capacidad

Cuando una empresa toma la decisión de hacer más de un producto o servicio, o bien toma la decisión de hacer un nuevo producto o servicio, la planeación de la capacidad es la primera actividad de administración de las operaciones que tiene lugar. Una vez que se ha evaluado la capacidad y se determina una necesidad para instalaciones nuevas o en expansión, entonces tienen lugar las actividades de localización y tecnología de procesos.



2.3.4 Decisiones para la planeación de la capacidad

Las decisiones de planeación de la capacidad en general incluyen las actividades siguientes.

1. Evaluación de la capacidad existente.
2. Estimaciones de pronósticos de las necesidades futuras de capacidad en un horizonte de planeación seleccionado.
3. Identificación de modos alternativos para modificar la capacidad.
4. Evaluación financiera, económica y tecnológica de las alternativas de capacidad.
5. Selección o elección de la alternativa de capacidad más adecuada para llevar a cabo la misión estratégica.

2.3.4 Estimación de las necesidades futuras de capacidades

Los requerimientos de capacidades pueden ser evaluados desde dos puntos de vista extremos: a corto y a largo plazo.

Requerimientos a corto plazo: Se realizan pronósticos de la demanda de productos para estimar la carga de trabajo a corto plazo que se debe manejar en la instalación. Al mirar 12 meses hacia el futuro es posible anticipar los requerimientos de la producción para los diferentes productos y servicios. Entonces se pueden comparar los requerimientos con la capacidad existente y detectar cuando se requieren ajustes a las capacidades.

Requerimientos a largo plazo: Los requerimientos de capacidad a largo plazo son más difíciles de determinar a causa de la incertidumbre en el conocimiento de la demanda futura del mercado y en las tecnologías. El hacer pronósticos a 5 años o 10 años hacia el futuro es una tarea riesgosa. Los pronósticos actuales pueden ya no existir en el futuro. Evidentemente los requerimientos de capacidad a largo plazo depende de los planes de mercadotecnia, del desarrollo de los productos y de los ciclos de vida de los mismos.

2.3.5 Análisis de la capacidad de planta

El análisis de capacidad de planta es el estudio detallado de la cantidad de productos actuales y combinaciones de productos que se pueden elaborar en un periodo especificado. Esta información es decisiva para la formación del programa de producción maestro y para las estrategias de ventas de mercadotecnia.

Que sucedería si una compañía busca y consigue un contrato para producir un nuevo producto y después descubre que no cuenta con la capacidad planta para su producción. En primera el cliente podría deshacer el contrato y muy pocos clientes estarían dispuestos a dar nuevos contratos a esa compañía. Segunda, la compañía podría comprar la tecnología o subcontratar a otra empresa que cuente con la tecnología necesaria.



Esto podría resolver el problema con el cliente pero sería muy costoso, tomando en cuenta que las compañías que tuvieran la tecnología adecuada probablemente serían competidores en busca del mismo contrato. Estas son dos razones muy importantes para conocer con exactitud la capacidad de planta

Generalmente el análisis está proyectado a un año, bajo un esquema de horas disponibles, mismas que dependen de las políticas de cada una de las empresas, debido a que es necesario considerar los días no utilices, como por ejemplo fechas días festivos, fines de semana, etc.

Con este parámetro de horas disponibles las empresas son capaces de identificar la capacidad total para fabricar sus productos, lo que le facilitará prever recursos tales como son: el número de personal y equipos requeridos para conocer si se podrá cumplir con la demanda de mercado (previamente identificado mediante un pronóstico de ventas)

2.3.6 Técnicas de desarrollo de capacidades en la estaciones de trabajo

A menos que una fabrica este constituida por obreros calificados que utilicen herramientas manuales, esta deberá considerarse una estructura de muchas unidades de hombre y maquina. Por lo tanto, cuando se habla de determinar capacidades de estaciones de trabajo, se deben tomar en cuenta los recursos diseñados de la herramienta y tan bien la capacidad del operario para hacer funcionar la estación de trabajo.

Como los seres humanos no somos maquinas ni robots y el desempeño varia de un día para otro, no podemos esperar que haya una repetición del esfuerzo cada vez que una pieza pasa por la estación de trabajo. Por lo tanto la determinación de la capacidad de dicha estación dependerá de la obtención de la frontera o límite inferior del intervalo de esfuerzo que se espere de la persona promedio. Se puede llevar a cabo a través de mediciones de trabajo para obtener la respuesta analíticamente más correcta, mediante la estimación por parte de personas con el conocimiento adecuado. El resultado es un factor de eficiencia por el cual se modifican en sentido descendente los recursos de diseño de una estación de trabajo, con el fin de obtener un factor de capacidad para la estación de trabajo.

1. **Tiempo de preparación.** La pieza de trabajo debe colocarse en el dispositivo. La experiencia señala que aproximadamente el 10 % del tiempo para realizar un trabajo cualquiera es el tiempo de preparación.
2. **Necesidades personales.** Un operador no puede trabajar en forma continua durante un turno completo de 8 horas, en virtud de la fatiga, necesidades personales y alimentación. Como regla, las personas necesitan 30 minutos para tomar un refrigerio y otros 30 minutos por cada turno de 8 horas para descansar y realizar necesidades personales.



Por lo tanto, del periodo de 8 horas se debe restar 1 hora que se dedica a la persona o bien el 12.5% del tiempo de trabajo disponible por turno.

3. **Ausentismo.** El índice de ausentismo habitual en la industria es más o menos de 2%. Esto significa que el trabajador común no se presenta a laborar aproximadamente 5 días por año debido a enfermedades o necesidades personales.
4. **Tiempos de interferencia.** Este es el tiempo improductivo cuando el operador está disponible para la operación, pero no puede realizarla. En relación con una maquina estación de trabajo de soldadura con dispositivo, la interferencia podría deberse al reemplazo del carrete de de alambre de soldadura, a la actividad de mantenimiento de la maquina, a las inspecciones de calidad durante el proceso, a la lectura de las instrucciones de trabajo del proceso. La práctica normal es la de asignar el 10% del tiempo disponible al factor de interferencia.
5. **Errores.** El operador comete errores y estos deben tomarse en consideración en cualquier evaluación real que se haga de la capacidad. Comúnmente, la reducción en la capacidad permitida por errores cometidos por el operador es de 3%.
6. **Eficiencia.** Esta es una medida la cual permite que el operador verifica su tarea en comparación con la forma en que debe realizarse según las especificaciones del diseño del proceso. En desempeño continuo a razón de una eficiencia del 10 % requiere que todos los movimientos del operador y la colocación de todas las herramientas fueran exactamente continuos, según lo planeado originalmente por la unidad de ingeniería de métodos. Esto es virtualmente imposible de lograr en relación con operaciones de manufactura continúa.

EJEMPLO:

Se cuenta con una estación de trabajo de soldadura semiautomática, que utiliza un proceso de soldadura de alimentación continua de arco sumergido y un dispositivo para hacer girar las partes que se soldarán. Se realizan cordones de soldadura circunferenciales, donde cada uno de ellos se aplica en la posición descendente vertical.

Los parámetros conocidos de la estación de trabajo son:

- 1) La velocidad y dirección de rotación del dispositivo
- 2) La intensidad de aplicación del proceso de soldadura.

Por consiguiente, es posible calcular la intensidad o índice de aplicación en la pieza de trabajo. Conociendo así mismo la sección transversal volumétrica de la soldadura, es posible determinar el tiempo que tardará en obtener aplicar la soldadura circunferencial completa. Esta es la capacidad teórica de la estación de trabajo de la maquina soldadora. Por desgracia no se puede emplear en el desarrollo de la capacidad de la estación de trabajo.



La máquina puede trabajar por tiempo indefinido, pero necesita la inteligencia del ser humano para controlarla y guiarla. Por consiguiente el problema de la capacidad de la estación de trabajo se reduce finalmente a la parte del tiempo fuera de las 24 horas del día en que un operador guiará la máquina.

Supóngase que este proceso de arco sumergido en particular puede aplicar 30 libras de soldadura por hora, o bien 720 libras por día. Esta es la capacidad teórica de la estación de trabajo. A continuación se determina la capacidad práctica, de acuerdo a los factores ya mencionado.

1. **Tiempo de preparación.** Esto es el equivalente a una reducción de 3 libras por hora en el índice de aplicación.
2. **Necesidades personales.** Esto corresponde a una reducción de 12.5% de la capacidad teórica o a 3.75 libras por hora.
3. **Ausentismo.** El factor de ausentismo del 2% es igual a una reducción de 0.6 libras por hora.
4. **Tiempos de interferencia.** Esto equivale a una reducción de 3 libras por hora.
5. **Errores.** En este ejemplo equivale a una reducción de 0.90 libras por hora.
6. **Eficiencia.** Esto quiere decir que el 20% del tiempo improductivo equivale a una reducción de 6 libras por hora.

Al utilizar la capacidad de esta estación de trabajo tendríamos que utilizar el valor de 12.75 libras por hora para el índice de aplicación de soldadura en vez de 30 libras por hora, posibles en teoría. Esta es la cifra que se utilizará siempre que se calcule la cantidad de trabajo que realiza en esta operación de trabajo particular y siempre que se determine el tiempo que tomará realizarlo.

La eficiencia es el mayor de los factores de deducción. Para los fines de análisis de la capacidad, la unidad de ingeniería de manufactura deberá conocer el nivel de eficiencia al que trabajan los segmentos de la fábrica. Esta información se obtiene de las mediciones normales de eficiencia, que se evalúan en forma continua. No importa cual sea la base de la medición, en tanto que sea consistente. Si es así, las mediciones de la eficiencia se podrán utilizar como factores de deducción para obtener valores de capacidad prácticos para cada estación de trabajo. Conforme mejora la productividad de la planta, mejora así mismo su capacidad final. Por lo tanto, el ejercicio de determinación de la capacidad es dinámico y las evaluaciones de la capacidad de la planta deben ser una actividad progresiva.

Una vez que se tiene un archivo de evaluaciones de la capacidad practica de las estaciones de trabajo, se puede comenzar a construir una matriz de valores de capacidad de la planta.

Antes de poder determinar la capacidad de la planta, es necesario determinar si tiene los recursos necesarios para elaborar el producto. Por lo tanto, la verificación de los recursos se vuelve un asunto de investigación se puede o no producirse el producto.



Cuando la planta sabe con exactitud que es lo que va a producir, la verificación de los recursos es una revisión del equipo adecuado para el producto. A menudo, una planta se constituye para elaborar una diversidad de productos similares.

2.3.7 Evaluación de la capacidad total de la planta

Ahora que se han descrito las técnicas de evaluación de las capacidades de las estaciones de trabajo y productos individuales, es posible considerar las técnicas de evaluación total de la planta. Cabe señalar que la única variable independiente es la capacidad que tiene la planta de producir, es decir, las limitaciones físicas y de proceso. Por consiguiente, es muy importante tener la certeza de que una combinación contemplada de productos no constituirá una velación de las fronteras de capacidad de la planta. Si lo fuera, sería necesario hacer inversiones en equipo nuevo y en capacitación del personal o subcontratar fases de manufactura con otras compañías.

La evaluación de la capacidad total en una planta, que elabora múltiples productos requiere la predicción de la cantidad de recursos que se destinarán a cada producto. El área de mercadotecnia es el único segmento de la compañía que cuenta con los recursos adecuados para hacer una estimación del mercado. Por esta razón, ingeniería de manufactura no intenta determinar las características y tendencias del mercado, si no que elabora datos básicos que muestran una combinación específica de productos con cantidades porcentuales que pueden producirse.

Con frecuencia esto no es aceptable para todas las funciones de la empresa por que especifica un porcentaje fijo para cada producto. Evidentemente, cuando cambian las oportunidades del mercado, el porcentaje fijo no se mantiene útil. Ingeniería de manufactura desarrolla capacidades por producto como si no existiera otro y después traza diagramas de capacidad para permitir al personal de mercadotecnia o de programación de la producción, determinar cuanta capacidad sigue estando disponible después de que se asiente en el programa de producción un número de productos específicos.

El análisis de cada producto se hace independiente en la forma que se describió en el ejemplo anterior descrito. Se evalúa la capacidad de cada estación de trabajo para elaborar cada producto específico como si no existiera otro. Cada estación de trabajo constará de ella misma o de un conjunto de estaciones con las mismas características. Nótese que la capacidad anual total es siempre igual a la de la estación de trabajo con la capacidad más baja. Esto quiere decir que la estación de trabajo con la capacidad más baja, está 100% asentada en relación con ese producto, en tanto que las otras estaciones de trabajo, teniendo una mayor capacidad para fabricar el producto, están asentadas en menos del 100%.



Una manera práctica de evaluar la capacidad de una corrida propuesta de múltiples productos será la de centrar la atención exclusivamente en las estaciones de trabajo más importantes. Por consiguiente, considerando en las estaciones de trabajo más importantes, es probable reducir en forma significativa los ejercicios de evaluación de capacidad. En este caso, el término estación de trabajo crítica es sinónimo de estación de trabajo con la producción más baja.

Algunos de los datos muy importantes, pero quizás incalculables que deben evaluarse en forma subjetiva por parte de los planificadores de áreas con el objeto de determinar capacidades, se mencionan a continuación.

1. **Retiro del operador más importante.** Suponiendo que el operario clave es el factor más importante al determinar la eficacia de la estación de trabajo, su retiro tendrá un efecto perjudicial en la capacidad. Generalmente ocurre una disminución del 5 al 10 % en la eficiencia cuando sucede esto.
2. **Vencimiento del contrato con el sindicato.** Si el ambiente de trabajo es favorable, este no tendrá efecto.
3. **Instalación de equipo nuevo.** Deberá anticiparse una curva de aprendizaje que vaya de la producción menor a la mayor (diseñada). La longitud de la curva de aprendizaje deberá determinarse con base en experiencias anteriores y en la complejidad del equipo nuevo en comparación con el anterior.
4. **Cambios en la tolerancia.** Cualquier cambio en la tolerancia afectará la capacidad.
5. **Factores climatológicos.** Cuanto mayor sea la incomodidad en la planta para trabajar, tanto mayores serán las pérdidas en manufactura.
6. **Mantenimiento de las estaciones de trabajo.** La falta de mantenimiento no solo da origen a un mayor número de descomposturas en las máquinas, sino que afecta así mismo las operaciones cotidianas. Esto provoca que los operarios hagan correcciones que puedan ser o no estar correctas. Esto conduce a pérdidas mayores de manufactura y a una menor productividad.
7. **Tiempo extra planeado en exceso.** En raras ocasiones un programa continuo de 6 días es igual a una producción de los mismos 6 días. Por lo general, debido a la fatiga se termina quizá con la producción de 5.5 días. Las causas son el ausentismo excesivo y la reducción en la eficiencia.
8. **Cambios de diseño en las especificaciones de los materiales.** Este es uno de los tipos de cambio de mayor alcance que pueden afectar la capacidad. Si el cambio resulta de una petición de manufactura, generalmente se realiza para mejorar la susceptibilidad de manufactura del producto, de aquí que aumente la capacidad. Si resulta de nuevos requisitos de ingeniería de diseño, el resultado será que los materiales sean más difíciles de procesar en la maquinaria, por lo tanto, disminuye la capacidad.



Existen sin número de factores relacionados con la gente, equipo y materiales que afectan la capacidad. El aspecto importante aquí es que los aspectos pertinentes deberán ser identificados por la unidad de ingeniería de manufactura, de manera que se puedan asignar factores empíricos para hacer un ajuste subjetivo de las capacidades.

2.4 Procesos de soldadura por arco

De todos los procesos de soldadura, el de soldadura con arco es el que se aplica con más frecuencia. En esta soldadura, el calor necesario para fundir el electrodo y el metal de la pieza de trabajo se genera por la resistencia eléctrica (fricción) de ambos al paso de la electricidad (corriente).

Cuando pasa electricidad por un alambre, el movimiento de la energía eléctrica en el alambre origina fricción, y dicha fricción calienta el alambre. Como el alambre se calienta como resultado de su resistencia al paso de la electricidad, es lógico deducir que cuando mayor sea el flujo (corriente) de electricidad que pasa por un alambre de diámetro dado, mayor será la fricción que resulte. El incremento de fricción dará así lugar a un incremento en calor.

Podría servir de ayuda comparar el paso de la electricidad a lo largo de un alambre con el paso del agua por una tubería. El caudal de agua que pasa por el tubo se expresa en litros por minuto. La corriente de electricidad que pasa por un alambre se expresa en amperes. Como el paso de electricidad determina la cantidad de calor que produce, cuanto mayor se el amperaje, mayor será el calor generado por el arco.

2.4.1 Circuito de la soldadura por arco

Para establecer un circuito de soldadura debe contarse con una fuente de energía eléctrica. En la mayoría de los procesos de soldadura de arco, dicha fuente es la máquina de soldar. Se utilizan cables, uno sirve para conectar el porta electrodo a una de las terminales de la máquina y por ello se llama cable del electrodo o Terminal del electrodo. El otro cable conecta la pinza de trabajo a la otra Terminal, y se conoce como cable de tierra o cable de la pieza de trabajo. Ambos cables deben ser del tamaño, longitud y el material adecuados para conducir la corriente requerida ofreciendo poca resistencia; de lo contrario, la energía se dispara, desperdiándose en forma de calor en el cable.

Una parte del circuito de soldadura es la conexión del cable del electrodo y del cable de tierra o de la pieza de trabajo. En la soldadura con corriente directa, los cables del electrodo y de tierra pueden conectarse en dos formas diferentes. Una se conoce como conexión en polaridad directa (PD), y la otra como conexión en polaridad invertida (PI). En la conexión de PI, el cable de tierra o de la pieza de trabajo debe conectarse a la terminal negativa (-), y el cable del electrodo a la terminal positiva (+). En la conexión de PD, el cable de tierra, o de la pieza de trabajo, debe conectarse a la terminal positiva (+), y el cable del electrodo a la terminal negativa (+).



2.4.2 El arco eléctrico

El aire seco es un mal conductor de la electricidad, casi puede clasificarse como no conductor. La electricidad no se transmite en realidad a través del aire. Pero bajo ciertas condiciones salta en un entrehierro, formando un arco. La corriente de soldadura que pasa a través del de este entrehierro de aire de alta resistencia genera un calor muy intenso en el arco, el cual puede ser de 6,000 a 10,000 °F. Como resultado, el metal base se funden el punto en el que toca el arco, y el electrodo se funde (se convierte en metal de aporte) en el punto en que el arco toca la punta del electrodo.

Para mantener el arco estable y consistente, se incorporan ciertas sustancias químicas en los recubrimientos de los electrodos, las que ayudan a contener y dirigir el arco, sirviendo también para proteger el metal de aporte fundido del contacto con el aire mientras aquel pasa a través del arco.

2.4.3 Soldadura con arco metálico y gas (GMAW: Gas Metal Arc Welding)

El proceso de soldadura GMAW también conocido como MIG se ha convertido en uno de los principales métodos de soldeo en el mundo, se encuentra altamente posicionado en la industria metalmecánica gracias a que incrementa la productividad, mejora la presentación de los cordones de soldadura, produce menos escoria y cumple con las medidas para la protección ambiental

La soldadura GMAW, es el proceso más popular y difundido en la industria, puede utilizarse con todos los metales comerciales importantes, como los aceros al carbono y de aleación, inoxidable, aluminio, magnesio, cobre, hierro, titanio y zirconio.

Casi todos los tipos de hierro y acero pueden unirse con MIG, incluso el hierro libre de carbono y los aceros al bajo carbono y baja aleación, los aceros de alta resistencia enfriados por inmersión y templados, los hierros y aceros cromados o niquelados, y algunos de los aceros llamados de superaleación. Esta técnica tiene enormes ventajas, ya que es de fácil aplicación, no salpica en exceso y produce soldaduras de calidad, además los consumibles se pueden encontrar en casi todas las ferreterías o distribuidores especializados.

El proceso GMAW, es en esencia , un proceso de cd con polaridad invertida PI, en el cual el electrodo consumible, sólido y desnudo, es protegido de la atmósfera por medio de una atmósfera protectora proporcionada en forma externa, en general de bióxido de carbono, de mezclas de argón y bióxido de carbono, o de gases con base de helio.



2.5 Distribución de planta

Una buena distribución de la planta es un factor importante en la gestión económica de la empresa. No debe subestimarse la importancia de una adecuada planeación de esta función, para el recorrido de los materiales, puede considerarse la espina dorsal de los procesos productivos, y por lo tanto, debe ponerse atención para evitar que los equipos se conviertan en un conjunto desordenado de hombres y máquinas que no aseguren la eficiencia esperada de un sistema industrial.

Existen dos situaciones a considerar para la distribución de la planta; la primera es la disposición de una fábrica nueva y la mejora de una ya existente, esta última se presenta como resultado a que las disposiciones no van cambiando de acuerdo a una metodología, si no que se van agregando máquinas en donde se encuentre espacio.

Es conveniente aclarar que esta función dentro de la Ingeniería Industrial recibe varios nombres en el uso diario, entre ellos se pueden mencionar:

1. Disposición o distribución de equipos.
2. Plant Lay Out.
3. Lay Out.
4. Distribución de planta.
5. Planeación de talleres.

2.5.1 Objetivos de la distribución de planta

Como todo proyecto o actividad humana, debe definirse el objetivo de la distribución de planta.

1. Facilitar el proceso de manufactura.
2. Minimizar los movimientos de materiales.
3. Mantener una flexibilidad adecuada. Al hablar de flexibilidad, se refiere a la capacidad de respuesta ante los cambios o variaciones, en los planes de producción. Por lo tanto existen dos tipos de flexibilidad:
 - En la cantidad (por expansiones o aumentos de volumen)
 - Calidad (por cambios de diseño o productos fabricados)
4. Asegurar una alta rotación de materiales en proceso. Esto traerá como consecuencia una disminución de los inventarios, lo que significa menores activos.
5. Minimizar la inversión en equipos
6. Utilizar lo más racional posible del espacio disponible.
7. Utilización más eficiente de la mano de obra.
8. Asegurar la eficiencia, seguridad y comodidad de los ambientes de trabajo. Este punto da origen a lo que conocemos como ergonomía.



2.5.2 Planeación de la distribución de planta

El tamaño y las actividades de planta varían mucho con el tipo de organización. Si se trata de una empresa pequeña que no tiene un Ingeniero Industrial, la responsabilidad debe asignarse al departamento de Ingeniería o al encargado de producción. Como referencia pueden indicarse las siguientes tareas que se producen en el orden siguiente:

1. Obtención de datos históricos. Análisis de productos y volúmenes de producción, cambios de diseño, sub-montajes, montaje final, estándares de producción etc.
2. Planear el recorrido de los materiales.
3. Planear centros de trabajo. Ayudándose con las técnicas de estudio de métodos y medición del trabajo.
4. Requisitos de inventarios. Volúmenes de almacenaje y áreas requeridas.
5. Servicios auxiliares. Aire comprimido, calderas, energía, agua, etc.

2.5.3 Principales tipos de distribución

Principalmente existen tres formas para distribuir las máquinas:

1. **Posición fija:** en el lay out por posición fija el componente principal permanece fijo y los elementos de la producción, esto quiere decir que la mano de obra, materiales y equipo concurren a él. Como ejemplo se puede mencionar la fabricación de barcos y locomotoras.
2. **Por proceso:** Todas las operaciones de un mismo proceso se agrupan en un área. Por ejemplo todas las operaciones de torneado o de soldadura, se hacen en un departamento donde únicamente se hace ese tipo de operación.
3. **Por producto:** Es aquel en el cual el producto se produce en un área. Si el producto es normalizado y fabricado en grandes cantidades esta distribución es la más conveniente. Es el utilizado para la fabricación de automóviles, artículo y empresas manufactureras similares, que se caracterizan por la producción en masa.

Independientemente del tipo de distribución que se establezca, existen tres requisitos que deben cumplirse para obtener mayores beneficios a la distribución de planta.

- **Cantidad económica justificable:** Las series de producción deben ser grandes para compensar los mayores gastos iniciales.
- **Posibilidad de balancear la línea:** El desarrollo de balanceo de línea se realiza a través de técnicas de investigación de operaciones y en caso más complejos, mediante el uso de computadoras, para realizar el balanceo se necesita información como son: volúmenes de producción, lista de operaciones, su secuencia y porcentaje de defectos, tiempos requeridos por cada operación.



- **Continuidad de la producción:** La fluidez de la producción en línea supone que cada operación continua funcionando individualmente, ya que si el movimiento de materiales se detiene en cualquier operación, en la línea no se producirá nada a partir de ese punto. Esto es importante de considerar ya que dificultades menores que pudieran causar una parada de la producción, provocaría dificultades mayores al final.

2.6 Análisis productos - volumen de producción

En casi todas las industrias hay una relación desproporcionada entre la variedad de productos fabricados y sus ventas, es decir que por ejemplo; el 20% de la variedad de los productos fabricados representan el 80% de las ventas.

Esta disposición es bien conocida por los analistas del mercado y tiene impacto en control de producción, en especial en control de inventarios, y por ello se han desarrollado técnicas como la regla 20 / 80, el método ABC, etc., que tienen en cuenta las relaciones volumen-variedad. Para el encargado del lay out este análisis tiene también un significado, que constituye la base para decidir el tipo de lay out que se instalará, ya sea en línea, por proceso o un sistema mixto.

2.7 Selección de maquinaria

La compra de maquinaria, ya sea para reemplazar a otra usada o que se trate de una nueva instalación, interesa a varios departamentos de la fábrica, entre los cuales se pueden citar:

1. Producción.
2. Control de producción.
3. Mantenimiento.
4. Ingeniería.
5. Compras.
6. Finanzas.

Dichos departamentos deben ser consultados antes de tomar una decisión.

2.7.1 Maquinaria para una planta nueva

Es un problema diferente al de la sustitución de maquinaria. Los pasos seguir son:

1. Obtener las especificaciones del producto y hacer una lista de los materiales, piezas, etc., que se necesitan.
2. Determinar el volumen a fabricar.
3. Hacer un diagrama de las operaciones para las piezas.
4. Realizar lista de operaciones por clase de maquinaria en la que se realizará.



5. Obtener estimación de tiempos estándar de las operaciones. Calcular capacidad diaria de las maquinas se instalarán y determinar el número de ellas.
6. Escoger los tipos de maquinas que son apropiadas, tratando de mantener la plataforma de las ya existentes.
7. Estudio de las especificaciones de la maquinaria. Tener en cuenta aspectos de nivelación, resistencia de pisos, etc.

2.7.2 Factores para el reemplazo de maquinaria

La máquinas se pueden reemplazar de acuerdo a un programa establecido o cuando surge algún problema relacionado con la fabricación (calidad, cantidad, nuevos productos, etc.), es necesario realizar algún plan de investigación. Este plan consistirá en realizar una lista de puntos que sirvan para evaluar la maquinaria ya existente, y la propuesta desde el punto de vista técnico y costo.

A. Factores técnicos:

- ¿Esta desgastada o es obsoleta?
- ¿Es inadecuada por la velocidad, calidad, resistencia?
- ¿Carece de los controles, accesorios especiales y dispositivos de seguridad?
- ¿La maquinaria propuesta realizará además de los trabajos actuales, algunos extras?
- ¿Se aumentará la automatización?
- ¿La maquinaria nueva tendrá ventajas de preparación del trabajo, comodidad, seguridad, mantenimiento?

B. Factores de costo:

- Costo actual de mantenimiento relacionado con el costo de mantenimiento de la maquinaria propuesta.
- Costo de modificación de la maquinaria vieja.
- Posibilidad de disminuir el desperdicio (Productividad de los materiales).
- Calidad de la mano de obra requerida.
- ¿Podrá reducirse el número de operarios para igual producción?
- Vida útil estimada
- Periodo de recuperación de capital invertido
- En caso de cambios de diseño ¿la maquinaria nueva servirá?
- ¿Ahorrara espacios?
- ¿Se dispone de fondos? ¿Puede financiarse?

Todos estos puntos tienen una adaptación especial a la industria que se trate, pero en forma general son comunes a muchas.



Capítulo 3: Metodología propuesta al caso de estudio



3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se establecen los puntos propuestos, que se deberán tomar en cuenta para evaluar la capacidad de una planta y/o un área particular de la misma, la cual permita a los directivos de una empresa, tomar la mejor decisión para integrar nuevos productos a los sistemas de producción de las empresas, considerando los recursos ya existentes y estimando la necesidades futuras.

3.2 METODOLOGÍA PROPUESTA

A continuación se enlistan las principales recomendaciones, que deben tomar en cuenta los Ingenieros de manufactura encargados de evaluar la capacidad de planta, no solo del sector automotriz, sino también para otro tipo de empresas manufactureras.

- A. Plan conceptual del caso de estudio.
- B. Obtener los datos históricos de requerimientos.
- C. Realizar un pronóstico ventas para determinar la cantidad de piezas requeridas, para satisfacer los requerimientos.
- D. Determinación del tiempo estándar de una determinada operación en una estación de trabajo.
- E. Desarrollar el análisis de capacidad instalada en el área de soldadura para determinar si se cumplirá con el pronóstico de ventas del año 2011, con la integración de nuevas partes e incrementos en las demandas de las partes.

Cabe señalar que esta metodología utiliza técnicas que ya fueron mencionadas con mayor detenimiento en los capítulos anteriores (Capítulo 1 y Capítulo 2) y que pueden ser utilizadas de acuerdo a las situaciones específicas de cada empresa.

3.3 ESTUDIO DEL CASO

Tipo de empresa

Planta metalmeccánica perteneciente al ramo automotriz, en donde sus principales procesos de manufactura son: Troquelado y Estampado, Soldadura GMAW y Pintura.

Antecedentes

La empresa perteneciente sector automotriz se identificará como: PS S.A. de C.V. la cual fue constituida con capital 100% Mexicano en los años 70's. Esta planta se ubica en el municipio de Atizapán de Zaragoza en el Estado de México. (Ver Fig. 3.1).



Figura. 3.1. Mapa de Localización

PS tiene el compromiso de cumplir los requerimientos del cliente y del usuario final, por lo que día con día se esfuerza por elevar los estándares de calidad, productividad y el servicio, generándose una mejora continua, es por ello que en Julio de 2006 logró la certificación en ISO/TS 16949: 2002 y en 2007 obtiene la certificación ISO 14001:2004, actualmente cuenta con la validación de la nueva versión ISO/TS 16949: 2009.

PS cuenta con 5 principales áreas de manufactura, como son:

- Troquelados y Estampados.
- Soldadura GMAW (Gas Metal Arc Welding).
- Pintura: Electrostática y Electroforética.
- Galvanizado.
- Diseño y construcción de Troqueles.

La distribución del Lay Out está orientada a la producción en procesos, esto quiere decir; todas las operaciones que requieran de un mismo proceso están agrupadas en un área específica, tal como se muestra en la figura 3.2

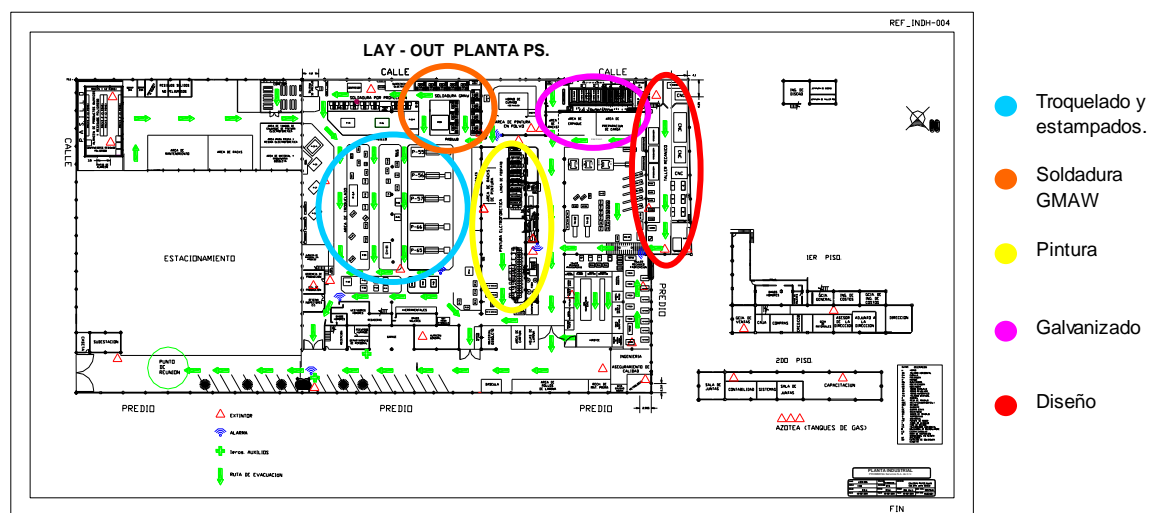


Figura. 3.2. Lay out planta PS

Los clientes con los que cuenta actualmente son:

- Nissan
- Ford
- General Motors
- Metalsa
- Hirotec
- Hi-lex
- Thyssen Krupp

El principal cliente con mayor participación de piezas manufacturadas dentro de PS es Nissan Mexicana. Las piezas fabricadas a Nissan, pertenecen al modelo D22 (camioneta de carga Frontier)



3.3.1 Integración de auto partes del mercado japonesas al sistema de producción de auto partes en México

Debido a que muchas de las materias primas y auto partes requeridas por Nissan Mexicana para la producción de sus vehículos son importadas de Japón y Estados Unidos, que al pagarse en dólares y yenes, dan como resultado incrementar los costos de producción de vehículos en México, esto propicia que la logística sea más lenta y cara.

Nissan está integrando partes del mercado japonés al mercado de auto partes de México, por lo que en julio de 2009, Nissan Mexicana asigno el desarrollo de la manufactura de 8 partes para el chasis de la camioneta pick up D22 a PS S.A. de C.V., esto quiere decir la nacionalización de las partes Japón-México.

La integración y producción masiva de las partes en México, se programó en dos fases, como se muestra a continuación:

Primera fase

En diciembre de 2009, como parte de la integración Japón-México se incluyeron 6 partes nuevas a las 7 partes ya existentes en PS, para un total de 13 partes en el sistema de producción, perteneciente al modelo D22, en la tabla 3.1 se muestra la cantidad de partes y sus respectivos requerimientos por parte de Nissan Mexicana.

Item	Partes	Requerimiento [piezas/año]	Fecha de integración
1	Parte 1 México	60.000	N/A
2	Parte 2 México	60.000	
3	Parte 3 México	60.000	
4	Parte 4 México	60.000	
5	Parte 5 México	60.000	
6	Parte 6 México	60.000	
7	Parte 7 México	60.000	
8	Parte 1 Japón-México	60.000	Dic-09
9	Parte 2 Japón-México	60.000	
10	Parte 3 Japón-México	60.000	
11	Parte 4 Japón-México	60.000	
12	Parte 5 Japón-México	60.000	
13	Parte 6 Japón-México	60.000	

Tabla 3.1 Partes fabricadas en PS durante el año 2010 para el modelo D22

Segunda fase

Para la segunda fase, se realizará la integración Japón-México de 2 partes más, la cual está programada para finales diciembre de 2010 y principios de enero del 2011, dicha integración está acompañada con un incremento en los volúmenes de producción en todas las partes pertenecientes al modelo D22; de 60,000 [piezas/año] a 72,000 [piezas/año], como se muestra en la siguiente tabla.



Item	Partes	Requerimiento [piezas/año]	Fecha de integración
1	Parte 1 México	72.000	N/A
2	Parte 2 México	72.000	
3	Parte 3 México	72.000	
4	Parte 4 México	72.000	
5	Parte 5 México	72.000	
6	Parte 6 México	72.000	
7	Parte 7 México	72.000	
8	Parte 1 Japón-México	72.000	Dic-09
9	Parte 2 Japón-México	72.000	
10	Parte 3 Japón-México	72.000	
11	Parte 4 Japón-México	72.000	
12	Parte 5 Japón-México	72.000	
13	Parte 6 Japón-México	72.000	
14	Parte 7 Japón-México	72.000	Dic-10
15	Parte 8 Japón-México	72.000	

Tabla 3.2 Integración Japón México de 2 partes más, para el año 2011

Problema

Durante la integración de las 6 partes del modelo D22 a PS, se están generando incumplimiento de entregas a Nissan Mexicana, lo cual genera paros de línea en la planta del cliente y recargos monetarios a causa de los paros de línea. Lo que se transforma en pérdidas para la generación de utilidades para PS.

A causa de no contar con una metodología que permita calcular la capacidad total de planta y la capacidad de cada una de las estaciones de trabajo que la conforman, PS requiere determinar si la capacidad instalada en el área de soldadura GMAW, es suficiente para manufacturar los volúmenes de producción requeridos por Nissan, con la particularidad de que para el año 2011 se tiene contemplado incorporar 2 partes más y un incremento en los volúmenes de producción de todas las partes pertenecientes al modelo D22

El presente trabajo de tesis se fundamenta en la pérdida de utilidad, generada por los incumplimientos a las entregas, paros de línea en la planta del cliente, derivados a los incumplimientos de entregas, lo cual se ve reflejado en recargos monetarios. Por lo que es importante identificar el problema, para establecer el estado actual y las desviaciones en el futuro.

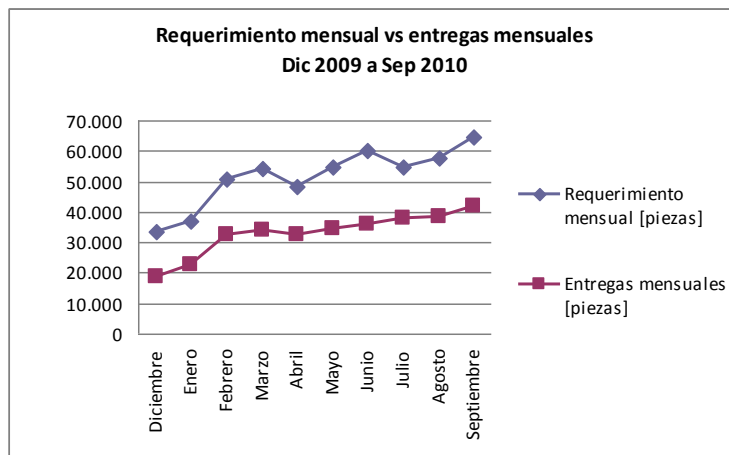
En la tabla 3.3 se muestran los requerimientos, entregas y faltantes mensuales para las 13 partes del modelo D22, esto como consecuencia a de la integración de las 6 partes Japón-México.⁵

⁵ Programa mensual de ventas de PS: Dic 2009 – Septiembre 2010

Programa de ventas Dic 2009 - Sep 2010			
Mes	Requerimiento mensual [piezas]	Entregas mensuales [piezas]	Faltantes [piezas]
Dic-09	33.600	18.513	15.087
Enero	36.910	22.560	14.350
Febrero	50.858	32.480	18.378
Marzo	54.278	33.795	20.483
Abril	48.522	32.576	15.946
Mayo	54.632	34.497	20.135
Junio	60.304	35.953	24.351
Julio	54.704	37.820	16.884
Agosto	57.688	38.344	19.344
Septiembre	64.526	41.952	22.574

Tabla 3.3 Programa de ventas mensual de las 13 partes pertenecientes al modelo D22

En la grafica 3.1 se muestra el comparativo entre los requerimientos y las entregas mensuales, a partir de diciembre de 2009 (inicio de la integración de nuevas partes a PS) a septiembre de 2010, en donde se puede mostrar que PS, no cumple con los volúmenes de producción de las 13 partes requeridos por parte de Nissan.



Grafica 3.1 Comparativo entre requerimiento mensual vs entregas mensuales

3.3.2 Objetivo del proyecto

Establecer una metodología que permita calcular la capacidad actual de un área de manufactura que conforma a una planta metal mecánica, para determinar para si los recursos con los que se cuenta, son suficientes para la integración y manufactura de nuevas partes.



3.3.3 Comportamiento histórico del programa de ventas

Como ya se menciona, en PS actualmente se están fabricando 13 números de parte pertenecientes al modelo D22, considerando las partes ya existentes y las partes de integración, por lo que es importante revisar la tendencia de ventas mensuales del año 2010 por parte de Nissan, para tener una visión general de cual será comportamiento durante al año 2011.

Se revisarán en conjunto las ventas de los últimos 10 meses para las 13 partes, a partir de diciembre de 2009 y hasta septiembre de 2010, tal como se muestran los datos en la tabla 3.4

Programa mensual de Ventas Dic 09 - Ago 10	
Mes	Piezas
Dic-09	33.600
Enero	36.910
Febrero	50.858
Marzo	54.278
Abril	48.522
Mayo	54.632
Junio	60.304
Julio	54.704
Agosto	57.688
Septiembre	68.526

Tabla 3.4 Ventas mensuales de Nissan para las 13 partes del modelo D22

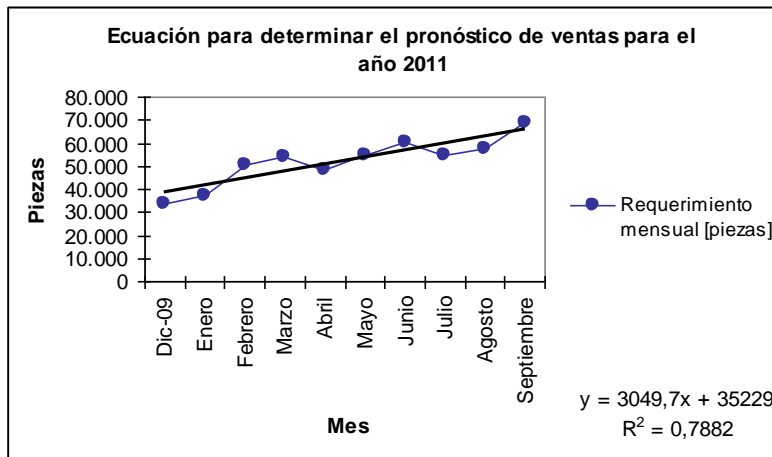
Como se pudo ver en la grafica 3.1, se muestra un incremento en las ventas durante los últimos diez meses, los cuales pasaron de 33,600 [piezas/mes] en diciembre de 2009 a 68,526 [piezas/mes] en septiembre de 2010, esto se debe a la recuperación de la economía mundial, que a su vez se ve reflejada en el sector automotriz. Del mismo modo este incremento impacta directamente en los incumplimientos a las entregas por parte de PS a su cliente Nissan.

Los datos históricos de la tabla 3.4 se utilizarán para determinar el pronóstico de ventas para el año 2011 de las 13 partes, que será de utilidad para el cálculo de capacidad del área de soldadura GMAW durante el año.

3.3.4 Cálculo de pronóstico de ventas para el año 2011

Retomando la tabla 3.4, en donde se muestra el comportamiento de ventas para las 13 partes pertenecientes al modelo D22 durante los últimos 10 meses, se utilizaran para determinar el pronóstico de ventas de los últimos 3 meses del año 2010 (octubre, noviembre y diciembre), y de los 12 meses del año 2011.

Analizando la tendencia de los datos históricos, el presente trabajo propone utilizar el método de mínimos cuadrados y con la ayuda de una hoja de cálculo de excel se obtiene el la ecuación lineal (1) tal como se muestra en la gráfica 3.2



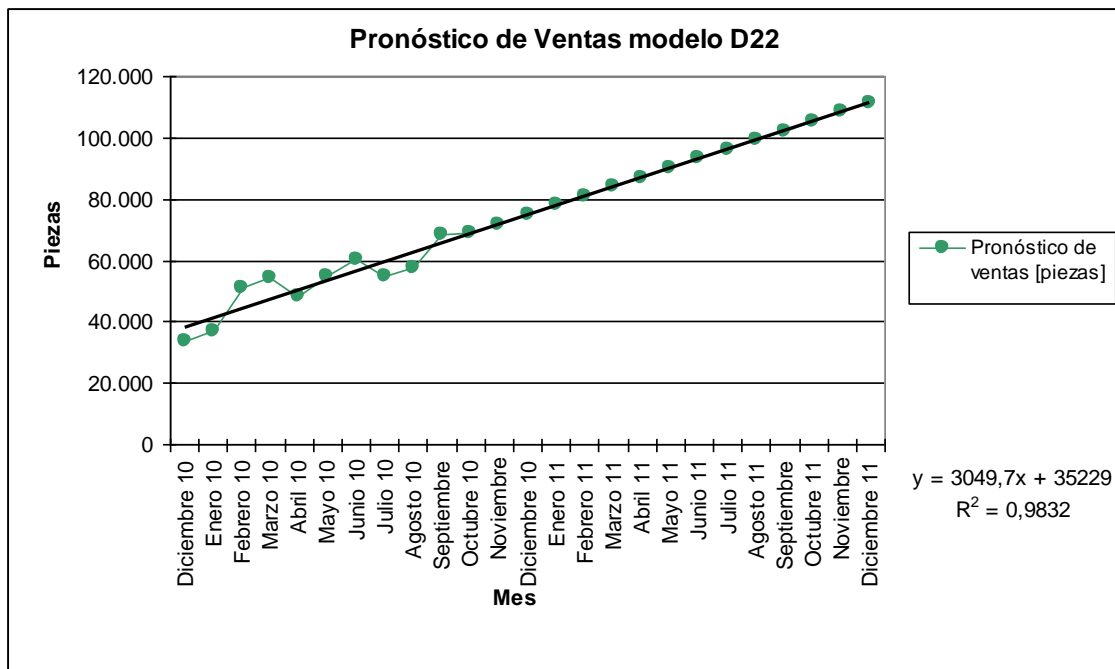
Grafica 3.2 Obtención de la ecuación lineal para determinar el pronóstico de ventas del año 2011

$$y = 3049.7x + 35229 \quad , \quad R^2 = 0.7882 \quad \dots\dots\dots \text{ecuación (1)}$$

La ecuación anterior se utilizará para obtener el pronóstico de ventas comprendido entre Octubre de 2010 y Diciembre 2011. Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla 3.5

Pronostico de Ventas Oct 2010 a Dic 2011 [pizas/mes]	
Octubre 10	68,776
Noviembre 10	71,825
Diciembre 10	74,875
Enero 11	77,925
Febrero 11	80,975
Marzo 11	84,024
Abril 11	87,074
Mayo 11	90,124
Junio 11	93,173
Julio 11	96,223
Agosto 11	99,273
Septiembre 11	102,322
Octubre 11	105,372
Noviembre 11	108,422
Diciembre 11	111,472

Tabla 3.5 Pronostico de ventas mensual de las 13 partes, octubre 2010 a diciembre de 2011



Grafica 3.3 Pronóstico de ventas para 13 partes pertenecientes al modelo D22 en el año 2011

Analizando la grafica 3.3, se observa que la tendencia de venta de las 13 partes que pertenecen al modelo D22, mejora satisfactoriamente, a causa de la recuperación en la economía mundial, después de la crisis de 2008, es decir la tendencia pasa de 36,910 [piezas/mes] requeridas en enero de 2010 a 77,925 [piezas/mes] que se venderán en enero de 2011.

En la tabla 3.6 se establecerá el pronóstico de ventas para 1 número de parte, esto quiere decir dividir el pronóstico por mes obtenido en la tabla 3.5, entre las 13 partes que pertenecen al modelo D22

Pronostico de Ventas para 1 parte, Oct 2010 - Marz 2011	
Mes	Piezas
Enero 11	5.994
Febrero 11	6.229
Marzo 11	6.463
Abril 11	6.698
Mayo 11	6.933
Junio 11	7.167
Julio 11	7.402
Agosto 11	7.636
Septiembre 11	7.871
Octubre 11	8.106
Noviembre 11	8.340
Diciembre 11	8.575

Tabla 3.6 Comparativo de requerimiento contra pronóstico de ventas para enero de 2011

Comparando el requerimiento mensual establecido por Nissan para el inicio de producción en el mes de enero de 2011, de cada número de parte del modelo D22 (72,000 piezas al año, 6,000 piezas mensuales), contra el pronóstico obtenido de 1 parte en el mismo mes (5,994 piezas, ver tabla 3.6), se tiene una diferencia de 5 piezas, lo cual indica que el modelo de pronósticos es confiable para determinar la tendencia de ventas del año 2011, y por consecuencia determinar si la capacidad de producción el área de soldadura es suficiente para un nuevo incremento en los volúmenes de producción.

3.3.5 Diagrama de flujo de las partes de integración

Como parte del desarrollo y diseño del producto, el sistema de manufactura debe asegurar que los requerimientos de los clientes se cumplan, es por eso que PS deberá tener un diagrama de flujo del proceso, que describa claramente los pasos y secuencia del proceso de producción de los nuevos productos.

A continuación se muestra el diagrama de flujo general para la manufactura de las partes del modelo D22, que actualmente se producen en PS y para las 2 partes integración Japón-México (ver fig.3.3)

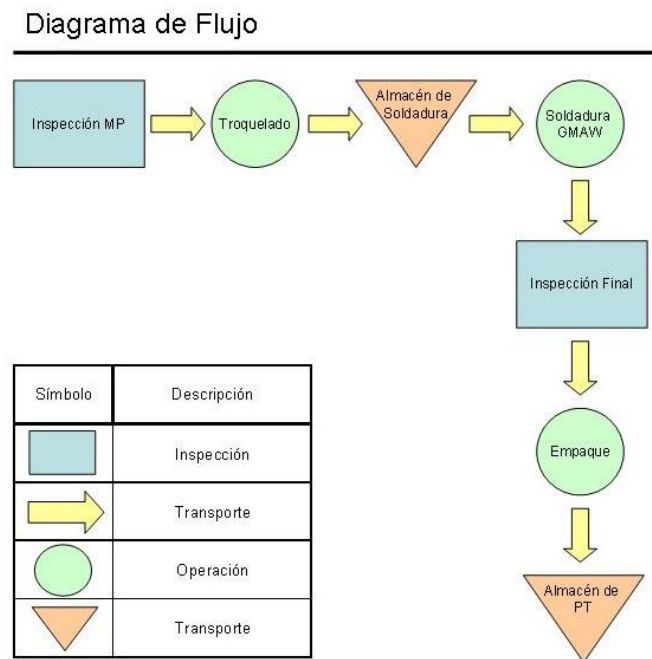


Figura. 3.3. Diagrama de flujo general para los procesos de manufactura de las partes del modelo D22

En el flujo del proceso descrito anteriormente se contemplan grandes cantidades de inventario en proceso en el almacén de soldadura, procedentes del área de troquelado, dicho inventario pertenece a componentes que se utilizarán para realizar los respectivos ensambles de cada una de las partes del modelo D22 para obtener el producto terminado.



Es por ello que se realizará el análisis de capacidad de producción para el área de soldadura GMAW, para determinar si los recursos con los que se cuenta actualmente, son los suficientes para cumplir con los volúmenes de producción requeridos por parte de Nissan Mexicana en el año 2011 y para la incorporación de los dos números de parte restantes como lo son Parte 7 Japón-México y Parte 8 Japón-México

3.3.6 Cálculo del tiempo estándar en una estación de trabajo

A continuación se proporciona una metodología para realizar el cálculo del tiempo estándar de una determinada operación en una estación de trabajo.

El tiempo estándar se calcula a partir de los elementos obtenidos de las técnicas de medición del trabajo como lo es el *estudio de tiempos con cronómetro*⁶, la calificación del desempeño del operario y la asignación de

suplementos. (ver capítulos 9, 10 y 11. Ingeniería Industrial. Niebel. 11^a edición)

Fórmula para calcular el tiempo estándar

$$TS = TN \times \left(1 + \frac{\text{suplemento}}{100} \right) \dots\dots\dots \text{ecuación (2)}$$

$$TN = TO \times \frac{C}{100} \dots\dots\dots \text{ecuación (3)}$$

Donde:

TS. Tiempo estándar de la operación

TN: Tiempo normal

TO: tiempo medio observado

C: calificación del desempeño del operador expresada en porcentaje

Suplementos: se utiliza para compensar la fatiga y las demoras en el trabajo

⁶ Capítulos: 9, 10 y 11 Ingeniería Industrial. Niebel. 11^a edición.



Ejemplo de cálculo del tiempo estándar

A continuación se ejemplificará el cálculo del tiempo estándar de una operación de ensamble en el área de soldadura GMAW, de la Parte 2 México, perteneciente al modelo D22.

ESTUDIO DE TIEMPOS								
Cliente: Nissan Mexicana				Departamento: Soldadura Mig				
Nombre de la parte.: BRKT ASSY-ENG MTG				No. de maquina: MIG-01				
No. de parte: Parte 2 JPN-MEX				Fecha: 02/09/2010				
Nombre de la operación: Ensamble componente 1 y componente 2				No. operación: 30				
Tiempos cronometrados								
No.	Descripción	Lecturas					Tiempo total [s]	TO [s/pieza]
		1	2	3	4	5		
1	Ensamble componente 1 y componente 2	352.00	323.00	337.00	310.00	344.00	1666.00	66.64
2	Calificación del desempeño							C [%]
								90
3	Tiempo normal.							TN [s]
								59.98
3	Suplementos							Suplementos [%]
								1.20
4	Tiempo estándar							TS [s/pieza]
								72.0
Suplementos				Notas y Observaciones				
	Necesidades personales	0.05	1.- Tiempo estándar por pieza sin tiempo de preparación					
	Fatiga básica	0.04	2.- Se analizan 5 lecturas, cada lectura de 5 ciclos para un total de ciclos 25					
	Estar de pie	0.02	3.- Aplicación de 3 cordones de soldadura					
	Energía muscular	0.02						
	Nivel de ruido	0.05						
	Monotonía	0.01						
	Tedio	0.01						
	Total	0.20						
Calificación del desempeño del operador				Elaboró	Revisó	Autorizó		
90%				Raúl Segundo	Raúl Segundo	Raúl Segundo		
				Fecha	Fecha	Fecha		
				02/09/2010	02/09/2010	02/09/2010		

Tabla 3.7 Cálculo del tiempo estándar para una operación de soldadura GMAW

Con la obtención de los datos del estudio de tiempos se obtiene el tiempo medio observado TO de la operación y se determina la calificación al desempeño del operador C que realiza el ensamble con el proceso de soldadura GMAW como se muestra a continuación:

$$TO = 66.64 \text{ s}$$

$$C = 90\%$$

Posteriormente se calcula el tiempo normal TN, sustituyendo los valores obtenidos del tiempo medio TO y la calificación del desempeño C en la ecuación (3)

$$TN = 66.64 \times \frac{90}{100} = 59.98 \text{ s}$$

El cálculo de suplementos se realiza de acuerdo a los valores recomendados por la oficina internacional de trabajo ILO (Internacional Labour Office), solo se aplicarán los suplementos que influyen en la operación de ensamble (ver tabla 3.7, estudio de tiempos)



Finalmente se procede a sustituir el valor obtenido del tiempo normal TN y los suplementos que se determinaron para operación de ensamble de **la parte 2 Japón-México** en la ecuación (2) para determinar el tiempo estándar.

$$TS = 59.98 \times (1 + 0.20) = 72 \text{ [min]}$$

Este valor de tiempo estándar TS representa el tiempo requerido para un operador capacitado, trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio para ejecutar la operación de ensamble de la **parte 2 Japón-México**, representado en cantidad de piezas ensambladas en una hora.

$$TS = 50 \text{ [piezas/hora]}$$

3.3.7 Tiempos estándar de las operaciones de ensamble

En la siguiente tabla 3.8 se muestran los tiempos estándar para las 13 partes existentes en PS, así como los tiempos de las 2 partes que se integrarán la línea de producción, en enero de 2011. La determinación de los tiempos estándar de las 2 últimas partes de integración, se obtuvieron de un estudio de tiempos realizado durante las pruebas piloto previas a la realización del Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)⁷ por parte de Nissan.

Item	Partes modelo D22	No. de operación	Tiempo estándar [piezas/hr]
1	Parte 1 México	10	210
2	Parte 2 México	10	80
		20	58
3	Parte 3 México	10	80
		20	58
4	Parte 4 México	10	80
5	Parte 5 México	10	144
6	Parte 6 México	10	40
7	Parte 7 México	10	182
8	Parte 1 Japón-México	10	83
9	Parte 2 Japón-México	10	50
10	Parte 3 Japón-México	10	48
		20	47
		30	33
		40	38
11	Parte 4 Japón-México	10	48
		20	47
		30	33
12	Parte 5 Japón-México	10	100
		20	100
		30	100
13	Parte 6 Japón-México	10	35
		20	35
		30	35
		40	25
		50	20
		60	50
14	Parte 7 Japón-México	10	35
		20	35
		30	35
		40	25
		50	20
		60	50
15	Parte 8 Japón-México	10	35
		20	35
		30	35
		40	25
		50	20
		60	50

Tabla 3.8 Tiempos estándar de las 15 partes pertenecientes al modelo D22

⁷ PPAP: Proceso de aprobación de partes de producción. Ver capítulo 2



Los tiempos estándar mostrados en la tabla 3.8, se utilizará para realizar el análisis de capacidad de producción actual 2011, en el área de soldadura GMAW.

3.3.8 Análisis de la capacidad disponible en el área de soldadura

Como parte de la metodología para el cálculo de capacidad del área de soldadura, se realizará la evaluación de la capacidad instalada disponible en las 12 estaciones que actualmente operan en el área de soldadura GMAW de PS, para las diferentes operaciones de ensamble de las 15 partes del modelo D22.

Cabe señalar que actualmente se cuentan 12 estaciones de trabajo en el área de soldadura de PS, dichas estaciones cuentan con equipos de las mismas especificaciones de operación, por lo que resultado de capacidad anual para una estación de trabajo será el mismo para todas.

Con la determinación de:

- I. La cantidad de piezas requeridas anualmente por número de parte, mismo que se ve alterado con un incremento de 60,000 piezas en el año 2010 a 72,000 piezas para el año 2011.
- II. El pronóstico de ventas para el año 2011.
- III. El tiempo estándar de cada una de las operaciones de ensamble.
- IV. La capacidad disponible anual por estación de trabajo.
- V. La capacidad total disponible del área de soldadura.

Se podrá calcular:

- I. Las horas estación de trabajo, requeridas por operación de ensamble para cada número de parte.
- II. La capacidad utilizada por equipo (capacidad de producción en horas anuales) para el año 2011.
- III. Las horas hombre requeridas por operación de ensamble para cada número de parte.
- IV. El porcentaje de capacidad instalada anualmente en el área de soldadura GMAW, considerando 3 turnos.



3.3.9 Cálculo de la capacidad disponible en una estación de trabajo

Para el cálculo de la capacidad disponible en una estación de trabajo en el año 2011, se deberá calcular y establecer los siguientes factores:

- I. Total de días laborados durante el año, de acuerdo a los días oficiales no laborables y a las políticas particulares de la empresa.
- II. Horas disponibles por día.
- III. Turnos por día.
- IV. Factor de utilización de la máquina o estación de trabajo: indica el tiempo programado que en realidad opera la máquina.

En la tabla 3.9 se establecen; el total de días laborables, horas disponibles por día, turnos por día, que se emplearán en PS durante el año 2011 y que servirán para la determinar de la capacidad disponible en una estación de trabajo del área de soldadura.

Item	Descripción	Total
1	Días laborables x año	
	Lun-Vie	254
	Sábado	48
2	Horas disponibles x día	
	Lun-Vie	24
	Sábado	9
3	Turnos x día	
	Lun-Vie	3
	Sábado	2
4	Factor de utilización de la maquina x día	
	Lun-Vie	91.66%
	Sábado	94.44%

Tabla 3.9 Factores para determinar la capacidad disponible de una estación de trabajo en PS

Las políticas particulares de PS para laborar durante el año 2011 son:

- No trabajar en los días festivos marcados por la Ley Federal del trabajo en su artículo 74 durante el año 2011.
- Laborar los días sábados no festivos, en 2 turnos con un total de 9 horas.

Fórmula para determinar la capacidad disponible en una estación de trabajo en el área de soldadura GMAW

$$\text{Capacidad disponible} = \text{Días laborados} \times \text{FU} \times \text{eficiencia}$$

Donde:

FU: factor de utilización de la máquina o estación de trabajo

Eficiencia: es la relación entre las horas estándar y las horas reales.



Con los datos de la tabla 3.8 y las políticas particulares de PS para laborar durante el 2011, se procede a realizar el cálculo de capacidad instalada por estación de trabajo.

$$\text{Capacidad disponible} = \left[54 \text{ días} \times 24 \text{ hrs} \times 91.66\% \times 100\% \right] + \left[8 \text{ días} \times 9 \text{ hrs} \times 94.44\% \times 100\% \right]$$

$$\text{Capacidad disponible} = 5587 + 408$$

$$\text{Capacidad disponible} = 5995 \text{ [hrs/año]}$$

Esto quiere decir que, una estación de trabajo del área de soldadura GMAW, tiene 5995 [hrs/año] para producir los diferentes ensambles de cada una de las partes suministradas a Nissan Mexicana.

3.3.10 Capacidad total disponible en el área de soldadura

Como ya se mencionó, en el área de soldadura se cuenta con 12 casetas con equipos exactamente en igualdad de condiciones y especificaciones, por lo que la capacidad total disponible del área de soldadura se obtiene multiplicando la capacidad de una estación de trabajo durante un año por el total de estaciones que se encuentran en el área de soldadura.

$$\text{Capacidad total disponible} = 12 \text{ casetas} \left(5995 \text{ horas/año} \right)$$

$$\text{Capacidad total disponible} = 71,940 \text{ [horas/año]}$$

3.3.11 Horas estación-maquina requeridas por operación de ensamble

Retomando la tabla 3.8, se puede determinar el tiempo requerido por operación de ensamble para cada número de parte del modelo D22, que será de utilidad para determinar la capacidad requerida anualmente, de cada una de las estaciones de trabajo, y en conjunto el porcentaje de capacidad requerida del área de soldadura para el año 2011.



En la siguiente tabla 3.10 se muestra el tiempo estándar, el requerimiento anual, las horas requeridas para cubrir el requerimiento del 2011, y la asignación operación- máquina de cada una de las partes suministradas a Nissan.

Item	Partes modelo D22	No. de operación	Tiempo estándar [piezas/hr]	Requerimiento de partes para el año 2001	Horas requeridas	Maquina
1	Parte 1 México	10	210	72000	343	MG-09
2	Parte 2 México	10	80	72000	900	MG-01
		20	58		1241	MG-02
3	Parte 3 México	10	80	72000	900	MG-01
		20	58		1241	MG-02
4	Parte 4 México	10	80	72000	900	MG-12
5	Parte 5 México	10	144	72000	500	MG-04
6	Parte 6 México	10	40	72000	1800	MG-12
7	Parte 7 México	10	182	72000	396	MG-10
8	Parte 1 Japón-México	10	83	72000	867	MG-12
9	Parte 2 Japón-México	10	50	72000	1440	MG-12
10	Parte 3 Japón-México	10	48	72000	1500	MIG-01
		20	47		1532	MIG-02
		30	33		2182	MIG-03
		40	38		1895	MIG-04
11	Parte 4 Japón-México	10	48	72000	1500	MIG-01
		20	47		1532	MIG-02
		30	33		2182	MIG-03
		40	38		1895	MIG-04
12	Parte 5 Japón-México	10	100	72000	720	MIG-11
13	Parte 6 Japón-México	10	100	72000	720	MIG-11
14	Parte 7 Japón-México	10	35	72000	2057	MIG-05
		20	35		2057	MIG-06
		30	35		2057	MIG-07
		40	25		2880	MIG-08
		50	20		3600	MG-09
		60	50		1440	MG-11
15	Parte 8 Japón-México	10	35	72000	2057	MIG-05
		20	35		2057	MIG-06
		30	35		2057	MIG-07
		40	25		2880	MIG-08
		50	20		3600	MG-10
		60	50		1440	MG-11

Tabla 3.10 Cifras diciembre 2009 - septiembre 2010

3.3.12 Capacidad ocupada y disponible por estación del área de soldadura

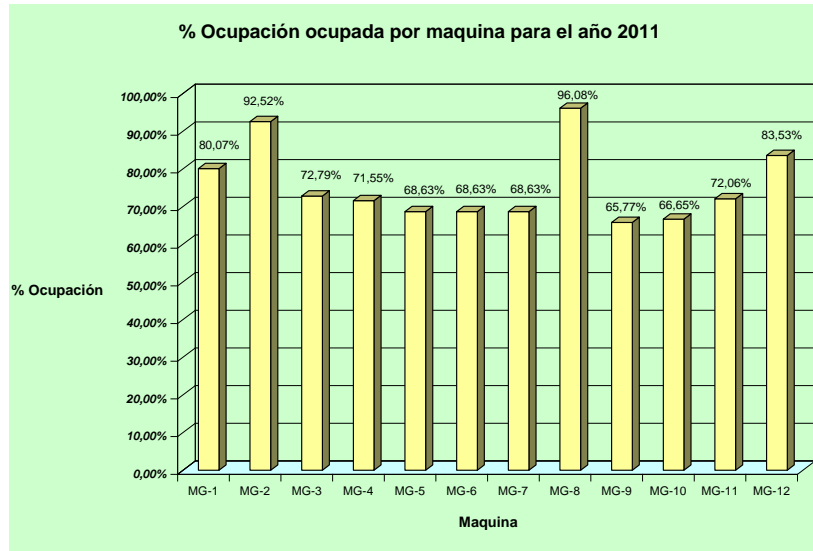
La capacidad ocupada de cada uno de los equipos con los que se cuenta actualmente en el área de soldadura de PS, se determina de acuerdo a la diferencia entre las horas totales disponibles por máquina y las horas requeridas para las operaciones asignadas a dicha estación.

En la tabla 3.11 se muestra el % de capacidad ocupada y el % de capacidad disponible, de cada una de las máquinas para el año 2011.

Maquina	Horas disponibles	Horas ocupadas	Horas restantes	% Capacidad ocupada	% Capacidad disponible
MG-1	5995	4800	1195	80,07%	19,93%
MG-2	5995	5547	448	92,52%	7,48%
MG-3	5995	4364	1631	72,79%	27,21%
MG-4	5995	4289	1706	71,55%	28,45%
MG-5	5995	4114	1881	68,63%	31,37%
MG-6	5995	4114	1881	68,63%	31,37%
MG-7	5995	4114	1881	68,63%	31,37%
MG-8	5995	5760	235	96,08%	3,92%
MG-9	5995	3943	2052	65,77%	34,23%
MG-10	5995	3996	1999	66,65%	33,35%
MG-11	5995	4320	1675	72,06%	27,94%
MG-12	5995	5007	988	83,53%	16,47%
TOTAL	71940	54368	17572	75,57%	24,43%

Tabla 3.11 Cifras diciembre 2009 - septiembre 2010

En la gráfica 3.4 se muestran los porcentajes de capacidad ocupada de cada una de las máquinas de soldadura, para las diferentes operaciones de ensamble de las partes del modelo D22 para el año 2011, con el objetivo de cumplir con los requerimientos de Nissan.

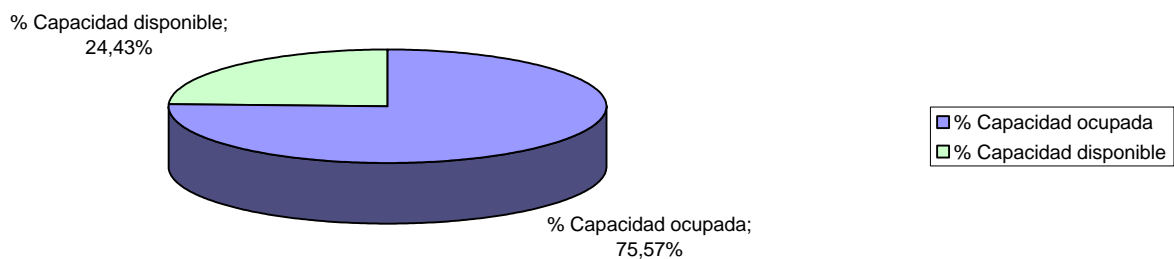


Grafica 3.4 Capacidad ocupada por máquina en el año 2011

3.3.13 Capacidad ocupada y disponible del área de soldadura

Como se puede observar en la grafica 3.5, la capacidad total ocupada para la manufactura de las partes del modelo D22 representa el 75.87%, quedando el 24.43% de capacidad total.

Capacidad ocupada y disponible en área de soldadura GMAW para el año 2011



Grafica 3.5 Capacidad ocupada y disponible del área de soldadura GMAW de PS para el año 2011



3.3.14 Conclusiones del capítulo

De acuerdo a los resultados obtenidos de análisis de capacidad del área de soldadura GMAW, se puede determinar que dicha capacidad es suficiente para manufacturar las partes actuales del modelo D22, soportar un incremento a los volúmenes de producción e integrar las dos nuevas, todo esto para el año 2011 considerando tres turnos por día. Esto indica que los incumplimientos de entregas no son consecuencia a la falta de capacidad instalada del área de soldadura, si no a otros factores, uno de ellos es el tiempo ciclo de los procesos de ensamble de las partes, los cuales no son lo suficientemente rápidos para obtener piezas terminadas en el tiempo requerido.

Como resultado del análisis de capacidad actual del área de soldadura GMAW, es necesario integrar una serie de herramientas de ingeniería industrial, que permitan diseñar una línea de producción para la manufactura de las 2 nuevas partes en el área de soldadura. La cual permita producir la cantidad de piezas requeridas por Nissan y no se generen pérdidas de utilidad para PS.



Capítulo 4: Planteamiento conceptual al caso de estudio



4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describirán las actividades esenciales, que se deberán tomar en cuenta para el diseño de una línea de producción para dos nuevos productos, con una capacidad suficiente para cumplir con la cantidad de piezas requeridas por el cliente, así como un plan de actividades que describan la implementación y la construcción de la misma.

Cabe mencionar que las partes que se van a integrar, están clasificadas en sus respectivos planos de producto, como partes de seguridad, esto marca una diferencia con respecto al resto de las partes que actualmente se producen en la misma área.

Esto implica un cambio en la manufactura de los ensambles del área de soldadura de PS, el cual permita desarrollar un sistema de manufactura que asegure los requerimientos, necesidades y expectativas del cliente (Nissan), por lo que se diseñara una línea dedicada para la manufactura de las 2 nuevas partes.

4.2 ESTUDIO DEL CASO

Para desarrollar el diseño de la línea de producción es necesario establecer el objetivo, el alcance, las restricciones y los antecedentes expuestos en el capítulo 3.

4.2.1 Objetivo del estudio del caso

Diseñar una línea de producción exclusiva, para cada uno de los 2 nuevos productos, en el área de soldadura GMAW de PS, que sea capaz de producir la cantidad de piezas requeridas, establecido en el programa de ventas mostrado en la tabla 4.1, trabajando en promedio 22 días por mes, 2 turnos por día con un total de 15 horas.

Programa de ventas del modelo D22 en el 2011	
Mes	Piezas
Enero	6676
Febrero	6097
Marzo	7239
Abril	5367
Mayo	6844
Junio	7172

Tabla 4.1. Programa de ventas para el modelo D22, primer semestre del 2011



Alcance

Proponer una alternativa de solución a la empresa PS, para manufacturar 2 nuevas partes (Parte 7 Japón-México, Parte 8 Japón-México) y pueda cumplir con el programa de ventas de establecido por Nissan, de la respectivas partes.

Restricciones

Se realizará únicamente el análisis de capacidad, a los procesos de soldadura para la parte 7 Japón-México, ya que son idénticos a la parte 8 Japón-México. Las recomendaciones y el diseño de la línea serán para ambas partes.

Antecedentes

El análisis realizado en el capítulo 3 y los resultados obtenidos de la Parte 7 Japón-México, se utilizarán, para el diseño de la línea de producción.

4.3 ESTADO ACTUAL DEL ÁREA DE SOLDADURA

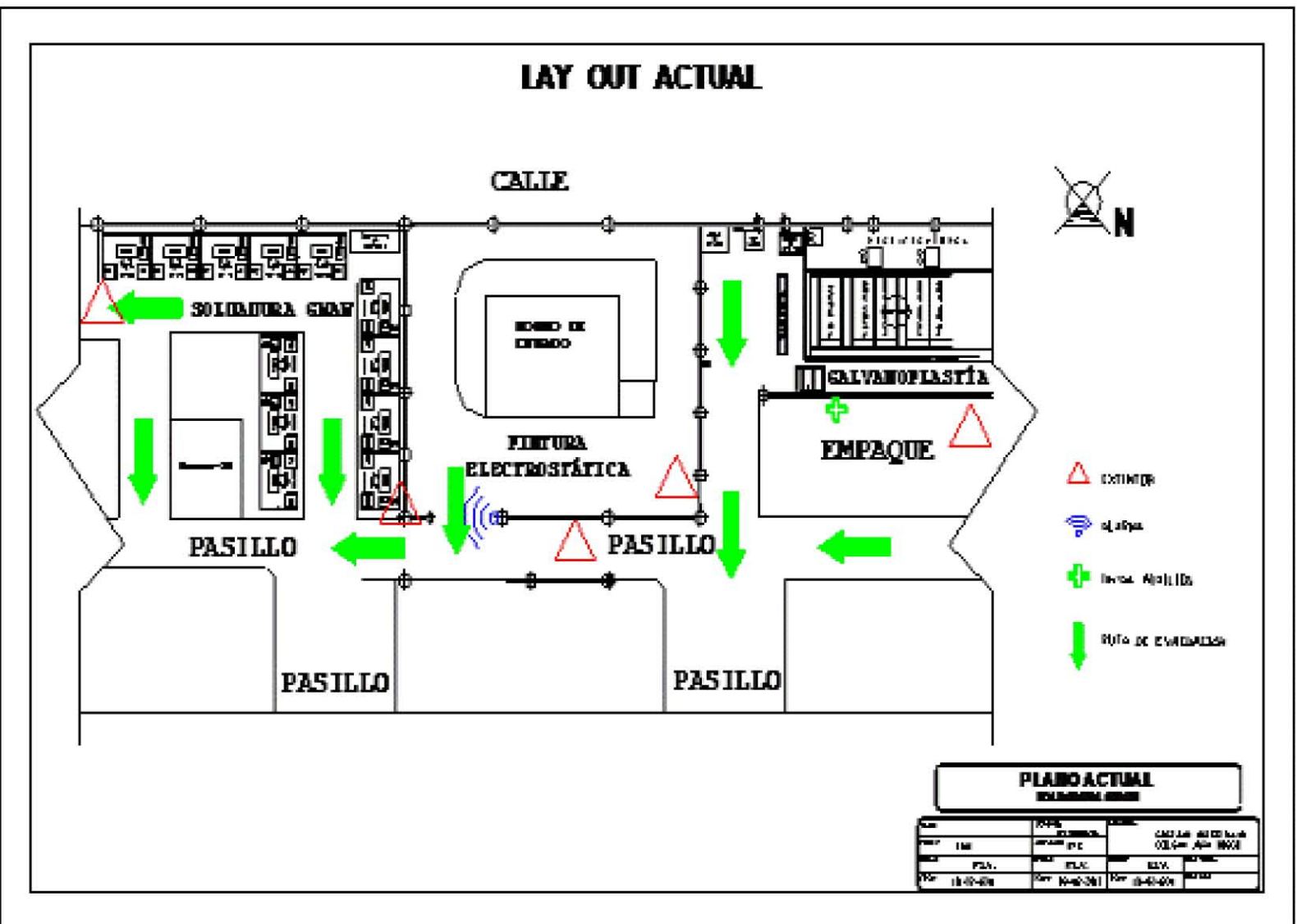
Como ya se menciona en el capítulo 3, una de las áreas que conforma los procesos de manufactura de PS es: Soldadura GMAW (Gas Metal Arc Welding) también conocida como Mig/Mag (Metal Inert Gas / Metal Active Gas). Las condiciones en la que opera esta área son las siguientes:

- El área cuenta con 12 casetas de soldadura equipadas con el equipo adecuado para realizar las operaciones de ensamble que le sean asignadas.
- La estandarización de las casetas de soldadura, permite una flexibilidad para instalar los dispositivos de soldadura en las estaciones de trabajo.
- No se cuenta con una asignación establecida, de las operaciones a las casetas de soldadura.
- La plantilla de operadores, se encuentra completa, para cada uno de los turnos, en los que labora el área.
- La línea de producción que actualmente opera en el área, está enfocada a la producción en procesos.

A continuación se muestra el lay out del área de soldadura GMAW de la planta PS. S.A. de C.V. (ver plano 4.1)



4.3.1 Lay out actual del área de soldadura



Plano 4.1 Plano actual del área de soldadura



4.3.2 Diagrama de flujo del proceso de ensamble de 1 parte de integración

A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso para la manufactura de la parte 7 Japón-México, en donde se establece la secuencia de las operaciones de ensamble en el área de soldadura. (ver figura 4.1)

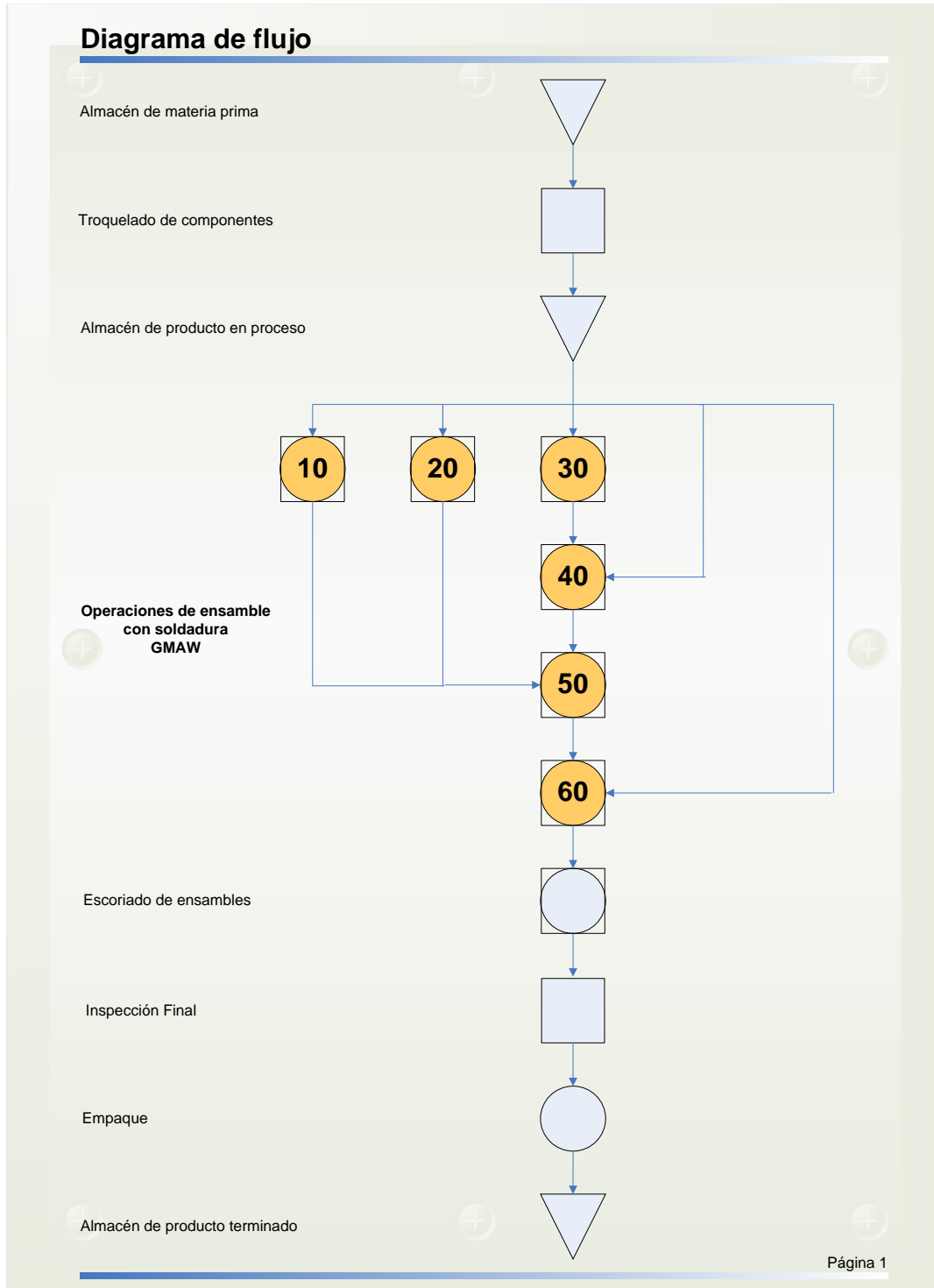


Figura. 4.1. Diagrama de flujo del proceso de ensamble de la parte de integración



4.3.3 Descripción de las operaciones de ensamble de 1 parte de integración

Tomando en cuenta el diagrama de flujo del proceso, se realizará una descripción de las operaciones de ensamble de la parte 7 Japón-México en la tabla 4.2.

Operaciones de ensamble con soldadura GMAW			
No. de operación	Nombre de la operación	Descripción de actividades	No. de operadores
10	Primer sub-ensamble	Se toman 2 componentes de los contenedores, se colocan y sujetan sobre la primera estación del dispositivo de soldadura (lado izquierdo), posteriormente se aplican 3 cordones de soldadura: 1 de 35 [mm] de longitud y 2 de 10 [mm]. Se retira el sub-ensamble de la primera estación y se coloca junto con el tercer componente en la segunda estación del dispositivo de soldadura (lado derecho) para aplicar 2 cordones de soldadura de 10 [mm] de longitud, se retira el sub-ensamble del dispositivo de soldadura y se deposita en el contenedor correspondiente.	1
20	Segundor sub-ensamble	La descripción del segundo su-ensamble es idéntica a la descrita en la operación 10	1
30	Tercer sub-ensamble	Se toman los 3 componentes de los contenedores, se colocan y sujetan sobre dispositivo de soldadura, posteriormente se aplica 6 cordones de soldadura: 2 de 20 [mm] de longitud, 2 de 25 [mm] de longitud y 2 de 15 [mm] de longitud. Finalmente se retira el sub-ensamble del dispositivo de soldadura y se deposita en el contenedor correspondiente.	1
40	Cuartor sub-ensamble	Se toma el sub-ensamble y el componente de los contenedores, para colocarlos y sujetarlos sobre dispositivo de soldadura, se aplica 10 cordones de soldadura: 3 de 35 [mm] de longitud, 2 de 45 [mm] de longitud, 2 de 50 [mm] de longitud, 2 de 70 [mm] y un cordón radial de 60 [mm] de longitud. Se retira el sub-ensamble del dispositivo de soldadura y se deposita en el contenedor correspondiente.	1
50	Quinto sub-ensamble	Se toman los 3 sub-ensambles para colocarlos y sujetarlos sobre dispositivo neumático de soldadura, en esta operación se aplican 10 cordones de soldadura: 6 de 35 [mm] de longitud, 2 de 40 [mm] de longitud, 2 de 60[mm] de longitud. Se retira el sub-ensamble del dispositivo de soldadura y se deposita en el contenedor correspondiente.	1
60	Ensamble final	Se toma el sub-ensamble y el componente de los contenedores para colocarlos y sujetarlos sobre dispositivo de soldadura. Se aplican 2 cordones de soldadura de 20 [mm] de longitud. Se retira el sub-ensamble del dispositivo de soldadura y se deposita en el contenedor correspondiente.	1

Tabla 4.2. Descripción de las operaciones de ensamble para la parte 7 Japón-México

4.3.4 Capacidad actual del proceso ensamble de 1 parte de integración

A continuación realizará un análisis de capacidad al proceso de ensamble, para saber si puede producir la cantidad de piezas requeridas por Nissan.

El diagrama de precedencia muestra las 6 operaciones de ensamble y sus tiempos de trabajo de cada una de ellas. (ver figura 4.2)

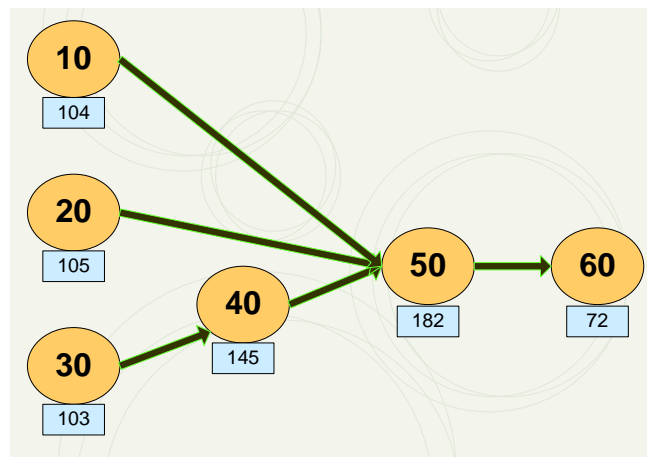


Figura. 4.2. Diagrama de precedencia del proceso de ensamble de para la parte 7 Japón-México

La tabla 4.3 muestra un resumen del proceso ensamble de la parte 7 Japón-México, en donde se pueden observar que el cuello de botella del proceso es la operación 50.

Proceso de ensamble para la parte 7 Japón-México			
No. de operación a realizar en la	Descripción de la operación	Operación de trabajo precedente	Tiempo de la operación [seg]
10	Primer sub-ensamble	Ninguna	104
20	Segundo sub-ensamble	Ninguna	105
30	Tercer sub-ensamble	Ninguna	103
40	Cuarto sub-ensamble	30	145
50	Quinto sub-ensamble	10, 20 y 40	182
60	Ensamble final	50	72
Tiempo total			711

Tabla 4.3. Tiempo ciclo del proceso de ensamble

La capacidad del proceso de ensamble para la parte 7 Japón-México está determinada por el tiempo más largo que es la operación 50 con 182 segundos. Esta cantidad de tiempo se denomina como el tiempo del ciclo del proceso de ensamble. El tiempo requerido para obtener una pieza terminada en condiciones normales será de 711 segundos.



Con este tiempo ciclo de 182 segundos se determinará la cantidad de piezas que se pueden producir en un día, trabajando 2 turnos. Si el primero y segundo turno trabajan 7.5 horas cada uno, para un total de 15 horas por día. Por tanto, la capacidad diaria se determina mediante el siguiente cálculo:

$$\begin{aligned}
 \text{Capacidad diaria} &= \frac{\text{Tiempo disponible x día}}{\text{Tiempo del ciclo / unidad}} \\
 &= \frac{(15 \text{ horas} \times 3600 \text{ segundos / hora})}{182 \text{ segundos / unidad}} \\
 &= \frac{54,000 \text{ segundos / día}}{182 \text{ segundos / unidad}} \\
 &= 296.70 \text{ unidades / día} \\
 &= 297 \text{ unidades / día}
 \end{aligned}$$

Multiplicando la capacidad diaria por los 22 días laborables promedio que se trabajan al mes, se obtienen la capacidad mensual:

$$\text{Capacidad mensual} = 6534 \text{ unidades / mes}$$

La capacidad mensual del proceso de ensamble es de 6,534 unidades, lo cual es insuficiente para cumplir con la cantidad piezas requeridas para los meses de enero, marzo, mayo y junio, tal como se muestra en la tabla 4.4.

Comparativo de la capacidad mensual contra el programa de ventas			
Mes	Piezas	Capacidad mensual [piezas]	Faltantes x mes [piezas]
Enero	6676	6534	142
Febrero	6097		0
Marzo	7239		705
Abril	5367		0
Mayo	6844		310
Junio	7172		638

Tabla 4.4. Comparativo entre la capacidad mensual del proceso y el programa de ventas



4.3.5 Eficiencia del proceso ensamble de la parte de integración

El proceso de ensamble tiene contemplado asignar las 6 operaciones al igual número de estaciones de trabajo y operadores. Una parte del tiempo del operador se empleara en esfuerzo productivo y la otra parte del tiempo será tiempo ocioso, esto se presentara en las operaciones 10, 20, 30, 40 y 60, es por ello que se realizará un cálculo de la eficiencia al uso de la mano de obra para el proceso de ensamble.

El tiempo ocioso se obtendrá por operación de ensamble, a partir de la diferencia entre los tiempos requeridos y el tiempo ciclo del proceso, los resultados de muestran en la tabla 4.5.

Tiempo ocioso del proceso de ensamble				
Operación asignada	Descripción de la operación	Tiempo requerido [seg]	Tiempo ciclo disponible / unidad en cada estación [seg]	Tiempo ocioso/ciclo [seg]
10	Primer sub-ensamble	105	182	77
20	Segundo sub-ensamble	104	182	78
30	Tercer sub-ensamble	103	182	79
40	Cuarto sub-ensamble	145	182	37
50	Quinto sub-ensamble	182	182	0
60	Ensamble final	72	182	110
Total		711	1092	381

Tabla 4.5. Tiempos ociosos del proceso de ensamble

La eficiencia en el uso de mano de obra será de:

$$Eficiencia = \frac{711 \text{ segundos}}{1092 \text{ segundos}} \times 100 = 65.11\%$$

Y el tiempo total perdido en conjunto para las 6 estaciones de trabajo por día será de:

$$Tiempo \text{ total perdido} = \frac{34.89\% \times 90 \text{ horas/día}}{100\%} = 31.40 \text{ horas / día}$$



4.4 ALTERNATIVA DE MEJORA AL CASO DE ESTUDIO

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis del proceso de ensamble para la parte 7 Japón-México, la capacidad de producción es insuficiente para cumplir con los requerimientos de primeros meses del año 2011, se propondrá una alternativa de mejora, que se basa en el diseño de una línea de ensamble, la cual permita cumplir con estos requerimientos.

4.4.1 Capacidad requerida para el cumplimiento del programa de ventas

Para determinar la capacidad requerida para el cumplimiento de los requerimientos establecidos por Nissan, se utilizará el programa de ventas mostrado en la tabla 4.6, el cual nos servirá para identificar el mes con mayor demanda, y a su vez este determinara la capacidad de la línea de producción propuesta.

Programa de ventas del modelo D22 en el 2011	
Mes	Piezas
Enero	6676
Febrero	6097
Marzo	7239
Abril	5367
Mayo	6844
Junio	7172

Tabla 4.6. Programa de ventas para el primer semestre del 2011

El mes con mayor de manda de partes, es marzo con un total de 7,239 piezas.

La capacidad requerida de la línea de ensamble se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad requerida} = \frac{\text{Piezas requeridas}}{\text{Días disponibles} \times \text{mes}}$$

$$\text{Capacidad requerida} = \frac{7239 \text{ piezas}}{22 \text{ días}}$$

$$\text{Capacidad requerida de la línea de ensamble} = 329.04 = 330 \text{ piezas / día}$$

Las 330 piezas por día, es la capacidad mínima para cubrir la demanda del Nissan para el mes de marzo. La producción de una cantidad menor a la capacidad requerida implicaría incumplimiento a las entregas. En contra parte una cantidad mayor representaría contemplar un inventario de producto terminado o producto en proceso. Pero esto dependerá de las políticas de inventarios que maneje el área de control de producción de PS.



Para efectos de seguridad en la capacidad de producción de la línea de ensamble propuesta, se establecerá una estrategia de colchón del 10% (33 piezas) más sobre la capacidad requerida, por lo que la capacidad requerida para la línea propuesta será de 363 piezas por día.

$$\textit{Capacidad requerida de la línea propuesta} = 363 \textit{ piezas / día}$$

4.4.2 Tiempo ciclo requerido para satisfacer la demanda

Para que el proceso actual pueda cumplir con los requerimientos de Nissan, se requiere establecer el tiempo ciclo máximo permisible, el cual estará determinado por el tiempo disponible por día, con un total de 15 horas en dos turnos y la capacidad requerida propuesta.

El tiempo ciclo máximo permisible se obtiene de la siguiente manera.

$$\begin{aligned} \textit{Tiempo ciclo permisible} &= \frac{\textit{Tiempo disponible x día}}{\textit{Capacidad requerida propuesta}} \\ &= \frac{54,000 \textit{ segundos / día}}{363 \textit{ piezas / día}} \\ &= \frac{54,000 \textit{ segundos / día}}{363 \textit{ piezas / día}} \\ &= 148.76 \textit{ segundos / pieza} \end{aligned}$$

El tiempo de 148.76 segundos por pieza se redondeara con el entero próximo hacia abajo, esto con el objetivo de garantizar que se cumpla con los requerimientos.

$$\textit{Tiempo ciclo permisible} = 148 \textit{ segundos / pieza}$$

Con un tiempo ciclo de 148 segundos se podrá cumplir con los requerimientos de Nissan para los primeros 6 meses.



4.4.3 Propuesta para disminuir el tiempo ciclo actual

Para reducir el tiempo ciclo de 182 segundos a 148 segundos, es necesario resolver los problemas que causan el retraso en la estación de trabajo. Estos problemas pueden ser demoras o errores, como los que se mencionan a continuación:

- Operador mal capacitado o con falta de capacitación.
- Múltiples tareas en la operación 50, las cuales pueden ser distribuidas en la operación 60.
- Diseño del dispositivo de soldadura inadecuado para la operación de ensamble.
- Sub-ensambles y componentes que se utilizan en la operación 50, se encuentran fuera de especificación.
- Supervisor de área que no coordina los tiempos de fabricación.
- Malas condiciones de de operación de la maquinaria y equipo.

Resolviendo algunos de estos problemas se puede disminuir el tiempo ciclo de la operación de ensamble cuello de botella, hasta alcanzar el tiempo ciclo permisible y poder cumplir con los requerimientos.

4.4.4 Determinación de número de estaciones requeridas para la línea de ensamble propuesta

Como ya se menciona en la introducción a este capítulo, la manufactura de la parte 7 Japón-México, está clasificada por Nissan como parte crítica de seguridad, por lo que requiere condiciones de manufactura diferentes a lo que actualmente se produce en PS. Es por ello que se decide diseñar una línea dedicada a la manufactura de la parte 7 Japón-México.

Partiendo del tiempo de las operaciones de ensamble establecidas en el diagrama de flujo, se asignará el tiempo ciclo permisible de 148 segundos por pieza, a la operación 50, ya que es la operación cuello de botella en el proceso actual con 182 segundos por pieza, esto con el objetivo de satisfacer la demanda, ver tabla 4.7.

Proceso de ensamble propuesto para la parte 7 Japón-México		
No. de operación a realizar en la estación	Descripción de la operación	Tiempo de la operación [seg]
10	Primer sub-ensamble	104
20	Segundo sub-ensamble	105
30	Tercer sub-ensamble	103
40	Cuarto sub-ensamble	145
50	Quinto sub-ensamble	148
60	Ensamble final	72
Tiempo total		677

Tabla 4.7. Asignación del tiempo ciclo permisible a la estación cuello de botella



Asignado el tiempo el tiempo ciclo permisible, se obtiene el tiempo total para producir una pieza y se procede a calcular el número teórico de estaciones requeridas para realizar el ensamble de la parte 7 Japón-México.

$$\text{Número teórico de estaciones} = \frac{\text{Tiempo total por pieza} \times \text{Piezas requeridas por día}}{\text{Tiempo disponible por día}}$$

$$\text{Número teórico de estaciones} = \frac{677 \text{ segundos} \times 363 \text{ piezas}}{54,000 \text{ segundos / día}}$$

$$\text{Número teórico de estaciones} = 4.55 \text{ estaciones}$$

Como se están trabajando en estaciones completas, se requieren 5 estaciones. Esto quiere decir una estación menos de lo que se tiene contemplado en el proceso actual.

Sin embargo puede ocurrir que las seis operaciones con las que cuenta el proceso, no se puedan asignar y balancear en las cinco estaciones obtenidas, esto implica que tal vez necesiten las seis estaciones o incluso siete.

En el estudio del caso, ocurre que 5 estaciones no son suficientes para cumplir con los requerimientos de Nissan, por lo que se requieren 6 estaciones.

$$\text{Número de estaciones requeridas} = 6 \text{ estaciones}$$

Esta afirmación se comprobará con la asignación de operaciones a las estaciones de trabajo.

4.4.5 Asignación de las operaciones de ensamble a las estaciones de trabajo de la línea de ensamble propuesta

La siguiente tarea es asignar las seis operaciones a las cinco estaciones teóricas requeridas. En esta asignación es posible combinar diferentes operaciones en una misma estación. Esto dependerá de que se tenga tiempo disponible en la estación para asignar otra operación y de que las operaciones predecesoras ya hayan sido terminadas.

Se aplicará la regla heurística⁸ del tiempo de operación más largo, con el objetivo de encontrar el balance en la línea de producción para el tiempo ciclo de 148 segundos.

⁸ Las reglas heurísticas son de aplicación general, derivadas lógicas o experimentales.

Como se puede observar en la tabla 4.8, al final de las iteraciones de asignación de operaciones a las estaciones de trabajo, no se logro asignar la operación 6, a causa que ninguna de las cinco estaciones cuenta con el tiempo ciclo disponible para realizar la operación 60. La cual requiere de 72 segundos. Por lo que necesariamente se requieren 6 estaciones de ensamble para la línea de producción propuesta.

Asignación de las operaciones a la estaciones de trabajo				
Estación de trabajo	Operación disponible	Operación asignada	Tiempo ocupado	Tiempo disponible
1	10, 20, 30	20	105	43
2	10, 30	10	104	44
3	30	30	103	45
4	40	40	145	3
5	50	50	148	0

Tabla 4.8. Asignación heurística de las operaciones de ensamble a 5 estaciones de trabajo

A causa de que se requieren de 6 estaciones de trabajo, se asignara cada una de las operaciones de ensamble a una estación de trabajo, esto implica no utilizar la regla heurística de asignación, simplemente se realizará una lista de las operaciones de acuerdo al diagrama de precedencia. Por tanto el diseño de la línea propuesta para el requerimiento de 363 piezas por día, se muestra en tal tabla 4.9.

Diseño de la línea de ensamble propuesta					
Estación de trabajo	Operación asignada	Descripción de la operación	Tiempo requerido [seg]	Tiempo ciclo disponible / unidad en cada estación [seg]	Tiempo ocioso/ciclo [seg]
1	10	Primer sub-ensamble	105	148	43
2	20	Segundo sub-ensamble	104	148	44
3	30	Tercer sub-ensamble	103	148	45
4	40	Cuarto sub-ensamble	145	148	3
5	50	Quinto sub-ensamble	148	148	0
6	60	Ensamble final	72	148	76
Total			677	888	211

Tabla 4.9. Línea de ensamble propuesta para la fabricación de la parte 7 Japón-México

4.4.6 Eficiencia de la línea de ensamble propuesta

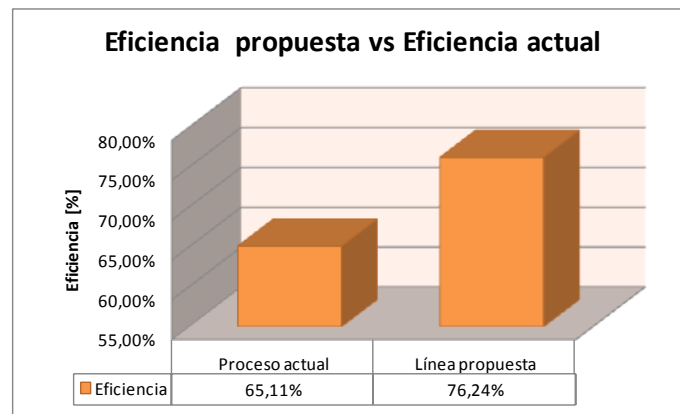
Se puede observar en la tabla 4.9, al igual que en el proceso actual de ensamble, se tienen tiempo ocioso, por lo que nuevamente se realizará un cálculo de la eficiencia de la mano de obra al proceso de ensamble propuesto, para el tiempo ciclo de 148 segundos.

$$Eficiencia = \frac{677 \text{ segundos}}{888 \text{ segundos}} \times 100 = 76.24\%$$

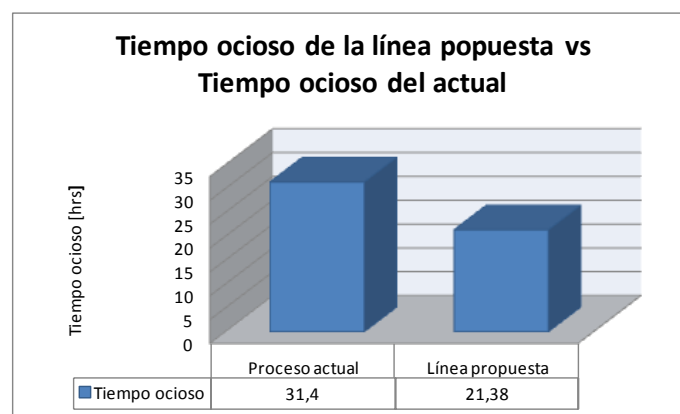
El tiempo total perdido para la línea de ensamble propuesta en un día será:

$$Tiempo \text{ total perdido} = \frac{23.76\% \times 90 \text{ horas/día}}{100\%} = 21.38 \text{ horas / día}$$

El obtener un tiempo ciclo permisible 148 segundos para satisfacer la demanda de Nissan y considerando la estrategia de seguridad se obtiene una mejor eficiencia de 76.24% en comparación al proceso actual de ensamble que es del 65.11%, tal como se puede ver en la grafica 4.1. Sin olvidar que también se tiene un tiempo ocioso de 21.38 horas por día, el cual es una perdida para PS, que se relaciona directamente entre el tiempo perdido y el costo de mano de obra ver tabla 4.2.



Grafica 4.1. Comparativo entre eficiencia del proceso actual contra la propuesta



Grafica 4.2. Comparativo entre el tiempo ocioso del proceso actual contra el tiempo ocioso de la propuesta



El diseño propuesto resulto al final, una línea de ensamble de seis estaciones, el cual coincide con el diseño de la manufactura de ensamble, establecido en el diagrama de flujo. Esta propuesta de diseño de línea de producción dedicada, satisface los requerimientos de Nissan por día y los requerimientos por mes.

4.4.7 Mano de obra y estaciones de trabajo, requeridas para la línea de ensamble propuesta para 1 2 partes de integración

Como se mencionó al inicio de este capítulo, el alcance del proyecto es proponer una alternativa para manufacturar 2 nuevas partes: 7 Japón-México y parte 8 Japón-México. Considerando que los procesos de ambas partes son idénticos ya que la parte 7 pertenece al lado izquierdo y la parte 8 al lado derecho del chasis respectivamente, la mano de obra y el total de estaciones se muestra en la siguiente tabla.

Mano de obra y estaciones requeridas				
Parte	Estaciones requeridas	Operados requeridos por turno	Turnos por día	Tota de operadores
7 Japón-México	6	6	2	12
8 Japón-México	6	6	2	12
Total	12	12	2	24

Tabla 4.10. Mano de obra y estaciones requeridas para las líneas de ensamble propuestas

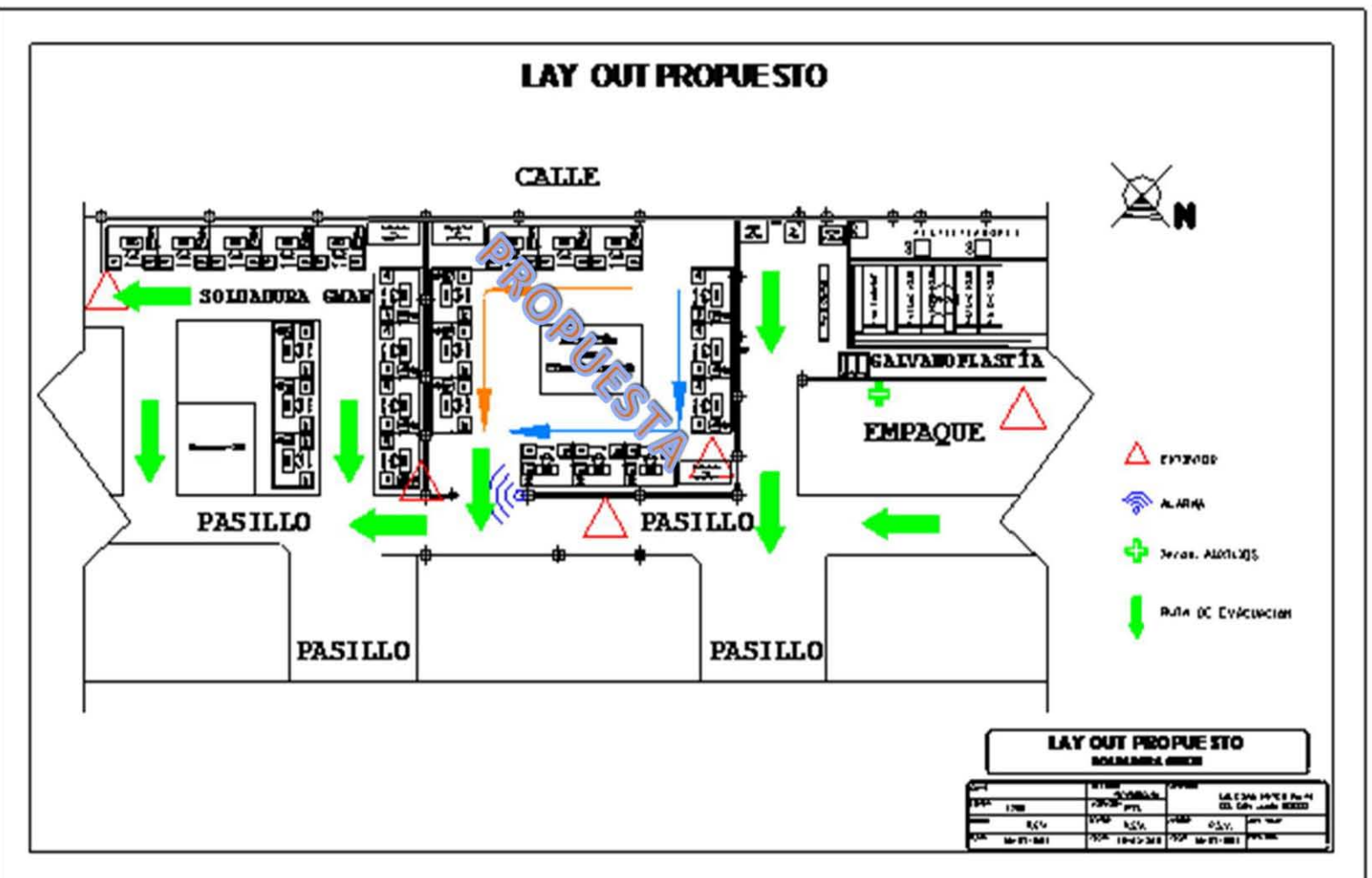
4.4.8 Lay out para la línea de ensamble propuesta

En el plano 4.2 se presenta una distribución del la línea de ensamble propuesta sobre un área que actualmente no se utiliza, esto con el objetivo de satisfacer las necesidades del producto (piezas clasificadas en su funcionalidad, como partes de seguridad). La disposición de la línea de ensamble propuesta sobre está basada en los siguientes criterios:

- El recorrido del trabajo se realizará mediante una ruta directa, esto debido a la secuencia de las operaciones, lo que disminuirá el tiempo y las demoras en la producción.
- Menores movimientos de materiales, esto a consecuencia de una menor distancia entre las estaciones de trabajo. Disminuirá el costo de fabricación más no el valor de las piezas
- Disminución en la cantidad de material en proceso.
- Menor espacio ocupado por unidad de producción debido a la concentración de la fabricación
- Control de producción simplificada. Menores registros e inspecciones.
- Visibilidad máxima en el área, todos los operadores y materiales deben ser fácilmente observables.
- Flujo unidireccional, implica que las rutas de trabajo no se intersecan con las rutas de transporte. Rutas visibles para establecer los recorridos.
- Facilidad del flujo del personal



Lay out de las líneas de ensamble propuestas para las partes 7 Japón-México y 8 Japón-México



Plano 4.2 Plano de lay out para las líneas de ensamble propuestas de las partes de integración



En el plano del lay out para la manufactura de las partes de integración, se observa la distribución de las 2 líneas de producción, con una formación en L y el flujo de las operaciones se representa con la flecha de color naranja y azul.

La separación entre el área actual de soldadura y el área propuesta, equivale a una pared, lo que representa en un futuro, eliminarla para establecer en conjunto el área total de los procesos de soldadura GMAW.

4.5 RETORNO DE INVERSIÓN

La compra del equipo, debe justificarse sobre bases económicas, y su costo recuperarse en el precio de ventas de las partes de integración a PS. A causa de que no se está realizando un análisis completo de proceso de manufactura de las partes, se realizara un estimado de retorno de inversión para la operación 50 de la línea de ensamble propuesta.

4.5.1 Inversión para la adquisición de maquinaria de 1 estación de trabajo

La tabla 4.11 muestra la inversión del equipo que se requiere para realizar el proceso de ensamble de la OP.50, en la línea de producción propuesta.

Costos de maquinaria OP.50.				
Item	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Soldadora Marca Infra Modelo: CP 303	1	\$33.987,32	\$33.987,32
2	Alimentador de alambre Marca Infra Modelo: S-302	1	\$9.049,96	\$9.049,96
3	Antorcha para soldara GMAW Marca Binzel Modelo: ABIMIG * ALFA 3 5M	1	\$2.750,52	\$2.750,52
4	Cortina óptica para controlar los efectos peligrosos de la radiación infrarroja y ultravioleta para la	3	\$745,98	\$2.237,94
5	Perfil PTR 2"X2" Cal.14. Calidad Estructural . Fabricación de estructura para casetas de	23 metros	\$294,00	\$6.762,00
Sub-Total				\$54.787,74
I.V.A. 16%				\$8.766,04
Total				\$63.553,78

Tabla 4.11. Inversión de maquinaria para la operación 50 en la línea de ensamble propuesta⁹

Los gastos de instalación se consideran el 15% de la inversión realizada para adquisición maquinaria, incluyendo montaje, puesta en marcha, capacitación del personal y supervisión durante el periodo de pruebas de ingeniería. Los gastos de instalación de una estación de trabajo equivalen a \$9,533.06

⁹ Fuente: <http://www.infra.com.mx> y Ferretera Puente De Vigas.



Por tanto la inversión requerida para el funcionamiento de una estación de trabajo, se obtiene de sumar los costos de maquinaria y los gastos de instalación, dando por resultado la cantidad \$73,086.84

La instalación de la línea de ensamble para la parte 7 Japón-México y 8 Japón-México, está conformada por 12 estaciones de trabajo, lo que representa una inversión de maquinaria para un total \$877,042.08

La disposición de la maquinaria y equipo para línea de producción propuesta, está fundamentada en la evaluación y aprobación de este proyecto, por parte de PS, para la producción de las nuevas partes.

4.5.2 Costos de fabricación OP.50 de la línea de ensamble propuesta

Tomando como base la mano de obra directa MOD (\$17.5 por hora) y los gastos indirectos de fabricación GIF (\$26.25 por hora), establecidos por las áreas correspondientes: contabilidad, costos y recursos humanos, se determinara los costos totales para la operación 50 de la línea propuesta, tomando el requerimiento del mes de enero de 2011 con 6676 piezas, obtenido de la tabla 4.6, y el tiempo ciclo permisible de 148 segundos por pieza. La obtención de la MOD y los GI para el requerimiento de producción se muestra a continuación:

- Costo total de mano de obra directa

$$\text{Costo de mano de obra directa} = (\text{MOD} \times \text{hr}) \left(\text{Horas} \frac{\text{hombre}}{\text{maquina}} \text{requeridas} \right)$$

- Gastos indirectos:

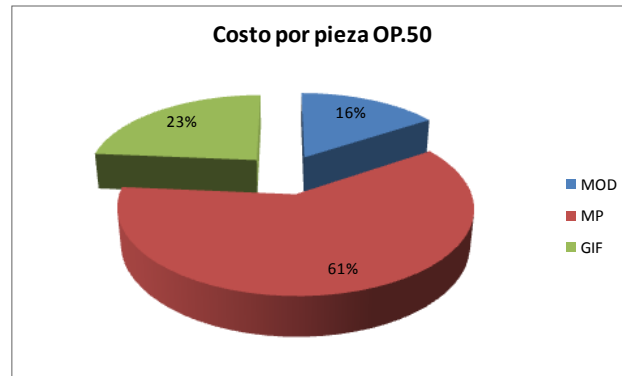
$$\text{Gastos indirectos} = (\text{GIF} \times \text{hr}) \left(\text{Horas} \frac{\text{hombre}}{\text{maquina}} \text{requeridas} \right)$$

Los costos totales de fabricación para operación 50, en el mes de enero se muestran en la siguiente tabla 4.12.

Costos de sub-ensamble OP.50 enero de 2011					
Enero	Requerimiento [piezas]	6676	piezas	MOD x hr	\$17,5
	Horas hombre/maquina requeridas	274,46	horas	GIF x hr	\$26,25
	Materias primas requeridas	Cantidad	Unidad	Precio	Costo total
	Microalambre	117,62	kilos	\$142,91	\$16.809,99
	Gas de protección	54,89	m ³	\$29,84	\$1.638,02
	Total de Materias primas x lote				\$18.448,01
	Costo de mano obra directa				\$4.803,01
	Gastos indirectos				\$7.204,52
	Total de fabricación x lote				\$12.007,53
				Total enero	\$30.455,54

Tabla 4.12. Costos de fabricación OP.50 en el mes de enero de 2011

Por lo tanto el costo de fabricación en operación 50 de la línea de ensamble propuesta es de \$4.57 por pieza. Los porcentajes de mano de obra directa, materia prima y gastos indirectos de fabricación para 1 pieza se muestran en la grafica 4.3.



Gráfica 4.3. Porcentaje de MOD, MP y GIF para la operación 50

4.5.3 Retorno de inversión OP.50 de la línea de ensamble propuesta

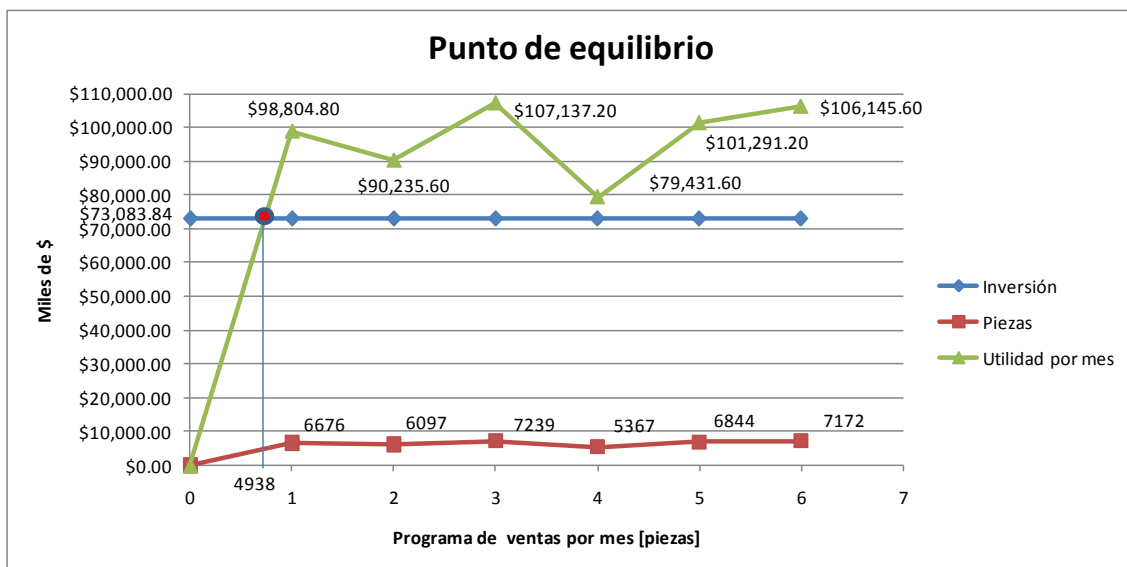
Con el costo de fabricación de \$4.57 por pieza, se podrá determinar un precio de venta exclusivamente para la operación 50, el cual deberá considerar, gastos administrativos 2%, comercialización 10%, impuestos 16%, etc., con el objetivo de obtener una utilidad aproximada del 60% como mínimo (ver tabla 4.13)

ANÁLISIS DE RETORNO DE INVERSIÓN		
PUNTO DE EQUILIBRIO		
Costo mensual de fabricación	Costo x pieza	Precio de venta
OP.50	\$4,57	\$24,50
Estado de resultados pre-forma		
Utilidad		
Ventas netas OP.50		\$24,50
MP		
MO		\$4,57
Utilidad bruta		\$19,93
Gastos de administración	2%	\$0,37
Utilidad de operación		\$19,56
Gastos de comerciales	10%	\$1,83
Utilidad antes de impuestos		\$17,73
Impuestos	16%	\$2,93
Utilidad neta por pieza		\$14,80
% de utilidad		60,40%
Requerimiento primer semestre del 2011	39.395	piezas
Utilidad neta primer semestre del 2011		\$583.046,00
Inversiones		\$73.083,84
Punto de equilibrio	4938	piezas
Retorno de inversión	15,0	días

Tabla 4.13. Punto de equilibrio para el retorno de inversión

4.5.4 Conclusiones del estudio de retorno de inversión

La utilidad neta de la OP.50, por cada pieza es de \$14.80, lo que representa el 60.40% sobre el precio de venta. Tomando el total de piezas para el primer semestre del 2011, posible identificar el tiempo requerido para el retorno de inversión de la operación, el cual será en el primer mes (enero), considerando la mano de obra directa MOD, materias primas MP, gastos de administración, gasto de comercialización e impuestos. Estos datos representan en conjunto, los resultados económicos que producirá la operación 50. Durante el primer semestre se obtendrá una utilidad de \$179,918.39, lo que representa que el punto de equilibrio se alcance durante en el primer mes de producción (enero), vendiendo 4938 piezas, esto quiere decir que el monto de inversión para dicha operación retorna en el primer mes de producción y ventas (ver grafica 4.4.).



Gráfica 4.4. Porcentaje de MOD, MP y GIF para la operación 50

Es necesario invertir \$73,083.84 en maquinaria y equipo para una estación de soldadura, específicamente para la operación 50, habiendo establecido un total de 12 estaciones de trabajo para la línea de producción propuesta, la empresa PS, tendrá que realizar una inversión de \$877,006.08 en maquinaria y equipo.

4.5.5 Seguimiento del proyecto

Como parte importante en el desarrollo de un nuevo proyecto, se debe considerar el seguimiento durante la ejecución del proyecto, es decir revisar las tareas de mayor relevancia a considerar, a continuación se describen algunas de estas tareas:

- Establecer reuniones semanales con el equipo multidisciplinario, para la revisión y avance del proyecto, en donde establezcan a través de documentos los acuerdos, pendientes, responsables y fechas compromiso de las actividades.



- Revisar el avance para adquisición de maquinaria y equipo, así como el acondicionamiento del área propuesta para la instalación de la misma, con el objetivo de cumplir con el programa de actividades (ver tabla 4.14).
- Programar en conjunto, los departamentos de ingeniería de calidad e ingeniería de manufactura, para realizar las corridas de prueba de la línea de producción
- Revisar con el área de recursos humanos la selección y contratación del personal requerido (12 soldadores)
- Elaborar un documento, en el cual se establezca en fin del proyecto y la entrega del área al usuario final (Departamento de producción).



Conclusiones y Recomendaciones



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La evaluación de la capacidad es fundamental para el éxito a largo plazo de una organización. La capacidad excesiva puede ser tan perjudicial como la capacidad insuficiente. Al desarrollar una metodología que permita evaluar capacidad de producción, los directivos podrán analizar y tomar decisión para desarrollar e integrar nuevos productos a los sistemas de producción de las empresas.

El problema que origina el desarrollo del presente trabajo de tesis, es la demanda insatisfecha, de acuerdo con las cifras obtenidas en el análisis realizado del capítulo 3, se tiene incumplimiento a las entregas por parte de PS hacia Nissan Mexicana, específicamente para las partes que pertenecen al modelo D22.

La evaluación de la capacidad realizada al área de soldadura de PS S.A. de C.V., contempla: 12 estaciones de trabajo, 3 turnos por día y 254 días laborables para el año 2011, se obtiene como resultado la cantidad 71,940 [horas/año] disponibles, contra las 54,368 horas que se requieren para manufacturar todas las partes que pertenecen al modelo D22, incluyendo las 2 nuevas partes, se establece que para el año 2011 la capacidad ocupada del área de soldadura será del 75.87% quedando como capacidad disponible el 24.43%.

Esto implica implementar las siguientes condiciones de estado, en comparación al sistema actual con el que trabaja el área de soldadura:

- Trabajar 3 turnos por día de lunes a viernes y los días sábados 9 hrs en turnos mixtos.
- Contratar: 12 operadores (soldadores), 1 supervisor de área, 1 persona encargada de almacén, 1 operador de montacargas y 1 persona encargada del mantenimiento de maquinaria y equipo para cubrir la jornada laboral del tercer turno

Analizando el resultado de capacidad el área de soldadura, se puede determinar que la capacidad instalada es suficiente para soportar el incremento a los requerimientos de las 13 partes ya existentes del modelo D22, y con la incorporación de las 2 nuevas partes como lo son parte 7 Japón-México y parte 8 Japón-México.

Esto implica que las causas que generan los incumplimientos de las entregas no se deben a la falta de capacidad del área, si no a otros factores. Por lo que es conveniente revisar los procesos de manufactura individualmente, para establecer la mejora continua de cada uno de ellos con el objetivo de incrementar su productividad.



La metodología para el diseño de una línea de ensamble exclusiva para la parte 7 Japón-México y parte 8 Japón-México, se fundamenta en el objetivo de establecer una línea de ensamble que sea capaz de producir la cantidad de piezas requeridas, establecido en el programa de ventas Nissan Mexicana.

El estudio del caso para las partes de integración, requiere reducir el tiempo ciclo de 182 segundos (cuello de botella del proceso de ensamble) a un tiempo ciclo de 148 segundos, lo que permitirá a la línea de producción incrementar su productividad de 297 piezas por día (laborando en dos turnos) a 363 pizas por día. El incremento a la cantidad de piezas producidas por día permitirá que PS S.A de C.V. pueda cumplir con los requerimientos mensuales de Nissan.

Una alternativa de propuesta al caso de estudio es analizar el método de trabajo de la operación cuello de botella (operación 50), para evaluarla y si es factible balancear la línea y rediseñar dicho método, esto con el objetivo de reducir el tiempo ciclo. De manera puntual se propone cambiar el método de trabajo, incluir la aplicación de 4 cordones de soldadura de los 10 que se aplican en la operación 50, en la operación 60.

Esto requiere realizar pruebas de ensamble con las modificaciones propuestas en las operaciones mencionadas y evaluar dicha propuesta en función de las especificaciones técnicas del producto terminado. Si se obtienen resultados satisfactorios se procede a realizar un estudio de tiempo y movimientos de las dos operaciones, para posteriormente aplicar la metodología para calcular el tiempo ciclo de la línea de ensamble y evaluar los resultados.

De llevarse a cabo la implementación de la línea de ensamble propuesta, la empresa PS S.A. de C.V. deberá invertir \$877,006.08 en maquinaria y equipo para las 12 estaciones de ensamble, requeridas para la manufactura de la parte 7 Japón-México y parte 8 Japón-México, así como la contratación de 24 operadores los cuales estarán distribuidos de la siguiente manera: 12 operadores en el primer turno y los 12 restantes en el segundo turno.

Como se pudo observar en capítulo 3, la tendencia de ventas de las partes que se producen en PS S.A. de C.V. para el modelo D22, es a incrementar durante el primer del 2011, esto responde a la recuperación de la industria automotriz, después de la crisis económica del 2008 y a la nueva apertura de comercialización de vehículo modelo D22 en Centro América.

Para soportar estos incrementos, la línea de producción propuesta, cuenta con un tercer turno disponible para la fabricación de las partes, por lo que sería conveniente establecer una estrategia de producción como lo es la planeación agregada, la cual permita relacionar la capacidad de producción, el pronóstico de ventas y los costos que intervienen en la fabricación de las partes, para cumplir con las demandas futuras.



Como alternativa de mejora en el área de soldadura actual, se propone evaluar los procesos de ensamble de las 13 partes restantes, para conocer la causa real de los incumplimientos a las entregas, apoyándose en los pronósticos de ventas del año 2011 obtenidos en el capítulo 3 y aplicando la metodología expuesta en el capítulo 4 para determinar si el tiempo ciclo de los procesos son los adecuados para producir las cantidad de piezas requeridas por parte de Nissan Mexicana

El presente trabajo, se puede utilizar como herramienta para evaluar los procesos de manufactura restantes con los que cuenta PS. S.A. de C.V. como los son troquelado, pintura electroforética, pintura electrostática y galvanoplastia, y así poder incrementar las productividad de dichos procesos.

Para incorporar nuevas partes a los sistemas de producción de PS. S.A. de C.V., se propone utilizar las técnicas expuestas en este trabajo, como parte de la evaluación que requieren los directivos, para la toma de decisiones

Como parte del desarrollo de nuevos productos que pertenecen a la industria automotriz, las empresas mexicanas deben apagar a las normas, procedimientos y metodologías por las que se rige dicho sector, para que en conjunto permitan incorporar los nuevos productos a los sistemas de producción de México, con los estándares de clase mundial que se requieren.

De manera que si se desarrollan los nuevos productos, de acuerdo al cumplimiento normativo que rige la industria automotriz, resultará más sencillo para las empresas mexicanas, competir y posicionarse en el mercado nacional e internacional. Es por ello la importancia de un sistema adecuado para la administración y planeación de los recursos.



Bibliografía

Libros consultados:

- 1.- Baca, Urbina. Gabriel, Evaluación de proyectos. Mc Graw-Hill. México D.F. Quinta edición
- 2.- Seetharama, Narasimhan, Planeación de la producción y control de inventarios. Prentice Hall. México D.F. Segunda edición. 2000
- 3.- Everett E. Adam Jr, Administración de la producción y las operaciones. México D.F. Prentice-Hall. Cuarta edición. 1999
- 4.- Koenig, Daniel, Productividad y optimización. Ingeniería de Manufactura. Traducción de la edición en inglés. México D.F. Marcombo.1990
- 5.- Richard J. Schonberger, Manufactura de clase mundial. Aplicaciones de las últimas técnicas para optimizar la producción. Traducción de la edición en inglés. Bogotá Colombia. 1989
- 6.- Keith Lockyer, La producción Industrial, su administración. Traducción de la edición en inglés. Alfaomega. México D.F. 1995
- 7.- Meredith, Jack R, Administración de las operaciones. Traducción de la edición en inglés. Limusa. México D.F. Segunda edición.1999
- 8.- Lee, Krajewski, Administración de las operaciones. Traducción de la edición en inglés. Perason educación. México D.F. Quinta edición. 2000
- 9.- Niebel, Benjamín, Ingeniería Industrial, métodos, estándares, y diseño de trabajo. Alfaomega. México D.F. Onceava edición. 2006
- 10.- Sipper, Daniel, Planeación y control de la producción. Mc Graw-Hill. México D.F. 2005

Normas y manuales consultadas:

- 1.- ISO/TS 16949:2009, Technical specification. Third edition. 15-06-2009
- 2.- ISO 9001:2008. Norma internacional. Traducción oficial. 15-11-2008
- 3.- Manual APQP. 2ª Edición .Versión en español.
- 4.- Manual PPAP. 4ª Edición Versión en español.

Sitios WEB:

- 1.- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz.
<http://www.amia.com.mx>
- 2.- Muestreo de trabajo.
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/aguilarf_ag/capitulo5.pdf
- 3.- Foro para la industria automotriz
<http://www.simet.gob.mx/automotriz/ags/presentaciones/Bloque%201/1.4%20Retos.pdf>