



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, si no 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 esta 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

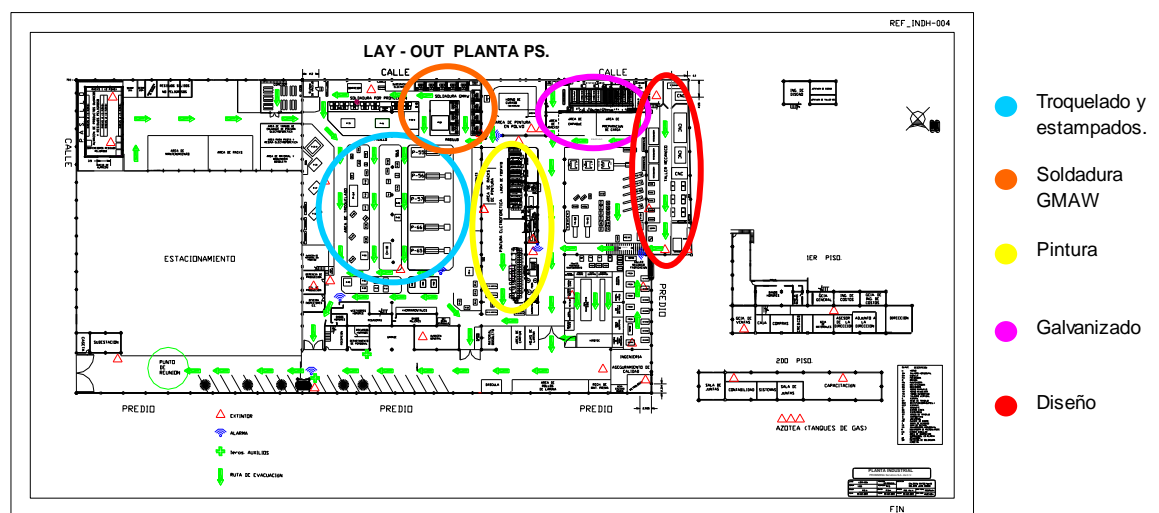


Figura. 3.2. Lay out planta PS

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 esta 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 esta programada para finales diciembre de 2010 y principios de enero del 2011, dicha integración esta 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.¹

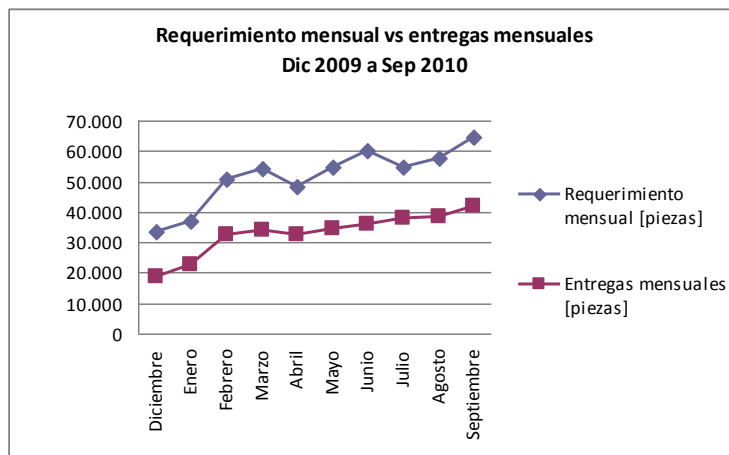
¹ Programa mensual de ventas de PS: Dic 2009 – Septiembre 2010



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

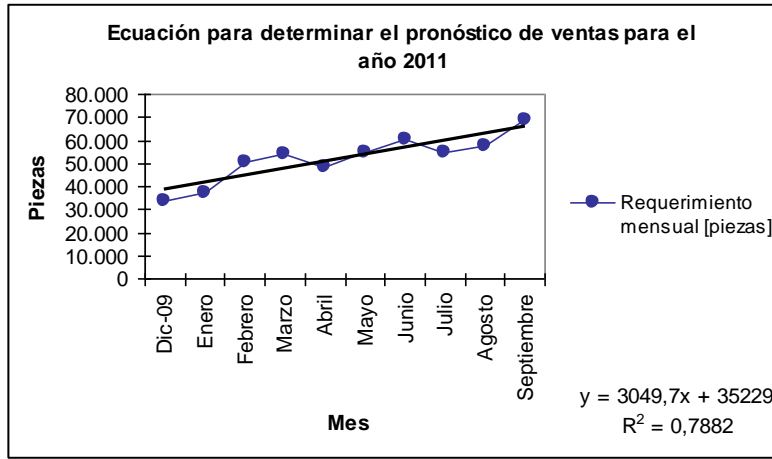
Como se pudo ver en la grafica 3.1, se muestra un incremento en las ventas durante los últimos diez meses, los cuales pasaron de 33,600 [piezas/mes] en diciembre de 2009 a 68,526 [piezas/mes] en septiembre de 2010, esto se debe a la recuperación de la economía mundial, que a su vez se ve reflejada en 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



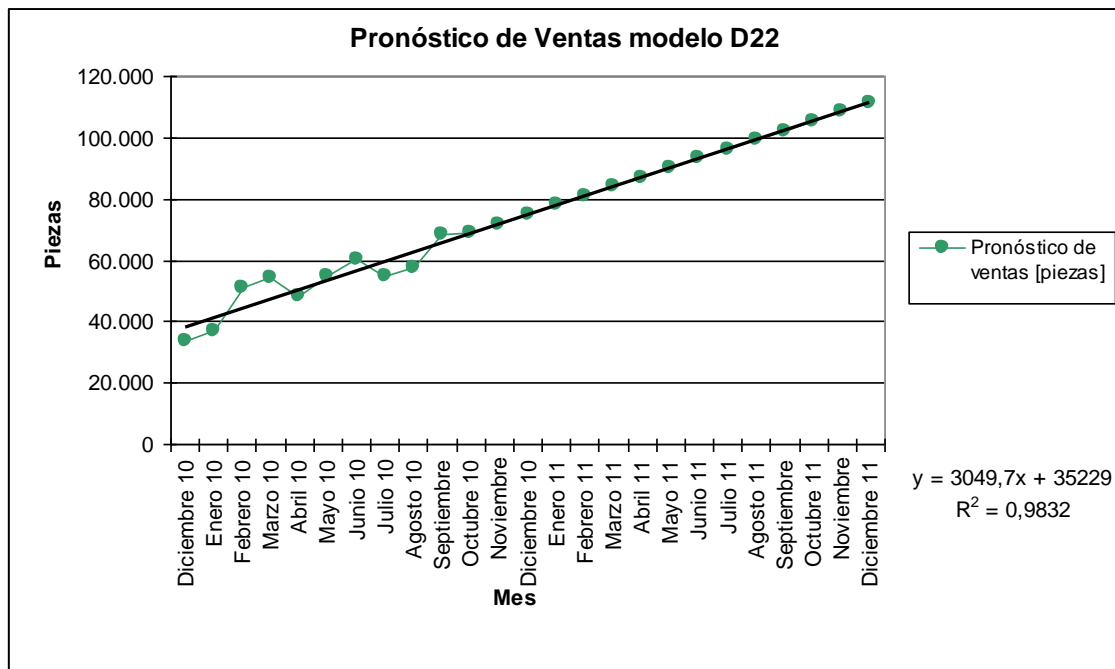
Gráfica 3.2 Obtención de la ecuación lineal para determinar el pronóstico de ventas del año 2011

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

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)

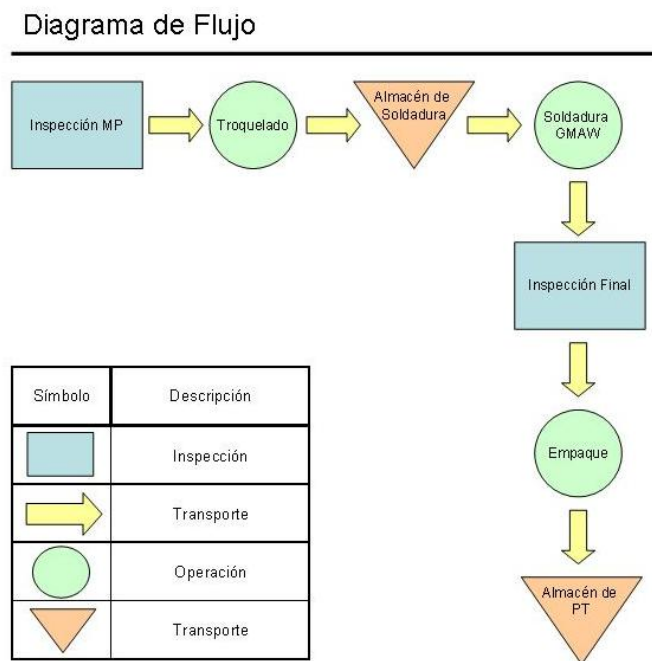


Figura. 3.3. Diagrama de flujo general para los procesos de manufactura de las partes del modelo D22

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*¹, la calificación del desempeño del operario y la asignación de suplementos.² (ver capítulos 9, 10 y 11. Ingeniería Industrial. Niebel. 11ª edición)

Formula para calcular el tiempo estándar

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

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

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

² Capítulos: 9, 10 y 11 Ingeniería Industrial. Niebel. 11ª 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:				Departamento				
Nissan Mexicana				Soldadura Mig				
Nombre de la parte.:				No. de maquina				
BRKT ASSY-ENG MTG				MIG-01				
No. de parte:				Fecha				
Parte 2 JPN-MEX				02/09/2010				
Nombre de la operación:				No. operación:				
Ensamble componente 1 y componente 2				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)³ 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
		40	38
12	Parte 5 Japón-México	10	100
13	Parte 6 Japón-México	10	100
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

³ 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.

Formula 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.

$$\text{Capacidad total disponible} = 12 \text{ casetas} \left(995 \text{ horas/año} \right)$$

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

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.

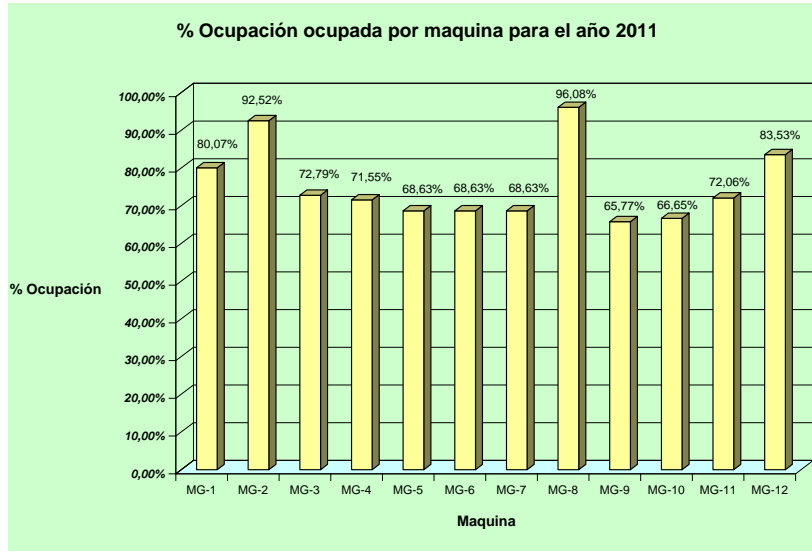
En la tabla 3.11 se muestra el % de capacidad ocupada y el % de capacidad disponible, de cada una de las máquinas para el año 2011.

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.

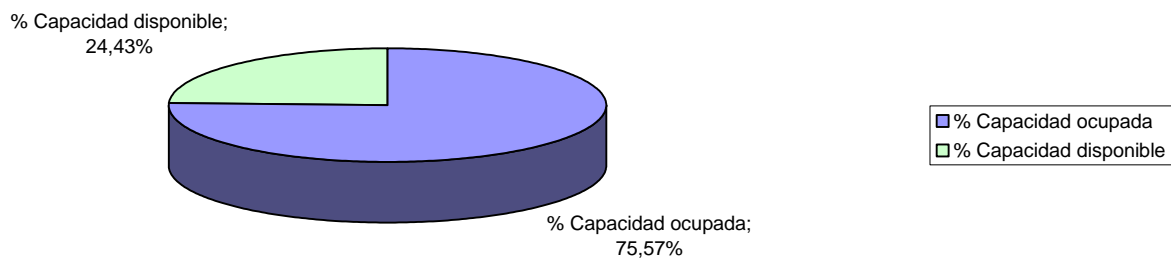


Grafica 3.4 Capacidad ocupada por máquina en el año 2011

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.