



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROPUESTA DE FABRICACION DE UN MEDIDOR
VOLUMETRICO PARA TANQUE ESTACIONARIO DE
GAS L.P. MODELO GAUGE-2002.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA INDUSTRIAL)
P R E S E N T A :
OSCAR EVARISTO ISLAS CARREON



ASESOR: ING. HECTOR RAUL MEJIA RAMIREZ

CIUDAD UNIVERSITARIA D.F.

DICIEMBRE 2005

m. 339928



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.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Oscar Evaristo
Islas Canarias

FECHA: 13-01-05

FIRMA: 

DEDICO ESTE TRABAJO A:

JEHOVA MI DIOS,

Gracias Padre Bendito por tu bondad inmerecida para lograr esta meta seglar, que me permite rendir gloria a tu gran nombre.

Mis padres, Evaristo (†) y Elodia,

Quienes supieron fijar los cimientos necesarios a mi vida y principalmente a ti mamá porque siempre has tenido fe en mí ¡Muchas Gracias!

Mi amada esposa Claus,

Porque siempre estuviste impulsándome y apoyándome para lograr entre los dos esta meta que representa el sacrificio de tu parte y el amor que me tienes, y que nunca voy a dejarte de agradecerte ¡Te amo y deseo que siempre estés a mi lado!

Mis hijos Denisse y Diego,

Que son el motor de mi vida, sin ustedes no podría seguir andando. ¡Siempre esfuércense por lograr sus objetivos!

Mi hermano Marco,

Porque me marcaste el camino a seguir que siempre será insuperable, porque con tu ejemplo me has enseñado a superarme a pesar de las adversidades y reveses de la vida, y porque siempre te he admirado toda mi vida.

Especialmente a mi hermano Marlo,

Porque forjaste en mí el carácter necesario para abrirme paso en la vida, porque siempre compartiste conmigo todos los consejos que cualquier persona necesita de un padre y por ese gran regalo desinteresado de tu parte, como lo fue tu tiempo y paciencia que siempre necesité.

AGRADEZCO A:

Familia Gastón Nieto,

Por su apoyo, confianza y cariño que siempre han tenido hacia conmigo.

Mis hermanos Mariana, Sandra y Hugo,

Por su apoyo incondicional que siempre tengo presente y por su amor que cualquier hermano puede desear.

Ing. Héctor Raúl Mejía Ramírez,

Por su paciencia y apoyo que también me permitieron encontrar a un gran amigo.

A mis maestros, compañeros y amigos

Que de una forma directa o indirecta me han ayudado a seguir adelante y a aquellos que en los momentos precisos han sido clave directa para seguir avanzando.

A Ricardo,

Siempre estaré en deuda contigo. ¡Nunca voy a olvidar tu apoyo!

TITULO.

PROPUESTA DE FABRICACIÓN DE UN MEDIDOR VOLUMÉTRICO PARA TANQUE ESTACIONARIO DE GAS L.P. MODELO: GAUGE-2002

OBJETIVO GENERAL.

Establecer los parámetros para el desarrollo del nuevo medidor volumétrico para tanques estacionarios de Gas L.P

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar un análisis de la situación actual de la empresa.
- Analizar los datos de entrada del diseño, para la revisión y verificación, con base en los requerimientos establecidos en la norma de calidad ISO-9001: 1994.
- Realizar la planeación de la producción para el nuevo modelo con base en pronósticos, utilizando la información del departamento de ventas del año 2002.
- Analizar la adaptación del sistema de producción a la fabricación del nuevo producto.
- Propuesta para la creación de una nueva línea específica de producción para el nuevo modelo GAUGE-2002.

JUSTIFICACIÓN.

El presente trabajo pretende ejemplificar la forma en que una empresa fabricante de medidores volumétricos para tanques de gas y amoníaco ha innovado su producto, así como la forma en que pretende introducir a su línea de producción, la fabricación de un nuevo indicador de nivel, el cual entrará al mercado a sustituir a un modelo ya existente.

CONTENIDO.

INTRODUCCIÓN.

CAPITULO 1 GENERALIDADES.

	PAG.
1.1 Historia de la Empresa.	2
1.2 Descripción general del producto.	3
1.3 Demanda del producto.	6
1.4 Equipo de producción.	9
1.5 Diagrama de flujo de proceso actual.	11
1.6 Distribución de planta actual.	11

CAPITULO 2 REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DEL DISEÑO

2.1 Procedimiento para la revisión y verificación del diseño.	16
2.2 Análisis y reporte dimensionales de las partes esenciales del producto.	20
2.3 Análisis de interferencias de ensamble.	35
2.4 Verificación del cumplimiento de datos de entrada.	42
2.5 Validación del diseño del medidor volumétrico.	46

CAPITULO 3 PLANTACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA EL AÑO 2003

3.1 Datos estadísticos de la demanda por mes.	49
3.2 Planteamiento de la metodología a utilizar para obtener los pronósticos por mes.	51
3.3 Pronósticos de ventas por mes para el año 2003.	53
3.4 Plan maestro de producción por mes para el año 2003.	65

CAPITULO 4 ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN A LA FABRICACIÓN DEL NUEVO PRODUCTO

4.1 Plan de calidad.	70
4.2 Diagrama de flujo del proceso del nuevo producto.	76
4.3 Descripción analítica de máquinas y dispositivos necesarios con base en el diagrama de flujo.	78
4.4 Establecimiento de operaciones para el diseño de nuevos dispositivos de ensamble.	82
4.5 Diseño de dispositivos para producción en serie.	84
4.6 Validación de dispositivos por corrida piloto.	89
4.7 Validación de corrida piloto.	91

CAPITULO 5 PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UNA NUEVA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

5.1	Ubicación de la nueva línea de producción dentro de la empresa.	95
5.2	Diagrama de relaciones.	96
5.3	Propuesta de nueva distribución en zona de ensamble.	101
CONCLUSIÓN.		104
ANEXOS.		105
BIBLIOGRAFÍA.		135

INTRODUCCIÓN

Debido al desarrollo constante de la tecnología en la actualidad, se ha desatado una lucha sin cuartel entre las empresas para lograr sobrevivir a los cambios y mantenerse en el mercado. Es por esto que las industrias han optado por usar las más avanzadas técnicas de ingeniería, así como promover la mejora continua en sus productos, maquinaria y equipo a través de una innovación constante. Por estas razones, las empresas se encuentran diseñando nuevos modelos que ofrecer a sus clientes, así como rediseñando sus productos ya existentes buscando que éstos sean competitivos en el mercado.

El presente trabajo pretende ejemplificar la forma en que una empresa fabricante de medidores volumétricos para tanques de gas y amoniaco ha innovado su producto así como la forma en que pretende introducir a su línea de producción la fabricación de un nuevo indicador de nivel, el cual entrará al mercado a sustituir a un modelo ya existente, por lo cual sólo se desarrollará el tema hasta la entrega del reporte de validación del cliente de la primera corrida piloto.

En el capítulo uno se realiza una explicación clara de lo que es el producto tratado en el presente trabajo incluyendo las partes que lo componen ya que más adelante es necesario conocerlas para comprender mejor los estudios realizados, también se puede observar cual es la demanda de este producto entre sus principales clientes. La maquinaria que se tiene para la fabricación es mencionada en el capítulo con el fin de dar un panorama del tipo de empresa que realiza esta fabricación, además de que es una introducción para saber que es lo que vamos a requerir cambiar o agregar al sistema de fabricación. En general, este capítulo uno muestra información importante como el diagrama de flujo del proceso y la distribución de planta actual.

El capítulo dos muestra un panorama concreto del diseño, los análisis dimensionales de las piezas primordiales del diseño, los cuales muestran las condiciones actuales de las piezas que se utilizara. Esta información es el complemento de la revisión y verificación del diseño, así como la validación del diseño la cual corre a cargo de un laboratorio que hace las pruebas pertinentes y determina si el diseño asegura la hermeticidad de los tanques donde es montado.

El capítulo tres es la parte medular de este trabajo, ya que muestra la tendencia de fabricación de este producto y por consecuencia los pronósticos de fabricación para el siguiente mes, por tal motivo es indispensable tener un pronóstico de ventas y desde luego un plan maestro de producción.

En el capítulo cuatro se explican los resultados de los análisis realizados. Se incluye el diagrama de flujo, distribución del producto, así como el plan de calidad elaborado y el reporte de validación entregado por el cliente. No menos importante esta el diseño de dispositivos que como se mencionó en un principio, los dispositivos se analizan para determinar si los actuales son funcionales o se debe fabricar nuevos para este diseño en especial.

Por último se hace la propuesta de creación de una nueva línea de producción, con la ubicación de la línea en la planta y una nueva distribución de ensamble ajena a la actual.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 Historia de la Empresa

En 1923 el Sr. Mike Mc Dough, inició su carrera como representante de equipo original para la compañía BASTIAN-BLESSING, conocida actualmente como REGO (ECCI). De esta manera en 1937, se funda la compañía comercializadora de equipo para Gas en Texas.

Años mas tarde esta compañía negoció con la empresa creadora de la manufactura de los medidores volumétricos la licencia para fabricar esta línea de medidores para Gas L.P. e Industrial.

Debido al éxito de esta línea, en 1958 esta compañía comercializadora de equipo para Gas L.P. compro la línea completa de medidores volumétricos, mudando la compañía a la frontera de Estados Unidos con México, para fundar una nueva empresa, creadora de la nueva tecnología para fabricar los medidores volumétricos.

En los años 60's se funda en la Ciudad de México una nueva empresa manufacturera que en sus inicios produce únicamente medidores volumétricos, con los constantes cambios y el crecimiento de esta empresa, se implementan nuevas líneas de producción para la fabricación de otros productos como termómetros bimetálicos. Actualmente se exportan estos productos a Estados Unidos, Chile, Argentina, Brasil, y están abriendo otros mercados en el resto de Centro y Sudamérica.

Los constantes cambios en la industria y la gran competitividad que existe, llevaron a esta empresa a que en 1996, se emitiera un comunicado de carácter general, en el cual se establecían los parámetros a seguir para poder lograr la certificación según la guía ISO-9000, en su rubro ISO-9001, ya que esta empresa crea sus propios diseños. Esta norma es de carácter internacional que certifica la calidad total del proveedor, para brindar de esta manera a los fabricantes, instaladores y distribuidores de tanques estacionarios de Gas L.P. un producto certificado de clase mundial.

Conforme fue madurando el sistema de calidad de la empresa, fue posible establecer parámetros definidos según requerimientos de la norma, después de un plan de auditorias internas y corrigiendo las observaciones encontradas en dichas auditorias, en el año 2000 se logra la certificación en ISO-9001.

Con la certificación de la empresa, se establece mediante la política de calidad de la empresa, que uno de los índices a medir según el punto 4.1 de la norma ISO9001 "Responsabilidad de la Dirección", es la mejora continua del personal, instalaciones y equipo, por ende la mejora continua en los productos, la cual es una responsabilidad directa del departamento de ingeniería.

Debido a la alta competencia en el mercado, en el año 2002 se comienza a desarrollar el diseño del nuevo modelo de medidor volumétrico, el cual reemplazara al modelo con mayor demanda en el mercado, se desarrolla en parte por la casa matriz ubicada en la frontera con México y perfeccionado por el departamento de ingeniería de esta empresa.

Al establecer los parámetros para el desarrollo en el mercado del nuevo medidor volumétrico, se pretende aumentar la eficiencia de la planta, así como garantizar el cumplimiento de los requerimientos del cliente, reduciendo costos y tiempos de entrega del producto, y así poder permanecer a la cabeza de la competencia en el mercado.

1.2 Descripción general del producto.

Los medidores volumétricos son utilizados en tanques estacionarios de almacenamiento para Gas L.P. con una capacidad máxima de 5000 litros, estos tanques pueden ser estacionarios o móviles, los tanques móviles principalmente son para carburación en la industria automotriz, dentro de la variedad de tanques estacionarios, encontramos tanques de forma vertical y de forma horizontal.

El nuevo modelo de medidor volumétrico, será instalado en un tanque estacionario de almacenamiento para Gas L.P. de forma horizontal, con una capacidad máxima de 300 litros, este medidor esta diseñado para ser instalado en la parte superior del cuerpo en el tanque.

El medidor volumétrico es un dispositivo mecánico que nos indica porcentaje de llenado en un tanque estacionario de Gas L.P., en base a la altura de la columna de líquido.

Por medio de un mecanismo de engranes (piñón y engrane) con relación 1:1.5, (en la página 4, en el punto "Sistema de engranaje" se da una breve explicación de esta relación de engrane 1:1.5) conectan la carátula graduada y la varilla del flotador, y por medio de una transmisión magnética nos indica constantemente el volumen de gas en fase líquida que se encuentra dentro del tanque estacionario. Este mecanismo de engranes es movido por una varilla, que por un extremo se encuentra unida al flotador, y por el extremo contrario esta conectada al piñón y gira en relación con el desplazamiento del centro de masa del flotador que permanece en la superficie del líquido según sea la altura de la columna de gas líquido, la abertura máxima del flotador, a partir de la línea horizontal de centro en el tanque, es de 75° angulares hacia la parte superior, cuando el tanque se encuentra lleno a un 85% de su capacidad, y 75° angulares hacia la parte inferior, cuando el tanque se encuentra vacío.

El medidor de nivel esta diseñado para indicar en su carátula el nivel de llenado del tanque en un rango del 5% al 95% de su capacidad*, con una resolución mínima del 5%, esto es, podemos saber con exactitud el nivel de llenado del tanque estacionario cada 5% de incremento. La graduación de la carátula del 5% al 95%, esta distribuida en un rango de 225° angulares, el desplazamiento angular de la aguja, al indicar el nivel de llenado, con relación al desplazamiento angular del flotador, es 1.5 veces mayor, esto como resultado de la relación de engranes que presenta el mecanismo transmisor.

1.2.1 Montaje en el tanque estacionario para Gas L.P. de 300 litros

Existen diversidad de modelos y montajes para los medidores volumétricos (fig. 1.2.1.), estos pueden ser instalados en la parte frontal de las tapas o del cuerpo del tanque sobre la línea horizontal de centro comúnmente llamado Montaje Central (MC), pueden ser instalados a un cierto ángulo a partir de la línea horizontal de centro del tanque llamado Montaje Angular (MA), o bien pueden ser instalados en la parte superior del tanque llamado Montaje Superior (MS), como lo es el caso del nuevo modelo de medidor volumétrico.

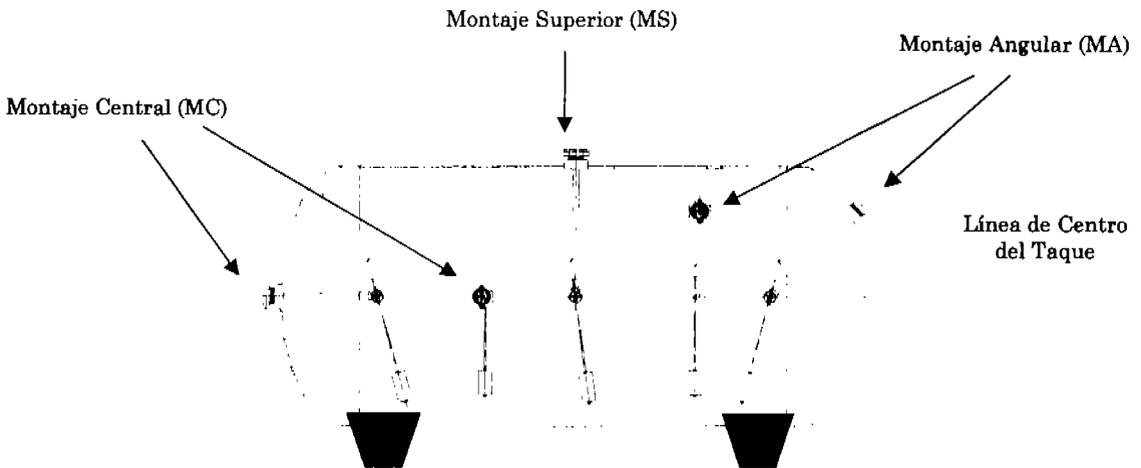


Figura 1.2.1. Montaje del medidor en el tanque estacionario.

* A partir de este capítulo, cuando se hable de %, se deberá entender como la capacidad del tanque donde es instalado el indicador, a menos que se especifique otra cosa en el texto específico.

1.2.2 Partes principales del medidor volumétrico

A continuación se da una breve descripción de las piezas principales que conforman al medidor volumétrico (ver fig. 1.2.2. pag. 6)

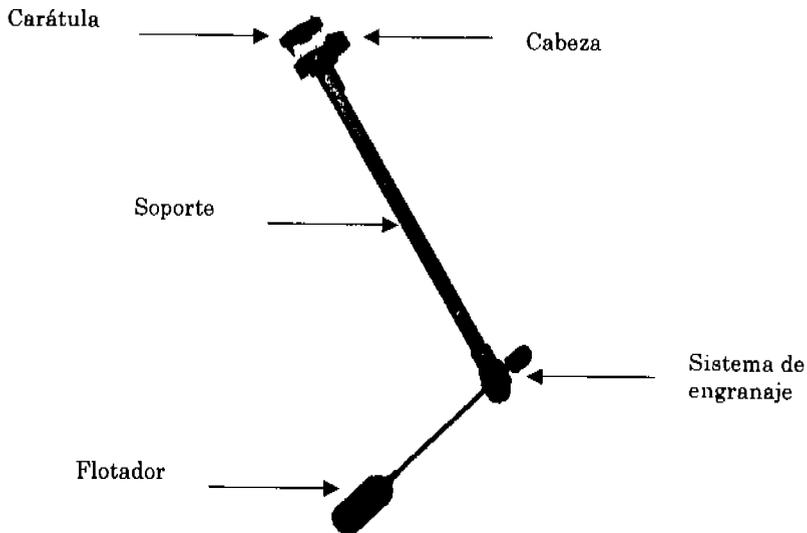
Carátula. La carátula del medidor, es sellada herméticamente por ultrasonido y se ensambla a la cabeza por medio de presión, esta carátula presenta una graduación con incremento de 5% en 5% para indicar el porcentaje de nivel de llenado del tanque estacionario en un rango de medición del 5% al 95%, la distribución angular esta en relación 1:1.5 al desplazamiento del flotador en una abertura de 150° angulares.

Cabeza. Esta fabricada con zamac que es un material que al ser procesado, difícilmente permite burbujas en su estructura además de ser resistente a la corrosión que puede provocar el Gas L.P., la cabeza presenta la característica principal del medidor volumétrico, que es su conexión de cuerda de $\frac{3}{8}$ " N.P.T., para el acoplamiento con la brida del tanque estacionario, esta conexión le da mayor seguridad al acoplamiento ya que resiste presiones por arriba de los 30 kg/cm² y así se garantiza la hermeticidad del tanque.

Soporte. El soporte del medidor es un tubo ranurado de aluminio, el cual protege la varilla central del cuerpo, que a su vez transmite el movimiento del flotador a la aguja de la carátula, le da rigidez al medidor volumétrico, ya que cuando es llenado el tanque se producen fuertes olas por el movimiento del gas al ser traspaleado.

Sistema de engranaje. El sistema de engranaje consta de un piñón con 5 dientes y un engrane con 10 dientes, lo cual nos da la relación de 1:1.5, la función de este mecanismo es transmitir el movimiento vertical del flotador sobre un radio de 10", a la varilla central del cuerpo, la cual le da el desplazamiento sobre un eje horizontal a la aguja del indicador, el flotador tiene un desplazamiento de 150° sobre un radio de 10", esto nos da un desplazamiento de la aguja en la carátula de 225°, esto por la relación de engranes de 1:1.5.

Flotador. El flotador consta de una varilla de acero inoxidable unida por un extremo al flotador y por el extremo contrario se encuentra unida al engrane, con una longitud de 10", el flotador es el que le da movimiento a la aguja indicadora por medio del mecanismo de engranaje, ya que esta en contacto directo en su centro de masa con la superficie de la columna de líquido, conforme aumenta o disminuye el nivel de líquido el flotador se va desplazando.



- Presión máxima de trabajo: 25 Kg/cm².
- Temperatura de operación: -40 a 90 °C.
- Respuesta a la medición: 1.5 segundos.
- Resolución: 5%
- Exactitud: ± 2%

Figura 1.2.2. Partes principales del medidor volumétrico.

1.3 Demanda del producto

El nuevo modelo de medidor volumétrico, reemplazara al modelo anterior con mayor demanda en el mercado, la alta demanda de este medidor se debe a que es instalado en tanques de almacenamiento para Gas L.P., con capacidad de 300 litros, este tanque es el mas comercial para uso domestico e industrial, el cual tiene un estimado de producción global de 500,000 tanques anuales, la empresa cubre el 85% de este mercado, lo que indica que su producción anual de este modelo de medidor volumétrico es aproximadamente de 425,000 unidades al año.

Con base en esta información, se toma la decisión de innovar el modelo actual y reemplazarlo por un modelo nuevo, que presenta una conexión con el tanque más eficiente en tanto a reducción de tiempos en instalación y reemplazo del medidor.

En la tabla siguiente, se muestran las ventas mensuales de este modelo por cliente durante el año 2002.

CLIENTE.	ENE. (pza.)	FEB. (pza.)	MAR. (pza.)	ABR. (pza.)	MAY. (pza.)	JUN. (pza.)	JUL (pza.)	AGO. (pza.)	SEP. (pza.)	OCT. (pza.)	NOV. (pza.)	DIC. (pza.)	TOTAL (EN EL AÑO).
TRINITY	12,500	7,500	11,500	10,000	10,000	11,500	10,000	10,250	10,000	12,000	12,500	13,500	131,250
INGUSA	4,500	4,200	4,600	4,000	3,500	3,000	2,500	2,500	2,500	3,000	3,500	4,000	41,800
PEPER	1,800	2,550	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	28,350
LAJAT	0	0	0	800	800	800	800	800	800	800	800	800	7,200
CILINDROS	0	0	0	500	400	400	300	300	400	400	500	500	3,700
TABSA	1,000	300	450	500	450	400	450	250	550	450	500	750	6,050
METSA	500	500	300	650	500	500	500	600	400	500	500	500	5,950
DIRE	100	150	100	100	50	0	50	0	0	100	50	50	750
MEBA	400	500	500	500	1,000	1,000	500	750	1,000	1,000	1,500	1,500	10,150
EPAGAS	0	0	0	0	100	100	50	0	100	150	150	100	750
TECNOGAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	50	50	200
MENHER	1,500	1,750	2,000	2,000	1,500	1,500	1,500	2,000	2,000	2,000	1,500	2,500	21,750
UNIGAS	500	750	750	500	500	500	600	750	500	500	750	500	7,100
CMS	1,500	1,750	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,000	1,250	1,500	1,500	2,000	18,000
AUTOGAS	0	0	0	0	0	500	500	500	500	500	500	500	3,500
PACCEPAGAS	50	50	50	100	50	50	0	0	50	50	50	100	600
COGAS	1000	750	750	1000	1000	500	500	750	750	500	500	1000	9000
SICA	2,000	2,000	1,500	2,500	2,000	2,000	2,000	2,500	1,000	2,000	2,000	2,500	24000
TECHIGAS	500	100	750	500	0	0	0	0	0	1,000	1,500	1,000	5350
MEDYREG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100	150

Tabla 1.3.1. Demanda anual por cliente para el año 2002.

(La tabla continua en la pag. siguiente).

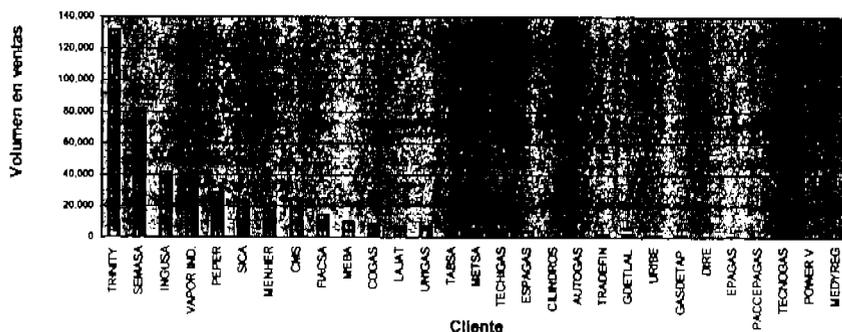
CLIENTE.	ENE. (pza.)	FEB. (pza.)	MAR. (pza.)	ABR. (pza.)	MAY. (pza.)	JUN. (pza.)	JUL. (pza.)	AGO. (pza.)	SEP. (pza.)	OCT. (pza.)	NOV. (pza.)	DIC. (pza.)	TOTAL (EN EL AÑO.)
ESPAGAS	500	0	500	100	750	500	500	500	0	0	0	1,000	4350
POWER V	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	50	0	150
GDETLAL.	250	200	150	150	150	250	0	150	100	100	100	300	1900
GASDETAP	100	100	0	0	0	0	500	0	0	0	100	300	1100
FIACSA	1.000	1.500	1.000	1.000	1.000	750	1.500	1.500	1.000	1.000	1.500	1.750	14500
URIBE	0	0	0	500	0	0	0	500	0	0	0	500	1500
SEMASA	5,000	6,500	5,000	5,000	7,500	5,000	6,500	7,500	7,000	8,500	8,500	10,000	82000
TRADEFIN	0	0	0	500	750	0	0	0	0	0	0	1,000	2250
VAPOR IND.	1.500	2,000	2,500	2,500	2,000	2,500	1,500	2,500	2,500	3,000	3,000	3,000	28500
TOTAL:	38,200	33,150	38,300	37,300	37,900	35,750	34,650	38,000	34,800	41,550	44,050	52,200	461,850

Tabla 1.3.1. Demanda anual por cliente para el año 2002 (cont.)

La información muestra la tendencia del mercado, de la cual podemos obtener un promedio mensual de producción de 38,500 piezas mensuales de este modelo, lo que nos indica una producción diaria aproximada de 1500 piezas para el nuevo modelo.

Esta información, nos sirve como base para justificar la creación de una nueva línea de producción para el nuevo modelo de medidor volumétrico.

Demanda anual por cliente durante el año 2002



Gráfica 1.3.1. Demanda anual por cliente año 2002

1.4 Equipo de producción

Se cuenta con una línea de producción, la cual en cada operación del proceso de ensamble tiene identificado el equipo de producción que son las máquinas, dispositivos y herramientas necesarias para efectuar cada uno de los pasos establecidos en el diagrama de flujo de fabricación del medidor volumétrico, esta línea de producción es útil para la fabricación de cualquiera de los modelos existentes de medidores volumétricos, por lo que en cada orden de producción, es necesario ajustar las máquinas y dispositivos necesarios para el modelo a fabricar.

Esta línea de producción cuenta con el siguiente equipo de producción:

- Dos Sierras eléctricas utilizadas para realizar el corte del tubo de aluminio para el soporte del medidor volumétrico, el tubo en su longitud original de 3 mts. es sujetado por medio de un dispositivo neumático el cual al ser activado, aplica una presión de operación de 6 Kg/cm².
- 10 taladros de columna utilizados para procesos de desbaste con dispositivos mecánicos de sujeción.
- Cuatro prensas troqueladoras; dos prensas de dos toneladas, una de treinta y cinco toneladas y la otra prensa de sesenta toneladas. Éstas se utilizan principalmente para realizar ensambles por medio de punzonados, la de capacidad de sesenta toneladas es utilizada para la fabricación de roldanas de sujeción.
- Máquinas neumáticas. Dentro del proceso de fabricación del medidor volumétrico, se encuentran ciertas operaciones como barrenados y ensambles por apriete, los cuales, para poder hacer más eficiente el proceso, fue necesario fabricar algunas máquinas neumáticas, para satisfacer las necesidades de la planta, estas máquinas fueron diseñadas por el departamento de ingeniería de la empresa y fabricadas por el taller mecánico. Están provistas principalmente de pistones neumáticos que trabajan entre 6-18 Kg/cm² los cuales en su mayoría sirven para sujetar las piezas, además de tener sensores de proximidad, los que determinan la posición que deben de tener para su proceso de fabricación.
- Dispositivos mecánicos. Básicamente para sujeción de las piezas a ensamblar, estos dispositivos mecánicos, fueron diseñados por el departamento de ingeniería de la empresa en el área de diseño mecánico, dependiendo de las necesidades de sujeción, es el diseño del dispositivo.
- un crisol, el cual trabaja a 300 °C, principalmente para fundir plomo y posteriormente ser inyectado y colocado en la parte posterior del flotador del medidor volumétrico, para que funcione como contrapeso para balancear el peso del bulbo.

- Dos magnetizadoras o imantadoras utilizadas para dar las propiedades a los imanes que lleva el medidor volumétrico, los cuales por medio de un campo magnético, realizan la transmisión de la lectura dentro del tanque.
- Una máquina percutora. utilizada para identificar los medidores en la parte superior de la cabeza, es colocado el modelo y la fecha de fabricación.
- Horno de secado. Este horno fue diseñado por el departamento de ingeniería de la empresa, para acclerar la operación de secado en el sello del bulbo con la varilla del flotador.
- Dos selladoras por ultrasonido. La carátula del medidor es sellada por ultrasonido para evitar penetración del agua hacia el interior de la carátula.
- El equipo de producción con el cual se cuenta, cumple con los requerimientos del programa de producción.

1.5 Diagrama de flujo del proceso actual.

El diagrama de flujo del proceso actual, representa gráficamente el sistema de producción a nivel lógico y conceptual, mostrando los componentes esenciales del proceso y la forma en que interactúan. El diagrama de flujo actual, muestra los números de parte y cantidad de materia prima en cada proceso de ensamble, hasta obtener el producto terminado.

El diagrama de flujo establece la relación de los procesos y las áreas de trabajo, en operaciones intermitentes, en el anexo número 1 se muestra el diagrama de flujo de proceso actual.

1.6 Distribución de planta actual

Para la fabricación de los medidores volumétricos, se utilizan las máquinas mencionadas en el punto 1.4, estas máquinas se encuentran distribuidas en tres zonas ubicadas en una parte de la empresa, como se muestra en la fig. 1.6.1.

Las tres partes en las que se encuentra dividida la línea de ensamble son:

- Área de ensamble de carátulas.
- Área de preparación de materiales.
- Área de ensamble final.

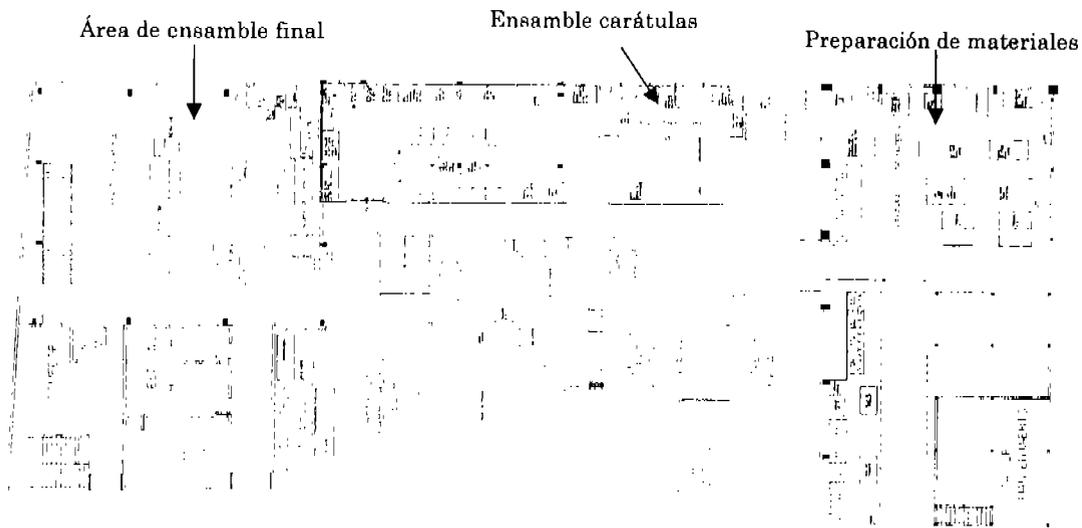


Figura 1.6.1. Distribución de planta actual.

Estas tres áreas de ensamble, no se encuentran conectadas entre sí, por lo que es necesario transportar el material de una operación a otra. Por el sistema que maneja la empresa, es necesario sacar la materia prima del almacén para cumplir con una orden de producción de ciertos subensambles, al concluir con esta orden de producción se ingresan nuevamente al almacén para posteriormente retirarlos en otra orden de producción por una cantidad de producto terminado.

1.6.1 Área de ensamble de carátula

El área de ensamble de carátulas, fig. 1.6.2, presenta una extensión de 18 m², en esta zona se realiza el ensamble de las carátulas para el medidor volumétrico, las carátulas son selladas herméticamente por ultrasonido, garantizando una hermeticidad total, al ser selladas herméticamente, son ingresadas al almacén para futuras ordenes de producción para producto terminado. En esta área se encuentran máquinas de sellado por ultrasonido, así como dispositivos para prueba de hermeticidad.



Figura 1.6.2. Área de ensamble de carátulas.

La secuencia que lleva la fabricación de las carátulas es la siguiente:

- I. Colocar el dial (impresión de la distribución angular sobre una superficie de aluminio con un diámetro aproximado de 1.5") dentro de la caja para carátula.
- II. Colocar aguja indicador al centro de la caja.
- III. Colocar mica protectora sobre la caja.
- IV. Sellar por ultrasonido la mica con la caja.

1.6.2 Área de preparación de materiales

El área de preparación de materiales (fig. 1.6.3), consta de una extensión de 83 m². En esta zona se realizan operaciones de corte de tubos, varillas, así como las operaciones de desbaste en la parte de la cabeza y porta engrane para el ensamble con el cuerpo del medidor volumétrico, en esta zona se encuentran distribuidas las máquinas, como lo son taladros de banco y cierras de corte, para realizar estas operaciones. A continuación se enlistan los pasos a seguir para cada operación realizada en esta área.

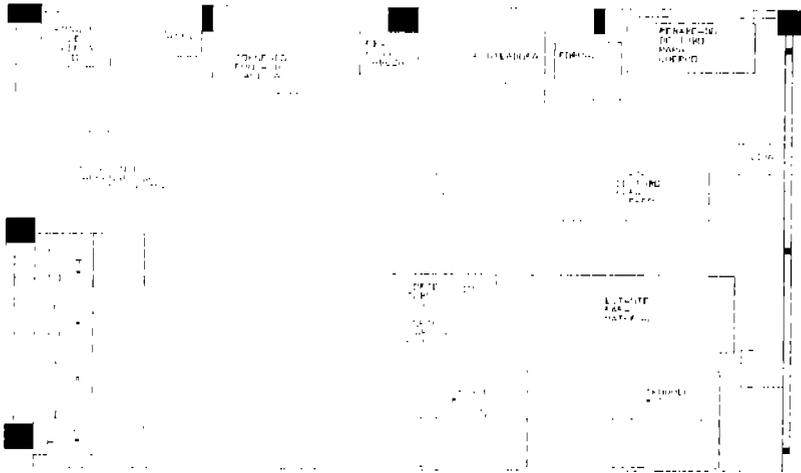


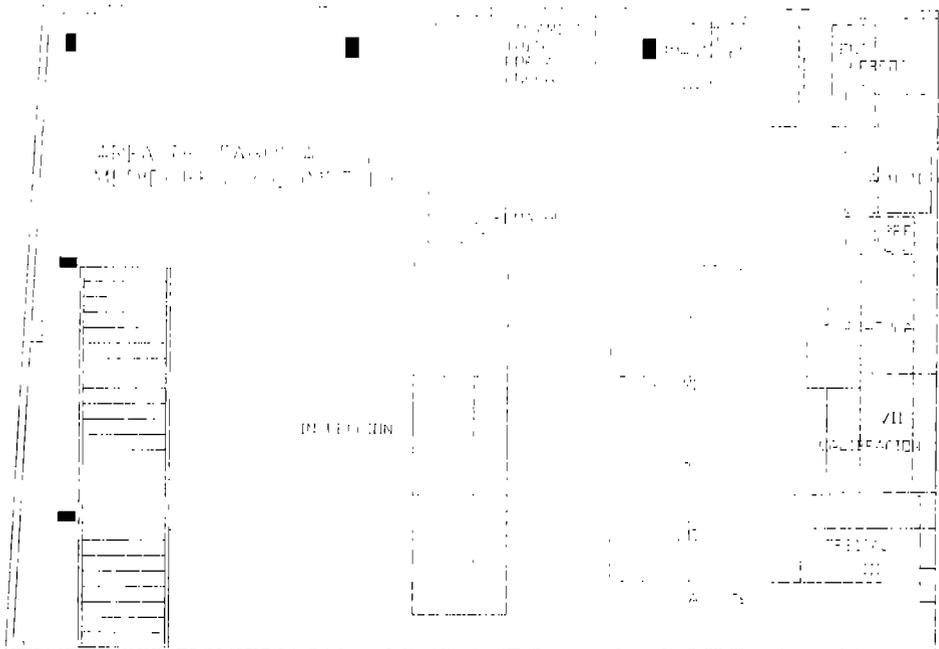
Figura 1.6.3. Área de preparación de materiales.

Pasos a seguir:

- I. Soldado de engrane-cruceta (unión de subensamble sector).
- II. Formado de ángulo a dientes de subensamble engrane sector.
- III. Corte de tubo.
- IV. Corte de varilla para flecha central y para flotador.
- V. Torneado de varilla central.
- VI. Ensamble de varilla con el bulbo y el subensamble engrane sector (unión de subensamble varilla-bulbo-engrane sector).
- VII. Rimado de cabeza, el porta tubo de la cabeza se abre a un diámetro constante para ensamblar el tubo y éste no quede flojo, de modo tal que se pueda safar fácilmente.

1.6.3 Área de ensamble final

El área de ensamble final, (fig. 1.6.4) con una extensión de 135 m², presenta la distribución de máquinas neumáticas de ensamble y dispositivos de inspección, en esta zona se realiza el ensamble final del medidor volumétrico, así como su empaque para ingresarlos al almacén de producto terminado.



La secuencia que lleva la fabricación de las carátulas es la siguiente:

- I. Ensamblar el tubo con el portaengrane.
- II. Remachar el imán con la varilla.
- III. Dar fuerza de atracción al imán.
- IV. Colocar la varilla-imán dentro del subensamble tubo-portaengrane.
- V. Colocar cabeza.
- VI. Puntear cabeza.
- VII. Calibrar medidor volumétrico.
- VIII. Ensamblar subensamble flotador (varilla-bulbo-engrane) con el subensamble soporte.

CAPÍTULO 2

REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DEL DISEÑO

Siguiendo los lineamientos que marca la norma ISO:9001 versión 1994 en el elemento 4.4. "Control del Diseño" con referencia a los subíndices 4.4.6. "Revisión del Diseño" y 4.4.7. "Verificación del Diseño" se procede a hacer una revisión y verificación del medidor volumétrico de Gas L.P. para asegurar que los resultados cumplan con los requisitos de entrada que requieren los clientes. Por tal motivo al comienzo de este capítulo se procede a elaborar el procedimiento para la revisión y verificación del diseño, tomando como base el formato ISO001 (ver anexo 2) del sistema de calidad que se tiene implementado en Medidores Nacionales y que pide la norma ISO:9001 versión 1994, en el punto 4.4. "Control del Diseño" (ver anexo 3). Después de realizado el procedimiento se llevará a cabo el análisis dimensional de las partes más esenciales del medidor volumétrico; así como también un análisis de interferencias entre dichas piezas.

Con estos datos, se puede entonces hacer la verificación del cumplimiento de los datos de entrada del modelo diseñado y por consecuencia la validación del medidor volumétrico. En conclusión, observaremos como es que se puede llevar a cabo la fabricación del medidor volumétrico modelo GAUGE:2002, y como nos servirá de pauta para realizar la planeación de la producción de este modelo para el año 2003 (ver capítulo 3).

2.1. Procedimiento para la revisión y verificación del diseño

Propósito y alcance *

Propósito. Realizar revisiones y verificaciones formales al proceso de diseño de nuevos productos, modificaciones a los ya existentes y a los que han sido resultado de la importación de tecnología y se requiera realizarles cambios o modificaciones con la finalidad de asegurar que los resultados del diseño cumplan con los requerimientos del cliente.

Alcance. Este procedimiento aplica al diseño de nuevos productos.

Responsabilidades *

Dirección Comercial	Es responsable de proporcionar los datos de entrada del medidor requerido.
Gerencia de Ingeniería	Es responsable de coordinar todas las actividades para realizar la revisión y verificación del diseño.

* Ver Anexo 2.

Jefe de Compras	Es responsable de proporcionar los datos de entrada requeridos para realizar las modificaciones a los componentes del diseño existentes y proveer los elementos necesarios para que se realicen los prototipos resultantes de los diseños y/o las modificaciones que se generen como resultado de este procedimiento.
Jefe de Producción	Debe coordinarse con el departamento de Ingeniería durante las fases de revisión y verificación del diseño con la finalidad de determinar la facilidad de fabricación del producto resultante.
Jefe de Calidad	Es responsable de verificar que las partes, subensambles y producto terminado cumplen con lo establecido en la documentación generada; así como registrar los resultados obtenidos en las pruebas a fin de obtener un producto confiable.

Definiciones *

Revisión del diseño	Examen documentado, completo y sistemático de un diseño para evaluar su capacidad de satisfacer los requisitos para la calidad del producto, identificar y proponer el desarrollo de soluciones.
Verificación del diseño	Se refiere al proceso de examinar y registrar los resultados del diseño respecto a los requerimientos del cliente.

Requerimientos a cumplir *

- a) Deben registrarse las revisiones realizadas a los diseños en el formato de FR04-01009 "Registro de Datos de Revisión y Verificación del Diseño" (ver anexo 4).
- b) Todos los resultados de diseño que se generen deben ser revisados y verificados.
- c) Al realizar este procedimiento aseguramos que el diseño será revisado y verificado de acuerdo a los requerimientos del cliente para generar un producto que cumpla con la función para la cual ha sido diseñado.

* Ver Anexo 2.

Procedimiento *

- I. Al finalizar cada etapa del diseño, se debe realizar por lo menos una junta con los departamentos involucrados para hacer una revisión correspondiente, la minuta generada de la junta se anexará al registro de dicha revisión, de la cual se entrega copia a cada departamento involucrado.
- II. Las revisiones deben realizarse y programarse al menos una en cada etapa del diseño, registrando los resultados en el formato de registro FR04-01009 "Registro de Datos de Revisión y Verificación del Diseño", se debe registrar cualquier cambio u observación que implique una modificación en el diseño. Si es necesario un análisis dimensional se registran los datos de los documentos adjuntos de referencia.
- III. Si se requiere, se puede realizar la revisión del diseño con la ayuda de un especialista externo a la compañía con la finalidad de asegurar que el componente utilizado en el producto terminado cumpla con los requerimientos estipulados en los datos de entrada.
- IV. Si debido a la complejidad el diseño se requiere realizar diferentes revisiones, éstas pueden realizarse en el número que sea necesario y de acuerdo al criterio del diseñador, siempre y cuando se registren los cambios indicados en la documentación resultante y registra los cambio indicados en la documentación resultante y registrar los cambio en el formato FR04-01009 "Registro de Datos de Revisión y Verificación de Diseño" (ver anexo 4).
- V. Una vez realizadas y registradas las revisiones al diseño, se procederá a la realización del prototipo basándose en la documentación resultante del diseño.
- VI. Ya que se ha realizado el prototipo, se debe realizar una revisión formal del prototipo resultante y realizar las revisiones necesarias a la documentación, por motivo de facilidad de fabricación, adaptabilidad al proceso de fabricación existente, etc., con la finalidad de homologar la documentación existente con el prototipo elaborado. Esta revisión puede realizarse en coordinación con los departamentos de producción, calidad e incluso proveedores externos si es aplicable. Dichos cambios deben ser realizados en la documentación aplicable y deben ser registrados en el formato FR04-01009 "Registro de Datos de Revisión y Verificación de Diseño" (ver anexo 4), esta revisión puede ser considerada como parte de la verificación.
- VII. Si el diseño requiere para su verificación la realización de cálculos alternativos, tales como de dimensionamiento geométrico, cálculo de tolerancias u otros que el diseñador considere necesarios, los cuales pueden realizarse de acuerdo con la documentación resultado del diseño aplicable.
- VIII. Si se encuentra que el diseño es similar a unos existente, puede realizarse una verificación del funcionamiento del prototipo del mismo respecto al funcionamiento del producto existente, Sin embargo, si se requiere realizar modificaciones al diseño en desarrollo, éstos deben ser registrados.

* Ver Anexo 2.

- IX. Una vez realizadas las modificaciones pertinentes al prototipo y a la documentación aplicable, se debe realizar una prueba de funcionamiento del prototipo para verificar si dicho prototipo cumple con los requerimientos estipulados en los datos de entrada. Esta verificación puede realizarse en coordinación con Calidad y las áreas que se considere que pueden participar en la realización de esta verificación del diseño.
- X. Si se encuentran diferencia en el desempeño del prototipo respecto a los datos de entrada, deben realizarse las revisiones correspondientes a la documentación y el prototipo según sea aplicable, y se deben registrar dichas modificaciones en el formato FR04-01009 "Registro de Datos de Revisión y Verificación de Diseño" (ver anexo 4) designado al proyecto. Este proceso puede repetirse cuantas veces sea necesario hasta que se asegure que se cumple con los datos de entrada estipulados.
- XI. Una vez que el diseño cumple con los datos de entrada, se debe realizar la validación del diseño la cual correrá a cargo de un ente certificador ajeno a la empresa.
- XII. Cuando se requiere realizar un cambio a un diseño existente, pero no se considere necesario realizar prototipo, se deben seguir los puntos de este procedimiento que se considere aplicables, sin excluir el registro de los cambios en la documentación y en el registro de cambios del proyecto. Esto también es aplicable a los productos resultado de importación de tecnología.
- XIII. Una vez que el diseño modificado cumple con los datos de entrada, si es aplicable, debe realizarse la validación del diseño modificado.

Referencias *

- Documentos de referencia:
 - NMX-CC-001:1995 IMNC Administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Vocabulario.
 - NMX-CC-003:1995 IMNC Sistema de calidad – Modelo para el aseguramiento de la calidad en diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.

Anexos *

- FR04-01009 Formato de registro de datos de revisión y verificación del diseño.

* Ver Anexo 2.

2.2. Análisis y reportes dimensionales de las partes esenciales del producto

Tomando en cuenta que las partes esenciales del producto corresponden a las que integran el sistema de engranaje, analizaremos dimensionalmente las que afectan directamente un funcionamiento de engranes, como son: la cruceta, el engrane y el portaengrane, tomando como base la hoja de datos DS-1307 (ver fig. 2.3.2 pag. 41).

Siguiendo los lineamientos de los procedimientos implementados en la empresa se solicitó al proveedor de dichas piezas que enviara un reporte dimensional de primeras muestras con la finalidad de saber si éstas cumplen con los requerimientos del plano y tener material para ensamblar prototipos par realizar la validación del diseño.

A continuación se muestra el plano y el reporte dimensional de primera muestra de dichas piezas, comenzando por el portaengrane y terminando con el engrane.

2.2.1. Reporte dimensional del portaengrane (gearhousing)

Tomando en consideración la verificación del diseño, se pidió el análisis dimensional del portaengrane, a continuación descrito.

REGISTRO PARA REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DEL DISEÑO

Fecha de emisión: 27-SEP-02

Número de revisión: 1

Fecha de revisión: 27-SEP-02

Revisión: Verificación: **Descripción de la revisión o verificación:**

Análisis dimensional del portaengrane, para verificar si se fabrica conforme a especificaciones.

Acciones a realizar:

Solicitar al proveedor del portaengrane que envíe el reporte dimensional de primeras muestras para su evaluación.

Descripción de documentos adjuntos.

Se anexa plano (ver fig. 2.2.1. en la pag. 22).

Ing. Ricardo Hernández
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FR04-01009


TECNOLÓGICA PLÁSTICO MECÁNICA, S.A. DE C.V.
 DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD
ANÁLISIS DIMENSIONAL

DATOS DE LA PARTE	DATOS COMPLEMENTARIOS	DATOS DEL DOCUMENTO
CLIENTE AL QUE PERTENECE: ARMANDO MANRIQUEZ	NIVEL DE INGENIERIA: E	IDENTIFICACION: ROBERTO-SAACON
NOMBRE INTERNO: GRAB HOURING	FECHA DEL NIVEL DE NOMENCLATURA: 10/2008	FECHA DE ELABORACION: 08/08
NÚMERO EXTERNO: 0713-0009	UNIDAD: <input checked="" type="checkbox"/> PULG. <input type="checkbox"/> MM	NÚM. DE REVISION: 001
PROYECTO: MEJORADOR DE GAS	MÁQUINA: TRIMET	FECHA DE REVISION: 12/1999
MATERIA PRIMA: POM MATILCON 400	CANTIDADES: 4	

Nº DE EL DIBUJO	ESPECIFICACION	MEDIDA MINIMA	MEDIDA MAXIMA	ESPECIFICA NÚMERO 1				VERIFICACION DE MEDIDA Y TOLERANCIA
				CANTIDAD 1	CANTIDAD 2	CANTIDAD 3	CANTIDAD 4	
1	0.225 ± 0.005	0.220	0.230	0.225	0.225	0.225	0.225	C OK
2	0.190 ± 0.005	0.185	0.195	OK	OK	OK	OK	C OK
3	0.205 ± 0.005	0.200	0.210	0.205	0.205	0.205	0.205	C OK
4	0.04 ± 0.004	0.04	0.04	0.04 (0.04)	0.04 (0.04)	0.04 (0.04)	0.04 (0.04)	OK OK
5	0.007 ± 0.001	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	C OK
6	0.120 ± 0.004	0.116	0.124	OK	OK	OK	OK	C OK
7	0.061 ± 0.001	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	C OK
8	0.210 ± 0.005	0.210	0.210	0.210 (0.210)	0.210 (0.210)	0.210 (0.210)	0.210 (0.210)	OK OK
9	0.147 ± 0.005	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	M OK
10	0.210 ± 0.005	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	C OK
11	0.180 ± 0.005	0.175	0.185	0.180	0.180	0.180	0.180	C OK
12	0.180 ± 0.005	0.175	0.185	OK	OK	OK	OK	C OK
13	0.210 ± 0.005	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	C OK
14	0.210 ± 0.005	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	C OK
15	0.184 ± 0.005	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	M OK
16	0.200 ± 0.005	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	C OK
17	0.200 ± 0.005	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	C OK
18	0.200 ± 0.005	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	C OK
19	0.200 ± 0.005	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	C OK
20	0.200 ± 0.005	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	C OK
21	0.200 ± 0.005	0.200	0.200	0.200 (0.200)	0.200 (0.200)	0.200 (0.200)	0.200 (0.200)	OK OK
22	0.170 ± 0.005	0.165	0.175	0.170	0.170	0.170	0.170	C OK
23	0.200 ± 0.005	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	C OK
24	0.200 ± 0.005	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	C OK
25	0.200 ± 0.005	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	C OK
26	0.200 ± 0.005	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	C OK
27	0.200 ± 0.005	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	C OK
28	0.200 ± 0.005	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	C OK
29	0.200 ± 0.005	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	C OK

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

C: CALIBRADOR	MA: MEDIDOR DE ALTURAS	MC: MICROMETRO	ME: MÁQUINA DE MEDICIÓN POR COORDENADAS
T: TRANSPORTADOR UNIVERSAL			

EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS REALIZADO POR EL PROVEEDOR FABRICANTE

CUMPLE TODOS LOS REQUISITOS DE LOS DIBUJOS Y ESPECIFICACIONES SI NO

ACLARACIONES: LA DIMENSION 13 ESTÁ FUERA DE ESPECIFICACION * VERIFICADOR PASA-NO PASA (0.195-0.199 PULG.)
 - VERIFICADOR PASA-NO PASA (0.198-0.199 PULG.) ** VERIFICADOR PASA-NO PASA (0.197-0.199 PULG.)

AREA DE INGENIERIA	NOMBRE: <u>LUIS GABRIEL MÉNDEZ</u>	FUESTO: <u>GERENTE DE INGENIERIA</u>	FIRMA:
DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD	NOMBRE: <u>PIJAR DIAZ ROMERO</u>	FUESTO: <u>JEFE DE CONTROL DE CALIDAD</u>	FIRMA:
FECHA: <u>12/1999</u>			

Figura 2.2.2. Análisis dimensional del portaengrane enviado por el proveedor (continua en la pag. 24).


TECNOLÓGICA PLÁSTICO MECÁNICA, S.A. DE C.V.
DIVISIÓN DE CONTROL DE CALIDAD
ANÁLISIS DIMENSIONAL

DATOS DE LA PARTE		DATOS COMPLEMENTARIOS		DATOS DEL DOCUMENTO	
CLIENTE AL QUE PERTENECE: MEDIDORES NACIONALES		NIVEL DE INGENIERÍA: E		IDENTIFICACIÓN: RO01E01-04ACC(1)	
NOMBRE INTERNO: GEAR HOUSING		FECHA DEL NIVEL DE INGENIERÍA: 10/2000		FECHA DE ELABORACIÓN: 03/00	
NÚMERO INTERNO: 0013-00539		UNIDAD: <input checked="" type="checkbox"/> PULG. <input type="checkbox"/> MM		NO. DE REVISIÓN: 001	
PROYECTO: MEDIDOR DE GAS		MÁQUINA: TPRN07		FECHA DE REVISIÓN: 12/1900	
MATERIA PRIMA: POM NAT(CELCON MRO)		CAVIDADES: 4			

No. DE DIBUJO	ESPECIFICACIÓN	MEDIDA	MEDIDA	MUESTRA NUMERO 1								INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y COMENTARIOS	
				CAVIDAD 1		CAVIDAD 2		CAVIDAD 3		CAVIDAD 4			
30	0.800 ± 0.003	0.497	0.503	0.8005	0.8000	0.8008	0.8008	0.8008	0.8008	0.8008	C	OK	
31	0.300 ± 0.006	0.343	0.358	0.3490	0.3500	0.3500	0.3500	0.3495	0.3495	C	OK		
32	15° ± 1°	14°	16°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	T	OK		
34	0.875 ± 0.006	0.865	0.875	0.8675	0.8685	0.8696	0.8696	0.8670	0.8670	C	OK		
35	0.070 ± 0.006	0.068	0.076	0.0705	0.0705	0.0700	0.0700	0.0700	0.0700	C	OK		
38	0.200 ± 0.020	0.203	0.210	0.2065	0.2065	0.2065	0.2065	0.2065	0.2065	MA	OK		
41	R 4X 0.03 ± 0.010	0.020	0.040	1/32	1/32	1/32	1/32	1/32	1/32	1/32	GR	OK	
				(0.031)	(0.031)	(0.031)	(0.031)	(0.031)	(0.031)	(0.031)			(0.031)
42	R 2X 0.03 ± 0.010	0.020	0.040	1/32	1/32	1/32	1/32	1/32	1/32	1/32	GR	OK	
				(0.031)	(0.031)	(0.031)	(0.031)	(0.031)	(0.031)	(0.031)			(0.031)

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

C: CALIBRADOR	MA: MEDIDOR DE ALTURAS	M: MICRÓMETRO	MC: MÁQUINA DE MEDICIÓN POR COORDENADAS
T: TRANSPORTADOR UNIVERSAL	GR: GAUGE DE RADIOS		

EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS REALIZADO POR EL PROVEEDOR FABRICANTE

CUBRE TODOS LOS REQUISITOS DE LOS DIBUJOS Y ESPECIFICACIONES SÍ NO

ACLARACIONES:

FECHA DE INGENIERÍA:	NOMBRE: LUIS GABRIEL MÉNDEZ	PUESTO: GERENTE DE INGENIERÍA	FIRMA:
DIVISIÓN DE CONTROL DE CALIDAD:	NOMBRE: PILAR DÍAZ ROMERO	PUESTO: JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	FIRMA:
FECHA: 12/1900			

Figura 2.2.2. Análisis dimensional del portaengrane enviado por el proveedor (cont.).

Analizando los datos obtenidos en el reporte dimensional entregado por el proveedor (ver fig. 2.2.2. pag. 23). Se observa que la dimensión marcada con el número 12, se encuentra fuera de tolerancia, por lo que se solicita al proveedor un reporte del estado del molde, ya que estas cotas son cotas críticas.

2.2.1.1. Reporte del molde del portaengrane (gearhousing)

Debido a que las muestras no cumplen con los requisitos, se solicitó un reporte del estado en que se encuentra el molde.

En la figura 2.2.3, (ver pag. 26), se muestra el reporte del estado del molde del portaengrane de plástico.

Para el caso de la dimensión No. 12 (diámetro de 0.159" – 0.162"), la medida física es de 0.158"/0.163", debido a que presenta una forma ovoide, al ajustar esta dimensión quedaría fuera, hacia uno u otro lado de las tolerancias.

Para realizar el ajuste se necesitará saber los resultados de las pruebas de ensamble; así sea para disminuir esta dimensión o en caso de que no se necesite ninguna modificación, cambiar las dimensiones en el plano.

TECNOLÓGICA PLÁSTICO MECÁNICA, S.A. DE C.V. ÁREA DE INGENIERÍA REPORTE DE MOLDE		
DATOS DE LA PARTE		
CLIENTE AL QUE PERTENECE: <u>MEDIDORES INTERNACIONALES ROCHESTER S.A. DE C.V.</u>		
NOMBRE INTERNO: <u>GEAR HOUSING</u>	NOMBRE EXTERNO: <u>GEAR HOUSING</u>	
NÚMERO EXTERNO: <u>0013-00530</u>	CLAVE (TPM): <u>RO08-1</u>	
DATOS DEL MOLDE		
PROPIEDAD DE: _____	MEDIDORES NACIONALES	S.A. DE C.V.
MOLDE FABRICADO POR: <u>T.P.M.</u>	FECHA DE FABRICACIÓN: <u>ago-00</u>	
NÚMERO EXTERNO: <u>-- 0 --</u>	CLAVE DEL MOLDE (TPM): <u>RO08-1</u>	
NÚMERO(S) DE PARTE(S) QUE PRODUCE: <u>1</u>	CANTIDAD DE PLANOS RECIBIDOS: <u>NINGUNO</u>	
MEDIDAS EXTERNAS: <u>206 X 348 X 250 mm</u>	PEBO: <u>220</u> Kg.	
NÚMERO DE CAVIDADES: <u>4 (CUATRO)</u>	ÚTILES: <u>4 (CUATRO)</u>	
EQUIPO ADICIONAL: _____	NINGUNO	
¿EL CUENTE PROPORCIONÓ REPORTE DEL MOLDE?: <u>NO</u>	¿TPM REALIZÓ REPORTE DE MOLDE?: <u>SI</u>	
FECHA DE RECIBIDO: <u>AGOSTO/2000</u>	FECHA DE INSPECCIÓN: <u>AGOSTO/2000</u>	
CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE.		
TIPO DE MOLDE	TIPO DE INYECCIÓN:	SISTEMA DE BOTADO
<input checked="" type="checkbox"/> ESTÁNDAR	<input checked="" type="checkbox"/> SUBMARINA	<input checked="" type="checkbox"/> BOTADORES CILÍNDRICOS
____ MOLDE DE 3 PLACAS	____ FRÍA LATERAL	____ BOTADORES PLANOS
____ MOLDE FAMILIAR	____ SUBMARINA DE GANCHO	____ MANGAS
____ INSERTOS INTERCAMBIABLES	____ SUBMARINA EN BOTADOR	____ PLACA
____ PROTOTIPO	____ DIRECTA	____ DESMORROQUE AUTOMÁTICO
____ ACCIONAMIENTOS LATERALES	____ COLADA CALIENTE	____ DESMORROQUE MANUAL
____ STACK MOLD	____ ABANICO	____ INSERTOS MANUALES
	____ FLASH	____ CON AIRE
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO:	ACABADOS	ACCIONAMIENTO DE CAMAS
<input checked="" type="checkbox"/> CAVIDADES / CORAZONES	CAVIDADES	<input checked="" type="checkbox"/> PERNOS INCLINADOS
____ PORTAMOLDE	____ EROSIONADO	____ HIDRÁULICO
____ DEFLECTOR EN CORAZÓN	____ PULIDO	____ POR RESORTES
____ SERPENTÍN EN CORAZÓN	____ TEXTURIZADO	____ NEUMÁTICO
____ PERNOS DE ENFRIAMIENTO	____ GRABADO	____ LEVAS EXTERNAS
____ PLACAS DE AISLAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> PIEDRA	
____ CASCADA	____ CROMADO	
	____ MAQUINADO	
	____ ARENADO	
	____ OTROS	
CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	DUREZAS.	MARCAS EN CAVIDAD
<input checked="" type="checkbox"/> BOTADORA GUIADA	PORTAMOLDE: <u>18</u> HRo.	____ NÚMERO DE PARTE
____ CANGADOS DE LOCALIZACIÓN	CORAZONES: <u>32</u> HRo.	<input checked="" type="checkbox"/> IDENTIFICACIÓN DE CAVIDAD
<input checked="" type="checkbox"/> SALIDAS DE AIRE EN LÍNEA DE CIERRE	CAVIDADES: <u>52</u> HRo.	____ REVISIÓN
<input checked="" type="checkbox"/> POSTES SOPORTE	PLACAS DE CIERRE: <u>20</u> HRo.	____ FECHADORES
<input checked="" type="checkbox"/> RETORNO CON RESORTES	PLACAS DE FIJACIÓN: <u>10</u> HRo.	
<input checked="" type="checkbox"/> RECUPERADORES	INSERTOS: _____ HRo.	
____ INSERTOS MARCADOS CON	CAMAS: <u>37</u> HRo.	

Figura 2.2.3 Reporte del estado en que se encuentra el molde para portaengrano. (continua en la pag. 27)



TECNOLÓGICA PLÁSTICO MECÁNICA, S.A. DE C.V.
 ÁREA DE INGENIERÍA
 REPORTE DE MOLDE

CONDICIONES DEL MOLDE:

PORTAMOLDE	PLACAS DE CIERRE	CAVIDADES	COORAZONES
<input type="checkbox"/> SUCIO	<input type="checkbox"/> SUCIAS	<input type="checkbox"/> SUCIAS	<input type="checkbox"/> SUCIOS
<input type="checkbox"/> RAYADO	<input type="checkbox"/> RAYADAS	<input type="checkbox"/> RAYADO	<input type="checkbox"/> RAYADOS
<input type="checkbox"/> OXIDADO	<input type="checkbox"/> OXIDADAS	<input type="checkbox"/> OXIDADAS	<input type="checkbox"/> OXIDADOS
<input type="checkbox"/> PICADO	<input type="checkbox"/> PICADAS	<input type="checkbox"/> PICADAS	<input type="checkbox"/> PICADOS
<input type="checkbox"/> GOLPEADO	<input type="checkbox"/> GOLPEADAS	<input type="checkbox"/> GOLPEADAS	<input type="checkbox"/> GOLPEADOS
<input checked="" type="checkbox"/> NUEVO	<input checked="" type="checkbox"/> NUEVAS	<input type="checkbox"/> SOLDADAS	<input type="checkbox"/> SOLDADOS
		<input checked="" type="checkbox"/> NUEVAS	<input checked="" type="checkbox"/> NUEVOS
BOTADORES	AJUNTE DE BOTADORES		ARRILLO CENTRADOR
<input type="checkbox"/> DESGARRADOS	<input type="checkbox"/> APRETADOS		<input type="checkbox"/> SUCIO
<input type="checkbox"/> OXIDADOS	<input checked="" type="checkbox"/> DESLIZANTE		<input type="checkbox"/> RAYADO
<input type="checkbox"/> GOLPEADOS	<input type="checkbox"/> CON JUEGO DE: _____ APPROX.		<input type="checkbox"/> OXIDADO
<input type="checkbox"/> DOBLADOS	<input type="checkbox"/> PROVOCARÍA REBABA		<input type="checkbox"/> GOLPEADO
<input checked="" type="checkbox"/> NUEVOS			<input checked="" type="checkbox"/> NUEVO
BOQUILLA O BENEDEIRO	INSERTOS		
<input type="checkbox"/> SUCIA	<input type="checkbox"/> SUCIOS		
<input type="checkbox"/> RAYADA	<input type="checkbox"/> RAYADOS		
<input type="checkbox"/> OXIDADA	<input type="checkbox"/> OXIDADOS		
<input type="checkbox"/> PICADA	<input type="checkbox"/> PICADOS		
<input type="checkbox"/> GOLPEADA	<input type="checkbox"/> GOLPEADOS		
<input type="checkbox"/> SOLDADA	<input type="checkbox"/> SOLDADOS		
<input checked="" type="checkbox"/> NUEVA	<input type="checkbox"/> NUEVOS		

SE ANEXAN: \$ FOTOS PARA SU REVISIÓN.

ADAPTACIONES PARA TRABAJARLO EN T.P.M.
 NINGUNA

CUIDADOS E INDICACIONES DE TRABAJO:

CUIDAR QUE EL MOLDE NO ATRAPE HIERBA EN SU LÍNEA DE CIERRE. SI

ACEITAR EL MOLDE EN CADA CAMBIO DE TURNO.

REVISAR QUE EL MOLDE NO CONTENGGA AGUA EN LOS CANALES DE REFRIGERACIÓN.

TENER EXTREMO CUIDADO QUE EL MOLDE NO CONTENGGA GOTAS DE AGUA EN SUS CAVIDADES.

AL FINALIZAR LA PRODUCCIÓN EFECTUAR LIMPIEZA Y APLICAR ANTIOXIDANTE ANTES DE ALMACENARLO.

EFECTUAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL TALLER MECÁNICO 2 VECES AL AÑO.

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS:

Figura 2.2.3 Reporte del estado en que se encuentra el molde para portaengrane (cont.).

2.2.2. Reporte dimensional de la cruceta (cross stud)

Siguiendo con la verificación del diseño se solicitó el reporte dimensional de la cruceta.

REGISTRO PARA REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DEL DISEÑO

Fecha de emisión: 27-SEP-02

Número de revisión: 2

Fecha de revisión: 27-SEP-02

Revisión: Verificación: **Descripción de la revisión o verificación:**

Análisis dimensional de la Cruceta (Cross stud), para verificar si se fabrica conforme a especificaciones.

Acciones a realizar:

Solicitar al proveedor de la cruceta que envíe el reporte dimensional de primeras muestras para su evaluación.

Descripción de documentos adjuntos.

Se anexa plano (ver fig. 2.2.4. en la pag. 29).

Ing. Ricardo Hernández
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FR04-01009

INITIAL SAMPLE REPORT - PHYSICAL DIMENSIONS

PROVIDER NAME: MEDIDORES NACIONALES		DATE: 09/19/2000
CUSTOMER PART#: 0055-00543		SP DATE/REV: 02/11/2000
POD PART#: P920-596-018260-00		SIGNATURE: <i>Carmel Dimich</i>
DESCRIPTION: .186 X .188 Cross Stud		APPROVED: <i>[Signature]</i>
SPECIFICATIONS		RESULTS
1. Radius .015 Max.		.0070 - .0100
2. Radius .015 Max.		.0050 - .0100
3. Shank Diameter .187 +/- .001		.187 - .1874
4. Point Diameter .122 +/- .003		.1223 - .1226
5. Point Length .070 +/- .005		.0695 - .0735
6. Shoulder Diameter .450 +/- .003		.4490 - .4510
7. Collar Diameter .092 +/- .006		.0615 - .0640
8. Radius .020 +/- .040		.0250 - .0370
9. Radius .075 Max.		.0320 - .0610
10. Head Diameter .310 +/- .010		.3104 - .3119
11. Collar Diameter .500 +/- .010		.4990 - .4970
12. Head Diameter .190 +/- .005		.1895 - .2000

Figura. 2.2.5. Análisis dimensional de la cruceta enviado por el proveedor. (continua en la pag. 31)

**CAMCAR-PRECISION COMMERCIAL DIVISION
CAPABILITY ANALYSIS**

CUST: MEDIDORES NACIONALES CAMCAR P/N: P020-606-018260-00
 P/N: 0020-606-43 DATE: 9/19/00 S/O: 121473
 CHAR: Length SPECS: UPPER: 0.4830 LOWER: 0.4470 TOL: 0.0080
 # of Decimals (Enter 1 thru 4) 5

RAW DATA

CELL 1	CELL 2	CELL 3	CELL 4	CELL 5	CELL 6	CELL 7	CELL 8	CELL 9	CELL 10
0.4510	0.4510	0.4500	0.4510	0.4510	0.4515				
0.4510	0.4510	0.4510	0.4505	0.4510	0.4505				
0.4500	0.4500	0.4500	0.4510	0.4510	0.4500				
0.4510	0.4515	0.4505	0.4510	0.4510	0.4510				
0.4515	0.4515	0.4500	0.4515	0.4515	0.4505				

SIGMA: 0.00081 SKEWNESS: -0.4832 AVG: 0.4508
 CP: 1.94 KURTOSIS: -0.6262 MAX: 0.4515
 Cpk: 1.40 MIN: 0.45
 CR: 81.42%

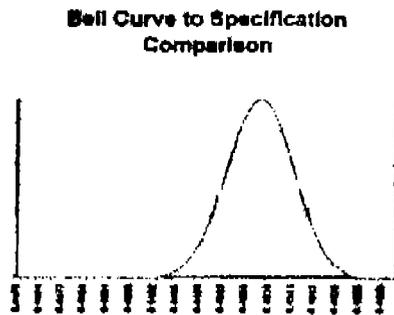
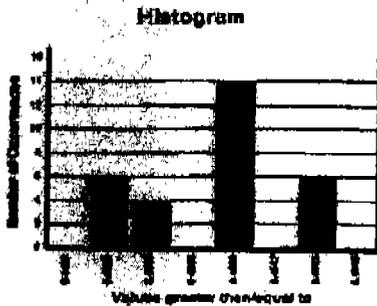


Figura 2.2.5. Análisis dimensional de la cruceta enviado por el proveedor (cont.).

Analizando los datos del reporte se concluye que la cruceta si se encuentra dentro de especificaciones. Por lo que no requiere cambios en su diseño.

2.2.3. Reporte dimensional del engrane (gear blank)

Se elabora el formato FR04-01009, para este análisis dimensional.

REGISTRO PARA REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DEL DISEÑO

Fecha de emisión: 27-SEP-02

Número de revisión: 3

Fecha de revisión: 27-SEP-02

Revisión: Verificación:

Descripción de la revisión o verificación:

Análisis dimensional del engrane (gear blank), para verificar si se fabrica conforme a especificaciones.

Acciones a realizar:

Solicitar al proveedor de la cruceta que envíe el reporte dimensional de primeras muestras para su evaluación.

Descripción de documentos adjuntos.

Se anexa plano (ver fig. 2.2.6. en la pag. 33).

Ing. Ricardo Hernández
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FR04-01009

Item	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	R. 400 + .005	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
2	R. 375 + .002	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375
3	R. 180 - .005	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180
4	R. 180 - .017	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180
5	13 dia 53' - 15 Dia 31' 20 dia Chispa 1/2"	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
6	R. 400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
7	R. 380 + .005	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380
8	R. 400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
9	R. 400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
10	R. 110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110
11	R. 600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
12	R. 200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
13	R. 5	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
14	R. 25	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
15	R. 6	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

Figura 2.2.7. Análisis dimensional del engrane enviado por el proveedor.

Analizando los datos del reporte se concluye que el engrane si se encuentra dentro de especificaciones. Por lo que no requiere cambios en su diseño.

2.3. Análisis de interferencias de ensamble.

El propósito de este análisis es saber si los datos de entrada del diseño del medidor volumétrico son los correctos. Como se mencionó en el punto 2.2 (ver pag. 20). de este capítulo tomaremos únicamente las partes que tiene que ver directamente con el sistema de engranaje. Estas son: engrane sector (cruceta-engrane) y portaengrane, de acuerdo con la hoja de datos DS-1307 (ver pag. 41), la roldana, varilla y tubo, deben ser utilizados en este análisis de interferencia. La razón de tomar únicamente en cuenta las piezas que pertenecen al sistema de engranaje, es porque de éste depende el funcionamiento adecuado del medidor volumétrico. Para esto se llenó el formato FR04-01009 (ver anexo 4) para indicar las acciones a realizar para llevar a cabo dichos análisis.

La interferencia consiste en determinar el ajuste que existe entre los diámetros de dos piezas, de modo tal que se pueda confirmar que siempre existe al menos una relación directa de las partes. El ensamble de dos piezas con la misma dimensión nominal, constituye un ajuste. Dependiendo de la posición de la tolerancia en cada una el ajuste puede ser:

- **Con juego.** Se asegura siempre un juego ya que la zona de tolerancia del agujero esta enteramente por encima de la zona de tolerancia del árbol.
- **Incierto.** Es un ajuste que puede dar a veces juego, a veces apriete ya que las zonas de tolerancia del árbol y el agujero se traslapan.
- **Con apriete.** Se asegura siempre un apriete ya que la zona de tolerancia del agujero está enteramente por debajo de la zona de tolerancia del árbol. Antes del ensamble, el árbol es más grande que el agujero.

Para el caso de nuestras piezas, se tienen los siguientes aprietes:

- ❖ **Ensamble Cruceta-Engrane.**- En este ensamble el ajuste deberá tener juego ya que si no existiera éste, el ensamble abarcaría más tiempo del esperado, tomando además en consideración que estas piezas quedarán unidas por una soldadura.
- ❖ **Roldana-Cruceta.**- Este ensamble también deberá tener juego por la misma razón que el ensamble la cruceta y el engrane, tomando en consideración para este caso que la roldana irá remachada.
- ❖ **Varilla-Portaengrane.**- En este ensamble es necesario que exista un juego entre el árbol de la varilla y el barreno del portaengrane, ya que éste tendrá una función similar a un buje para darle solamente la posición a la varilla.
- ❖ **Portaengrane-Cruceta.**- Este ensamble también debe tener un juego, por lo que la interferencia entre el barreno del portaengrane y la cruceta del engrane sector, será determinante para que al momento de que el engrane sector gire por transmisión de la varilla, no exista el más mínimo rozamiento entre ambas piezas, de hecho se recomienda aplicar un poco de grase en dicho subensamble a modo de lubricante.

- ❖ **Tubo-Portaengrane.**- El ajuste en este caso, debe ser fuerte o con apriete, ya que el portaengrane queda sujeto al tubo de modo tal que todo el sistema de engrane quede fijo al tubo y así dar forma al soporte.

De esta forma observamos que el ajuste entre las piezas es importante, pero sobretodo las dimensiones de las piezas que lo conforman.

En el siguiente análisis, se observa de que forma obtenemos la interferencia entre las piezas y la dimensión que adquiere cada una. Esto podemos verlo en el registro para revisión y verificación del diseño hecho para el análisis de interferencias en donde se establece que el análisis de interferencia es en la zona del sistema de engranaje, así mismo como acciones a realizar se pide un análisis dimensional de las piezas correspondientes, el cual se realizó en la sección 2.2. de este capítulo. Después se elabora el registro para revisión y verificación del diseño hecho para el análisis de interferencias (ver pag. 37), que para el caso se enfoca al análisis de interferencias, y se muestra el resultado de la prueba; así como los datos obtenidos de este análisis.

Se podrá observar como obtenemos el juego máximo y mínimo que puede existir entre las piezas analizadas (ver pag. 38) esto es con el fin de asegurarnos que siempre existirá una interferencia que se adapte a las necesidades del ensamble.

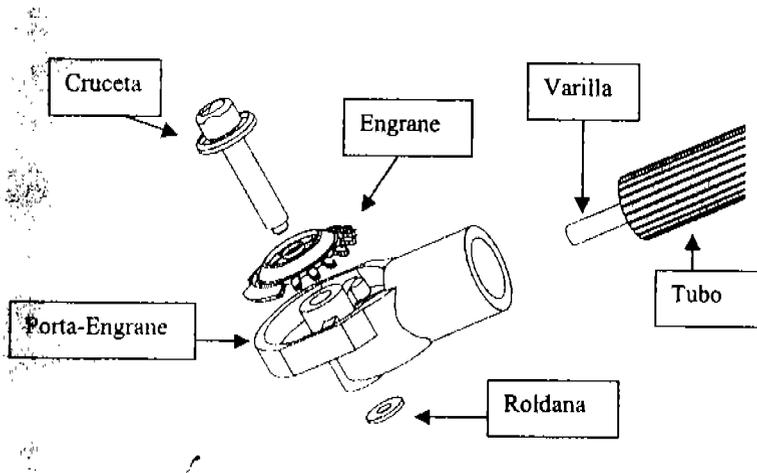


Figura 2.3.1 Sistema de engranaje.

REGISTRO PARA REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DEL DISEÑO.

Fecha de emisión: 27-SEP-02

Número de revisión: 1

Fecha de revisión: 27-SEP-02

Revisión: Verificación: **Descripción de la revisión o verificación:**

Análisis de interferencia del ensamble del medidor volumétrico en la zona del portaengrane, cruceta y roldana de retención según la hoja de datos DS-1307.

Acciones a realizar:

- Solicitar al proveedor un análisis dimensional del portaengrane, cruceta y engrane*
- Realizar el análisis de la información presentada en el mismo.
- Realizar análisis de interferencia mediante el formato de registro de resultados de pruebas.

Descripción de documentos adjuntos.

Se anexa hoja de datos DS-1307(ver fig. 2.3.2. en la pag. 41).

Ing. Ricardo Hernández
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FR04-01009

* Estas acciones a realizar se mostraron en la sección 2.2. de este capítulo.

Reporte de análisis de interferencias.

En el siguiente recuadro (cuadro 2.3.1.) se muestra el análisis dimensional de las interferencias mencionadas. Este análisis esta dividido por ensamble de piezas, en donde se muestra un juego máximo (Jmax) y un juego mínimo (Jmin.) entre las piezas a ensamblar, para lo cual:

$$J_{max} = \text{Diámetro máximo del barreno} - \text{Diámetro mínimo del árbol.}$$

$$J_{min} = \text{Diámetro mínimo del barreno} - \text{Diámetro máximo del árbol.}$$

Para el caso de la interferencia No. 1 (del cuadro 2.3.1.) del ensamble cruceta engrane, se pretende determinar la longitud máximo y mínima que adquiere la cruceta al ser soldada al engrane. Estas longitudes son utilizadas para el análisis de la interferencia entre el engrane sector y el portaengrane cuya especificación esta determinada con "especificación 1" en la figura 2.3.2 de la pag. 41.

ENSAMBLE CRUCETA - ENGRANE					
CRUCETA 0056-00543	Profundidad				
	Máxima	<u>0.453"</u>			
	Profundidad	<u>0.447"</u>			
	Mínima				
			Interferencia	=	<u>0.453"</u> <u>0.047"</u> = <u>0.411"</u>
			1	=	0.447" 0.042" 0.400"
ENGRANE 0085-00476	Profundidad				
	Máxima	<u>0.047"</u>			
	Profundidad	<u>0.042"</u>			
	Mínima				
ENSAMBLE CRUCETA - ENGRANE					
CRUCETA 0056-00543	Diámetro				
	Máximo	<u>0.188"</u>			
	Diámetro	<u>0.186"</u>			
	Mínimo				
			Interferencia	=	Jmax = 0.004"
			2	=	Jmin = 0.001"
ENGRANE 0085-00476	Diámetro				
	Máximo	<u>0.190"</u>			
	Diámetro	<u>0.189"</u>			
	Mínimo				

Cuadro 2.3.1. Análisis de interferencias

ENSAMBLE ROLDANA - CRUCETA

CRUCETA 0056-00543	Diámetro			
	Máximo	<u>0.125"</u>		
	Diámetro	0.119"		
	Mínimo			
ROLDANA 0028-00606	Diámetro		Interferencia =	Jmax = 0.010"
	Máximo	<u>0.129"</u>		Jmin = 0.001"
	Diámetro	0.126"		
	Mínimo			

ENSAMBLE VARILLA - PORTAENGRANE

VARILLA 0088-00596	Diámetro			
	Máximo	<u>0.157"</u>		
	Diámetro	0.154"		
	Mínimo			
P/ENGRANE 0013-00539	Diámetro		Interferencia =	Jmax = 0.008"
	Máximo	<u>0.162"</u>		Jmin = 0.002"
	Diámetro	0.159"		
	Mínimo			

ENSAMBLE ENGRANE SECTOR - PORTAENGRANE

E. SECTOR 0085\$00078				
			Interferencia =	Jmax = 0.018"
				Jmin = 0.002"
P/ENGRANE 0085-00476	Profundidad			
	Máxima	<u>0.398"</u>		
	Profundidad	0.393"		
	Mínima			

VER DS.-1307 (PAG. X) SE COMPRUEBA LA ESPECIFICACIÓN No. 1

ENSAMBLE CRUCETA - PORTAENGRANE

CRUCETA 0056-00543	Diámetro			
	Máximo	<u>0.188"</u>		
	Diámetro	0.186"		
	Mínimo			
P/ENGRANE 0013-00539	Diámetro		Interferencia =	Jmax = 0.008"
	Máximo	<u>0.194"</u>		Jmin = 0.004"
	Diámetro	0.192"		
	Mínimo			

Cuadro 2.3.1. Análisis de interferencias (cont.).

ENSAMBLE ENGRANE SECTOR - PORTAENGRANE			
E. SECTOR 0085\$00078	Diámetro		
	Máximo	<u>0.188"</u>	
	Diámetro	0.186"	
	Mínimo		
P/ENGRANE 0013-00539	Diámetro		
	Máximo	<u>0.191"</u>	
	Diámetro	0.189"	
	Mínimo		
		Interferencia =	Jmax = 0.005"
			Jmin = 0.001"
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> VER DS.-1307 (PAG. X) SE COMPRUEBA LA ESPECIFICACIÓN No. 2 </div>			
ENSAMBLE TUBO - PORTAENGRANE			
TUBO 0049-01438	Diámetro		
	Máximo	<u>0.506"</u>	
	Diámetro	0.501"	
	Mínimo		
P/ENGRANE 0013-00539	Diámetro		
	Máximo	<u>0.501"</u>	
	Diámetro	0.495"	
	Mínimo		
		Interferencia =	Jmax = 0.000"
			Jmin = 0.011"
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> SI DIVIDIMOS ENTRE 2 OBTENEMOS LA INTERFERENCIA POR LADO VER DS.1307 (PAG X.) Y SE CUMPLE LA ESPECIFICACIÓN No. 3 </div>			

Cuadro 2.3.1. Análisis de interferencias (cont.).

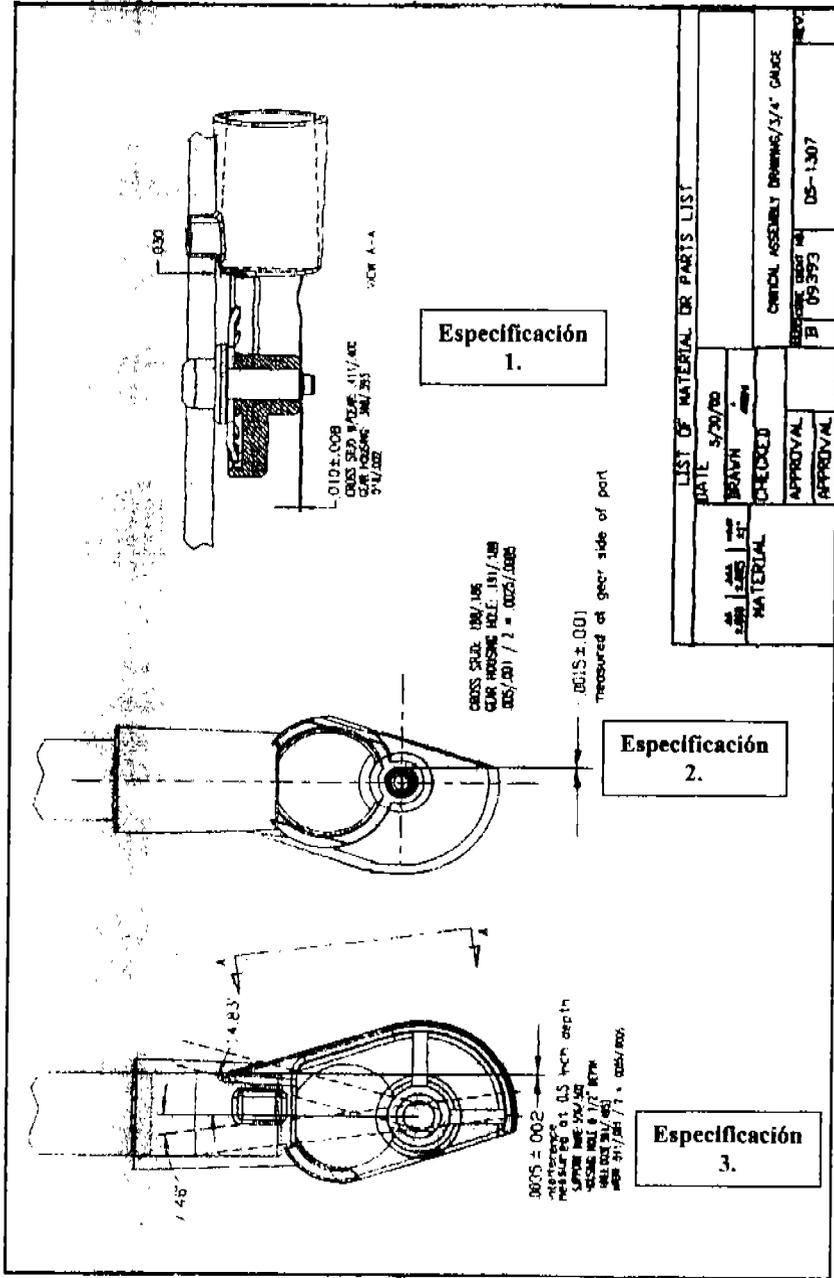


Figura 2.3.2. Hoja de Datos DS-1307.

2.4. Verificación del cumplimiento de datos de entrada

En esta parte del capítulo se demostrará que el medidor de volumen puede ser utilizado en el tanque correspondiente, lo único que es necesario hacer, es una prueba física de ensamble del medidor y una prueba física también que demuestre que la prueba hidrostática que realiza el cliente en el medidor ya ensamblado se agiliza con este diseño. Para hacer esta verificación debemos llevar a cabo el registro del formato FR04-01009, para el medidor volumétrico.

REGISTRO PARA REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DEL DISEÑO

Fecha de emisión: 21-OCT-02

Número de revisión: 4

Fecha de revisión: 21-OCT-02

Revisión: Verificación:

Descripción de la revisión o verificación:

Verificar si el medidor volumétrico cumple con los objetivos del diseño y los datos de entrada.

Acciones a realizar:

- Realizar análisis de verificación.
- Consultar registro de datos de entrada del diseño.

Descripción de documentos adjuntos.

Análisis de Verificación.
Plano de cople de $\frac{3}{4}$ " (ver fig. 2.4.1. pag. 44)
Dibujo de ensamble (ver fig. 2.4.2. pag. 45).

Ing. Ricardo Hernández
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FR04-01009

Como indica la revisión realizada, debemos llevar a cabo un análisis de verificación el cual se describe a continuación:

ANÁLISIS DE VERIFICACIÓN DEL DISEÑO

Producto:	Medidor Volumétrico.
Modelo:	Gauge-2002
Fecha:	21- Octubre – 2002
Requerimiento:	El medidor volumétrico debe de tener una cuerda de $\frac{3}{4}$ " NPTF.
Resultado:	De acuerdo al dibujo número 7381-06001 indica que tiene una cuerda de $\frac{3}{4}$ " NPTF.
Requerimiento:	Portaengrane (gearhousing) que entre sin ningún problema de interferencia en la brida de $\frac{3}{4}$ " NPTF.
Resultado:	Se dibujo el ensamble del indicador con la brida observando que no presenta problema de interferencia, así como se realizó el ensamble de un prototipo con la brida (ver fig. 2.4.2. pag. 45.)
Requerimiento:	El fabricante requiere que la prueba hidrostática se agilice.
Resultado:	Analizando la prueba hidrostática realizada por el cliente con el diseño anterior, el cual es ensamblaba con tornillos, se observa que con el cambio a la brida roscada se puede utilizar un tapón de $\frac{3}{4}$ " y facilitará el desarrollo de la prueba.
Elaboró análisis:	Ing. Oscar E. Islas C.

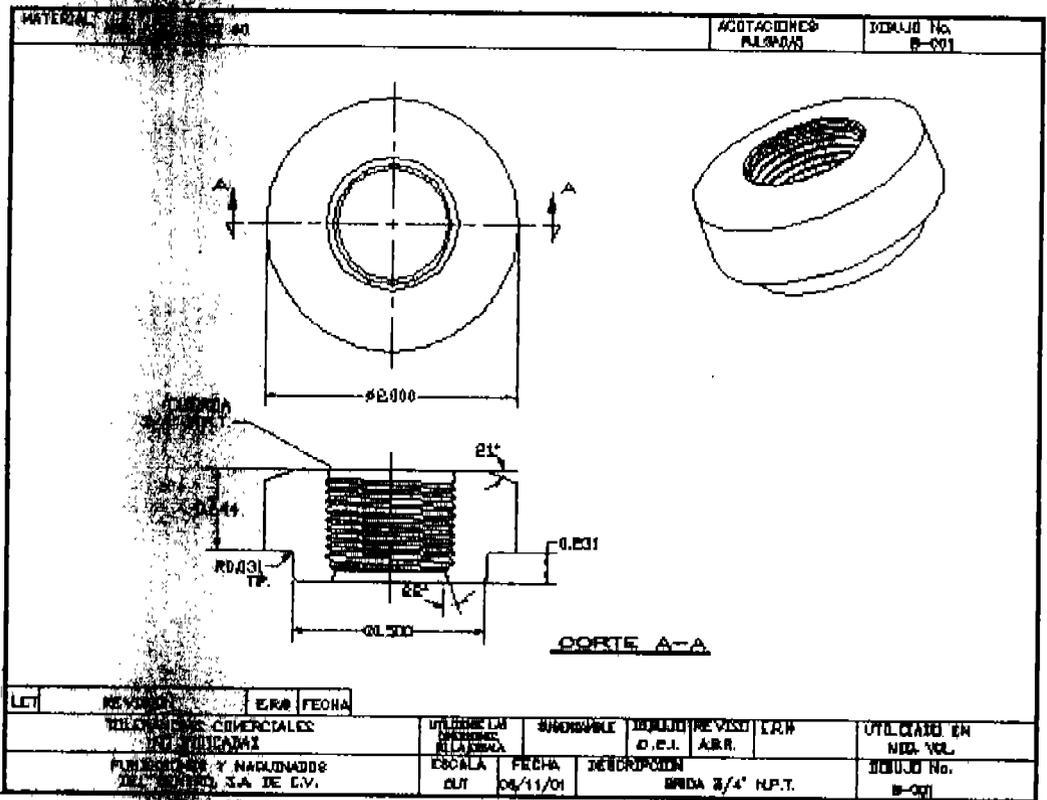


Figura 2.4.1. Cople de 3/4" NPTF.

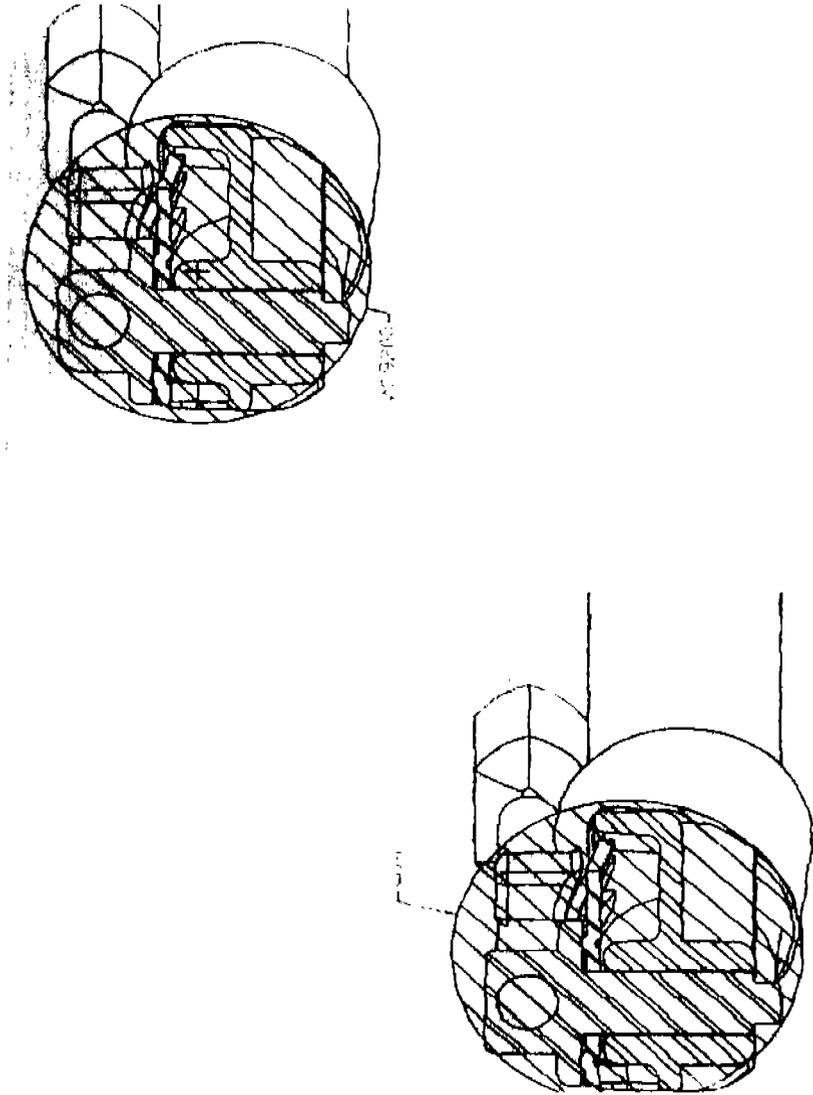


Figura 2.4.2 Simulación de ensamble entre el medidor y el cople.

2.5. Validación del diseño del medidor volumétrico (Underwrites laboratories Inc.)

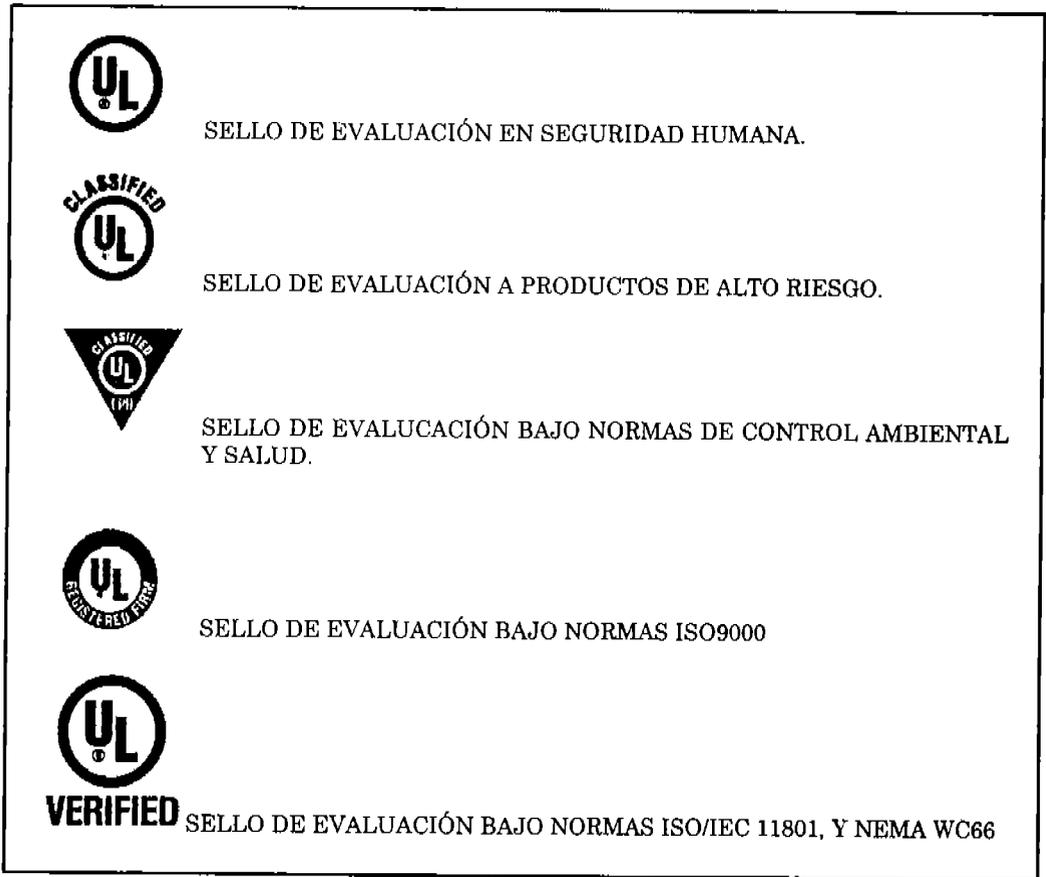
UL (Underwrite Laboratories Inc.), es una organización independiente, no lucrativa. Quien ha probado la seguridad en los productos por más de un siglo. Cada año, más de 17 millones de marcas y productos pueden ser aprobados por esta organización.

Desde su fundación en 1894, se han ganado una reputación envidiable como líderes de certificación en productos en todo E.U.A. Adquiriendo renombre y convirtiéndose en uno de los más reconocidos proveedores de asistencia y servicio en el mundo. Hoy en día, sus servicios se extienden hasta empresas que requieren ayuda para la aceptación de sus productos, independientemente de que sea un producto eléctrico, un sistema de programación o una empresa con un proceso de calidad independiente. Las autoridades gubernamentales locales y regionales a través de los Estados Unidos recetan a UL y sus determinaciones.

La marca registrada UL en un producto es el medio por el cual un fabricante, un vendedor o importador puede demostrar que muestras del producto han sido examinadas, para verificar el cumplimiento de las normas de seguridad aplicables. Tal identificación es a menudo requerida por varias autoridades gubernamentales para establecer el cumplimiento con los códigos y las ordenanzas locales.

Existen diversos tipos de sellos UL, como los mostrados en el cuadro 2.5.1. Cada uno tiene su propio significado específico y valor. La única forma de determinar si un producto ha sido certificado por UL, es viendo que tenga alguno de los sellos como los que se muestran en el cuadro 2.5.1. (ver pag. 47). En algunos casos, la marca de UL, puede ser representada por alguno de estos sellos.

El sello UL significa que UL, ha probado y evaluado muestras representativas de este producto y ha determinado que este conoce los requerimientos de UL y los ha aprobado. Además de que estos productos son verificados periódicamente en la propia planta del cliente mediante auditorias sin previo aviso, para estar seguros que se cumple con los requerimientos establecidos por UL.



Cuadro 2.5.1. Muestras de algunos sellos proporcionados por UL.

El medidor volumétrico ha sido sometido a esta certificación logrando pasar las pruebas con éxito. Tomando en consideración que es un instrumentación que debe asegurar que la hermeticidad de los tanques donde es instalado, sea la correcta, UL exige de esta forma que el medidor cumpla con las normas establecidas por parte del laboratorio como normas de seguridad. Así mismo, es necesario que este ente certificador valide que el diseño es aplicable y sobretodo seguro. Al haber sido sometido a las pruebas de ingeniería propias del laboratorio, y haber logrado pasarlas, el organismo mediante un certificado avala el diseño del medidor, dicho certificado puede ser observado en la figura 2.5.1. (ver página 48). el cual ha sido modificado en la información clave, de modo tal que muestre que el medidor ha sido certificado como un instrumento seguro, y cuidando la identificación real del fabricante.



FAX TRANSMISSION

NOTICE OF AUTHORIZATION TO APPLY THE UL MARK

Mr. Carl Taylor

FAX: 972-620-1403

Our Reference: MPE5374, 00NK20122

Subject: LP-Gas Liquid Level Gauges

Dear Mr. Taylor:

In accordance with your letters dated April 11, 13 and 14, 2000, to our Client Advisor, we have established Project No. 00NK20122 with a cost limit of \$775.00 to cover the cost of the investigation for the subject products. We have completed our engineering investigation under the above project number and find the products comply with the applicable requirements.

This letter, in entirety, supplements the UL Conformity Assessment Service Procedure and serves as authorization to apply the UL Mark to the above models constructed as described in the attached addendum.

To provide the manufacturer with the intended authorization to use the UL Mark, the addressee must send a copy of this Notice and all attached material to each manufacturing location.

This authorization is effective for 90 days only from the date of this notice. Records covering the product are now being prepared and will be sent to you in the near future.

Products which bear the UL Mark shall be identical to those which were evaluated by UL and found to comply with UL's requirements. If changes in construction are discovered, authorization to use the UL Mark on these products and products that bear the UL Mark may have to be reviewed (in the field or at the manufacturing facility) to bring them into compliance with UL's requirements.

Sincerely,

DANIEL GLITZ (Ext. 41562)
Senior Engineering Assistant
Conformity Assessment Services,
3016ANBK

Reviewed by:

R. A. ZEMAN
Engineering Group Leader
Conformity Assessment Services,
3016ANBK

Figura 2.5.1. Autorización de los laboratorios UL.

CAPÍTULO 3

PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA EL AÑO 2003

En los capítulos 1 y 2, hemos visto como fu que nació el medidor volumétrico; así como también el diseño de éste, pudimos observar como esta conformada la distribución de la planta actualmente y que es lo que utilizamos para manufacturarlo. Así mismo, nos hemos dado cuenta que su funcionamiento será acorde a las especificaciones definidas y que el cliente tendrá una ventaja en el uso de este medidor volumétrico, por lo que corresponde ahora, revisar la factibilidad de producción por volumen de ventas, analizar si la proyección de ventas es similar o lejanamente parecida a la tendencia que se tiene del medidor de volumen hasta el año 2002.

Por tal motivo, veremos que la fabricación de volumen va en aumento y que si el pronóstico es acertado, es posible la fabricación de este modelo para poder cubrir la demanda que se tiene, puesto que el producto, esta en función de la venta del tanque de gas, la venta que tienen nuestros clientes y desde luego, el consumo que tendrán para este medidor volumétrico.

3.1. Datos estadísticos de la demanda por mes

La empresa en su departamento de ventas, mantiene una estadística de la cantidad de piezas facturadas en cada mes por cada uno de sus clientes, sin contar devoluciones, cambios o reposición de material no conforme.

Las datos de las ventas realizadas se presentan agrupados entre la cartera de clientes, estos datos se presentan en series de tiempo de un mes, tomando en cuenta la estadística de las ventas del periodo que comprende desde 1999 hasta el año 2002, esto para garantizar un pronóstico confiable.

En la Tabla 3.1.1. de la página 50 se muestran los datos de las ventas mensuales realizadas en el periodo mencionado, tomando en cuenta que la cantidad indicada es la venta total o piezas facturadas, no se toma en cuenta la estadística de entrega por parte de producción al almacén de producto terminado, ya que la producción real de la planta es aproximadamente un 5% mayor a la facturada.

SERIES DE TIEMPO

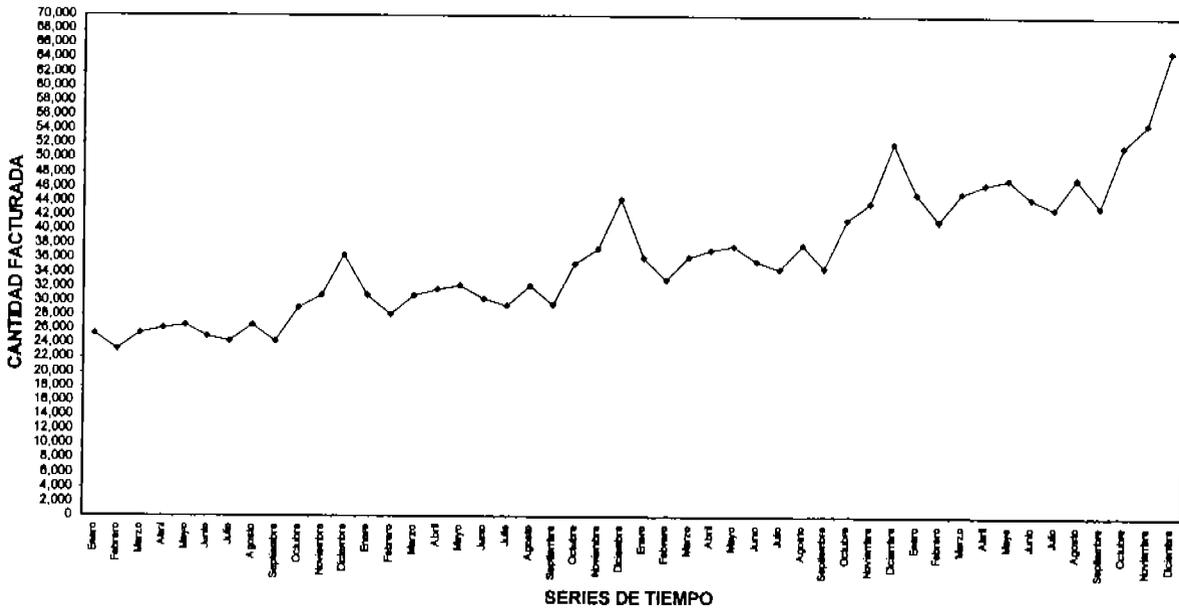
DATOS (MESES)	AÑO			
	1999	2000	2001	2002
ENERO	25,340 pzas.	30,770 pzas.	36,200 pzas.	45,250 pzas.
FEBRERO	23,205 pzas.	28,178 pzas.	33,150 pzas.	41,438 pzas.
MARZO	25,410 pzas.	30,855 pzas.	36,300 pzas.	45,375 pzas.
ABRIL	26,110 pzas.	31,705 pzas.	37,300 pzas.	46,625 pzas.
MAYO	26,530 pzas.	32,215 pzas.	37,900 pzas.	47,375 pzas.
JUNIO	25,025 pzas.	30,388 pzas.	35,750 pzas.	44,688 pzas.
JULIO	24,255 pzas.	29,453 pzas.	34,650 pzas.	43,313 pzas.
AGOSTO	26,600 pzas.	32,300 pzas.	38,000 pzas.	47,500 pzas.
SEPTIEMBRE	24,360 pzas.	29,580 pzas.	34,800 pzas.	43,500 pzas.
OCTUBRE	29,085 pzas.	35,318 pzas.	41,550 pzas.	51,938 pzas.
NOVIEMBRE	30,835 pzas.	37,443 pzas.	44,050 pzas.	55,063 pzas.
DICIEMBRE	36,540 pzas.	44,370 pzas.	52,200 pzas.	65,250 pzas.

Tabla 3.1.1. Datos estadísticos de las ventas realizadas en el periodo 1999 a 2002.

Como se puede observar en los datos de la Tabla 3.1.1. la demanda sigue una tendencia creciente en cada serie de tiempo, esta demanda esta regida por la producción de tanques estacionarios sumándole la producción de medidores para repuesto.

En la gráfica 3.1.1. (ver pag. 51) se muestra la tendencia de la producción en un periodo de tiempo de 1999 al año 2002.

TENDENCIA



Gráfica 3.1.1. Gráfica representativa, serie de tiempo & cantidad facturada (vendida) en el periodo de 1999 al año 2002.

El proceso que causa la demanda es un proceso de series de tiempo con tendencia positiva, se muestra una demanda en incremento, por lo que esperamos un pronóstico con tendencia similar a la demanda de series de tiempo del pasado, mostrada en la gráfica.

3.2. Planeamiento de la metodología a utilizar para obtener los pronósticos por mes

Los pronósticos nos sirven para poder estimar que pasará en el futuro con el fin de tomar las mejores decisiones que no afecten el rumbo de la empresa. En este caso, pronosticar la demanda de la producción mensual de medidores volumétricos para el año 2003 nos hace referencia a un método en específico para no caer en la adivinanza.

Esta demanda de medidores volumétricos esta marcada por el mercado global de la actualidad, por lo que es indispensable obtener un pronóstico lo más cercano a la realidad, los métodos que se puede utilizar para pronosticar la demanda son por series de tiempo, ya que usaremos estadísticas del pasado para determinar el futuro, es importante seleccionar el método adecuado tomando como base la tendencia que presenta la producción mensual mostrada en la gráfica 3.1.1. (pag. 51).

Los resultados obtenidos en el pronóstico afecta indirectamente el empleo, los niveles de materia prima, la mercadotecnia, la distribución y almacenamiento de los medidores volumétricos. La empresa opera con planes semanales, por lo que un buen pronóstico con la exactitud necesaria y con un costo razonable, nos ayudará a tomar mejores decisiones en cuanto producir para evitar afectar los puntos ya mencionados y tomar decisiones sobre abrir nuevas líneas de ensamble para aumentar la capacidad de las mismas o si es necesario abrir nuevas plantas.

Por naturaleza del producto, la demanda no es constante, en el ciclo de vida, que lo medidores volumétricos llevan hasta la actualidad, la demanda esta en constante crecimiento por lo que es necesario seguir esa tendencia positiva aumentando la capacidad de la planta, se espera que en aproximadamente 15 años , la tendencia de la demanda en su ciclo de vida del producto sea en forma decreciente, donde la demanda sea menor cada vez más, por lo que al revisar la información observamos que el proceso de los medidores volumétricos es un proceso de series de tiempo lineal con tendencia positiva y con una cierta estacionalidad.

Como podemos observar en la gráfica 3.1.1. el proceso no es constante si no que aumenta en forma estable, por el aumento en la demanda de tanques estacionarios. Para pronosticar con exactitud una serie de tiempo, es necesario un modelo que incorpore esa tendencia, el modelo para un proceso con tendencia lineal esta dado por la siguiente ecuación:

$$d_t = a + bt + \epsilon_t *$$

Donde:

- d_t : Demanda del periodo t
- a : Constante fundamental del proceso.
- bt : La pendiente de la tendencia.
- ϵ_t : Ruido aleatorio.

Si b es positivo, el proceso crece a través del tiempo, y una b negativa implica un proceso que decrece. Para realizar un pronóstico cuando existe una tendencia, es necesario estimar la constante y la pendiente. **

* Datos y fórmula obtenidos del manual de fórmulas técnicas de Gieck, Sección J7.

** Planeación y Control de la Producción. Daniel Sippar & Robert L. Bulfin Jr. Sección 4.1

La demanda de los medidores volumétricos, es similar en cada serie de tiempo con una tendencia positiva, en la época de frío, se puede decir que el consumo de gas es mayor, por lo que la venta de tanques estacionarios crece, el proceso es estacionario con tendencia positiva.

Para obtener los pronósticos de las ventas mensuales para el año 2003, utilizaremos la descomposición de series de tiempo, siguiendo la metodología que a continuación se menciona en sus cinco etapas:

- 1°. En base a los 48 datos que se tienen del pasado, se realiza el cálculo del promedio móvil central.
- 2°. Se estiman los índices estacionales.
- 3°. Obtención de los datos desestacionalizados.
- 4°. Se aplica regresión lineal a los datos desestacionalizados.
- 5°. Multiplica cada valor por su índice estacional.

Este método se utiliza para pronosticar con base en el pasado, donde la tendencia presentada al graficar los datos es positiva y presentan estacionalidad.

3.3. Pronósticos de venta por mes para el año 2003

Los pronósticos nos sirven para poder estimar que pasará en el futuro con el fin de tomar mejores decisiones, que no afecten el rumbo de la empresa, como ya se mencionó, todo tipo de pronósticos presentan un cierto error marcado por la diferencia de la producción estimada con la producción real, es necesario seleccionar el mejor método para estimar el futuro con el fin de acercarnos lo más que sea posible a esa realidad.

Los datos que se tiene, mostrados en la gráfica 3.1.1. (pag. 51) fueron obtenidos de ventas realizadas en los años anteriores, desde 1999 hasta el año 2002, por esta razón utilizaremos un método para pronosticar por series de tiempo.

Una serie de tiempo es una lista cronológica de datos, en la que la suposición esencial es que la historia predice al futuro de manera razonable.

3.3.1. Descomposición de series de tiempo

Las series de tiempo se descomponen en cinco etapas, para poder utilizar algún método por series de tiempo, la gráfica debe presentar:

- Estacionalidad.
- Tendencia.
- Aleatoriedad.

El procedimiento que se siguió para obtener los pronósticos por mes para el año 2003, fue siguiendo los cinco pasos de series de tiempo, mostrados a continuación. *

* Planeación y Control de la producción. Daniel Sipper & Robert L. Bulfin Jr. Sección 4.1.

3.3.1.1. Cálculo del promedio móvil central

El método de promedios móviles, muestra que en lugar de tomar el promedio de todos los datos, se puede elegir promediar solo los datos recientes para evitar el efecto de fluctuaciones aleatorias, como solo se utilizan datos recientes para el pronóstico, un promedio móvil responde al cambio en el proceso de una manera más rápida.

Por otra parte, un pronóstico central, esta basado en dos ideas fundamentales. Una es que las personas prefieren métodos sencillos que puedan entender, la otra es que es muy probable que lo que últimamente ha funcionado muy bien siga haciéndolo ahora.

En la Tabla 3.3.1. se muestra el resultado del promedio móvil central.

Número	Datos (MESES)	Demanda N = 6 (PIEZAS)	Promedio Móvil Central (PIEZAS)	Promedio Móvil Central Ajustado (N = 2) (PIEZAS)	Índice Estacional Central DEMANDA /PMCA
1	Enero	25,340			
2	Febrero	23,205			
3	Marzo	25,410			
4	Abril	26,110			
5	Mayo	26,530			
6	Junio	25,025			
7	Julio	24,255	25,270		
8	Agosto	26,600	25,089	25,180	1.05641144
9	Septiembre	24,360	25,655	25,372	0.96011036
10	Octubre	29,085	25,480	25,568	1.137577
11	Noviembre	30,835	25,976	25,728	1.19850357
12	Diciembre	36,540	26,693	26,335	1.38752907
13	Enero	30,770	28,613	27,653	1.11272168
14	Febrero	28,178	29,698	29,155	0.96647564
15	Marzo	30,855	29,961	29,830	1.03436716
16	Abril	31,705	31,044	30,503	1.03942016
17	Mayo	32,215	31,481	31,262	1.0304788
18	Junio	30,388	31,711	31,596	0.96178253
19	Julio	29,453	30,685	31,198	0.94407197
20	Agosto	32,300	30,466	30,575	1.05640425
21	Septiembre	29,580	31,153	30,809	0.96010387
22	Octubre	35,318	30,940	31,046	1.137587
23	Noviembre	37,443	31,542	31,241	1.19851158
24	Diciembre	44,370	32,414	31,978	1.38751642

Tabla 3.3.1. Promedio móvil central (continua en la pag. 55)

Número	Datos (MESES)	Demanda N = 6 (PIEZAS)	Promedio Móvil Central (PIEZAS)	Promedio Móvil Central Ajustado (N = 2) (PIEZAS)	Índice Estacional Central DEMANDA /PMCA
25	Enero	36,200	34,744	33,579	1.07806009
26	Febrero	33,150	35,869	35,306	0.93892724
27	Marzo	36,300	36,010	35,939	1.01003543
28	Abril	37,300	37,130	36,570	1.01995707
29	Mayo	37,900	37,461	37,295	1.01821293
30	Junio	35,750	37,537	37,499	0.95336935
31	Julio	34,650	36,100	36,818	0.94110724
32	Agosto	38,000	35,842	35,971	1.05841144
33	Septiembre	34,800	36,650	36,246	0.96011036
34	Octubre	41,550	36,400	36,525	1.137577
35	Noviembre	44,050	37,108	36,754	1.19850357
36	Diciembre	52,200	38,133	37,621	1.38752907
37	Enero	45,250	40,875	39,504	1.14544879
38	Febrero	41,438	42,642	41,758	0.99232888
39	Marzo	45,375	43,215	42,928	1.05699832
40	Abril	46,625	44,977	44,096	1.05735414
41	Mayo	47,375	45,823	45,400	1.04350029
42	Junio	44,688	46,377	46,100	0.96936918
43	Julio	43,313	45,125	45,751	0.9467081
44	Agosto	47,500			
45	Septiembre	43,500			
46	Octubre	51,938			
47	Noviembre	55,063			
48	Diciembre	65,250			

Tabla 3.3.1. Promedio móvil central (cont.).

Los datos mostrados en la Tabla anterior, presentan los promedios centrales, los datos son:

- **NÚMERO:** Es el periodo en el cual se presenta la demanda por mes, se manejaron 48 datos del pasado.
- **DATOS:** Reflejan los meses como referencia para mantener un control de los índices.
- **DEMANDA:** En este campo se presenta la demanda por mes en unidades vendidas de medidores volumétricos, en base a estos datos se obtienen los promedios utilizando una N=6.
- **PROMEDIO MÓVIL CENTRAL (PMC):** Es el promedio que se obtiene de la suma de los seis últimos datos, divididos entre seis para obtener el promedio, esto marcado por la N que se utilizó igual a seis periodos.

- **PROMEDIO MÓVIL CENTRAL AJUSTADO (PMCA):**

Es el promedio que se obtiene de la suma de los dos últimos datos del promedio móvil central, divididos entre seis para obtener el promedio, esto marcado por la N que se utiliza por regla del método que siempre tiene que ser igual a dos periodos.

- **ÍNDICE ESTACIONAL CENTRAL (IEC):**

Este índice se obtiene de dividir la demanda entre el PMCA, el índice estacional central de cada periodo es sumado entre si y se obtiene un promedio que será el índice general por cada mes.

3.3.1.2. Cálculo de los índices estacionales por mes.

Con los resultados de los índices estacionales, mostrados en la Tabla 3.3.1. (ver pag. 54), se procede a realizar el cálculo del índice central por cada periodo, en este caso por cada mes, para poder estimar los pronósticos del año 2003.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
	1.11	0.97	1.03	1.04	1.03	0.96
	1.08	0.94	1.01	1.02	1.02	0.95
	1.15	0.99	1.06	1.06	1.04	0.97
SUMA	3.34	2.90	3.10	3.12	3.09	2.88
PROMEDIO	1.112	0.966	1.034	1.039	1.030	0.962
%	111.2%	96.6%	103.4%	103.9%	103.0%	96.2%

	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
	0.94	1.06	0.96	1.14	1.20	1.39
	0.94	1.06	0.96	1.14	1.20	1.39
	0.95	1.06	0.96	1.14	1.20	1.39
SUMA	2.84	3.17	2.88	3.41	3.60	4.16
PROMEDIO	0.945	1.056	0.960	1.138	1.199	1.388
%	94.5%	105.6%	96.0%	113.8%	119.9%	138.8%

Tabla 3.3.2. Índices estacionales por mes.

Los datos mostrados en la Tabla 3.3.2., presentan los índices estacionales por cada mes, estos índices, reflejan la diferencia entre un pronóstico que se obtiene entre un promedio y un pronóstico calculado mediante un método de series de tiempo.

3.3.1.3. Desestacionalización de los datos de la demanda

Cada valor de la demanda se divide entre su índice para ser desestacionalizados, y así ajustar la gráfica por medio de regresión lineal, el índice calculado en la Tabla anterior por mes se presenta como valor real, no en porcentaje.

En la Tabla 3.3.3. se muestran los datos desestacionalizados.

DATOS	DEMANDA	INDICE ESTACIONAL	DEMANDA DESESTACIONALIZADA DEMANDA/INDICE
Enero	25,340 Pzas.	1.112	22,786 Pzas.
Febrero	23,205 Pzas.	0.966	24,024 Pzas.
Marzo	25,410 Pzas.	1.034	24,579 Pzas.
Abril	26,110 Pzas.	1.039	25,132 Pzas.
Mayo	26,530 Pzas.	1.030	25,756 Pzas.
Junio	25,025 Pzas.	0.962	26,027 Pzas.
Julio	24,255 Pzas.	0.945	25,665 Pzas.
Agosto	26,600 Pzas.	1.056	25,180 Pzas.
Septiembre	24,360 Pzas.	0.960	25,372 Pzas.
Octubre	29,085 Pzas.	1.138	25,567 Pzas.
Noviembre	30,835 Pzas.	1.199	25,728 Pzas.
Diciembre	36,540 Pzas.	1.388	26,335 Pzas.
Enero	30,770 Pzas.	1.112	27,669 Pzas.
Febrero	28,178 Pzas.	0.966	29,172 Pzas.
Marzo	30,855 Pzas.	1.034	29,846 Pzas.
Abril	31,705 Pzas.	1.039	30,518 Pzas.
Mayo	32,215 Pzas.	1.030	31,275 Pzas.
Junio	30,388 Pzas.	0.962	31,605 Pzas.
Julio	29,453 Pzas.	0.945	31,165 Pzas.
Agosto	32,300 Pzas.	1.056	30,575 Pzas.
Septiembre	29,580 Pzas.	0.960	30,809 Pzas.
Octubre	35,318 Pzas.	1.138	31,047 Pzas.
Noviembre	37,443 Pzas.	1.199	31,241 Pzas.
Diciembre	44,370 Pzas.	1.388	31,978 Pzas.

Tabla 3.3.3. Datos de la demanda desestacionalizados (continúa en la pag. 58).

DATOS	DEMANDA	INDICE ESTACIONAL	DEMANDA DESESTACIONALIZADA DEMANDA/INDICE
Enero	36,200 Pzas.	1.112	32,552 Pzas.
Febrero	33,150 Pzas.	0.966	34,320 Pzas.
Marzo	36,300 Pzas.	1.034	35,113 Pzas.
Abril	37,300 Pzas.	1.039	35,903 Pzas.
Mayo	37,900 Pzas.	1.030	36,794 Pzas.
Junio	35,750 Pzas.	0.962	37,181 Pzas.
Julio	34,650 Pzas.	0.945	36,664 Pzas.
Agosto	38,000 Pzas.	1.056	35,971 Pzas.
Septiembre	34,800 Pzas.	0.960	36,246 Pzas.
Octubre	41,550 Pzas.	1.138	36,525 Pzas.
Noviembre	44,050 Pzas.	1.199	36,754 Pzas.
Diciembre	52,200 Pzas.	1.388	37,621 Pzas.
Enero	45,250 Pzas.	1.112	40,690 Pzas.
Febrero	41,438 Pzas.	0.966	42,900 Pzas.
Marzo	45,375 Pzas.	1.034	43,891 Pzas.
Abril	46,625 Pzas.	1.039	44,879 Pzas.
Mayo	47,375 Pzas.	1.030	45,992 Pzas.
Junio	44,688 Pzas.	0.962	46,477 Pzas.
Julio	43,313 Pzas.	0.945	45,831 Pzas.
Agosto	47,500 Pzas.	1.056	44,964 Pzas.
Septiembre	43,500 Pzas.	0.960	45,307 Pzas.
Octubre	51,938 Pzas.	1.138	45,657 Pzas.
Noviembre	55,063 Pzas.	1.199	45,943 Pzas.
Diciembre	65,250 Pzas.	1.388	47,026 Pzas.

Tabla 3.3.3. Datos de la demanda desestacionalizados (cont.).

Con los datos de la demanda desestacionalizados, se aplica regresión lineal para obtener la ecuación que nos dará el pronóstico en el periodo que se requiera.

3.3.1.4. Regresión lineal simple

El método de regresión lineal simple, muestra la dependencia de los eventos, en este caso la demanda aumentará en cuanto aumente el periodo que se requiere, esto por la tendencia de la demanda, se requiere calcular la pendiente de la recta que se ajusta a la demanda, y una constante que indica la dependencia entre la demanda y el periodo.

La ecuación de la regresión lineal que se pretende encontrar es esta dada por:

$$Y = mX + b \quad *$$

3.1

Donde:

Y = Son los datos de la demanda desestacionalizados, que se presentan en la Tabla 3.3.4. (ver página 60)

m = Es la pendiente de la recta que se ajustará a los datos de la demanda, que se obtiene de la fórmula:

$$m = \frac{(\frac{\sum Xi \sum Yi}{N}) - (\sum Xi Yi)}{(\frac{(\sum Xi)^2}{N} - \sum Xi^2)} \quad 3.2$$

X = Es el periodo del cual se quiere conocer el pronóstico estimado.

b = Es la ordenada de la recta que se relaciona con X y con Y, se obtiene de:

$$b = \bar{Y} - m\bar{X} \quad 3.3$$

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum Xi \quad * \quad 3.4$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \sum Yi \quad * \quad 3.5$$

Obteniendo los valores de "m" y "b", se minimiza la suma de los cuadrados de las diferencias entre X y Y, indicados por el modelo. Esta diferencia es el error del pronóstico. Al elevar al cuadrado las diferencias se asegura que el valor sea, no negativo penalizando tanto las sobreestimaciones como las subestimaciones, así se minimiza el error de predicción.

En general la pendiente "m" de la recta, puede ser positiva o negativa, un valor positivo indica que la variable dependiente aumenta conforme la variable independiente aumenta, o que tienen una correlación positiva. La pendiente debe reflejar la cantidad del cambio en la variable dependiente para una unidad de cambio en la variable independiente.

* Datos y fórmulas obtenidos del manual de fórmulas técnicas de Gieck, sección J.7.

El valor de "b" representa el valor de la variable dependiente cuando la variable independiente es cero.

El coeficiente de correlación (r) esta definido por:

$$r = \frac{m \sigma_x}{\sigma_y} \quad 3.6$$

Donde:

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N} \sum (X_i^2 - \bar{X}^2) \quad 3.7$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{N} \sum (Y_i^2 - \bar{Y}^2) \quad 3.8$$

son las varianzas de X y Y. *

Una correlación entre 0.85 y 1.00 es un dato que se considera bastante bueno, expresado en porcentaje indica que la ecuación de regresión es el porcentaje calculado de la varianza.

En la Tabla 3.3.4. se muestran los datos y resultados del método de regresión lineal.

MES	No. DE PERIODO X	DEMANDA Y	X * Y	X ²	Y ²
Enero	1	22,787 pzas.	22,767 pzas.	1	518,336,289 pzas.
Febrero	2	23,997 pzas.	47,994 pzas.	4	575,856,009 pzas.
Marzo	3	24,503 pzas.	73,509 pzas.	9	600,397,009 pzas.
Abril	4	25,106 pzas.	100,424 pzas.	16	630,311,236 pzas.
Mayo	5	25,757 pzas.	128,785 pzas.	25	663,423,049 pzas.
Junio	6	26,068 pzas.	156,408 pzas.	36	679,540,624 pzas.
Julio	7	25,451 pzas.	178,157 pzas.	49	647,753,401 pzas.
Agosto	8	25,094 pzas.	200,752 pzas.	64	629,708,836 pzas.
Septiembre	9	25,296 pzas.	227,664 pzas.	81	639,887,616 pzas.
Octubre	10	25,513 pzas.	255,130 pzas.	100	650,913,169 pzas.
Noviembre	11	27,531 pzas.	302,841 pzas.	121	757,955,961 pzas.
Diciembre	12	26,288 pzas.	315,456 pzas.	144	691,058,944 pzas.

Tabla 3.3.4. Datos para aplicar el método por Regresión Lineal (continua en la pag. 61)

* Datos y fórmulas obtenidos del manual de fórmulas técnicas de Cieck, sección J.7.

MES	No. DE PERIODO X	DEMANDA Y	X * Y	X ²	Y ²
Enero	13	27,646 pzas.	359,398 pzas.	169	764,301,316 pzas.
Febrero	14	29,140 pzas.	407,960 pzas.	196	849,139,600 pzas.
Marzo	15	29,754 pzas.	446,310 pzas.	225	885,300,516 pzas.
Abril	16	30,486 pzas.	487,776 pzas.	256	929,396,196 pzas.
Mayo	17	31,277 pzas.	531,709 pzas.	289	978,250,729 pzas.
Junio	18	31,654 pzas.	569,772 pzas.	324	1,001,975,716 pzas.
Julio	19	30,906 pzas.	587,214 pzas.	361	955,180,836 pzas.
Agosto	20	30,472 pzas.	609,440 pzas.	400	928,542,784 pzas.
Septiembre	21	30,717 pzas.	645,057 pzas.	441	943,534,089 pzas.
Octubre	22	30,981 pzas.	681,582 pzas.	484	959,822,361 pzas.
Noviembre	23	33,431 pzas.	768,913 pzas.	529	1,117,631,761 pzas.
Diciembre	24	31,921 pzas.	766,104 pzas.	576	1,018,950,241 pzas.
Enero	25	32,525 pzas.	813,125 pzas.	625	1,057,875,625 pzas.
Febrero	26	34,281 pzas.	891,306 pzas.	676	1,175,186,961 pzas.
Marzo	27	35,005 pzas.	945,135 pzas.	729	1,225,350,025 pzas.
Abril	28	35,865 pzas.	1,004,220 pzas.	784	1,286,298,225 pzas.
Mayo	29	36,796 pzas.	1,067,084 pzas.	841	1,353,945,616 pzas.
Junio	30	37,240 pzas.	1,117,200 pzas.	900	1,386,817,600 pzas.
Julio	31	36,359 pzas.	1,127,129 pzas.	961	1,321,976,881 pzas.
Agosto	32	35,849 pzas.	1,147,168 pzas.	1,024	1,285,150,801 pzas.
Septiembre	33	36,137 pzas.	1,192,521 pzas.	1,089	1,305,882,769 pzas.
Octubre	34	36,447 pzas.	1,239,198 pzas.	1,156	1,328,383,909 pzas.
Noviembre	35	39,330 pzas.	1,376,550 pzas.	1,225	1,546,848,900 pzas.
Diciembre	36	37,554 pzas.	1,351,944 pzas.	1,296	1,410,302,916 pzas.
Enero	37	40,856 pzas.	1,504,272 pzas.	1,369	1,652,910,336 pzas.
Febrero	38	42,852 pzas.	1,628,376 pzas.	1,444	1,836,293,904 pzas.
Marzo	39	43,756 pzas.	1,706,484 pzas.	1,521	1,914,587,536 pzas.
Abril	40	44,832 pzas.	1,793,280 pzas.	1,600	2,009,908,224 pzas.
Mayo	41	45,995 pzas.	1,885,795 pzas.	1,681	2,115,540,025 pzas.
Junio	42	46,550 pzas.	1,955,100 pzas.	1,764	2,166,902,600 pzas.
Julio	43	46,449 pzas.	1,954,307 pzas.	1,849	2,065,611,601 pzas.
Agosto	44	44,811 pzas.	1,971,684 pzas.	1,936	2,008,026,721 pzas.
Septiembre	45	45,171 pzas.	2,032,695 pzas.	2,025	2,040,419,241 pzas.
Octubre	46	45,560 pzas.	2,095,760 pzas.	2,116	2,075,713,600 pzas.
Noviembre	47	49,163 pzas.	2,310,661 pzas.	2,209	2,417,000,569 pzas.
Diciembre	48	46,942 pzas.	2,253,216 pzas.	2,304	2,203,551,364 pzas.
Σ	1,176	1,646,881 pzas.	45,235,332 pzas.	38,024	69,207,653,037 pzas.

Tabla 3.3.4. Datos para aplicar el método por regresión lineal (cont.).

Aplicando los resultados obtenidos en las ecuaciones mencionadas, obtenemos los datos necesarios para la resolución de la ecuación de la recta, (ver ecuación 3.1. pag. 58) donde se sustituyen los datos del periodo a pronosticar.

De la ecuación 3.2 (ver página 59) obtenemos la pendiente de la recta:

$$m = \frac{(1,176 * 1,646,881) - (45,235,332)}{48} \\ \frac{((1,176)^2 - 38,024)}{48}$$

$$m = 530$$

Resolviendo las ecuaciones 3.3 y 3.4 y 3.5 obtenemos:

$$\bar{X} = \frac{1}{48} 1,176 = 24.5$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{48} 1,646,881 = 34,310$$

$$b = 34,310 - (530 * 24.5)$$

$$b = 21,313$$

$$r = \frac{m \sigma_x}{\sigma_y}$$

Calculando el coeficiente de correlación sustituimos en las ecuaciones 3.6. 3.7 y 3.8.

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{9,212}{48}}$$

$$\sigma_X = 13.9$$

$$\sigma_Y = \sqrt{\frac{2,703,165.913}{48}}$$

$$\sigma_Y = 7,504$$

$$r = \frac{530 * 13.9}{7,504}$$

$$r = 0.98$$

Obtenemos un factor de correlación de 0.98 que indica un excelente ajuste porque la ecuación de regresión explica el 98% de los datos guardan una relación lineal, dando una confianza del modelo utilizado.

Sustituyendo valores en la ecuación 3.1. (ver pag. 58) obtenemos:

$$Y = 530 X + 21,313$$

En la ecuación sustituimos el periodo requerido en la X y el valor del resultado será el pronóstico del periodo indicado como se muestra en la Tabla 3.3.5.

Mes-año 2003	Periodo requerido X	Pronóstico obtenido Y
ENERO	49	47,283 pzas.
FEBRERO	50	47,813 pzas.
MARZO	51	48,343 pzas.
ABRIL	52	48,873 pzas.
MAYO	53	49,403 pzas.
JUNIO	54	49,933 pzas.
JULIO	55	50,463 pzas.
AGOSTO	56	50,993 pzas.
SEPTIEMBRE	57	51,523 pzas.
OCTUBRE	58	52,053 pzas.
NOVIEMBRE	59	52,583 pzas.
DICIEMBRE	60	53,113 pzas.

Tabla 3.3.5. Pronósticos calculados.

Como podemos observar en los datos de la tabla anterior, la demanda pronosticada sigue la misma tendencia que los datos del pasado, esta demanda calculada presenta una tendencia lineal positiva por el valor de la pendiente en la recta, lo que nos indica que en el futuro la tendencia que sigue la demanda seguirá en constante incremento.

3.3.1.5. Pronósticos mensuales para el año 2003

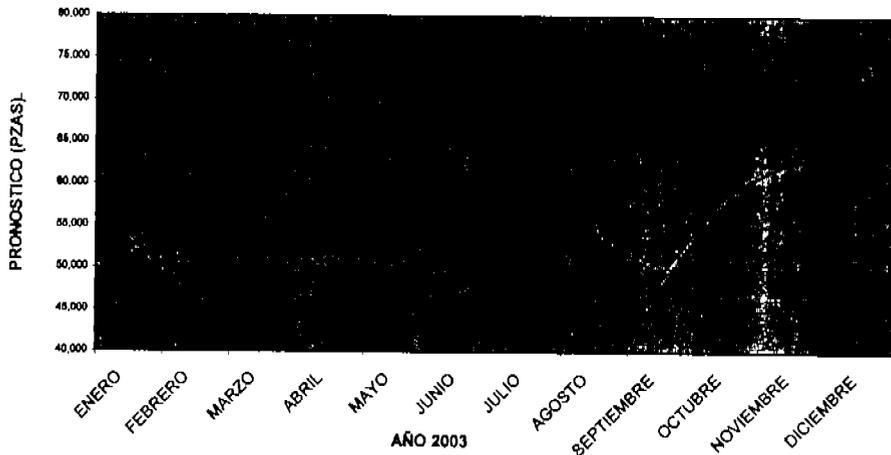
Los datos obtenidos en el pronóstico calculado (ver Tabla 3.3.5. pag. 63) siguen una tendencia positiva y se ajustan a una línea recta, el siguiente paso en las series de tiempo es multiplicar los datos obtenidos en la demanda calculada por lo índices estacionales de cada mes (ver Tabla 3.3.2. pag. 56) esto para mantener la estacionalidad de la gráfica, los datos se presentan en la Tabla 3.3.6.

Mes-año 2003	Periodo requerido X	Pronóstico obtenido Y	Índices mensuales	Pronóstico Real
ENERO	49	47,283 pzas.	1.112	52,579 pzas.
FEBRERO	50	47,813 pzas.	0.966	46,187 pzas.
MARZO	51	48,343 pzas.	1.034	48,987 pzas.
ABRIL	52	48,873 pzas.	1.039	50,779 pzas.
MAYO	53	49,403 pzas.	1.030	50,886 pzas.
JUNIO	54	49,933 pzas.	0.962	48,036 pzas.
JULIO	55	50,463 pzas.	0.945	47,688 pzas.
AGOSTO	56	50,993 pzas.	1.056	53,849 pzas.
SEPTIEMBRE	57	51,523 pzas.	0.960	49,462 pzas.
OCTUBRE	58	52,053 pzas.	1.138	59,236 pzas.
NOVIEMBRE	59	52,583 pzas.	1.199	63,047 pzas.
DICIEMBRE	60	53,113 pzas.	1.388	73,721 pzas.

Tabla 3.3.6. Pronósticos reales.

De esta forma calculamos los pronósticos finales (Tabla 3.3.6.) siguiendo las cinco fases de series de tiempo, los pronósticos fueron calculados por cada mes del año 2003, los datos presentados son solamente una estimación de la demanda que se presentará durante el año 2003, pueden presentar cierta variación con la realidad.

PRONOSTICOS REALES



Gráfica 3.3.1. Pronósticos reales.

3.4. Plan maestro de producción por mes para el año 2003

El plan maestro detallado de producción, nos dice que con base en los pedidos de los clientes y los pronósticos de demanda, los productos finales que hay que fabricar y en qué plazos debe tenerse terminados, el cual contiene las cantidades y fechas en que han de estar disponibles los productos de la planta que están sometidos a demanda externa (productos finales fundamentalmente y, posiblemente piezas de repuesto).

Como se ha indicado, el plan maestro de producción consiste en las cantidades y fechas en que deben estar disponibles los inventarios de distribución de la empresa. *

Al plan maestro de producción solo le conciernen los productos y componentes sujetos a demanda externa a la unidad productiva. Estos son los llamados productos finales que se entregan a los clientes, entendiendo este último concepto en un sentido mas amplio. Así, son considerados clientes otras empresas que emplean dichos productos como componentes en su propio proceso productivo, otras plantas de la misma empresa. Este es el sentido en el que debe interpretarse el concepto de los stocks de distribución.

* Información de European Organization for Quality, sección Plan Maestro e Producción PMS, MPUS (Master Producción Schedule) <http://members.os.tripod.de/calidad/>

El otro aspecto básico del plan maestro de producción es el calendario de fechas que indica cuando tienen que estar disponibles los productos finales. Para ello es necesario discretizar el horizonte de tiempo que se presenta ante la empresa en intervalos de duración reducida que se tratan como unidades de tiempo. Habitualmente se ha propuesto el empleo de la semana laboral como unidad de tiempo natural para el plan maestro. *

Debe tenerse en cuenta que todo el sistema de programación y control responde a dicho intervalo una vez fijado, siendo indistinguible para el sistema la secuencia en el tiempo de los sucesos que ocurren durante la semana. Debido a ello, se debe ser muy cuidadoso en la elección de este intervalo básico, debiendo existir otro subsistema que ordene y controle la producción en la empresa durante dicho intervalo.

Otra propuesta, que en principio parece más ajustada a la realidad, es seleccionar como unidad de tiempo el día laboral. Si bien la reducción del intervalo facilita la posterior adecuación de las órdenes de producción al mismo tiempo, esto requiere un sistema de programación y control más potente y sofisticado, pues será mucho más elevada la información que se ha de mantener actualizada así como ampliar de forma sustancial el horizonte de planificación. Cualquier circunstancia que afecte a la ejecución práctica del programa maestro modificando el mismo, debe ser recogida en el mismo día, para evaluar sus consecuencias sobre el resto del programa de producción y adecuar el mismo. Si esta capacidad de respuesta inmediata del sistema no existe, se presenta uno de los grandes problemas de los sistemas de control de la producción al aparecer disparidad entre lo que el sistema propone y la realidad que se impone en la fábrica.

Ante estas circunstancias se crea desconfianza en la programación y la fábrica tiende a regirse por métodos informales de funcionamiento autónomos, sobre los que no tiene suficiente control la dirección de la empresa, perdiendo el sistema de programación y control de la producción toda su razón de ser. Y aún en el caso en que el sistema sea capaz de recoger con prontitud las modificaciones que la realidad impone, cuando éstas aparecen con mucha frecuencia nos encontramos con una programación que aparece antes los ejecutores como nerviosa e incoherente, debido a las continuas contraórdenes y modificaciones.

En definitiva, la decisión del intervalo básico de programación es una decisión fundamental de la que puede depender el éxito en la implantación de un sistema de las características descritas. Parece deseable iniciar la implantación con intervalos más amplios e ir reduciendo la duración de los mismo en consonancia con la adaptación de la producción real a los programas resultantes, sin reducir el intervalo final que se empleará establemente a duraciones muy pequeñas. La tendencia actual es intentar programas de producción muy estables para eliminar al máximo las modificaciones y contraórdenes. Cuanto más estable sea el programa maestro, más sencillo será reducir el intervalo básico de programación.

En el caso límite se obtendría un programa de producción igual para todos los intervalos por lo que no se presentarían grandes dificultades para descender al día laboral como intervalo de programación, en la Tabla 3.4.1. (ver pag. 67) se ejemplifica una planeación por intervalos de un mes.

* Información de European Organization for Quality, sección Plan Maestro o Producción PMS, MPUS (Master Production Schedule) <http://members.es.tripod.de/calidad/>

PRODUCTO	MES					
	01	02	03	04	05	06
Producto 1		400		600		800
Producto 2	100	50			600	
Subproducto 1		50	500	200		200

Tabla 3.4.1. Ejemplo de un programa de producción mensual.

Relacionado con la duración elegida para el intervalo de programación está el horizonte de tiempo que debe de cubrir el programa maestro de producción.

El concepto fundamental a tener en cuenta es que dicho horizonte no debe nunca ser inferior al tiempo máximo de producción de cualquiera de los productos finales incluidos en el mismo. Así, si el tiempo de fabricación y montaje de un producto es de diez semanas, considerando todos los componentes que intervienen y los montajes que se han de realizar, todo ello bajo el control del sistema, el horizonte de la programación al menos ha de cubrir las diez semanas. Bajo este supuesto, el empleo de intervalos de una semana laboral dará lugar a un programa maestro con al menos diez periodos. *

Si el intervalo es de un día laboral (considerando la semana de cinco días laborales), se requerirán como mínimo cincuenta periodos. El sistema ha de tener control sobre la programación, debe de considerar simultáneamente todo el calendario que incluya aprovisionamientos, fabricación y montajes para evaluar sus consecuencias de la ejecución.

La función del plan maestro se suele comparar dentro del sistema básico de programación y control de la producción con respecto a los otros elementos del mismo, todo el sistema tiene como finalidad adecuar la producción en la fábrica a los dictados del programa maestro. Una vez fijado éste, el cometido del resto del sistema es su cumplimiento y ejecución con el máximo de eficiencia.

El plan maestro de producción será planteado en doce intervalos durante el año, la demanda mensual será distribuida en cuatro partes para ser cubierta por producción entregando una parte cada semana.

* Información de European Organization for Quality, sección Plan Maestro de Producción PMS, MPUS (Master Production Schedule) <http://members.es.tripod.de/calidad/>

La empresa maneja su plan maestro de producción en intervalos mensuales, el plan maestro de producción es entregado por el departamento de ventas al jefe de planeación de la producción, éste a su vez verifica los requerimientos establecidos en el plan, comparando los requerimientos con el inventario existente y ajustando las ordenes de producción para ser cubierta la demanda, esta demanda final es la base para el departamento de compras, el cual verifica los requerimientos de materiales, comparando con las existencias en inventarios de prima necesaria para cubrir la producción planeada. Por otra parte, compras verifica los planes de entrega establecidos con los proveedores para poder estimar los requerimientos, y si es necesario cancelar entregas para evitar inventarios en exceso, y si es el caso agilizar entregas si los requerimientos los piden.

Considerando la demanda esperada en el año 2003, según planteamiento realizado en el punto 3.3 (ver pag. 53), y presentando los datos expuestos en la Tabla 3.3.6 pronósticos reales (ver pag. 64), se realiza el planteamiento de la producción estimada, elevando los datos a miles cerrados, como se muestra en la Tabla 3.4.2.

MES AÑO 2003	PRONÓSTICO ESTIMADO	PRONÓSTICO CERRADO
ENERO	52,579 pzas.	53,000 pzas.
FEBRERO	46,187 pzas.	47,000 pzas.
MARZO	49,987 pzas.	50,000 pzas.
ABRIL	50,779 pzas.	51,000 pzas.
MAYO	50,885 pzas.	51,000 pzas.
JUNIO	48,036 pzas.	49,000 pzas.
JULIO	47,688 pzas.	48,000 pzas.
AGOSTO	53,849 pzas.	54,000 pzas.
SEPTIEMBRE	49,462 pzas.	50,000 pzas.
OCTUBRE	59,236 pzas.	60,000 pzas.
NOVIEMBRE	63,047 pzas.	64,000 pzas.
DICIEMBRE	73,721 pzas.	74,000 pzas.

Tabla 3.4.2. Demanda mensual cerrada.

Con base en esta información se realiza el plan maestro de producción para el año 2003 (ver pag. 69). Este programa de producción puede sufrir variaciones conforme el paso de los meses, debido a la variación en la demanda que se puede presentar, esta variación en la demanda puede ser positiva o negativa, si la demanda presenta una variación positiva, tendría que aumentarse la cantidad requerida en el programa maestro de producción, por el contrario si la variación es negativa, se tendrá que ajustar el plan de producción de tal forma que se puedan evitar sobre inventarios en la planta.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cantidad Requerida	53,000 pzas.	47,000 pzas.	50,000 pzas.	51,000 pzas.	51,000 pzas.	49,000 pzas.

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cantidad Requerida	48,000 pzas.	54,000 pzas.	50,000 pzas.	60,000 pzas.	64,000 pzas.	74,000 pzas.

Tabla 3.4.3 Plan de producción para el año 2003.

En la Tabla 3.4.3. se muestra el plan maestro de producción por mes para el año 2003, el cual refleja la demanda esperada en el mercado de medidores volumétricos.

Se consideran cuatro semanas al mes y cinco días hábiles por semana con una jornada diaria de 8 horas y media, en la Tabla 3.4.4. se muestra la producción diaria esperada

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2,650 pzas.	2,350 pzas.	2,500 pzas.	2,550 pzas.	2,550 pzas.	2,450 pzas.

Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2,400 pzas.	2,7000 pzas.	2,500 pzas.	3,000 pzas.	3,200 pzas.	3,700 pzas.

Tabla 3.4.4. Producción diaria esperada por mes para el año 2003.

La Tabla refleja una producción diaria estimada, la cual se tomará como base para la planeación de requerimientos de materiales necesarios para la fabricación de los medidores volumétricos.

No es factible redondear la producción diaria a números próximo mayores, ya que el sobre inventario refleja gastos excesivos en la contabilidad de la empresa.

CAPÍTULO 4

ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN A LA FABRICACIÓN DEL NUEVO PRODUCTO

Hasta el momento se tiene ya una idea mas clara de lo que necesitamos para poder fabricar un nuevo modelo de medidor volumétrico, se sabe por pronósticos que la venta tiende a elevarse, que el diseño ha sido aprobado por la empresa y que para poder facilitar el ensamble del medidor volumétrico, debemos mejorar el diseño puesto que el ensamble del medidor en el tanque incluye una serie de operaciones que con este nuevo diseño se reduce a una sola.

Con base en lo que se tiene se debe determinar lo que tenemos para poder fabricarlo y que necesitamos de nuevo para poder cumplir con las expectativas, por consiguiente, en este capítulo haremos un análisis del nuevo diagrama de flujo para el producto nuevo, el cual será apoyado por el plan de calidad. También debemos realizar una descripción de las maquinas que tenemos y como vamos a utilizarlas puesto que de esta manera se va a lograr saber si la capacidad esperada es la adecuada.

Si se sabe lo que se tiene y se conocen también las mejoras del producto entonces se va a poder realizar un diseño de los dispositivos que hacen falta para este nuevo modelo. Por consiguiente se debe entonces realizar una validación de estos dispositivos puesto que no podemos arriesgarnos a hacer al menos una producción considerablemente alta, sin la validación de estos, ya que esto implicaría como consecuencia una pérdida de tiempo en caso que estos no sean los adecuados. Para entonces poder obtener una validación de dicho corrida piloto, la cual nos va a dar la pauta para comenzar a fabricar el nuevo medidor volumétrico. Esta producción en serie debe ser autorizada por el cliente, quien a fin de cuentas es quien utilizara nuestro producto dentro de su proceso de fabricación de los tanques de gas.

4.1. Plan de calidad

Un plan de calidad es un documento que establece las prácticas relevantes específicas de calidad, los recursos y secuencia de actividades pertenecientes a un producto.

Los planes de calidad se elaboran bajo un diagrama de flujo en el cual se indicas las operaciones a realizar, la simbología a emplear es la misma utilizada en los diagramas de flujo

Por cada operación indicada en el plan de calidad se hará referencia al procedimiento y/o instrucción de trabajo empleada salvo aquellas que no tengan asociada alguna instrucción de trabajo.

El siguiente plan de calidad (ver fig. 4.1.2. en pag. 75), es el que será aplicado en la fabricación del medidor volumétrico.

En primera instancia podremos observar una Tabla en la que se describe cada una de las operaciones realizadas, esta Tabla esta dividida en tres columnas, la primera - **No de operación**- que es la clave que se define para cada operación, esta clave esta definida por un

número consecutivo y la letra del área de operación, en la tercer columna ponemos el procedimiento o la instrucción de trabajo referida a la operación en cuestión, los cuales son documentos que van a describir claramente como llevar a cabo la operación del proceso, en el caso que el recuadro correspondiente no indique ni el procedimiento ni la instrucción de trabajo, debemos considerar que no existe tal documento para dicha operación. Estos documentos están descritos dentro del sistema de calidad que tiene la empresa a lo cual no nos involucraremos debido a que para el presente trabajo es irrelevante.

No. De Operación	Descripción de la operación.	Procedimiento o Instrucción de Trabajo.
	Entrega de materiales a producción.	PE15-05005
1	Corte de tubo para soporte.	IT09-62002
2	Rebabado de tubo para soporte.	
3	Medidor Volumétrico de 3/4".	
4	Ensamble tubo-porta engrane-buje.	IT09-62013
5	Ensamble flecha central-tubo soporte.	
6	Ensamblar cabeza.	IT09-62014
7	Verificar juego axial.	
8	Barrenado de tubo.	
9	Remachado de tubo.	
10	Punteado de cabeza y porta engrane.	
11	Ensamble de carátula.	IT09-62030
12	Colocar empaque en cabeza.	
13	Calibración del Medidor Volumétrico	IT09-62016
14	Ensamble cuerpo con flotador.	IT09-62018
15	Verificación física funcional del medidor volumétrico.	IT09-62029
16	Empaque de indicador de nivel.	IT09-62019
17	Auditoria del indicador de nivel para tanques.	PE10-03005
18	Control de producto no conforme.	PG13-03001
19	Almacenamiento.	

Tabla 4.1.1. Relación de instrucciones de trabajo y procedimientos para el plan de calidad
(continua en la pag.72).

No. De Operación	Descripción de la operación.	Procedimiento o Instrucción de Trabajo.
	A. Maquinado de porta engrane	
	Entrega de materiales a producción.	PE15-05005
1 A	Maquinado porta engrane paso 1.	IT09-62010
2 A	Maquinado porta engrane paso 2.	IT09-62011
3 A	Auditoria de inicio de producción y proceso (Maquinado para ensamble de piñón).	PE10-03022
4 A	Control de producto no conforme.	PG13-03001
5 A	Maquinado porta engrane paso 3.	IT09-62027
6 A	Maquinado porta engrane paso 4.	
7 A	Auditoria de inicio de producción, proceso (Maquinado para ensamble de tubo).	PE10-03022
8 A	Control de producto no conforme.	PG13-03001
	B. Maquinado de ensamble de varilla para cuerpo.	
	Entrega de materiales a producción.	PE15-05005
1B	Corte de varilla	IT09-62001
2B	Torneado de varilla para flecha central.	IT09-62003
3B	Auditoria de inicio de producción y proceso (Inspección de diámetros y longitudes en la varilla).	PE10-03022
4B	Control de producto no conforme.	PG13-03001
5B	Remachado de imán.	IT09-62012
6B	Imantar imán.	IT09-62028
	C. Maquinado de cabeza.	
	Entrega de materiales a producción.	PE15-05005
1C	Rimar cabeza para ensamble de tubo.	IT09-62008
2C	Auditoria de inicio de producción y proceso. (Diámetro del rimado).	PE10-03022
3C	Control de producto no conforme.	PG13-03001
4C	Marcar cabeza	
5C	Cabeza N.P.T.	
6C	Aplicación de everseal encabeza roscada.	IT09-62020
7C	Prueba de hermeticidad de la cabeza.	IT09-62009
8C	Maquinar cabeza	

Tabla 4.1.1. Relación de instrucciones de trabajo y procedimientos para el plan de calidad (continua en la pag. 73).

No. De Operación	Descripción de la operación.	Procedimiento o Instrucción de Trabajo.
	D. Maquinado y ensamble de varilla para cuerpo	
	Entrega de materiales a producción.	PE15-05005
1D	Limpiar aguja.	
2D	Limpiar imán.	
3D	Pegar imán-aguja.	IT09-62021
4D	Imantar subensamblable (imán-aguja).	IT09-62022
5D	Impresión del dial blank	IT09-62026
6D	Inspección de serigrafía en dial. (inspección de la impresión en el dial).	PE10-03017
7D	Control de producto no conforme.	PG13-03001
8D	Fechar dial.	
9D	Proceso de ensamble dial-caja.	
10D	Calibración del subensamblable imán-aguja-caja-dial.	IT09-62023
11D	Revisión de liberalidad de aguja.	
12D	Colocación de cristal.	IT09-62024
13D	Prueba de hermeticidad.	IT09-62025
14D	Auditoria del ensamble de la carátula del medidor volumétrico.	PE10-03009.
15D	Control de producto no conforme.	PG13-03001
16D	Empaque e identificación de carátulas.	
17D	Almacenamiento.	

Tabla 4.1.1. Relación de instrucciones de trabajo y procedimientos para el plan de calidad
(continua en la pag. 74).

No. De Operación	Descripción de la operación.	Procedimiento o Instrucción de Trabajo.
	E. Maquinado y ensamble de varilla para contrapeso.	
	Entrega de materiales a producción.	PE15-05005
1E	Corte de varilla.	IT09-62001
2E	Flotador con bulbo.	
3E	Realizar cuerda a la arilla para flotador.	IT09-62004
4E	Auditoria de inicio de producción y proceso (Inspección de tipo de cuerda y longitud).	PE10-0322
5E	Control de producto no conforme.	PG13-03001
6E	Ensamble bulbo varilla.	IT09-62005
7E	Secado de resina epóxica.	
8E	Prueba de hermeticidad del subensamble bulbo-varilla.	IT09-62006
9E	Remachado de varilla.	
10E	Troquelado del engrane sector.	
11E	Balanceo de contrapeso.	IT09-62017
12E	Auditoria de inicio de producción y proceso (Inspección del balanceo del contrapeso):	PE10-03022
13E	Control de producto no conforme.	PG13-03001
	E'. Maquinado de engrane sector.	
	Entrega de materiales a producción.	PE15-05005
1E'	Soldado y planchado de engrane sector.	IT09-62031
2E'	Auditoria de inicio de producción y proceso (Inspección del ángulo del planchado del engrane).	PE10-03022
3E'	Control de producto no conforme.	PG13-03001
4E'	Barrenado de engrane sector.	IT09-62007
5E'	Barrenado de engrane sector con ángulo.	
6E'	Auditoria de inicio de producción y proceso. (Inspección de diámetro del barreno).	PE10-03022
7E'	Control de producto no conforme.	PG13-03001.

Tabla 4.1.1. Relación de instrucciones de trabajo y procedimientos para el plan de calidad (cont.).

Las operaciones presentadas en la tabla anterior, serán mostradas en el siguiente diagrama de flujo, encontrando así únicamente las claves de las operaciones.

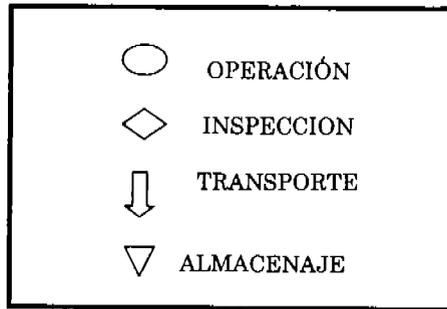


Figura 4.1.1. Símbolos utilizados en el plan de calidad.

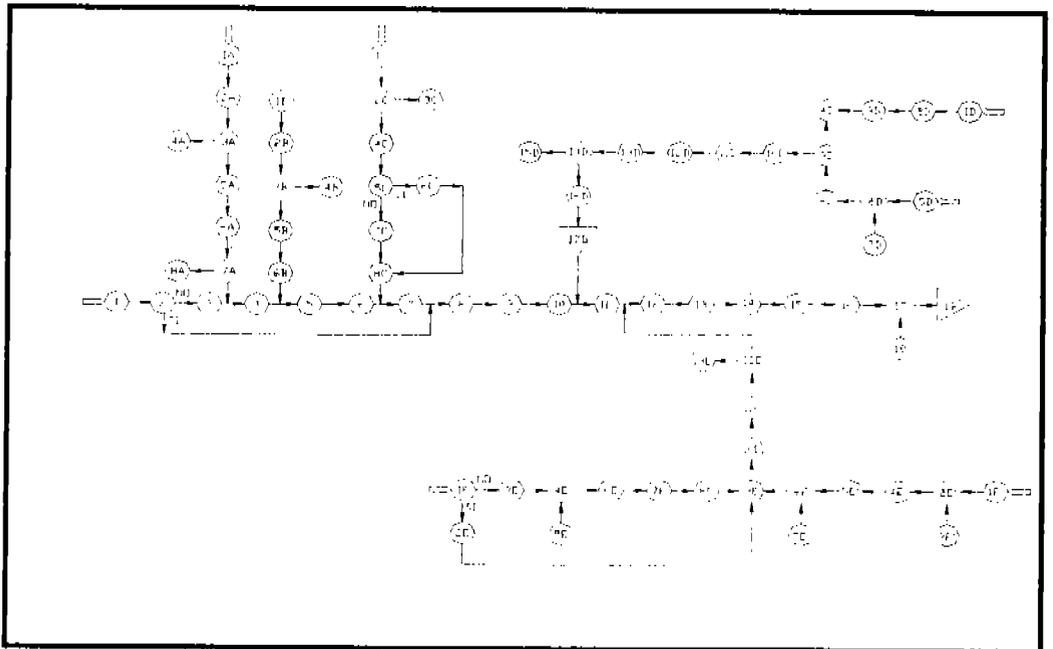


Figura 4.1.2. Plan de calidad para el nuevo medidor volumétrico.

4.2. Diagrama de Flujo del proceso del nuevo producto.

El diagrama de flujo del proceso de fabricación del nuevo medidor volumétrico, representa gráficamente por medio de simbología el sistema de producción, mostrando los componentes esenciales del proceso y la forma en que interactúan.

El diagrama de flujo para el nuevo medidor volumétrico, muestra los números de parte y cantidad de materia prima en cada proceso de ensamble, hasta obtener el producto terminado.

El diagrama de flujo del proceso de ensamble del nuevo medidor volumétrico y la simbología utilizada, se muestra en la Figura 4.2.1. (esta simbología puede ser observada también en la figura 4.1.1. pagina 75)

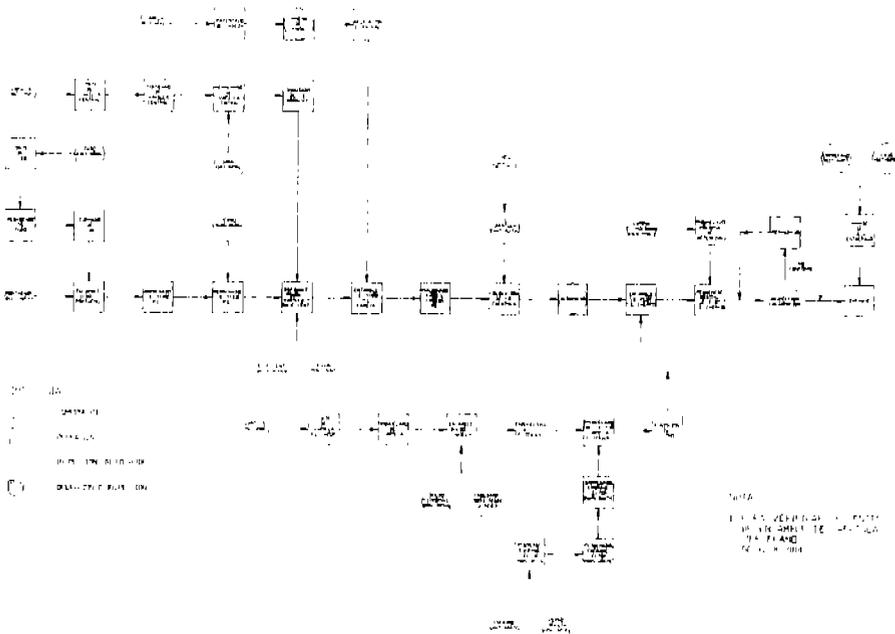


Figura 4.2.1. Diagrama de Flujo para el ensamble del nuevo Medidor Volumétrico.

En el diagrama de flujo se hace referencia a la nota 1, la cual indica que la secuencia de ensamble de la carátula para el medidor volumétrico, se muestra en la figura 4.2.2 (ver pag. 77) diagrama de flujo para el ensamble de la carátula.

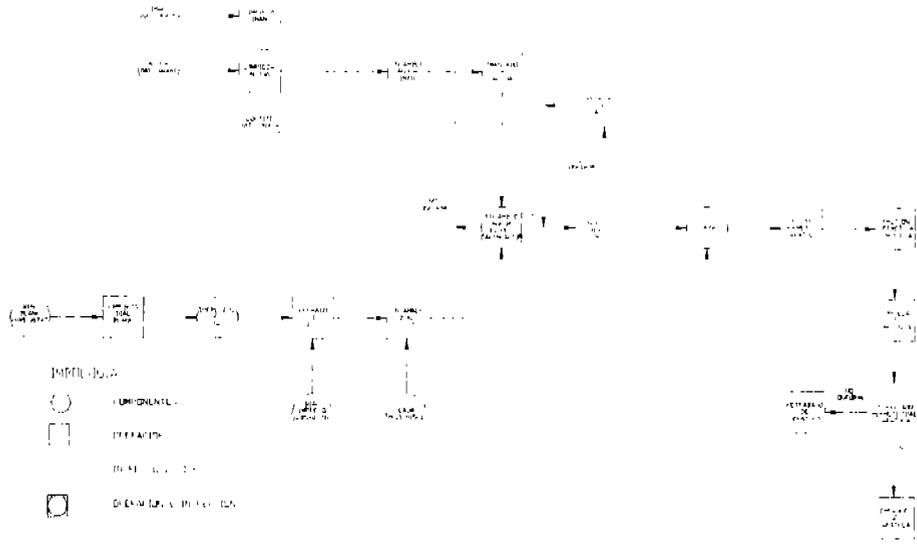


Figura 4.2.2. Diagrama de flujo para el ensamble de la carátula.

La secuencia de ensamble para la nueva línea de producción se ubica en una área definida para este modelo, las operaciones se encuentran distribuidas en serie a diferencia de la secuencia del modelo anterior que se distribuye en tres áreas separadas entre si.

El traslado de materiales se realiza en un espacio óptimo y no se encuentra interrumpido, con esto se reducen tiempos de traslado entre cada operación de ensamble, la entrega de materiales de almacén a producción se realiza en una sola área denominada almacén en proceso.

Las operaciones son aún más simples de lo que se realizaban con el modelo anterior, por lo que la maquinaria necesaria para la fabricación, es barata y con dimensiones pequeñas, lo que ayuda a obtener una distribución de planta mas compacta aprovechando al máximo el espacio disponible para la nueva línea de producción.

4.3. Descripción analítica de máquinas y dispositivos necesarios, con base en el diagrama de flujo

El análisis del proceso, es un procedimiento para estudiar todas las operaciones productivas y no productivas dentro de la ruta de fabricación, con el propósito de analizar la factibilidad y equipo necesario para la operación, y así, determinar la capacidad de producción y número de operarios dentro de la línea de ensamble, asegurando una buena calidad del producto y una oportunidad de mejora. Con la descripción analítica de máquinas y dispositivos observaremos cual es la finalidad de cada maquina y en que operación se utiliza para así determinar que cambiar o que fabricar para la línea de ensamble nueva y acoplarlo a ésta.

Dentro de esta descripción de análisis se considero la maquinaria y dispositivos necesarios para cada operación.

- Corte de tubo.

Es la operación para obtener el soporte del medidor volumétrico, se corta un tubo de aluminio de diámetro exterior de 0.500" con una longitud de tres metros, el corte se realiza a la dimensión indicada en plano mediante una sierra eléctrica de 14" de diámetro, el tubo es sujetado por medio de un dispositivo neumático el cual al ser activado debe aplica una presión de operación de 6 Kg/cm². Para esta operación, se cuenta con una sierra eléctrica marca Ferrari de 14" de diámetro.

- Rebabado de tubo.

En esta operación se elimina el exceso de rebaba en los diámetros exterior e interior del tubo, para garantizar un acoplamiento perfecto del tubo con la cabeza, es necesario un torno adaptado con un dispositivo neumático, esta maquina es diseño de la empresa por lo que su diseño para la nueva línea de producción fue realizado por el departamento de ingeniería, en esta operación se requiere de un solo operario ya que la operación es muy rápida y se maquinan 7,000 tubos por turno.

- Maquinado de porta engrane.

Esta operación se realiza por medio de un talado de columna, este maquinado es para garantizar un ensamble perfecto con el tubo para soporte, es necesario dos taladros de columna marca Vimalert modelo M-15-6, para procesos de desbaste con dispositivos mecánicos de sujeción, estos dispositivos fueron diseñados en la empresa, para esta operación es necesario utilizar dos operarios para obtener una producción diaria de 5,000 piezas procesadas.

- Corte de varilla

Esta operación se realiza con un troquel de corte con cuatro cavidades, adaptado a una prensa troqueladora, el troquel de corte fue diseñado en la empresa con un tope ajustable a la dimensión especificada en plano, este troquel será adaptado a una prensa troqueladora marca Alfalén de dos toneladas, en esta operación es necesario un solo operario ya que la operación es muy rápida y se producen 15,000 piezas por turno.

- Torneado de varilla.

En esta operación, se le da forma a la punta de la varilla para ser acoplada con el imán, en esta operación es necesario un dispositivo de apriete adaptado a un torno para desbaste, estas dos piezas fueron diseñadas en la empresa, para esta operación es necesario un operario ya que en la operación se obtienen 9,000 piezas por turno.

- Remachado con imán.

En esta operación se realiza el ensamble de la varilla torneado con el imán de arrastre para la aguja, es necesario un dispositivo neumático de golpe para realizar el formado de la punta en la varilla y sujetar el imán, este dispositivo fue diseñado en la empresa, esta operación es un poco detallada por lo que es necesario dos dispositivos y dos operarios para producir 8,000 piezas por turno.

- Rimado de cabeza.

El rimado de cabeza, es el ajuste de tolerancias entre el diámetro interior de la cabeza y el diámetro exterior del tubo, para esta operación se requieren dos taladros de columna marca Vimalert modelo M-15-6, para procesos de desbaste con dispositivos mecánicos de sujeción, estos dispositivos fueron diseñados en la empresa, para esta operación es necesario utilizar dos operarios para obtener una producción diaria de 5,000 piezas procesadas.

- Patentado de cabeza.

El patentado de la cabeza, es la identificación del medidor volumétrico, se graba en la parte frontal de la cabeza, la fecha de fabricación y el número de lote al que pertenece, esta operación se realiza en un dispositivo de sujeción diseñado en la empresa, ajustado a una máquina percutora marca TECNIFOR 100, es necesario un operario para patentar 7,000 piezas por turno.

- Calibración de carátula.

La calibración de la carátula es el ajuste de los campos magnéticos en el imán para efectuar un acoplamiento perfecto entre polaridades de los imanes, esta operación se realiza en una magnetizadora marca INDIANA, es necesario un operario que produce 9,000 piezas por turno.

- Sellado hermético de carátula.

El sellado hermético de la carátula se efectúa por medio de ultrasonido para garantizar el buen funcionamiento de la carátula y evitar que penetren elementos extraños como la humedad del medio ambiente, el sellado se efectúa en dos máquinas de sellado marca RINCO con una presión de trabajo de 25 psi., para el sellado es necesario dos estaciones de trabajo por lo que se requieren cuatro personas para preparación de material y sellado.

- Ensamble con flotador.

Para el ensamble del flotador con la varilla, es necesario un dispositivo mecánico de sujeción, acoplado a un taladro de columna marca Vimalert modelo M-15-6, para procesos de desbaste, la producción diaria de este proceso es de 6,500 piezas diarias, por lo que es necesario un operario.

- Soldado de engrane sector.

El soldado del engrane sector es la unión del engrane con la cruceta el cual da la referencia de relación entre el desplazamiento del flotador y el de la guja indicadora, esta operación se realiza en una máquina punteadora eléctrica, la producción diaria es de 10,000 piezas, por lo que es necesario un solo operario.

- Formado de dientes.

El formado de dientes le da al engrane una inclinación para el desplazamiento del engrane por el diámetro de paso, esta operación se realiza en una prensa neumática diseñada por la empresa, acoplado dos cavidades para la operación, se obtienen 12,000 piezas por turno, por lo que es necesario un operario.

- Ensamble de cabeza.

El ensamble de la cabeza se realiza por presión, aplicada sobre la cabeza para efectuar el ensamble con el tubo, se utiliza una máquina neumática fabricada por la empresa, esta operación realiza 8,500 golpes por turno, por lo que es necesario un solo operario.

- Verificación de juego axial.

La verificación del juego axial, se realiza por medio de un dispositivo de inspección, pasa no pasa, la capacidad de esta operación esta definida por la producción diaria ya que todo medidor pasa por esta inspección, es necesario una persona en esta parte del proceso.

- Barrenado de tubo y remachado de tubo

Estas operaciones se realizan simultáneamente, se necesita un taladro de banco y un dispositivo para el ensamble del perno que sujeta el ensamble del tubo, es necesario dos estaciones de trabajo para realizar el proceso de 7,500 piezas por turno.

- Punteado de cabeza – porta engrane.

Es la fijación del tubo con la cabeza después del ensamble por presión, esta operación se realiza por medio de un punzonado efectuado por una prensa troqueladora de 2 toneladas, acoplado un troquel de punzonado, fabricado por la empresa.

- Ensamble de carátula.

El ensamble de la carátula se realiza por medio de una herramienta neumática calibrada a 5 kg / cm², para colocar los tornillos de sujeción entre la cabeza y la carátula, en esta estación de trabajo se colocan dos herramientas en paralelo, por lo que es necesario dos operarios para el proceso de 4,000 piezas por turno.

- Calibración de medidor volumétrico.

La calibración se realiza por medio de una herramienta neumática que se fabricó en la empresa, la cual al dar el golpe sujeta la varilla del soporte con el piñón en el sistema de engranaje, esta operación se colocan dos herramientas en paralelo, por lo que es necesario dos operarios para el proceso de 4,000 piezas por turno.

- Ensamble del cuerpo – flotador.

Es el ensamble final de las piezas procesadas, se colocan el cuerpo del medidor y el flotador en la posición que se indica en especificaciones, es necesario una máquina orbital de apriete por giro acoplándole un dispositivo mecánico de sujeción, en esta operación se procesan 4,500 piezas por turno, por lo que es necesario un operario.

- Verificación funcional.

La verificación funcional, es la inspección final por parte de producción, esta inspección se realiza con un dispositivo de verificación el cual fue diseñado por la empresa, es necesario colocar tres dispositivos en paralelo con tres operarios.

La información de la capacidad de la planta se obtuvo de una corrida piloto que se realizó para validar los dispositivos y maquinaria necesaria en cada operación.

4.4. Establecimiento de operaciones para el diseño de nuevos dispositivos de ensamble

El sistema de producción de una empresa, refleja la capacidad de fabricar y distribuir productos. La actividad para cumplir con esta meta es el proceso de manufactura, en el cual tiene lugar la transformación de materia prima en un producto. El proceso de manufactura se puede ver como un proceso que da un valor agregado a los materiales, en cada etapa del proceso la transformación realizada paso por paso a un costo, agrega valor a la materia prima, hasta obtener el producto final.

El nuevo modelo de medidor volumétrico, es fabricado en 25 operaciones esenciales, las cuales se pueden agrupar en operaciones básicas generales. Se deberá realizar un listado de estas operaciones básicas generales para determinar, la distribución de planta y la maquinaria necesaria como dispositivos y herramientas, para la fabricación del producto.

A continuación se verá en la Tabla 4.4.1. la descripción de las operaciones a realizar con los materiales correspondientes a la operación. En la primera columna se muestra el número de operación, en la segunda columna la descripción de la operación y en la tercera columna el material utilizado en la operación:

Número de operación	Descripción de la operación	Material utilizado
1	Corte de tubo	Tubo ranurado
2	Rebabado de tubo	"
3	Maquinado de portaengrane	Portaengrane.
4	Corte de varilla	Varilla para cuerpo
5	Torneado de varilla	"
6	Remache de imán	"
7	Rimado de cabeza	Cabeza
8	Patentado de cabeza	"
9	Calibración de carátula	Carátula
10	Sellado hermético de carátula	"
11	Corte de varilla	Varilla para flotador
12	Torneado de varilla	"

Tabla 4.4.1. Descripción de operaciones para la nueva línea de ensamble
(continua en la pag. 83).

Número de operación	Descripción de la operación	Material utilizado
13	Ensamble de flotador	"
14	Soldadura de engrane sector	Engrane sector
15	Formado de dientes	"
16	Ensamble de cabeza	Medidor volumétrico
17	Verificación de juego axial	"
18	Barrenado de tubo	"
19	Remachado de tubo	"
20	Punteado de cabeza-porta engrane	"
21	Ensamble de carátula	"
22	Calibración del medidor volumétrico	Medidor volumétrico
23	Ensamble del cuerpo con el flotador	"
24	Verificación funcional del medidor volumétrico	"
25	Empacado del medidor volumétrico	"

Tabla 4.4.1. Descripción de operaciones para la nueva línea de ensamble (cont.)

En total se requiere de 25 operaciones generales para la fabricación del nuevo modelo, para estas operaciones, es necesario una maquina o dispositivo para hacer más eficiente el proceso y evitar retrasos en los tiempos de producción.

A continuación se verá una lista de los dispositivos para eficientar el proceso, a cada uno de estos dispositivos se les asignara una clave la cual consiste en la letra del departamento al que pertenece (para este caso J equivale al departamento de medidores volumétricos), después se apuntará el número de la línea de medidor volumétrico que se fabrica (para este medidor volumétrico se deberá anotar la línea 7300) y por último un número consecutivo para cada dispositivo.

4.5. Diseño de dispositivos para producción en serie

Como resultado del establecimiento de operación realizado, se obtuvo la siguiente lista de dispositivos a diseñar para poder adaptar el sistema de producción y fabricar el nuevo diseño, los cuales como se ha venido mencionando apoyarán en la nueva línea de ensamble.

CLAVE	NOMBRE	VER FIGURA	VER PÁGINA
J-7300-1	Troquel punzonado de cruceta	4.5.1.	84
J-7300-2	Nichos para barrenado de cruceta.	4.5.2.	84
J-7300-3	Dispositivo de calibración de carátulas	4.5.3.	84
J-7300-4	Nicho patentado de cabeza	4.5.4.	84
J-7300-5	Dispositivo remachado de cruceta.	4.5.5.	85
J-7300-6	Nichos para planchado de engrane.	4.5.6.	85
J-7300-7	Nicho adaptador de plomo.	4.5.7.	85
J-7300-8	Nicho para sellado de carátulas	4.5.8.	85
J-7300-9	Nichos para ensamble cabeza-tubo	4.5.9.	86
J-7300-10	Nicho ensamble tubo-portaengrane	4.5.10.	86
J-7300-11	Troquel formado de tubo.	4.5.11.	86
J-7300-12	Máquina barrenado de portaengrane-tubo.	4.5.12.	87
J-7300-13	Adaptador prueba de fuga.	4.5.13.	87
J-7300-14	Dispositivo de ensamble de "pin" en portaengrane	4.5.14.	87
J-7300-15	Dispositivo de calibración de medidor	4.5.15.	87
J-7300-16	Troquel de punzonado para tubo-cabeza.	4.5.16.	87
J-7300-17	Nicho troquelado de pellizco.	4.5.17.	88

Cuadro 4.5.1. Lista de dispositivos a diseñar para el nuevo sistema de fabricación.



Figura 4.5.1. Troquel punzonado de cruceta.

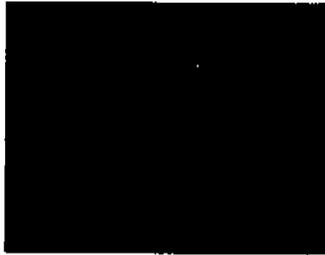


Figura 4.5.2. Nichos para barrenado de cruceta.

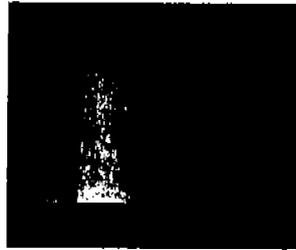


Figura 4.5.3. Dispositivo de calibración de carátulas.



Figura 4.5.4. Nicho patentado de cabeza.



Figura 4.5.5. Dispositivo remachado de cruceta.



Figura 4.5.6. Nichos para planchado de engrane.

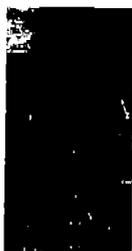


Figura 4.5.7. Nicho adaptador de plomo.

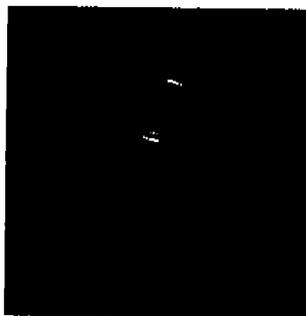


Figura 4.5.8. Nichos para sellado de carátulas.

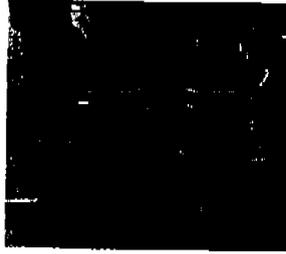


Figura 4.5.9. Nichos para ensamble cabeza-tubo.



Figura 4.5.10. Nicho para ensamble de tubo-portaengrane.



Figura 4.5.11. Troquel formado de tubo.



Figura 4.5.12. Máquina barrenado de portaengrane-tubo.



Figura 4.5.13. Adaptador de prueba de fuga.



Figura 4.5.14. Dispositivo de ensamble de "pin" en portaengrane.



Figura 4.5.15. Dispositivo de calibración de medidor.



Figura 4.5.16. Troquel de punzonado para tubo-cabeza.



Figura 4.5.17. Nicho troquelado de pellizco.

4.6. Validación de dispositivos por corrida piloto

Para poder saber si los dispositivos cumplen con su objetivo de diseño, se realizan una serie de pruebas que conduzcan a determinar si es capaz de cumplir los requisitos de la especificación del producto.

Las pruebas que se realizan son de fabricación de prototipos para poder validar el nuevo diseño del indicador y los dispositivos para fabricación, que no es más que la confirmación del cumplimiento de los requisitos particulares para un uso intencionado propuesto, por medio de la prueba y aportación de evidencia objetiva.

Según el procedimiento de validación del diseño el cual nos indica las actividades a seguir para realizar la validación del diseño según la norma ISO 9001 (ver anexo 3), se realizaron las siguientes pruebas por medio de una corrida piloto en este procedimiento se indica que para la validación del diseño es indispensable hacer pruebas de funcionamiento para lo cual se necesita hacer la corrida piloto de ensamble de nuevo medidor volumétrico para así determinar si el dispositivo funciona o es necesario ajustarlo, modificarlo o definitivamente rediseñarlo. Desde luego que para tener una evidencia objetiva se lleva a cabo la realización de los correspondientes registros los cuales deberán mostrar los resultados de las pruebas, y por consecuencia misma, también se deberá anotar las acciones a seguir, estas acciones dependerán del resultado obtenido. Si el dispositivo, fallo en este reCuadro anotaremos que acciones vamos a tomar al respecto.

Con el fin de mostrar los resultados de esta validación se realizo el registro de cada prueba, dichos resultados se pueden observar en el anexo 5, así como una ilustración del momento de realizar la prueba correspondiente, en las páginas 90 y 91 se muestra la validación del troquel para punzonado de la cruceta con el flotador, en este caso se hizo la prueba a diez piezas y se encontraron todas dentro de especificaciones, las acciones a seguir por consiguiente es la autorización del uso de este dispositivo para la producción del medidor volumétrico. También podrán hacerse algunas observaciones si el caso lo amerita como es el caso de este dispositivo, en donde se observa que se deben realizar unos barrenos al troquel para poder fijarlo a la troqueladora, de esta manera evitamos que el troquel no se mueva mientras realizamos la operación.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02
Fecha de revisión: 27-SEP-02
Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación del troquel para punzonado de cruceta, número J-7300-1 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se realizó punzonado a 10 piezas verificando dimensiones según especificaciones, estando todas dentro de las mismas.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. 4.6.1. pag. 91).

OBSERVACIONES:

Falta maquinar barrenos para fijación en troqueladora.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FR04-01005

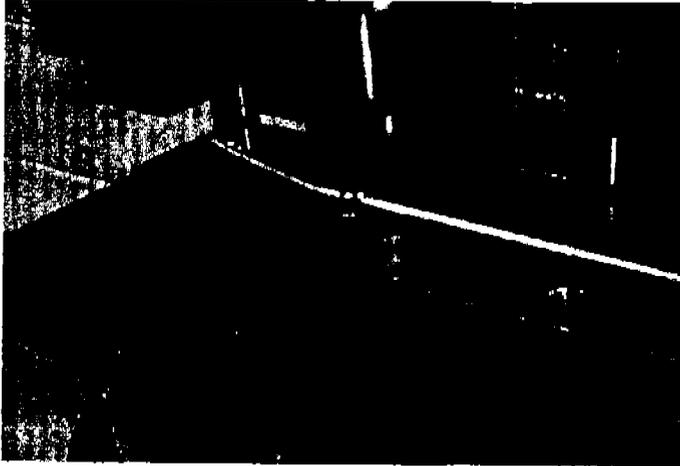


Figura 4.6.1. Prueba de punzonado de cruzeta con dispositivo J-7300-1

4.7. Validación de corrida piloto

La validación de la corrida piloto debe ser basada en la validación del diseño por parte del cliente, debe de realizarse para asegurar que el producto fabricado cumple con las necesidades y/o requisitos por los cuales fue manufacturado.

Esta etapa del proyecto se realizó bajo condiciones de operación definidas por el cliente.

El cliente sometió al medidor volumétrico a las siguientes pruebas:

- Prueba de funcionamiento.
- Prueba de fuga.
- Prueba de ensamble en el tanque.
- Análisis dimensional.
- Calibración.

A continuación se presenta el reporte de validación emitido por el cliente con el cual aprobó el diseño del medidor volumétrico para su tanque de almacenamiento de 300 litros de Gas L.P. (ver Cuadro 4.7.1. en la pag. 92).

La aprobación del cliente es mostrada por medio del reporte de aprobación en el que se indicará que el cliente hizo sus pruebas pertinentes y cuales fueron sus resultados encontrados, así como también deberá mostrar e indicar si el diseño es aprobado o rechazado por ellos.

ÁREA DE INGENIERIA
APROBACIÓN DE MUESTRAS PRESENTADAS AL CLIENTE

DATOS DEL CLIENTE

RAZÓN SOCIAL: TRINITY
TEL. 57547834 y 58823798

CONTACTO: ING. RAMÓN GUTIERREZ

DATOS DE LA PARTE

NOMBRE: MEDIDOR VOLUMÉTRICO
MODELO: GAUGE 2002.
APLICACIÓN: GAS L.P.

DATOS DEL PROVEEDOR

RAZON SOCIAL: MEDIDORES DE GAS MEXICO.
DIRECCIÓN: AV. LAS TORRES #12, COL. LOS ABANDONADOS.
IRAPUATO, GTO.
TELEFONO: 73-88-45-86 FAX: 4578-4563

NIVEL DE APROBACIÓN SOLICITADO

VALIDACIÓN DE PROTOTIPOS.

EVALUACIÓN DE PARTE POR FABRICANTE

ANÁLISIS DIMENSIONAL: OK
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO: OK

EVALUACIÓN CLIENTE

PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO: OK
PRUEBA DE FUGA: OK
PREUBA DE ENSAMBLE: OK
PREUBA DE CALIBRACIÓN: OK

DECLARACIONES

**AFIRMO QUE LAS MUESTRAS PRESENTADAS CON ESTE REPORTE SON
REPRESETATIVAS DE NUESTROS PROCESOS.**

ÁREA DE INGENIERIA: ING. ALEJANDRO MEZA C.
ÁREA COMERCIAL: ING. ERICK VEGA L.

Cuadro 4.7.1. Reporte de validación del cliente (continua en la pag. 93)

CAPÍTULO 5

PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UNA NUEVA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.

Hasta ahora hemos determinado si es factible hacerlo y hemos observado que podemos realizar el medidor volumétrico, pero es hora de proponer, de definir donde y de que forma distribuir todo para tener un rendimiento mas óptimo. Es por esto que al final de este proyecto, después de haber hecho el análisis del medidor volumétrico, de su demanda y la infraestructura que se tiene, vamos a proponer la distribución óptima de la nueva línea de producción. Para poder realizarlo, nos valdremos de una técnica organizada y universalmente aplicable a cualquier proyecto de planteamiento. El sistema S. L. P. (Sistematic Layout Planning), esta es una técnica básica y realística igualmente aplicable a las oficinas, servicios de laboratorio, almacenes u operaciones de producción. También es igualmente aplicable a reajustes pequeños y grandes, nuevos edificios o un nuevo emplazamiento de la planta.

El S.L.P. consiste en:

- Un esquema de fases.
- Un patrón de procedimientos.
- Un conjunto de convenciones.

Elementos base para el planteamiento.

Los elementos que se necesitan son elementos básicos o factores sobre los cuales necesitamos hechos e informaciones, estos son fáciles de recordar cuando los codificamos según el alfabeto del ingeniero de planteamientos, PQRST.

Prácticamente, cada planteamiento empieza, o al menos descansa sobre estos elementos como base para su planificación.

- P Producto o material, incluyendo variaciones y características.
- Q Cantidad o volumen de cada variedad o artículo.
- R Ruta o proceso de la operación, su secuencia y la maquinaria del proceso.
- S Servicios o actividades auxiliares que soportan las operaciones de producción.
- T Tiempo en relación a P, Q, R, S y a la programación del proyecto de planteamiento.

Con la investigación de estos elementos (particularmente la composición de producto y la interrelación P-Q) tendremos los elementos básicos necesarios para empezar el análisis. Esta dividida en cuatro fases, la primera es el emplazamiento, aquí debemos decidir donde estará el área. Esto no es necesariamente un problema de una nueva ubicación. Más frecuentemente es determinar si el nuevo layout estará en el mismo sitio que está ahora, en el área actual de almacén que puede quedar libre para este propósito, en un nuevo edificio adquirido, o un tipo potencialmente similar de área disponible. La fase II es la planificación del

planteamiento general. Este establece los patrones de flujo básicos del área que está siendo trazada. También indica el tamaño, las relaciones y la configuración de cada actividad principal, departamento o área. La fase III es la preparación del planteamiento detallado e incluye la planificación donde cada pieza de maquinaria y equipo debe emplazarse. Y por último, la fase IV que viene siendo la instalación. Esto incluye la planificación de la instalación, como lo es la instalación eléctrica y la ejecución física de los movimientos necesarios.

Es por esto que a continuación veremos todas estas fases aplicadas al Layout de nuestra línea de producción.

5.1 Ubicación de la nueva línea de producción dentro de la empresa

La empresa cuenta con un área en la parte superior del nivel principal, la cual cuenta con una extensión de 110 mts² (fig. 5.1.1), esta área es utilizada para ensamble de cajas de cartón para el empaque de productos terminados, el área será utilizada para realizar la distribución de la nueva línea de producción para el nuevo modelo de medidor volumétrico.

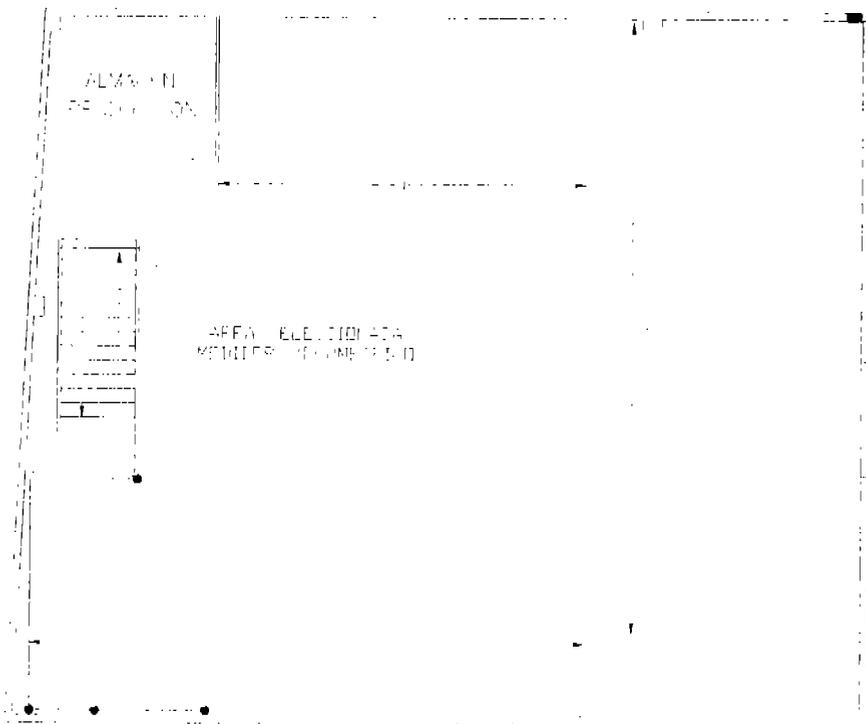


Figura 5.1.1 Ubicación de la nueva línea de producción.

El área seleccionada presenta un almacén de producción, donde son entregados los componentes a producción para el ensamble de los medidores volumétricos, este almacén es un cuarto fijo, por lo que en la distribución de planta no será posible reubicarlo en otra área específica.

La ubicación se encuentra en un segundo nivel, cuenta con una escalera para el acceso de la parte principal, la cual será utilizada como acceso de materiales a la línea de producción, por la parte del costado derecho se encuentra la línea de ensamble de fuel level, en esta línea se ensamblan indicadores eléctricos para ser enviados a Estados Unidos, estos no son comercializados en México, la entrada y salida de materiales de la línea de fuel level, se encuentra por el costado derecho de la línea, por lo que no tendremos interferencia entre el flujo de materiales de una línea de ensamble a otra.

5.2 Diagrama de relaciones

La parte analítica de la planificación, el planteamiento general empieza con el estudio del producto y de la cantidad y sus relaciones. El próximo paso es el análisis del flujo de materiales. Pero además del área de producción, las diferentes áreas de servicios deben ser integradas y planeadas. De hecho, muchos lay out, tales como oficinas y laboratorios y muchas plantas produciendo pequeños artículos, no tienen un flujo de materiales tradicional del que pueda hacerse un análisis significativo de flujo. Como resultado, el desarrollar o dibujar el diagrama relacional de actividades de los servicios o de otros departamentos es frecuentemente de igual importancia que el flujo del material.

Estas dos investigaciones entonces están combinadas en un diagrama de flujo y/o diagrama relacional de actividades. En este proceso las diferentes áreas de actividades o departamentos, están geográficamente diagramadas sin mirar el espacio actual que cada una requiere. Para llegar a las necesidades de espacio, el análisis debe ser hecho de la maquinaria del proceso y del equipo necesario y de los servicios auxiliares envueltos. Infortunadamente la utopía puede raramente alcanzarse, por tanto estas necesidades de área deben ser comparadas contra el espacio disponible. Entonces el área permitida para cada actividad será "colgada" sobre el diagrama relacional de actividades para formar el diagrama relacional de espacio.

El significado y el valor de este diagrama es medio explicatorio. Las relaciones y el espacio están en este punto esencialmente juntas. El diagrama casi se vuelve un layout. Pero no es un layout efectivo hasta que está ajustado y manipulado hasta integrarse con sus arreglos de las consideraciones modificantes que también lo afectan. Esto incluye consideraciones básicas como los métodos de manutención práctica de operaciones, consideraciones de seguridad y similar. Y como cada idea potencialmente buena concerniente a estas características es considerada, debe contrastarse con la posibilidad de practicabilidad representada por las limitaciones prácticas a la derecha del patrón de procedimientos.

Como la integración y ajuste de las diferentes consideraciones modificantes y sus limitaciones son elaboradas, una idea después de otra es probada y examinada. Las ideas que tienen valor práctico son retenidas y aquellas que no cumplen la prueba son descartadas. Finalmente después de abandonar aquellos planes que no parecen cumplir, llegamos al final con dos, tres, cuatro o tal vez cinco propuestas alternativas de layout. Cada una de estas resultará,

cada una tiene valor. El problema reside en decidir cual de estos planes alternativos de layout debería seleccionarse.

Estos planes alternativos pueden llamarse Plan X, Plan Y y Plan Z. En este punto, un análisis de coste de alguna clase debería hacerse junto con una evaluación de factores intangibles. Como resultado de esta evaluación, se hace una elección a favor de una alternativa o de otra, aunque en muchos casos el proceso de evaluación en si mismo sugiere que un nuevo, si cabe mejor layout podría ser una modificación de dos o más de los layouts alternativos que están siendo evaluados.

En el caso de la distribución de planta, es necesario establecer las áreas por cada operación a realizar, marcando las relaciones entre cada operación, las áreas necesarias por cada operación se describen a continuación.

Operación.	Área en metros cuadrados.	Operación.	Área en metros cuadrados.
Corte de tubo.	4	Soldadura de engrane sector.	2
Rebabado de tubo.	2	Formado de dientes.	3
Maquinado de porta engrane.	1	Ensamble cabeza.	2
Corte de varilla.	4	Verificación de juego axial	1
Torneado de varilla.	2	Barrenado de tubo.	1
Remache con imán.	1	Remachado de tubo.	1
Rimado de cabeza.	2	Punteado de cabeza - porta engrane.	1
Patentado de cabeza.	1	Ensamble de carátula.	5
Calibración de carátula.	2	Calibración del medidor volumétrico.	2.25
Sellado hermético de carátula.	2	Ensamble del cuerpo - flotador.	2
Corte de varilla.	4	Verificación funcional.	6
Torneado de varilla.	2	Empaque del medidor volumétrico.	10
Ensamble con flotador.	2		

Tabla 5.2.1 Áreas de cada operación.

Estableciendo las áreas que ocuparán las maquinas y materiales en cada operación del proceso, se establece el diagrama de relaciones, para establecer la relación que existe de cada una de las operaciones con las demás, esté diagrama nos refleja la cercanía que debe tener cada una de las operaciones en el momento de realizar la distribución de planta.

Es importante denotar que el criterio que se utilizó para determinar la relación entre operaciones, es únicamente como parámetros de necesidad y calificando estos parámetros como se indica a continuación:

- A = Absolutamente necesario, esto quiere decir que las operaciones deben estar en serie en el proceso.
- E = Especialmente necesario, esta calificación indica que la cercanía que se debe tener entre las operaciones debe ser lo mínimo que sea posible, no es necesario que estén en serie.
- I = Importante, es importante que las operaciones estén cercanas, para que el traslado de materiales sea un recorrido corto.
- O = Ordinario, indica que la ubicación entre operaciones no afecta el flujo del proceso, pueden estar juntas o separadas las operaciones.
- U = No importante, esta calificación no importa dentro del flujo, pero es conveniente que se encuentren separadas las operaciones.
- X = No deseable, la X indica que las operaciones no pueden estar en serie, y deben estar lo más alejadas posible dentro del flujo del proceso.

En la figura 5.2.1. de la pag. 99, se muestra el diagrama de relaciones para el proceso de ensamble del medidor volumétrico.

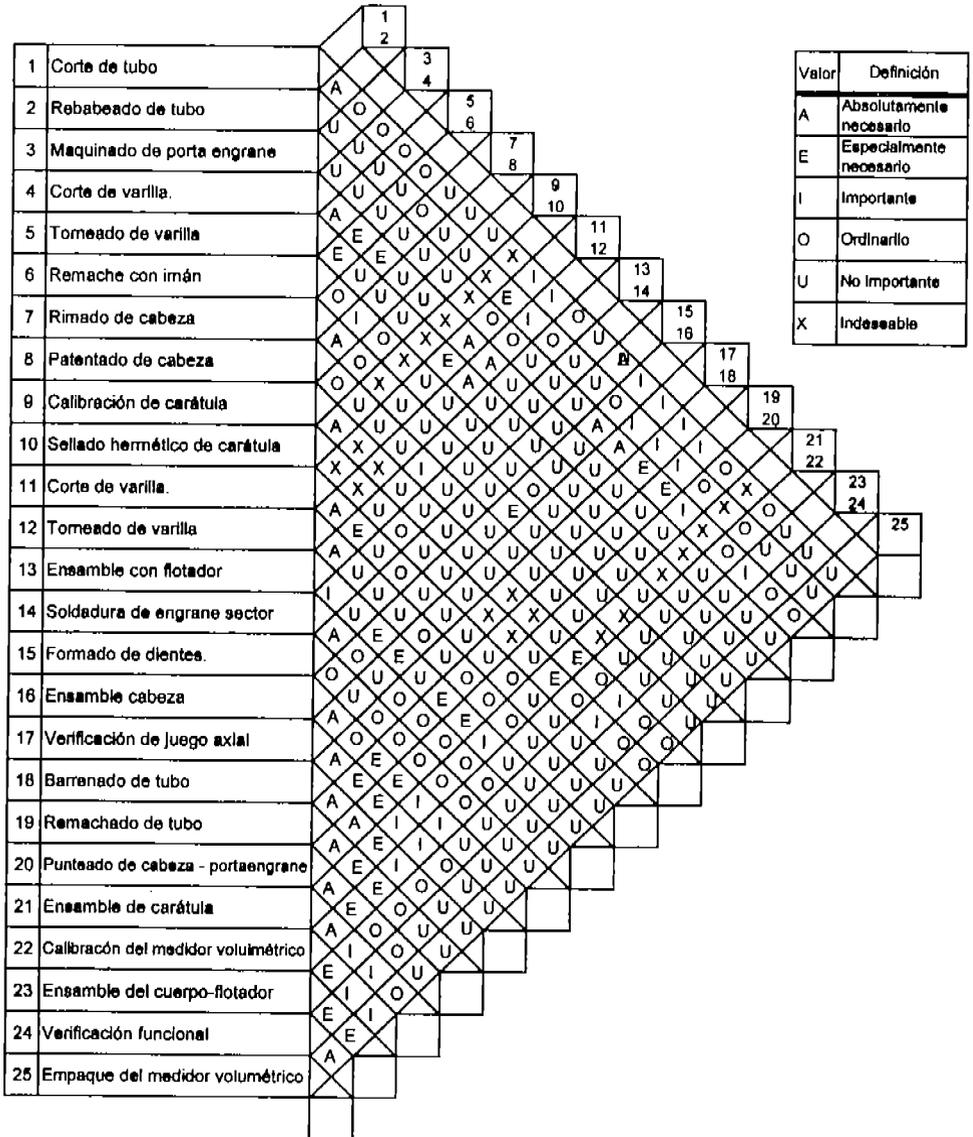


Figura 5.2.1 Diagrama de relaciones.

En esta fase, es hacer el layout detallado. Esto incluye la posición exacta de cada pieza de maquinaria o equipo, cada pasillo y cada estantería de almacenaje y hacer esto para cada una de las áreas de actividad o departamentos que han sido opuestos en bloque en el layout general. Antes de finalizar realmente el layout general, ciertos detalles tienen que haber sido tenidos en cuenta, esto significa que la Fase III se solapa con la Fase II. Por ejemplo, la actual orientación de una transportadora puede tener que ser analizada antes de que podamos decidir sobre el layout general. Esta es la clase de investigación solapada que lleva al ingeniero de planeación a los layout detallados en ciertas áreas antes de que se haya seleccionado la Fase II. Esto no significa una pérdida de visión ya que hemos discutido más tempranamente el layout general como un patrón distinto, separado de la Fase III, - el layout detallado-.

Nótase también que el layout detallado debe hacerse para cada una de las áreas detalladas han sido planeadas; esto es, algunos reajustes del layout general pueden tener que hacerse. Naturalmente, es importante no ser gobernado para una aplicación demasiado rígida del layout general elaborado en la Fase II. Este puede ser ajustado y cambiado dentro de límites -según los detalles dentro de cada área han sido elaborados.

Para la planificación del layout detallado, se usa el mismo Patrón de Procedimientos de la Fase III.

Sin embargo, el flujo de materiales ahora, es el movimiento de materiales dentro del departamento en cuestión. La relación de actividades dentro del departamento considerado. Similarmente, las necesidades de espacio son ahora el espacio requerido para cada pieza de maquinaria específica y equipo y su área inmediata de servicio.

El diagrama relacional de espacios ahora es una disposición aproximada de modelos o replicas de maquinaria y equipo, hombres y materiales o producto.

Otra vez para cada área departamental, acabamos con varios layouts alternativos. Esto conduce a una evaluación para seleccionar el más satisfactorio. Como ya se ha mencionado, el mismo patrón de procedimientos se repite para planear los detalles de cada área departamental, aunque para estar seguro, los datos y el énfasis serán diferentes para planear cada layout detallado.

Como se ha indicado previamente, el S.L.P. suministra un patrón universal que se adaptará a cualquier proyecto de layout sea una factoría, una oficina o cualquier otro tipo de operaciones envolviendo el uso de personal y materiales. Esto suministra una disciplina básica y profunda de planificación mientras al mismo tiempo permite diferentes contenidos lógicos para los datos de entrada de P, Q, R, S, T. Y justamente según el análisis de flujo de materiales será menos importante y el estudio de las relaciones de actividades será más importante en cada área de oficinas o laboratorio, por tanto el Patrón de Procedimientos tiene la flexibilidad de ser modificado para las necesidades de cualquier proyecto de layout. Es más una cuestión de ajuste a la importancia de cada -bloque- que cambiar la secuencia de los bloques.

5.3 Propuesta de nueva distribución en zona de ensamble

El planteamiento o propuesta de ubicación de la maquinaria, se presenta en la figura siguiente, donde se relaciona las operaciones, según la importancia marcada en el diagrama de relaciones (Figura 5.2.1 pag. 99).

1. Corte de tubo.
2. Rebabado de tubo.
3. Maquinado de porta engrane.
4. Corte de varilla.
5. Torneado de varilla.
6. Remacho con imán.
7. Rimado de cabeza.
8. Patentado de cabeza.
9. Calibración de carátula.
10. Sellado hermético de carátula.
11. Corte de varilla.
12. Torneado de varilla.
13. Ensamble con flotador.
14. Soldadura de engrane sector.
15. Formado de dientes.
16. Ensamble cabeza.
17. Verificación de juego axial.
18. Barrenado de tubo.
19. Remachado de tubo.
20. Punteado de cabeza - porta engrane.
21. Ensamble de carátula.
22. Calibración del medidor volumétrico.
23. Ensamble del cuerpo - flotador.
24. Verificación funcional.
25. Empaque del medidor volumétrico.



Figura 5.3.1 Ubicación de operaciones dentro del área seleccionada.

La distribución de planta propuesta para la ubicación de la maquinaria, cumple con los requerimientos establecidos en el diagrama de relaciones, el proceso de fabricación de los medidores volumétricos no es un proceso donde se pueden establecer las operaciones en línea, o de forma celular, algunas de las operaciones son independientes del flujo principal en el proceso, estas operaciones se agrupan como operaciones de preparación de materiales, las cuales se efectúan antes de la secuencia de fabricación.

La distribución de planta agrupa todas las operaciones dentro del diagrama de flujo de fabricación de medidores volumétricos, lo que no se tiene en la distribución anterior.

La instalación eléctrica (fase IV) que se tiene (fig. 5.3.2), es suficiente para el establecimiento de las maquinas y equipo necesario, por lo que no es necesario realizar instalaciones extras, solo se modificaran algunas bajadas y tomas eléctricas.



Figura 5.3.2 Instalación eléctrica.

Las cuatro fases para realizar una distribución de planta por medio de SLP, son secuenciales y para obtener mayores resultados, deben solaparse la una con la otra.

Las Fases I y IV frecuentemente no son parte del proyecto específico del planteamiento, aunque el proyecto debe pasar en cada caso a través de la primera y última fase. Por tanto, se debe concentrar toda la atención estrictamente en las fases del planteamiento II, "Planteamiento General" y III "Planteamiento Detallado".

Se utiliza un conjunto de convenciones para ayudar en la planificación, entendimiento y comunicaciones. Las convenciones son usadas a través de cada paso del Patrón de Procedimientos descrito previamente para diagramar, clasificar, visualizar y evaluar. Las convenciones, y el ejemplo conceptual consiste en:

- 7 símbolos
- 7 letras
- 7 líneas de clasificación
- 5 colores más blanco y negro.

Estos están integrados para múltiples usos en cualquier aplicación real de proyectos empleando el S.L.P.

CONCLUSIÓN

Con la realización del presente proyecto, se cumplen satisfactoriamente los objetivos planeados, logrando así, seguir el procedimiento planteado que fue básicamente la revisión y verificación del diseño, la planeación de la producción para el siguiente año, y la adaptación del sistema de producción para llegar así a una propuesta de creación de una nueva línea de producción para este modelo.

La revisión y verificación fue una parte muy importante ya que de ésta se desprendió el análisis del producto, sin ella no se hubiese logrado detectar en donde se tenía un problema con el diseño y con las partes que componen el producto. Así mismo, la norma ISO 9001 en su versión del año 1994, resultó ser una base muy fuerte ya que no solo se realizó la revisión y verificación sino que se va hasta la validación y aprobación del cliente para el producto ofrecido. La comunicación jugó un papel importante dentro de esta etapa puesto que se obtuvo mucha información, lo que generó una retroalimentación tanto del departamento de producción al departamento de ingeniería, como de la empresa misma a su cliente.

La planeación de la producción para el año 2003, fue imprescindible puesto que en ella se observó que la tendencia de venta del producto era sumamente atrayente para continuar con las ventas, y con la innovación el producto se planteó un programa de producción para el año 2003 que permitirá seguir la misma tendencia de fabricación que se tiene. Los pronósticos fueron esenciales para la elaboración del plan maestro de producción ya que éste no solo se planteo para la fabricación mensual, sino que se realizó el análisis sustentable para la fabricación diaria esperada por mes, es decir, que no todos los días del año se fabricará la misma cantidad, ésta variará en función de la fabricación esperada por mes.

No menos importante fue la adaptación del sistema de producción al modelo nuevo, esto implicó que se llevara a cabo un diagrama de flujo nuevo precedido por su plan de calidad que resulto ser de gran ayuda ya que este indicaba los pasos a seguir para la fabricación. Desde luego, esto provocó que se analizaran también las máquinas a utilizarse puesto que estas juegan un papel importante. Al hacer este análisis se detectó la necesidad de fabricar nuevos dispositivos que se ajustaran al modelo en cuestión; todo esto en función de una corrida piloto de este modelo, es decir, la fabricación de un pequeño lote. Al realizar esta corrida piloto y ajustar la línea de producción con los nuevos dispositivos y nichos, no hubiese estado completa sin la aprobación del cliente, quien realizó sus pruebas correspondientes e hizo saber que este modelo era apto para su línea de fabricación. Por lo tanto, se cumplieron las expectativas del cliente y se obtuvo la aprobación para la fabricación de este modelo.

Al lograr obtener la aprobación del cliente se pudo mostrar como una empresa dedicada a la fabricación de medidores volumétricos innova su producto y lo que implica la introducción de un nuevo modelo a su línea de producción.

ANEXO 2. Formato ISO001. Formato para elaborar procedimientos

A. PROPOSITO Y ALCANCE

PROPOSITO

- a) Se debe escribir lo que se establece como objetivo o fin que debe obtenerse con el procedimiento.
- b) La redacción del propósito incluye los elementos que se deben lograr para obtener el fin deseado

ALCANCE

- a) En este punto se establece los límites hasta donde se puede aplicar el procedimiento o documento, es decir, se establece hasta donde se puede utilizar, puede ser que abarque todo un departamento o una sola operación o un proceso, puede aplicarse a un lote de producción, a un tipo de material, una factura, una cobranza, etc.
- a) La redacción del alcance debe incluir de manera específica al área o proceso, personas, u cosas sobre las cuales se aplique.

B. RESPONSABILIDAD

- a) En este punto se define que deben hacer los departamentos o procesos según aplique o personas involucradas en el uso del procedimiento o documento, aclarando la responsabilidad de cada uno para que no exista duda, por lo regular cada departamento o proceso define la o las personas que se asignan como ejecutoras del procedimiento.
- b) La redacción de la responsabilidad debe incluir las interrelaciones entre departamentos, o procesos según aplique o personas de manera general (en procedimientos generales, se escriben departamentos o la indicación general de los involucrados, en procedimientos específicos se escriben puestos, en documentos para proceso se escriben puestos o procesos según se requiera).

C. DEFINICIONES

- a) En este punto se debe aclarar el significado de una palabra o grupo de palabras, también si es el caso un signo o un símbolo se debe aclarar.
- b) No hay que omitir palabras que se usen cotidianamente, ya que para otros departamentos pueden tener diferentes significado o ser totalmente desconocidas.
- c) No se debe dejar a la interpretación el significado de palabras que sean la base del trabajo que se realiza.

D. REQUERIMIENTOS A CUMPLIR

- a) En esta sección se anotarán las actividades que se realizan para cumplir correctamente un trabajo, son la manera de asegurar el cumplimiento de los requisitos a cumplir dentro del proceso o área.
- b) En el caso de procedimientos muy técnicos (de inspección y prueba) en este punto se anotarán las especificaciones que se cumplirán en la evaluación del producto

E. PROCEDIMIENTO

- a) Es la secuencia de operaciones, pasos, o actividades necesarias para realizar una tarea, trabajo, o prueba.
- b) En esta sección se anotara el "como" o si se entiende mejor "la forma de como" se deben realizar los requerimientos a cumplir, para los procedimientos de inspección y prueba, da una secuencia de actividades que nos lleven a encontrar un valor o nos den una prueba que al compararla contra el estándar establecido se pueda determinar la aceptación o rechazo de la prueba.
- c) En el caso de un procedimiento administrativo, se establecen las actividades que llevaran a la realización de los requerimientos a cumplir y que adicionalmente nos darán los documentos o registros que nos ayudaran a decidir si esta bien o mal realizado el trabajo.
- d) La función primaria de los procedimientos es que siempre se sigan lo mismos pasos en cada operación independientemente de quien sea la persona que la lleve a cabo.
- e) Proveen información escrita para el personal de nuevo ingreso o ajeno al área.
- f) Los siguientes criterios deben ser usados para determinar cuando es necesario escribir un nuevo PROCEDIMIENTO o DOCUMENTO o cambiar uno ya existente.
 - Como resultado de una auditoria.
 - Cuando una operación es transferida a otro lugar.
 - Cuando existe un proceso o actividad que afecte la calidad del producto y no este documentado.
 - Cuando un proceso o actividad se cambia por alguna razón valida.
 - Cuando se inicia una nueva actividad.
 - Cuando se realiza una acción correctiva
- g) En el proceso de elaboración, se deben involucrar aquellas personas que directamente tienen relación con la operación, lográndose el consenso de los participantes.
- h) Se usa el formato estándar para procedimiento FR02-03002 (Formato para elaborar procedimientos), diseñado para proveer una presentación completa y ordenada de la información. Se asigna el código de procedimiento de acuerdo al PG02-03002 (Asignación de codificación a documentos).
- i) Si alguna de estas secciones no es aplicable, entonces se anota NO APLICA después del nombre de la sección.

F. REFERENCIAS

Procedimientos relacionados.- Consiste en la lista de todos los procedimientos que se relacionan directamente con el procedimiento, estos procedimientos deben estar mencionados y explicada su relación en algún punto del procedimiento. además se escribe el código y la descripción para su mejor referencia.

Documentos de referencia.- Son todos los documentos que se consultaron para la elaboración del procedimiento y que pueden usarse en conjunto con el procedimiento. Se enlistan con código y descripción. Se puede hacer referencia a documentos como:

- Normas Internacional
- Manuales de equipo
- Normas Oficiales Mexicanas
- Libros de referencia
- Normas UL
- Otros (revistas, etc.)
- Instrucciones de trabajo
- Especificaciones técnicas de producto, proceso o parte
- Formatos de otros procedimientos

G. ANEXOS

En este punto se enlistan los formatos con código y descripción que se usan directamente en el procedimiento, son de nivel inferior y se usan para dar continuidad a procedimiento, estos formatos deben estar mencionados en algún punto del procedimiento explicando cual es su función, en el caso de no existir, se escribe no aplica.

ANEXO 3. Punto 4.4. de la norma ISO9001: 1994.

NMX- CC -003:1995 IMNC

4.4 Control del diseño.

4.4.1 Generalidades.

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para controlar y verificar el diseño del producto, con el fin de asegurar que se cumplan los requisitos especificados.

4.4.4. Datos de entrada del diseño.

Se deben identificar y documentar, los requisitos para los datos de entrada del diseño relacionados con el producto, incluyendo los requisitos legales y regulatorios aplicables y el proveedor debe seleccionarlos y revisarlos para su adecuación. Los requisitos incompletos, ambiguos o conflictivos, deben ser resueltos con aquellos responsables del establecimiento de estos requisitos.

Los datos de entrada del diseño deben tomar en consideración los resultados de cualquiera de las actividades de revisión del contrato.

4.4.5 Resultados del diseño.

Los resultados del diseño deben documentarse y expresarse en términos que puedan verificarse y validarse contra los requisitos de entrada del diseño.

Los resultados del diseño deben

- a) Cumplir con los requisitos de entrada del diseño;
- b) Contener o hacer referencia a los criterios de aceptación;
- c) Identificar aquellas características del diseño que son cruciales para la seguridad y el funcionamiento apropiado del producto (tales como requisitos de operación, almacenamiento, manejo, mantenimiento y disposición después del uso).

Deben revisarse los documentos del resultado del diseño antes de su liberación.

4.4.6 Revisión del diseño.

En etapas apropiadas del diseño, deben planearse y realizarse revisiones formales documentadas de los resultados del diseño. Los participantes en cada revisión del diseño deben incluir representantes de todas las funciones involucradas con relación a la etapa del diseño que se trate, así como a otros especialistas según se requiera. deben mantenerse registros de tales revisiones.

4.4.7 Verificación del diseño.

En etapas apropiadas del diseño debe realizarse la verificación del mismo para asegurar que los resultados del diseño cumplan los requisitos de entrada. Las medidas de control del diseño deben ser registradas.

NOTA

10. Además de realizar las revisiones del diseño (véase 4.4.6), la verificación del diseño puede incluir actividades tales como:

- La realización de cálculos alternativos;
- La comparación del diseño nuevo con un diseño similar probado, si está disponible
- La adopción de pruebas y demostraciones; y
- La revisión de los documentos de la etapa del diseño, antes de su liberación.

4.4.8 Validación del diseño.

debe realizarse la validación del diseño para asegurar que el producto cumple con las necesidades y/o requisitos definidos por el usuario.

NOTAS

11. La validación del diseño sigue a la verificación del diseño si ésta fue satisfactoria.
12. La validación se realiza generalmente bajo condiciones de operación definidas.
13. La validación se realiza generalmente al producto final pero puede ser necesaria en etapas iniciales previas a la terminación del producto.

14. Pueden realizarse validaciones múltiples si hay diferentes usos intencionados.

4.4.9 Cambios del diseño.

Todos los cambios y modificaciones del diseño deben ser identificados, documentados, revisados y aprobados por personal autorizado antes de su implantación.

ANEXO 4.

REGISTRO PARA REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DEL DISEÑO.

Fecha de emisión:

Número de revisión:

Fecha de revisión:

Revisión: Verificación:

Descripción de la revisión o verificación:

Acciones a realizar:

Descripción de documentos adjuntos.

Solicitante

Responsable del
Proyecto

Vo. Bo.

FR04-01009

ANEXO 5 REGISTRO COMPLETO DE PRUEBAS ELABORADAS EN VALIDACIÓN DE DISPOSITIVOS PARA CORRIDA PILOTO.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02
Fecha de revisión: 27-SEP-02
Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación del troquel para punzonado de cruceta, número J-7300-1 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se realizó punzonado a 10 piezas verificando dimensiones según especificaciones, estando todas dentro de las mismas.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-1 pag. 130)

OBSERVACIONES:

Falta maquinar barrenos para fijación en troqueladora.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FR04-01005

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02
Fecha de revisión: 27-SEP-02
Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de Nicho para barrenado de cruceta, número J-7300-2 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se montaron los nichos en la mesa index y se barrenaron 15 engranes encontrando que la dimensión de posición de barreno es de 0.0752" y el diámetro del barreno es de 0.160" por lo que cumple con las especificaciones.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-2, pag. 130).

OBSERVACIONES:

Basándose en los resultados de esta prueba se aceptan los otros 10 nichos por ser iguales.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02

Fecha de revisión: 27-SEP-02

Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de dispositivos de calibración de carátulas, número J-7300-3 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se realizó la calibración a 10 muestras observando que éste cumple con el requerimiento por el cual fue diseñado y no presenta riesgos para el operador.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-3. pag. .131).

OBSERVACIONES:

Basándose en los resultados de esta prueba se acepta el dispositivo de calibración.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FR04-01005

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02
Fecha de revisión: 27-SEP-02
Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de dispositivos de patentado de cabeza Snap-on número J-7300-4 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se realizó el patentado a 10 muestras observando que éste cumple con el requerimiento por el cual fue diseñado y no presenta riesgos para el operador.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-4. pag. .131)

OBSERVACIONES:

Se necesitan tornillos de fijación de ¼" más cortos que los utilizados actualmente.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FR04-01005

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02
Fecha de revisión: 27-SEP-02
Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de nicho para remachado de cruceta de número J-7300-5 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se realizó el ensamble de 10 muestras, se verificó el juego axial quedando en un rango de 0.0062 a 0.00122, no se presentan saltos al recorrer la aguja del 5% al 95%.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar estos nichos para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-5 pag. 131).

OBSERVACIONES:

Sin observaciones.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02
Fecha de revisión: 27-SEP-02
Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de Dispositivo para planchado de engrane sector numero J-7300-6 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

El nuevo planchador no ensambla en la máquina por lo que se utilizó el que se tiene actualmente y se montaron los nuevos nichos obteniendo el ángulo de 21° según especificaciones.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-6. pag. 132)

OBSERVACIONES:

Realizar dibujo de planchador.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02

Fecha de revisión: 27-SEP-02

Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de nicho par aplicación de plomo de número J-7300-7 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se aplicó plomo a los indicadores verificando las especificaciones del balanceo que es de 7.6 gms. a 11.6 gms.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-7 pag. 132)

OBSERVACIONES:

Sin observaciones.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02

Fecha de revisión: 27-SEP-02

Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de nicho para sellado de carátulas, con número J-7300-8 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se sellaron 10 carátulas, encontrando que ninguna presenta falla de hermeticidad.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-8. pag. 132)

OBSERVACIONES:

Basándose en los resultados de esta prueba se acepta el nicho para sellado de carátulas.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02
Fecha de revisión: 27-SEP-02
Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de nichos para ensamble de cabeza-tubo de número J-7300-9 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se realizó el ensamble de 20 muestras, y se verificó que el imán girara libremente, además se realizó un prueba de torque resultando un rango de 120-135 lb/plg².

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este nicho para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-.9 pag. 133)

OBSERVACIONES:

Sin observaciones.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02
Fecha de revisión: 27-SEP-02
Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de Nicho para ensamble de portaengrane con tubo de número J-7300-10 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se realizó el ensamble de 20 portaengranes y prueba de torque encontrando un rango de 60 a 80 lb/plg², no se observa ninguna pieza fracturada al realizar el ensamble.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-10. pag. 133)

OBSERVACIONES:

Sin observaciones.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02

Fecha de revisión: 27-SEP-02

Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de troquel para formado de tubo número J-7300-11 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se montó en la troqueladora de 2 toneladas, se formaron 20 piezas encontrando que el diámetro formado presenta ovalamiento de 0.001". El rango de medida es de 0.501"-0.504" de diámetro, genera además una ligera rebaba.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-11.. pag. .133)

OBSERVACIONES:

Se recomienda fabricar gauge verificador de diámetros pasa – no pasa.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02
Fecha de revisión: 27-SEP-02
Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de máquina para barrenado de portaengrane-tubo, número J-7300-12 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se realizó el barrenado a 20 muestras sin ningún problema.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-12. pag. 134)

OBSERVACIONES:

Sin observaciones.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02
Fecha de revisión: 27-SEP-02
Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de dispositivos de adaptador para prueba de fuga número J-7300-13 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

La superficie de contacto entre el adaptador y las piezas es mínima lo que podría ocasionar que las piezas se aflojaran y causaran un accidente, además de que se producen deformaciones en las piezas probadas y en las patas de los adaptadores. Este problema representa riesgos para el operador.

ACCIONES A REALIZAR:

No se autoriza utilizar este dispositivo para producción, por lo que se deberá de rediseñar.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. .A-13, pag. .134)

OBSERVACIONES:

Se recomienda ajustar la máquina.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02
Fecha de revisión: 27-SEP-02
Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de máquina para ensamble de "pin" en portaengrane, número J-7300-14 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se realizó el ensamble de 20 muestras, se sometieron a prueba de torque presentando deformación en las piezas de un rango de 110 a 120 lb-plg².

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-14 pag. 134)

OBSERVACIONES:

Sin observaciones.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02
Fecha de revisión: 27-SEP-02
Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de nichos para calibración con número J-7300-15 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se verificó que 10 muestras de indicadores marcarán en posición de 90° al 50% de llenado así como en un ángulo de 66° debajo de la horizontal marcara el 5% y en 66° sobre la horizontal marcara el 95% estando dentro de especificaciones.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-15 pag. 135)

OBSERVACIONES:

Sin observaciones.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02
Fecha de revisión: 27-SEP-02
Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de troquel para punzonado de ensamble cabeza-tubo de número J-7300-16 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se realizó el ensamble de 20 muestras, obteniendo un diámetro de punzonado de 0.060" y profundidad de 0.050". Se realizó prueba de torque aplicando 135 lb/plg2.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar esta máquina para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-16 pag. 135)

OBSERVACIONES:

Sin observaciones.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS

Fecha de emisión: 27-SEP-02

Fecha de revisión: 27-SEP-02

Número de proyecto: 1

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:

Validación de Nicho para troquelado de ensamble bulbo-varilla, número J-7300-17 con prueba de funcionamiento.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Se montó el nicho en el troquel y se realizó el troquelado de 20 muestras obteniendo las dimensiones especificadas.

ACCIONES A REALIZAR:

Se autoriza utilizar este dispositivo para producción.

DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se anexa foto tomada en prueba (ver fig. A-17 pag. .135)

OBSERVACIONES:

No existe plano de nicho. Se recomienda tener un dibujo para posteriores reposiciones de dicho nicho.

Ing. Oscar Islas
Solicitante

Ing. Oscar Islas
Responsable del
Proyecto

Ing. Alberto Medina.
Vo. Bo.

FR04-01005

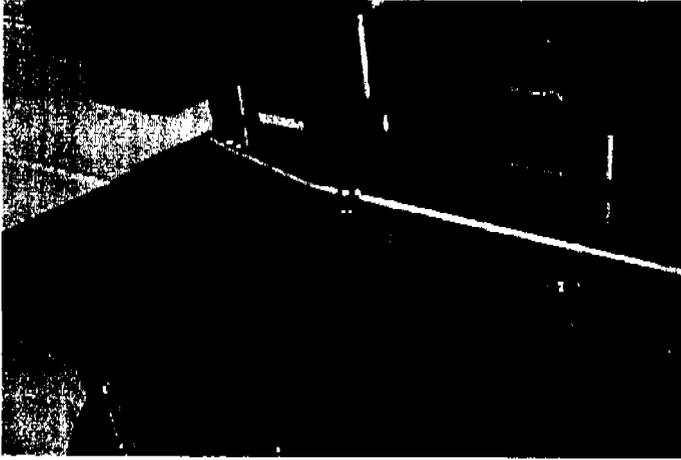


Figura A-1. Prueba de punzonado de cruceta con dispositivo J-7300-1



Figura A-2. Prueba de barrenado de cruceta con dispositivo J-7300-2

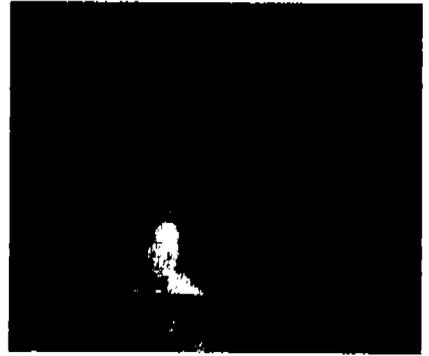
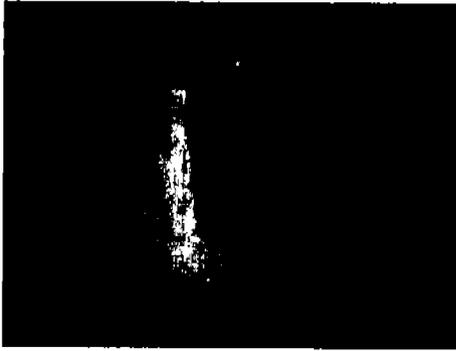


Figura A-3. Prueba de calibración de carátulas con dispositivo J-7300-3

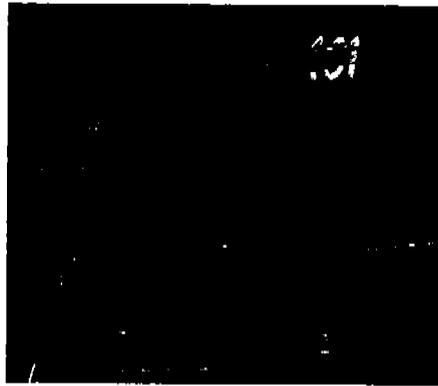


Figura A-4. Prueba de patentado de cabeza con dispositivo J-7300-4



Figura A-5. Prueba de remachado de cruceta con dispositivo J-7300-5



Figura A-6. Prueba de planchado de engrane con dispositivo J-7300-6



Figura A-7 Prueba de aplicación de plomo con nicho J-7300-7



Figura A-8 Prueba de sellado de carátula con nicho J-7300-8



Figura A-9. Prueba de ensamble cabeza con tubo con nicho J-7300-9

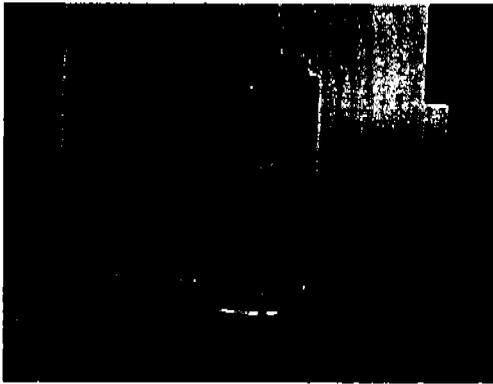


Figura A-10. Prueba de ensamble de portaengrane con tubo con nicho J-7300-10



Figura A-11. Prueba de formado de tubo con troquel número J-7300-11



Figura A-12 Prueba de Barrenado de portaengrane con máquina J-7300-12

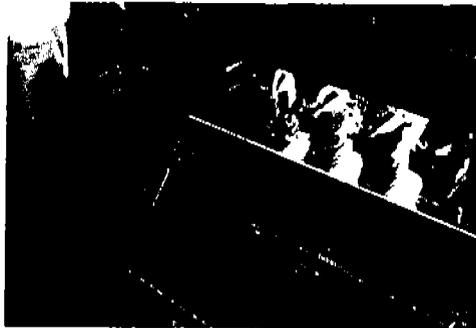


Figura A-13. Prueba de Adaptadores para prueba de fuga con dispositivo J-7300-13

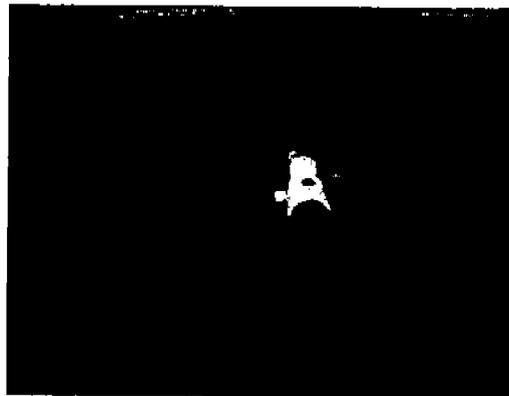


Figura A-14. Prueba de Ensamble de pin en portaengrane con dispositivo J-7300-14

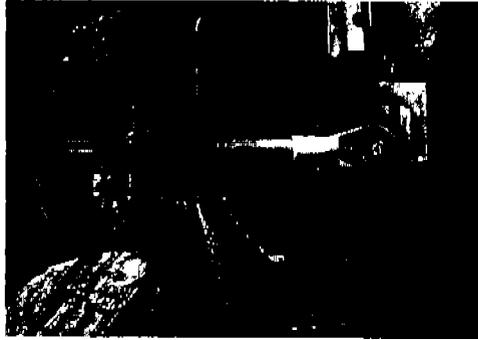


Figura A-15 Prueba de calibración de medidor volumétrico con dispositivo J-7300-15



Figura A-16 Prueba de punzonado de cabeza y tubo con dispositivo J-7300-16



Figura A-17. Prueba de pellizco en varilla con dispositivo J-7300-17

BIBLIOGRAFÍA

Manual de formulas técnicas.

Kurt Gieck

Ed. Alfaomega

Planeación y control de la producción

Daniel Sipper & Robert L. Bulfin Jr.

Mc Graw Hill.

European Organization for Quality.

<http://members.es.tripod.de/calidad/>

Sistema de programas de Fabricación

Versión 6.10.105

FORUTH SHIFTH CORPORATION.

www.fs.com

Training and Education.

Versión 6.10.105

FOURTH SHIFTH CORPORATION

Norma mexicana INMC

NMX-CC-001: 1995, ISO S402:1994

Administración de la calidad y aseguramiento de la calidad, Vocabulario.

Manual de ISO 9000 EN EL AÑO 2000.

Sistema de Administración de la Calidad – Requerimientos.

Curso “La Norma Internacional de Calidad ISO 9000-2000”

Instituto Tecnológico Autónomo de México.

Análisis Sistemático de Mantenimiento.

Richard Muther & KNut Haganäs

Fases del sistema SLP.

Manual para Análisis de Decisiones II.

Victor M. Alvarado Verdín.

UAM-A.