



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

**"PROPUESTA PARA UN MEJOR FUNCIONAMIENTO Y
DURABILIDAD DE UN RETÉN CIGUEÑAL TRASERO PARA
UN MOTOR DE CUATRO CILINDROS"**

BERNARDO FERNANDEZ LABASTIDA

Tesis presentada para optar por el título de Licenciado en
Ingeniería Electromecánica con Reconocimiento de Validez
Oficial de Estudios de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 00933087 con fecha 29-I-93.

Zapopan, Jal., Agosto de 1997.



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

**"PROPUESTA PARA UN MEJOR FUNCIONAMIENTO Y
DURABILIDAD DE UN RETÉN CIGUEÑAL TRASERO PARA
UN MOTOR DE CUATRO CILINDROS"**

BERNARDO FERNANDEZ LABASTIDA

Tesis presentada para optar por el título de Licenciado en
Ingeniería Electromecánica con Reconocimiento de Validez
Oficial de Estudios de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 00933087 con fecha 29-I-93.

Zapopan, Jal., Agosto de 1997.

CLASIF: _____

ADQUIS: 47402

FECHA: 08/08/02

DONATIVO DE _____

\$ _____





UNIVERSIDAD PANAMERICANA
SEDE GUADALAJARA

DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

BERNARDO FERNANDEZ LABASTIDA

Presente

En mi calidad de Presidente de la Comisión de Exámenes Profesionales y después de haber analizado el trabajo de titulación en la alternativa tesis titulado "**PROPUESTA PARA UN MEJOR FUNCIONAMIENTO Y DURABILIDAD DE UN RETÉN CIGUEÑAL TRASERO PARA UN MOTOR DE CUATRO CILINDROS**", presentado por usted, le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado de Examen Profesional, por lo que deberá entregar ocho ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

Atentamente

EL PRESIDENTE DE LA COMISION

Zapopan, Jal. agosto 11 de 1997



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

Febrero 26 de 1997

COMITE DE EXAMENES PROFESIONALES
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
UNIVERSIDAD PANAMERICANA

Hago constar que el alumno: **BERNARDO FERNÁNDEZ LABASTIDA**, ha terminado satisfactoriamente el trabajo de tesis titulado: "**PROPUESTA PARA UN MEJOR FUNCIONAMIENTO Y DURABILIDAD DE UN RETÉN CIGUEÑAL TRASERO PARA UN MOTOR DE CUATRO CILINDROS**", que presentó para optar por el título de la Licenciatura en Ingeniería Electromecánica.

Se extiende la presente para los fines que convengan al interesado.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'F. OSUNA', is written over a large, light-colored scribble or stamp.

ING. FRANCO ANTONIO OSUNA GARZÓN
Asesor de Tesis
Escuela de Ingeniería Electromecánica

INDICE

	página
INTRODUCCIÓN	6
I. CONCEPTOS BASICOS DE UN RETEN	
1.1 Principios básicos de un retén.....	8
1.2 Historia y evolución del diseño de retenes	10
1.3 Descripción del retén y sus partes.....	12
1.4 Tipos de retén.....	16
1.4.1 Tipos de retenes por su tipo de labio.....	16
1.4.2 Tipos de retenes por su diseño y sus principales aplicaciones.....	19
1.4.2.1 Retenes sin resorte.....	19
1.4.2.2 Retenes con resorte.....	20
1.4.2.3 Retenes de diseños especiales.....	22
1.5 Materiales para la fabricación de un retén.....	24
1.5.1 Material para la estampa.....	24
1.5.2 Material del sello (hule).....	25
1.5.3 Materiales para el resorte.....	27
1.6 Compatibilidad con lubricantes.....	28
1.7 Problemas mas comunes de los retenes y sus soluciones.....	30
1.7.1 Reten que trabaja a altas temperaturas.....	30
1.7.2 Reten que trabaja a altas presiones.....	30
1.7.3 Reten que trabaja bajo condiciones de vacío.....	31
1.7.4 Excentricidad de la flecha.....	32
1.8 Ciclo de vida de un retén.....	33
II ESPECIFICACIONES SAE e ISO	
2.1 SAE.....	34
2.2 ISO.....	36
2.3 Dimensiones Nominales para flechas y cajas.....	37
2.4 Recomendaciones y especificaciones de la flecha.....	39
2.5 Recomendaciones y especificaciones de la caja.....	42
2.6 Especificaciones dimensionales de retenes.....	44

2.7 Recomendaciones para el resorte.....	47
2.8 Defectos visuales.....	50
III DESARROLLO DEL PRODUCTO	
3.1 Conceptos y especificaciones cliente.....	53
3.2 Propuesta	56
3.3 Resorte.....	59
3.3.1 Nomenclatura.....	59
3.3.2 Teoría general de los resortes helicoidales	61
3.3.3 Calculo del resorte.....	65
3.4 Calculo del hule.....	70
IV. PROCESO DE FABRICACIÓN	
4.1 Operación de troquelado.....	73
4.1.1 Troqueladoras.....	73
4.1.2 Troquel.....	76
4.1.3 Operaciones de troquelado.....	78
4.2 Fosfatado.....	79
4.3 Cementado.....	80
4.4 Operación de moldeo.....	81
4.4.1 Moldeo.....	83
4.5 Post-Curado.....	85
4.6 Enresortado.....	86
V. JUSTIFICACIÓN DE PROPUESTA	
5.1 Prueba funcional	88
5.2 Prueba L.O.P (lip open pressure).....	92
5.2 Justificación del diseño.....	92
5.3 Cuadro comparativo.....	98
CONCLUSIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	101
APENDICE A	103
GLOSARIO	106

INTRODUCCIÓN

Existen actualmente diseños de autopartes que han quedado obsoletas, o no se han perfeccionado a la misma velocidad que las demás. Sin embargo los motores que trabajan cada día en condiciones mas críticas exigen que estas partes sin desarrollo se modernicen o perfeccionen para permitir que los motores puedan ser mas eficientes.

Este proyecto nació por la necesidad de General Motors México de tener un mayor número de proveedores nacionales capaces de desarrollar y fabricar autopartes de alta precisión.

La razón por la que me disidi por presentar este proyecto como mi tesis profesional, fue para demostrar que hay empresas mexicanas capaces de diseñar y fabricar piezas de alta precisión con excelentes resultados rompiendo los paradigmas de que la industria automotriz mexicana es incapaz de desarrollar diseños de calidad mundial.

En esta tesis se presentará la propuesta del retén de cigüeñal para el automóvil Chevy GM, y presentar el material básico necesario para el diseño y fabricación de un retén para uso automotriz con la tecnología más avanzada hasta el momento. Los motores modernos exigen que cada una de sus partes sean capaces de soportar condiciones críticas tales como temperatura, fricción, velocidad, contaminación etc., por tiempos mas prologados. Antiguamente se acostumbraba cambiar ciertas piezas cada 10 ó 15 mil kilómetros, esto ha pasado a la historia ya que actualmente hay automóviles garantizados hasta por 160,000 kilómetros, por lo que es necesario un diseño que satisfaga estas necesidades.

En la industria automotriz este tipo de trabajos de mejora se realizan día a día. Esta industria invierte millones de dólares en desarrollo e investigación. Gracias a las nuevas tecnologías, descubrimientos de nuevos materiales y la fabricación de maquinaria especializada como robots para esta industria, han permitido el desarrollo de otras industrias como la agrícola, metálica, construcción, robótica, manufacturera etc.

La tesis se ha dividido en cinco capítulos se explican a grosso modo a continuación: El primer capítulo habla sobre los inicios, tipos y bases fundamentales del retén obteniendo un panorama básico de los retenes. El segundo capítulo habla de los estándares internacionales ISO y SAE que rigen el diseño de autopartes. En el tercer capítulo se presenta la propuesta del retén, cálculos y detalles técnicos necesarios. El cuarto capítulo describe el proceso de fabricación del retén. El quinto y último capítulo explica las pruebas necesarias para comprobar que el retén trabaja con excelentes resultados justificando cada una de las características críticas del nuevo diseño.

CAPITULO I CONOCIMIENTOS BASICOS DEL SELLO DE ACEITE

1.1.- Principios básicos de un retén.

El retén o también conocido como sello de algún lubricante está formado por una alma metálica, un elemento sellante (hule, fieltro o cuero) y un resorte que mantiene la fuerza radial uniforme durante la vida funcional del sello. La función principal de un retén (o sello) es el retener lubricantes dentro de un compartimento o cavidad, y al mismo tiempo evitar que partículas externas penetren al lubricante. Los retenes son usados también para separar fluidos a presiones limitadas. También son utilizados en la industria para una variedad muy grande de aplicaciones y condiciones de operación. Estas condiciones de operación pueden variar desde altas velocidades de rotación de la flecha (6,000-12,000 RPM) con lubricantes muy delgados, sin presión y con un medio ambiente limpio, hasta aplicaciones con bajas velocidades, y medio ambiente fangoso o inundado. El rango de temperaturas extremas de trabajo puede ser desde -50 °C (-58 °F) en el ártico a 50 °C (122 °F) en el trópico. Algunas temperaturas pueden ser de hasta 150 °C (302 °F) o más.

Para que el sellado sea efectivo, el retén debe mantener una adecuada interferencia entre el labio (miembro elastómero) y la flecha en movimiento (Figura 1). Un resorte se usa algunas veces para ayudar a mantener la fuerza de sello durante la vida del retén. Un ajuste de interferencia deberá mantenerse entre el diámetro exterior del retén y el diámetro interior de la caja, para prevenir fuga de lubricante por el diámetro exterior, y para asegurar que el retén no tenga movimiento una vez instalado.

El retén es un dispositivo hoy en día de suma importancia ya que todos los motores de combustión interna llevan algún tipo de retén para sellar las cavidades que trabajan bañadas de aceite, la precisión es una característica muy importante ya que una milésima puede significar una fuga considerable por lo que el diseño y fabricación de los retenes se basa en los estándares internacionales ISO y SAE que también rigen en sus secciones correspondientes para los fabricantes de cajas y flechas.

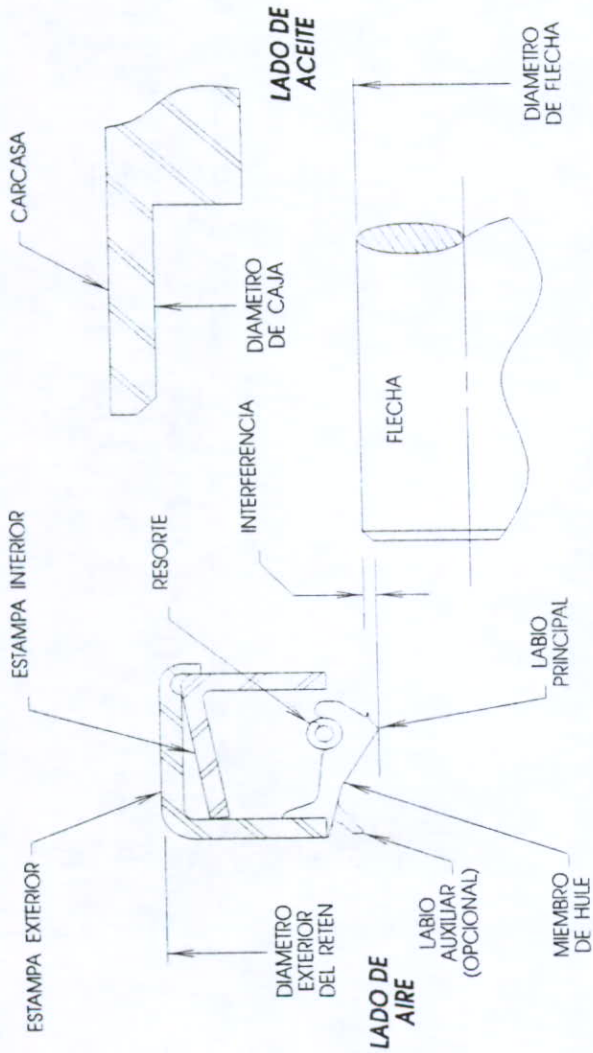


FIGURA 1
RETEN RADIAL

1.2.- Historia y Evolución del Diseño de Retenes.

Una gran variedad de diseños de retenes y configuraciones de labios son utilizados para poder cubrir la mayoría de las aplicaciones. Los principios básicos de operación de esas distintas configuraciones son los mismos. Muchos factores generales deben ser adicionados cuando se diseña o selecciona un retén para una aplicación específica.

En tiempos pasados los retenes estaban constituidos por correas y franelas de cuero que se colocaban en las puntas de ejes de ruedas para mantener la grasa animal en su lugar. Con la Revolución Industrial del Siglo 18 se incrementó la demanda de lubricantes y se crearon sistemas de sellado más sofisticados. Las correas y franelas de cuero que se usaban como retén, dejaban fugar el lubricante. Las altas velocidades, altas y bajas temperaturas de operación demandaban mejoras en los diseños. En 1927 los retenes de cuero para aceite fueron producidos, con una superficie de sellado que pudo seguir los movimientos de las flechas excéntricas durante su trabajo (Figura 2A). Esos retenes ensamblados eran compactos, de una unidad y fueron fáciles de instalar a presión en la caja de trabajo.

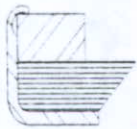
Una mejora mayor en los retenes de cuero ocurrió en 1934, cuando el cuero se ensambló entre dos estampas y se le colocó un resorte para uniformar la carga (Figura 2B). El resorte ayudó a tener más efectividad de sellado en superficies de relieve.

Como los problemas con la lubricación se hicieron más complejos, el aceite reemplazó a la grasa como lubricante. Las temperaturas de operación se incrementaron. El diseño y los materiales de los retenes se modificaron también para prevenir fugas. Se presentó el cuero tratado para evitar que el aceite delgado fugara a través de las fibras del cuero.

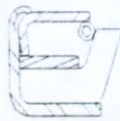
El desarrollo del mundo de los retenes se dió con el primer hule resistente o compatible con el aceite a principios de 1940. Este retén con hule sintético fue usado reemplazando al cuero. Una navaja fue utilizada para cortar y formar el labio del sello.

Ya para 1945 fueron desarrollados cementos y adhesivos para unir directamente el hule al metal. Los retenes tuvieron que tener una área larga para el adhesivo (Figura 2C). Nuevas mejoras en ésta adhesión se han ido desarrollando después de 1940. Hoy en día los retenes son construidos con cementos que son más fuertes que el mismo hule. Los retenes ensamblados no son muy recomendables por que su costo es muy alto, tienen fugas internas, y son difíciles de controlar dimensionalmente.

Los diseños modernos de retenes tienen un labio moldeado que elimina el corte. Estos retenes permiten un excelente control dimensional. Los retenes de labio moldeado son los recomendados para las aplicaciones actuales.(Figura 2D).



2 A



2 B



2 C



2 D

FIGURA 2
EVOLUCION DEL RETEN RADIAL

1.3.- Descripción del Retén y sus Partes.

Muchas variables interrelacionadas en el diseño del retén afectan la habilidad del elemento durante su función de sellado. La geometría del labio juega un importante papel para obtener un contacto y carga apropiados con su superficie interior. A continuación se definen las partes del retén las cuales se observan en la Figura 3.

- 1) La longitud del labio es la distancia axial entre su punto de contacto y la base del espesor flexible. Una longitud corta de labio producirá una carga radial mayor del sello y aumentará su desgaste. Una longitud larga del labio permitirá una mayor flexibilidad y generará un mayor seguimiento a la flecha. Las longitudes de labios se encuentran entre .100" y .200" dependiendo de la aplicación.
- 2) El valor "R" es la distancia axial desde el punto de contacto a la línea de centro de la cavidad del resorte. Para un mejor funcionamiento el valor "R" debe estar entre .010" y .030" (positiva); el punto de contacto del elemento deberá estar colocado del "lado de aceite" y la línea de centro del resorte se deberá encontrar del "lado de aire". Si el valor "R" llega a ser negativa, el resorte ejerce una carga radial fuerte en la que el labio cambia la distribución del aceite entre el labio y la flecha causando una fuga instantánea. Sin embargo, debe notarse que el labio al instalarse en la flecha se deflexiona, causando que el valor "R" sea aún más positivo. Por lo tanto, algunos diseños utilizan un valor "R" de cero en estado libre, para llegar a ser positivo cuando se instala. Si el valor "R" es más grande que .030" en dirección positiva, causa que el retén falle en el sellado, proporcionando una reducción de la vida útil del retén.
- 3) El ángulo del lado del aceite, deberá tener un valor de entre 40 y 70 grados, y es el ángulo entre la superficie de la flecha y la superficie sellante del labio. Este ángulo es más largo que el ángulo del lado del aire y debe ser lo suficientemente grande para resistir la acción del desgaste. Si éste es muy bajo, el gradiente deseado de presión entre las superficies no será generado y la fuga ocurrirá.
- 4) El ángulo de pared, deberá tener un valor de entre 20 y 35 grados, es el ángulo entre la flecha y el elemento sellante por la parte de aire.

Este ángulo debe ser pequeño para que permita formar una película de lubricante donde trabaja el miembro sellante. Si el ángulo es demasiado corto, se acelera el trabajo del retén acortando su vida útil, y si el ángulo es muy alto, el punto de contacto no trabajará de acuerdo a la geometría del retén dando como resultado la fuga del lubricante.

5) La superficie externa del labio es un cono truncado que forma el lado de aire del retén.

6) La superficie interna del labio es un cono truncado que forma el lado de aceite del retén.

7) La sección flexible es el área que se deforma cuando el retén es instalado y gobierna la carga radial del retén a su flexibilidad. En general el espesor flexible debe ser diseñado con el suficiente espesor para reducir la tendencia a presionar la flecha; el espesor flexible debe ser lo suficientemente delgado para seguir la flecha. El espesor flexible normalmente es de .024" a .060" dependiendo de la aplicación y el tamaño del retén.

8) Es el diámetro interior de la estampa.

9) Esta es la sección del labio la cual es adherida a la estampa y se conecta con la sección flexible.

10) El resorte es un alambre embobinado helicoidalmente y con sus puntas conectadas formando un anillo, éste normalmente se usa para mantener al elemento sellante con una carga uniforme con la flecha.

11) Es el diámetro exterior del retén .

12) La punta de hule está adherida a la cara exterior de la estampa. Forma un empaque cuando el retén está instalado y comprimido en la caja.

13) El diámetro del hule está pegado al diámetro exterior de la estampa.

- 14) El espesor de contacto es el ancho de banda (de contacto) del labio, cuando el retén se instala en la flecha, ésta se mide en dirección axial.
- 15) La línea de contacto está formada entre la superficie exterior e interior del labio. En el detalle de la sección el punto de contacto se muestra como un punto.
- 16) El labio auxiliar y sin resorte se localiza en la cara exterior del retén para prevenir que ingresen contaminantes de la atmósfera.
- 17) El espesor de trabajo es la distancia radial entre el punto de contacto y la cavidad del resorte. El espesor de trabajo es el que mantiene la estabilidad del elemento. Un espesor de trabajo delgado también ayudará a mantener buena carga. En algunas aplicaciones donde el retén este sujeto a vibraciones, éste espesor deberá ser incrementado en el diseño para estabilizar su función. El espesor normal de trabajo está en un rango de entre .050" y .100" según la altura del retén.
- 18) La interferencia es la diferencia diametral entre el labio y la flecha. El diámetro del elemento sellante en su punto de contacto debe ser menor que el diámetro de la flecha. Una interferencia excesiva causará una carga radial muy alta en el punto de contacto incrementando el desgaste del sello. Una interferencia insuficiente no permitirá al labio seguir el movimiento excéntrico de la flecha, dando como resultado la fuga del lubricante.
- 19) Diámetro interior del labio principal.

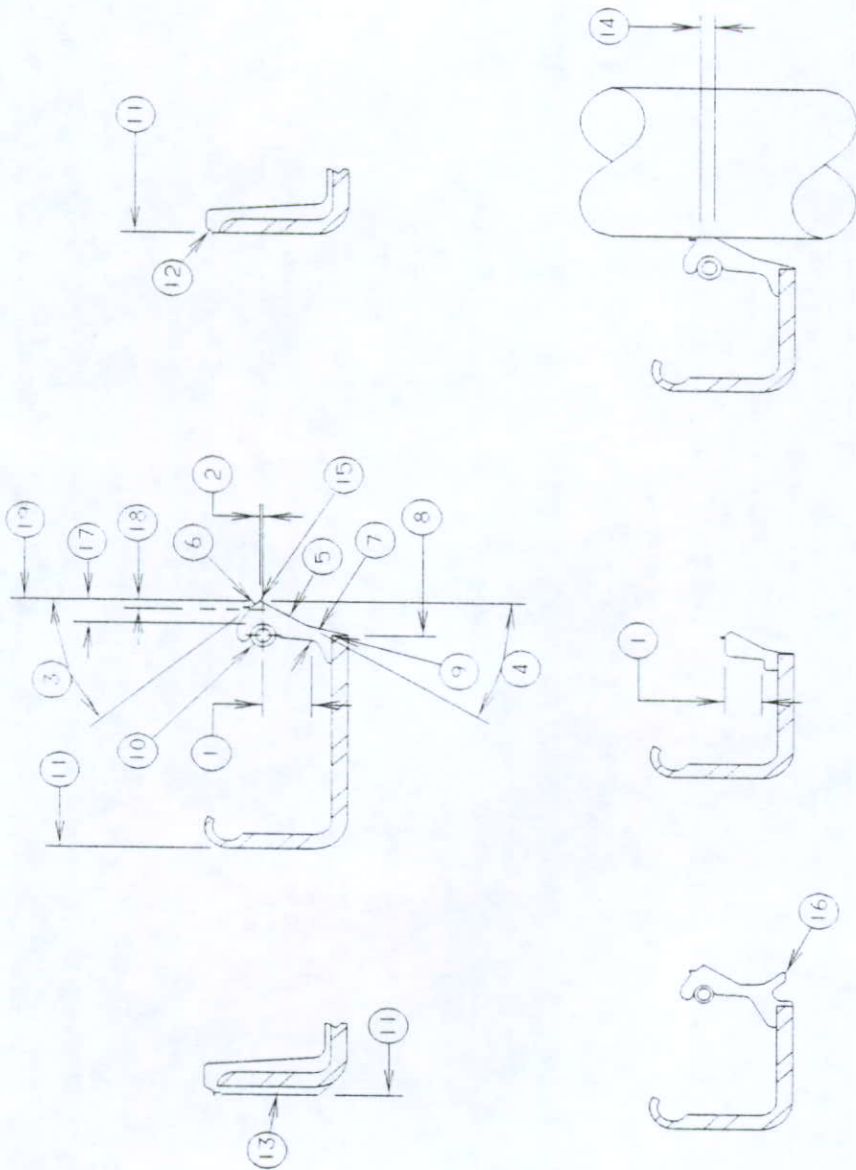


FIGURA 3
GEOMETRIA DE ELEMENTO SELLANTE

1.4.- Tipos de Retén

1.4.1 Tipos de retenes por su tipo de labio

Sellado Hidrodinámico.

La funcionalidad del sello puede ser incrementada mediante la incorporación de figuras hidrodinámicas que bombean el lubricante desde el punto de contacto del sello hacia el lado del aceite.

Estas figuras pueden ser: hélices como se muestra en la Figura 4A, triángulos como lo ilustra la Figura 4B, cuerdas ondulares como se observa en la figura 4C, entre otras. La parte izquierda de cada figura ilustra como es una sección de la superficie del labio y como las figuras hidrodinámicas llegan al punto de contacto. En la parte derecha de cada figura se presenta el punto de contacto entre flecha y labio en forma de una línea vertical y las huellas de que las figuras hidrodinámicas forman sobre la flecha cuando no está en movimiento.

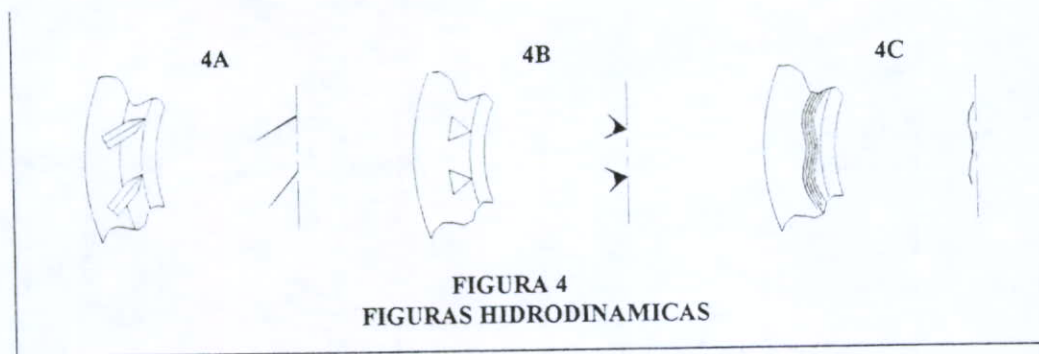


FIGURA 4
FIGURAS HIDRODINAMICAS

Las figuras hidrodinámicas solo incrementarán la habilidad de bombeo del retén, cuando el movimiento es relativo al de la flecha. Esta técnica de figuras hidrodinámicas se descubrió comparando un diseño plano contra un diseño ondular encontrando que éste último bombeaba más que el diseño plano, esto se encontró incrementando el número de ondas y la amplitud. Esta gráfica se observa en la Figura 6.

ANGULO INTERIOR
LADO ACEITE

ANGULO EXTERIOR
LADO DE AIRE

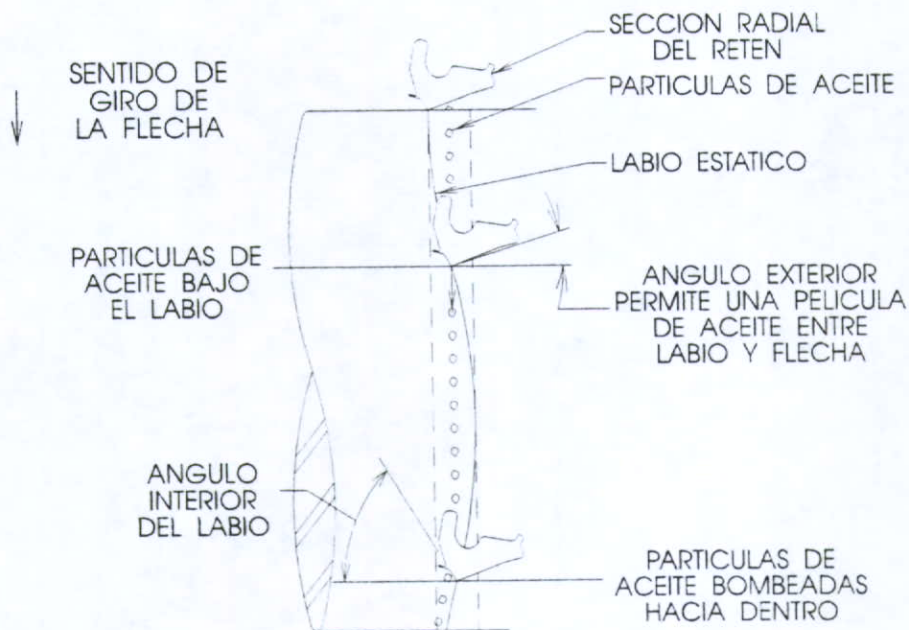


FIGURA 5
MECANISMO DEL RETEN ONDULAR

La Figura 5 muestra el mecanismo de bombeo de un retén con labio ondular:

- 1) La flecha gira en el sentido que se indica.
- 2) A los pocos minutos de trabajo se forma una película de lubricante bajo el labio.
- 3) Con el giro de la flecha y por gravedad, las partículas de aceite dentro de la cámara se acercan al labio haciendo contacto con él.
- 4) Por la geometría ondular de la banda de contacto (fillo del labio) "barre" el aceite hacia dentro de la cámara.

La Figura 6 muestra que el diseño de hélices provee el bombeo más alto, éste puede ser usado sólo si la flecha gira en una sola dirección (por ejemplo sellos para cigueñal). Si la flecha es girada al revés las hélices unidireccionales bombearán hacia afuera causando una fuga exagerada. Los otros tipos de retenes bidireccionales con figuras hidrodinámicas como: triángulos, cuerdas ondulares, medias lunas, etc. podrán bombear el aceite hacia adentro de la cámara en ambas direcciones de rotación de la flecha.

Entre las aplicaciones de éstos retenes bidireccionales se encuentran las de piñon, dirección y ruedas.

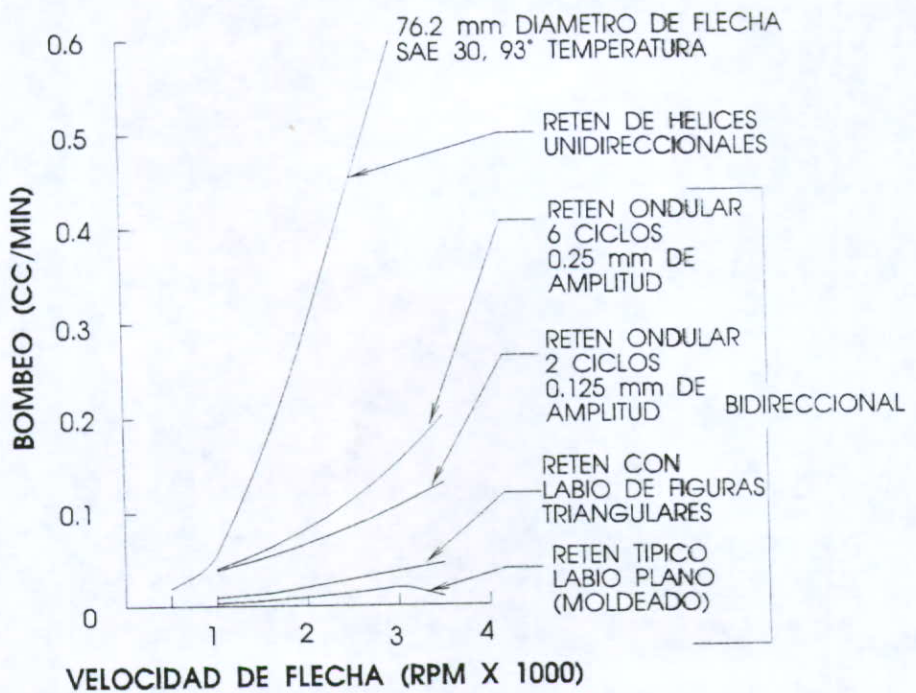


FIGURA 6
CANTIDAD DE BOMBEO DE VARIOS TIPOS DE RETEN

1.4.2- Tipos de Retenes por su Diseño y sus principales aplicaciones..

1.4.2.1 Retenes sin resorte

Los retenes sin resorte (figura 7A) son normalmente la solución más simple y barata, cuando el material lubricante a sellar es altamente viscoso, por ejemplo: grasa a una velocidad lineal de flecha de 10 m/s.

El hule puede ser moldeado a lo largo de la cara interior de la estampa para minimizar la corrosión (figura 7B).

Un labio auxiliar o secundario puede ser usado también para excluir contaminantes (figura 7C) en algunas aplicaciones como: bandas transportadoras, ruedas de vehículo y otros mecanismos lubricados con grasa.

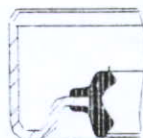
Para trabajos pesados se utilizan los labios múltiples con grasa entre ellos (figura 7D) con esto la contaminación externa es disminuida. Para estas aplicaciones la velocidad de la flecha es limitada a 2.5 m/seg.



7A



7B



7C



7D

APLICACION	RUEDA DE VEHICULOS FORD Y GENERAL MOTORS	FLECHA SIN-FIN (DIRECCION) LAVADORAS DE ROPA	MASA PARA RUEDA DE VEHICULOS G.M.	RASTRA PARA TRACTORES
VELOCIDAD (R.P.M.)	900 MAX.	900 MAX.	1500 MAX.	1 20 MAX.
TEMPERATURA	93 °C	93 °C	93 °C	80 °C
VENTAJAS	BAJO COSTO Y DE FACIL MANUFACTURA	BAJO COSTO Y DE FACIL MANUFACTURA	SELLA GRASA Y EXCLUYE CONTAMINANTES	PROTEGE MUY BIEN LOS BALEROS, TRIPLE LABIO
DESVENTAJAS	NO FUNCIONA PARA SELLAR FLUIDOS DE BAJA VISCOSIDAD	NO FUNCIONA PARA SELLAR FLUIDOS DE BAJA VISCOSIDAD SU COSTO ES MAYOR QUE EL DISEÑO 7A	COSTO ES MAYOR AL DISEÑO 7B. SU MANUFACTURA ES MAS COMPLICADA Y NO SELLA ACEITE	ALTO COSTO Y DIFICULTADES DE MANUFACTURA, NO SELLA ACEITE

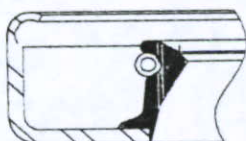
FIGURA 7
RETENES SIN RESORTE

1.4.2.2.- Retenes con resorte

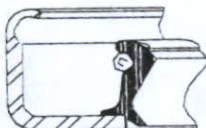
Los retenes con resorte son usados para sellar lubricantes de baja viscosidad, como aceite a velocidades arriba 25 m/seg. Retenes con un solo labio son más económicos para sellado de aceite y propósitos generales (figura 8A). Las aplicaciones típicas incluyen: motores, ejes de dirección, bombas de transmisión, motores eléctricos y reductores de velocidad.

Si se requiere un excluyente ligero de los contaminantes, un retén de doble labio es la solución (figura 8B). Estos retenes son comúnmente usados en motores, en aplicaciones agrícolas e industriales quedando de esta manera protegidos del medio ambiente.

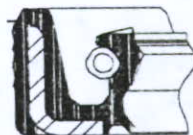
Los retenes con diámetro exterior de hule (figura 8C) son usados para sellar las imperfecciones de la caja. Si el material de la caja y la estampa difieren puede presentarse una fuga por la diferencia de expansión térmica de ambos, para evitar esto se utilizan los retenes con diámetro exterior de hule.



8A



8B



8C

APLICACION	EJES , RUEDAS Y MULTIPROPOSITOS	EJES , RUEDAS Y MULTIPROPOSITOS	EJES , RUEDAS Y MULTIPROPOSITOS
VELOCIDAD R.P.M.)	1500 MAX.	1500 MAX.	1500 MAX.
TEMPERATURA	107 °C	107 °C	107 °C
VENTAJAS	DISEÑO ESTANDAR DE BAJO COSTO Y DE FACIL FABRICACION	DISEÑO ESTANDAR DE BAJO COSTO Y DE FACIL FABRICACION	MAYOR SEGURIDAD DE SELLAR CON EL DIAMETRO EXTERIOR DE HULE
DESVENTAJAS	NO CUENTA CON LABIO AUXILIAR PARA EVITAR QUE ENTREN PARTICULAS EXTERNAS AL FLUIDO	NO SE CONSIDERAN DESVENTAJAS SIGNIFICATIVAS PARA ESTA APLICACION	ES MAS CARO Y PUEDE TENER MAS DIFICULTADES DE MANUFACTURA QUE LOS DISEÑOS 8A Y 8B

FIGURA 8
RETENES CON RESORTE

Se desarrollan retenes de varias aplicaciones que tienen requerimientos únicos y diseños especiales para clientes que así lo requieren. Un diseño de retén (figura 9A) con un anillo de nylon como soporte, es usado para presiones intermitentes de 8,000 a 10,000 Kpa. En aplicaciones donde un descentramiento dinámico es excesivo (.059") se recomiendan los retenes con labio flexible y en forma de diafragma (figura 9B). Algunos retenes son hechos con materiales que no se adhieren a la estampa o tienen un labio muy delgado, estos se ensamblan entre 2 estampas para evitar que se despegue (figura 9C). Un empaque o sellador interno debe ser integrado a este ensamble para evitar la fuga interna. El retén ensamblado es normalmente más caro que el que tiene adherido el labio a la estampa, por ejemplo los retenes de diseños especiales con el labio sellando con su diámetro exterior (figura 9D). En este caso la carcasa gira y la flecha es fija.



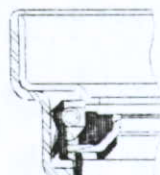
9A



9B



9C



9D

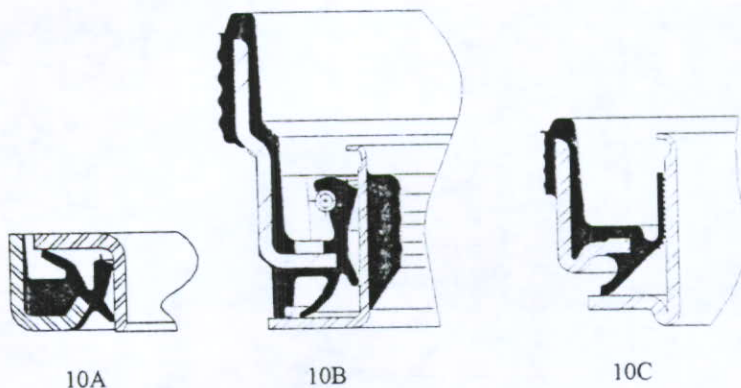
APLICACION	DIRECCION HIDRAULICA	FLECHA EXCENTRICAS HASTA .040"	APLICACIONES INDUSTRIALES	RUEDAS DE CAMION Y TRAILER
TEMPERATURA	149 °C	107 °C	80 °C	93 °C
VENTAJAS	LABIO CON CUERDAS QUE SELLAN EN VARIOS PUNTOS DE FLECHA	SE ADAPTA FACILMENTE A LA POSICION DE FLECHA Y CAJA	BAJO COSTO, FACIL MANUFACTURA Y SELLA EN UN ESPACIO PEQUEÑO	NO DESGASTA LA FLECHA Y ES PRELUBRICADO
DESVENTAJAS	SON DE REGULAR COSTO POR USAR HULE ESPECIAL E INSERTO DE PLASTICO MANUFACTURA	DEBE FABRICARSE EN HULE VITON QUE ES DE ALTO COSTO Y DIFICIL	CORTA VIDA UTIL DE ESTE DISEÑO DE RETEN DE PROCESOS	ALTO COSTO DE MANUFACTURA POR EL NUMERO

FIGURA 9
RETENES DE DISEÑOS ESPECIALES CON RESORTE

1.4.2.3.- Retenes de diseños especiales

También se puede diseñar retenes con labios que no trabajen directamente con la superficie de la flecha del cliente (figura 10), estos vienen equipados con una pista con superficie de desgaste y su vida útil depende de la responsabilidad del cliente, es decir hasta que éste considere que es necesario el reemplazo de la pista.

El juego (o unidad) de pista y retén para grasa como se muestra en la figura 10A es usada para aplicaciones de vehículo automotor, retén para rueda de camión se muestra en la figura 10B, para una aplicación de motor diesel se desarrolló un juego de un componente de teflón y el material elastómero (figura 10C).



	10A	10B	10C
APLICACION	BALEROS DE RUEDA VEHICULOS NISSAN	RUEDAS PARA CAMIONES Y TRAILERS	CIGÜEÑALES DE MOTORES DIESEL
VELOCIDAD (R.P.M.)	1500 MAX.	1200 MAX.	4200 MAX.
TEMPERATURA	107 °C	93 °C	140 °C
VENTAJAS	BAJO COSTO Y DE FACIL FABRICACION Y SON PRELUBRICADOS	FACIL INSTALACION Y SON PRELUBRICADOS	LABIO DE TEFLON QUE TIENE ALTA RESISTENCIA QUIMICA
DESVENTAJAS	SON SELLOS DE VIDA UTIL NO MUY LARGA	ALTO COSTO DE MANUFACTURA Y NO DISIPA EL CALOR	ALTO COSTO Y MUY DIFICILES DE MANUFACTURAR

FIGURA 10
JUEGO DE RETEN

El retén mostrado en la Figura 11 fue desarrollado para la aplicación de direcciones hidráulicas de algunos vehículos General Motors. Este sello se compone de 4 piezas: filtro, retén, inserto y guardapolvo. El filtro funciona como un purificador del aceite en el sistema. El retén sella el sistema, el inserto de plástico es un refuerzo para que el labio no se deforme ó pierda su posición debido a la alta presión a la que está sujeto. El retén excluidor de contaminantes evita que entren partículas extrañas como polvo, lodo y otros, a la dirección.

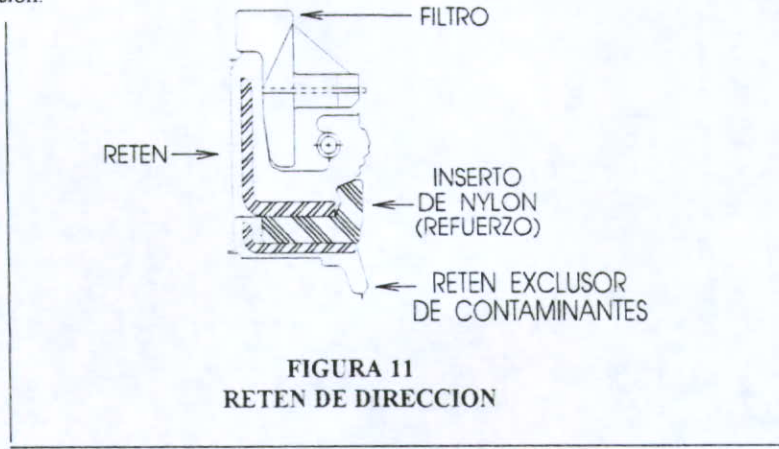


FIGURA 11
RETEN DE DIRECCION

Otro ejemplo se muestra en la figura 12, el retén está sub-ensamblado con un sello termoplástico y un empaque para trabajar en una aplicación de motor (cigueñal). Este juego combina 3 componentes en uno.

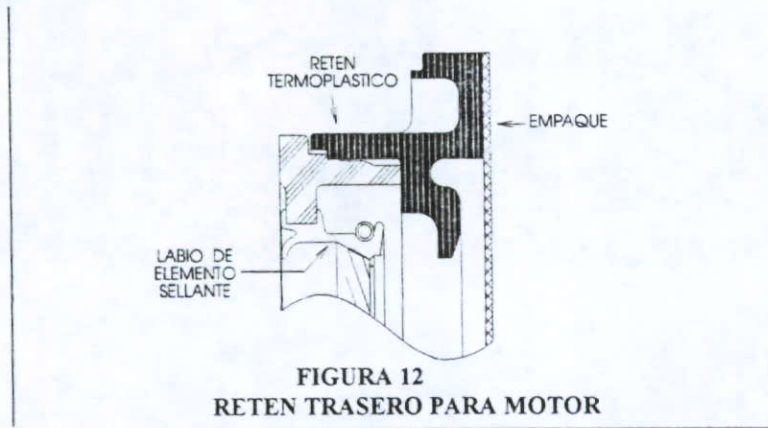


FIGURA 12
RETEN TRASERO PARA MOTOR

1.5 Materia prima para la fabricación de un retén.

1.5.1.- Material para la Estampa.

Normalmente, las estampas exteriores e interiores son fabricadas en acero 1005 al 1020 rolado en frío. El acero es recubierto con fosfato de zinc para dar una buena adherencia al hule al momento de moldear. Esta capa protectora de fosfato minimiza la corrosión durante el manejo y almacenaje de las partes terminadas. En algunos casos, las estampas pueden ser bañadas de aceite y enrolladas en papel protector como una protección adicional para la corrosión.

En casos especiales se les puede agregar un recubrimiento o cromado a base de zinc y cadmio, las estampas pueden fabricarse también de acero inoxidable, latón, o aluminio para minimizar la corrosión. Cualquiera de estos materiales son muy resistentes a la corrosión lo que representa un costo adicional. El acero inoxidable es muy caro y es muy difícil de trabajar. El aluminio y el latón se usan normalmente para minimizar la expansión por el diferencial térmico entre la estampa y una caja de material no-ferroso como podría ser: aluminio, titanio, magnesio o bronce. El aluminio tiene la ventaja de ser un material ligero y es usado en una amplia gama de aplicaciones de la industria aeroespacial.

La lámina que se usa para fabricación de retenes para la industria automotriz tiene las siguientes especificaciones:

TABLA 1
ESPECIFICACIONES DE LA LAMINA ¹

Designación SAE	1006-1010	Elongación en 2 pulg.....	30 al 50%
Resistencia a la Tensión.....	35000 a 50000PSI	Requerimientos Químicos	
Dureza Rockwell B.....	55 Máximo	Carbono	0.13% Máximo
Tamaño de Grano.....	5 Máximo o Fino	Manganeso.....	0.25%- 0.60%
Tipo de lámina...Estirada en frío, Clase 1, Lubricada		Fósforo.....	0.040% Máximo
Acabado de la Superficie.....	20-55 R (CLA)	Azufre.....	0.050% Máximo

¹ DEPARTAMENTO DE INGENIERIA. Estándares de Materias Primas C/R mexicana. México, 1994, pág 1

TABLA 2
ESPEORES Y TOLERANCIAS DE LAMINAS RECOMENDADAS

Calibre	Espesor	Tolerancia	Peso (gr/pul ²)
26	0.0179	0.002	2.39
25	0.0209	0.002	2.78
24	0.0239	0.003	3.18
22	0.0299	0.003	3.98
20	0.0359	0.003	4.77
18	0.0478	0.004	6.36
16	0.0598	0.005	7.95
14	0.0747	0.005	9.94
12	0.1046	0.005	13.92

El uso de estampas de plástico es muy limitado por el alto coeficiente térmico de expansión , baja resistencia a las altas temperaturas, características que no permiten tener una adecuada interferencia para la retención del sello en la caja.

1.5.2.- Materiales del Sello (HULE).

Existe un amplio número de polímeros resistentes a los aceites y grasas para aplicaciones de sellado. Estos polímeros son mezclados con otros materiales para lograr las características y propiedades del componente que den como resultado un buen rendimiento del hule de acuerdo a los requerimientos de la aplicación. La selección propia del material es esencial para un buen rendimiento del sello en el campo de trabajo. La Tabla 3 nos muestra algunos de los polímeros más comunes. Los rangos de temperatura se refieren a la temperatura normal de trabajo.

TABLA 3
SELECCION DE POLIMEROS

<u>Material</u>	<u>Costo Relativos</u>		<u>Temperatura de Aceite</u>		<u>Ventajas</u>	<u>Desventajas</u>
	<u>(Polimero)</u>	<u>(Retén)</u>	<u>Grados °C</u>	<u>Grados °F</u>		
Nitrilo (NBR)	100	100	-40 a 110	-40 a 230	Bajo costo, poca dilatación buena resistencia al desgaste a temperatura moderada.	Pobre resistencia a los aditivos EP, pobre resistencia a la temperatura.
Poliacrilato (ACM)	250	115	-40 a 135	-40 a 275	Buena resistencia a los lubricantes, poca dilatación y generalmente resiste los aditivos EP.	Falla por desgaste, pobre funcionamiento en seco, pobre resistencia al agua, puede fracturarse a bajas temperaturas.
Acrílico Etileno (AEM)	250	115	-40 a 150	-40 a 302	Buen rango de temperatura resiste la humedad y mediana resistencia a la abrasión.	Pobre rendimiento en seco puede tener alta dilatación con algunos fluidos
Silicón (VMQ)	625	130	-70 a 150	-94 a 302	Rango muy amplio de temperatura.	Pobre rendimiento en seco pobre resistencia a oxidarse con aceites y algunos aditivos EP, pobre resistencia al desgarre.
Flourosilicón (FVMQ)	2,250	200	-70 a 150	-94 a 302	Excelente resistencia química al aceite, buen desempeño a bajas temperaturas.	Pobre resistencia al desgarre, pobre rendimiento en seco, pobre resistencia al desgaste.
Fluorocarbón (FKM)	2,250	200	-40 a 150	-40 a 302	Excelente resistencia química, buena resistencia al desgaste, poca dilatación.	Se vuelve rígido a bajas temperaturas, pobre desempeño a bajas temp.
Politetrafluoruro de Etileno (PTFE)	2,250	300	-80 a 200	-112 a 392	Excelente resistencia química y al aceite, excelente rango de temperaturas.	Se daña fácilmente, se vuelve rígido a bajas temperaturas. Alto costo y poco rendimiento a bajas temperaturas.

EP= Presión extrema

1.5.3-Materiales para el Resorte .

El resorte tiene una función muy específica en el funcionamiento del retén que se explicara a continuación y en los capítulos siguientes. Una de las funciones primordiales es generar carga radial adicional cuando el retén está instalado en la flecha. El resorte también compensa los cambios de carga radial que ocurren cuando las propiedades del hule cambian por estar sometido a rigurosas condiciones de operación y aceite caliente.

El resorte controla el diámetro interior del retén cerrándolo hasta que las espiras del resorte se juntan unas con otras. Este resorte también adiciona un ajuste radial que permite al retén seguir los movimientos excéntricos y run-out de la flecha en movimiento. El resorte debe ser diseñado para ajustarse finamente en la cavidad del retén y no debe ser deformado durante el manejo, almacenaje o instalación del retén. En la Figura 13 se mencionan algunas de las características mas importantes del resorte.

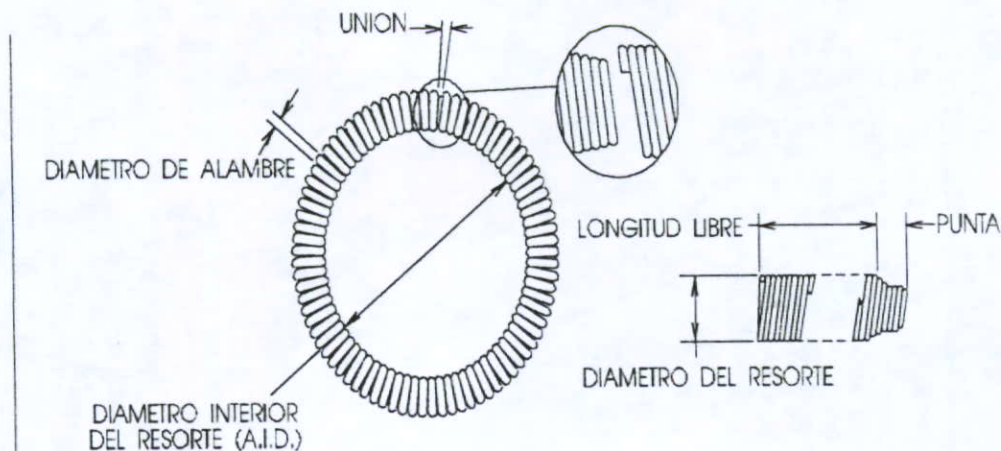


FIGURA 13
RESORTE

Los resortes usualmente son hechos de alambre (piano) de acero al carbón. Los grados aceptables son SAE 1050 a 1095 (AISI C1050 a C1095). Para aplicaciones de alta temperatura (400 °F, 204 °C) o medio corrosivo, se recomiendan resortes de acero inoxidable (SAE 30302 a 30304; AISI tipo 302 a 304).

1.6.- Compatibilidad con lubricantes.

Los lubricantes varían de acuerdo a los aditivos usados en su base o fórmula, para obtener las características específicas que cumplan satisfactoriamente los requerimientos de la aplicación. Estas variaciones tienen efectos significantivos en los elastómeros que son usados para sellar aceite. Por eso se recomienda que muestras de hule sean inmersas y envejecidas en los aceites de la aplicación y a temperaturas que se aproximen a las condiciones de operación. Algunas técnicas para acelerar o reducir el tiempo de prueba usando altas temperaturas, pueden llevar a conclusiones erróneas cuando los aceites se deterioran a las altas temperaturas. Contenido de agua y exposición a corrientes de aire, también pueden alterar los resultados. La prueba de inmersión debe duplicar las condiciones reales de operación tan cerca como sea posible.

Las propiedades físicas de las muestras de elastómeros son medidos a intervalos de 70, 108 horas, etc. Generalmente las mediciones de propiedades incluyen dureza, esfuerzo de tensión y elongación. Algunos lubricantes y sus compatibilidades con los elastómeros se muestran en la tabla 4.

TABLA 4
COMPATIBILIDAD DEL ELASTOMERO VARIOS FLUIDOS

<u>Medio</u>	<u>Nitrilo</u>	<u>Poliacrilato</u>	<u>Etilenoacrílico</u>	<u>Silicón</u>	<u>Fluorosilicón</u>	<u>Fluorocarbón</u>	<u>PTFE</u>
<i>Acete de Motor</i>	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
<i>ATF-A</i>	Aceptable	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
<i>Grasa</i>	Bueno	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Bueno	Bueno
<i>Aceites EP</i>	Regular	Bueno	Aceptable	Pobre	Aceptable	Bueno	Bueno
<i>SAE 90</i>	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
<i>Diesel</i>	Bueno	Aceptable	Aceptable	Pobre	Bueno	Bueno	Bueno
<i>Keroseno</i>	Bueno	Aceptable	Aceptable	Pobre	Bueno	Bueno	Bueno
<i>Gasolina</i>	Bueno	Aceptable	Aceptable	Pobre	Bueno	Bueno	Bueno
<i>Acete Hidráulico (base petróleo)</i>	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
<i>Líquido de Frenos</i>	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Aceptable	Aceptable	Bueno
<i>Skydrol 500</i>	Pobre	Pobre	Pobre	Bueno	Pobre	Pobre	Bueno
<i>MIL-L-7808</i>	Aceptable	Pobre	Pobre	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
<i>MIL-L-23699</i>	Aceptable	Pobre	Pobre	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
<i>MIL-L-6082-A</i>	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
<i>MIL-L-5606</i>	Bueno	Bueno	Bueno	Pobre	Bueno	Bueno	Bueno
<i>MIL-L-2105</i>	Aceptable	Bueno	Bueno	Pobre	Aceptable	Aceptable	Bueno
<i>MIL-L-10924</i>	Bueno	Bueno	Bueno	Pobre	Bueno	Bueno	Bueno
<i>Butano</i>	Bueno	Bueno	Bueno	Aceptable	Bueno	Bueno	Bueno
<i>Ketano</i>	Pobre	Pobre	Pobre	Bueno	Pobre	Pobre	Bueno
<i>Gas Amonio Frio</i>	Bueno	Pobre	Pobre	Aceptable	Pobre	Pobre	Bueno
<i>Agua</i>	Bueno	Pobre	Pobre	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
<i>Agua Salada</i>	Bueno	Pobre	Pobre	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

1.7.- Problemas más comunes de los retenes y sus soluciones.

Los retenes son usados en una amplia gama de aplicaciones pero solo en aquellas en que las condiciones de trabajo son extremas hay que tomar una especial precaución.

1.7.1 Retenes que trabajan a altas temperaturas

La condición que más afecta un retén con labio sellante de hule son las altas temperaturas, en la práctica encontramos que esta es la causa del término de la vida útil de un retén. La alta temperatura causa endurecimiento y pérdida de elasticidad. Después de un periodo prolongado el labio se hace duro y quebradizo por lo que la vibración o excentricidad de la flecha sin importar lo pequeña que sea causará un agrietamiento en el labio y esta permitirá fugas del liquido retenido.

Para solucionar este problema se requiere tomar las siguientes medidas:

1. Examinar el diseño mecánico del equipo para tratar de reducir la temperatura.
2. Enfriar el aceite lo más posible
3. Reducir la velocidad de la flecha.

1.7.2 Retén que trabaja a altas presiones

Los retenes normalmente pueden soportar una presión de 5 psi, este valor depende del diámetro de la flecha y de algunas otras condiciones de trabajo. En la Figura 14 se observa la deformación del retén debido a la presión ejercida por los fluidos.

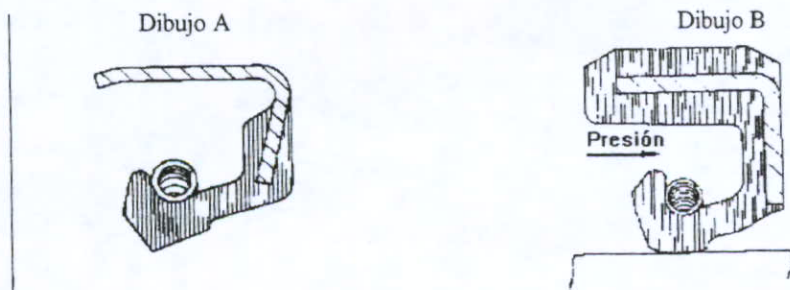


FIGURA 14
PROBLEMAS DE ALTA PRESIÓN

La razón por la que los retenes no pueden soportar altas presiones es debido a que el labio sellante se deforma causando fugas. Para solucionar este problema se coloca un inserto normalmente de hule para contrarrestar la presión que es ejercida sobre el labio de retén.

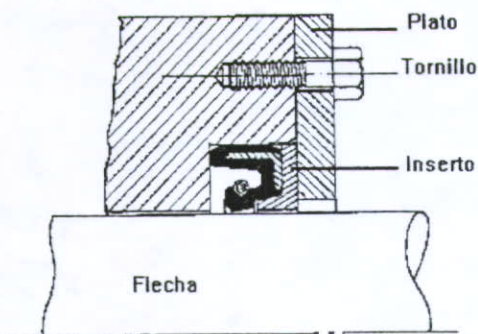


FIGURA 15
SOLUCION AL PROBLEMA DE ALTA PRESION

El inserto está diseñado para que quepa perfectamente junto al retén y haya una holgura con la flecha que es aproximadamente .005 in (12mm). Es necesario asegurar el retén y el inserto con un plato atornillado para poder contrarrestar la fuerza generada sobre el labio del retén. Con este inserto el retén podrá soportar presiones de hasta 100 psi.

1.7.3 Retén que trabaja bajo condiciones de vacío

En estos días hay un creciente uso de la técnica de vacío y los problemas de retenes que sellan flechas giratorias que trabaja a altas presiones de vacío se han hecho más frecuentes. Al principio se pensó que este problema iba a ser más difícil de solucionar que el de los retenes que trabajan a presiones positivas altas pero no es así el caso, la diferencia está en la cantidad de fuga que puede haber, una pequeña fuga de aceite no tiene tan serias consecuencias como cuando una pequeña fuga de aire pasa a través de un sello que está trabajando al vacío «una pequeña cantidad de aire puede destruir el vacío generado»².

² GEORGE ANGUS. Fluid Sealing. Inglaterra, pág. 11

En la práctica se ha visto que es más fácil resolver este problema trabajando simultáneamente dos aspectos.

1. Tener una alta precisión en el equipo de fabricación. Manejar diez milésimas de pulgadas.
2. Colocar un segundo retén y en el espacio entre ellos colocar un lubricante grasoso resistente a la fuerza del vacío.

1.7.4.- Excentricidad de la flecha

Lo deseado es que la flecha y la caja donde esta sea instalada sean concéntricas pero en muchos casos es inevitable tener excentricidad. Hay dos tipos de excentricidad : Flecha y Caja.

La excentricidad de la caja no es un problema tan grande como el de la flecha ya que este último produce un desplazamiento del labio sellante por tanto a una mayor velocidad de la flecha es necesaria una excentricidad menor para evitar fugas.

La tolerancia para la excentricidad de la caja puede llegar a ser hasta .015 pulg. bajo circunstancias normales.

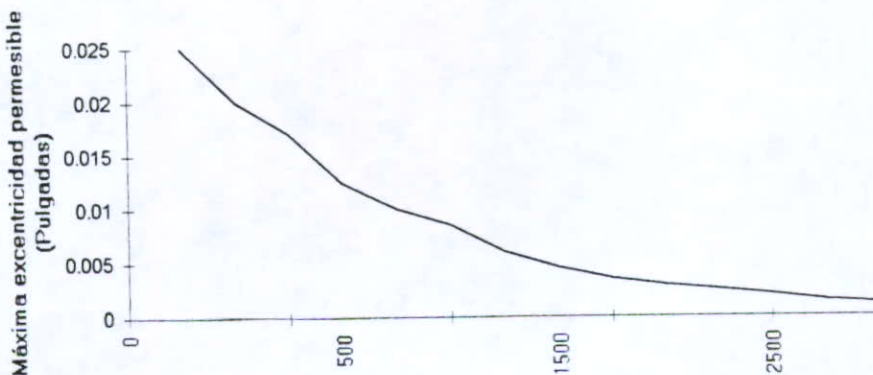


FIGURA 16
LIMITE DE EXCENTRIDAD DE LA FLECHA PERMISIBLE POR RPM

Cuando los valores salen de estos límites o hay otras dificultades existen dos posibles soluciones al problema. El primero sería colocar un resorte especial más fuerte y la otra es usar un hule más flexible. Estas soluciones mejoran la eficiencia del sellado pero por otro lado incrementa el calor generado por fricción por lo que la vida útil se reducirá considerablemente.

1.8.- Ciclo de vida de un retén

La vida de un retén bajo condiciones de trabajo depende principalmente de la temperatura del labio sellante. En la mayoría de los casos la vida funcional de un retén termina cuando el material envejece y se hace duro y quebradizo debido al calor hasta un grado tal que es suficiente un mínimo de vibración o excentricidad de la flecha para generar una fuga.

Ocasionalmente la vida funcional del retén termina por desgaste del labio sellante o de la flecha (poco común) y cuando ocurre hay una estrecha relación con la presencia de polvo o arena.

Esto ocurre debido a que el sello tiene una insuficiente protección a la acción del polvo, para solucionar este problema tendrá que ser usado un material más resistente a la erosión.

Recordando que el efecto de la temperatura en el labio depende principalmente de:

1. La temperatura del aceite o del mecanismo en que está montado
2. El calor generado por fricción en el punto de contacto.

La manera de obtener una vida funcional más larga es :

1. Trabajar con temperaturas tan bajas como sea posible.
2. Reducir la fricción causada en labio de retén.
3. Reducir la dureza del material.

CAPITULO II

ESTANDARES ISO Y SAE

En este capítulo nos enfocaremos en los estándares SAE e ISO que son la base para diseñar autopartes, SAE con sus inicios a principios de siglo es uno de los estándares internacionales con mayor historia, hoy en día con reconocimiento mundial. Por su parte ISO se enfoca al proceso, para la industria de autopartes se ha creado el QS 9000 siendo ahora requisito indispensable para ser proveedor de las principales empresas ensambladoras como Ford, G.M, Chrysler etc.

2.1.- SAE

Tradicionalmente las grandes organizaciones han sido la obra de personalidades muy destacadas. SAE es el resultado del trabajo de miles de talentosos y entusiastas ingenieros, nació como respuesta lógica a las cruciales necesidades de la recién iniciada industria automotriz a principios de este siglo.

En 1900 la recién nacida e inexperta industria automotriz pasaba por una mezcla de preocupaciones y experimentos: la dirección y los frenos eran necesidades no resueltas; las llantas se reventaban continuamente; no existían los muelles de suspensión.

A principios de 1900, cientos de fabricantes de partes y accesorios se organizaron en grupos. Su objetivo era promover sus negocios, y en 1905 con la afiliación de los primeros 30 integrantes la sociedad pasa de la etapa de pláticas a la acción.

SAE empieza a madurar con la junta del 12 de junio de 1906, Elmer Sperry, creador del giroscopio, a quien se le debe el haber incorporado al lenguaje el término automotriz, apoya la idea de Thomas Alva Edison de formar una organización de ingenieros automotrices. Después de demostrar que SAE es capaz estructuralmente de asumir nuevas funciones sin cambios radicales, la Sociedad de Ingenieros Automovilistas se convierte en la Sociedad de Ingenieros Automotrices.

La misión de SAE es muy específica: 1.- Ser el centro de información mundial que recopile, transfiera y difunda tecnología de movilidad de la más alta calidad. 2.- Generar, a través de esfuerzos cooperativos de ingeniería estándares de investigación de alta calidad. 3.- Promover y proveer oportunidades en el campo de la movilidad. 4.- Crear secciones y grupos para el cumplimiento de las necesidades que se vayan presentando a la sociedad. 5.- Poner a la venta programas, servicios y productos tales como: el manual de estándares, libros y revistas técnicas. 6.- Reconocer, capitalizar oportunidades y retos externos. 7.- Reforzar la estructura organizacional para proveerla de profesionales con capacidad de liderazgo, y aptos para llevar a cabo la misión de SAE.³

Las aportaciones de SAE para el progreso del automovilismo han sido:

1. La carrocería cerrada en 1910.
2. El motor de arranque en 1911.
3. Los frenos hidráulicos de los años veinte.
4. El desarrollo con valores más altos de compresión.
5. Los cristales inastillables.
6. La transmisión de velocidades sincronizadas, la cual dio como resultado el embrague y la transmisión automática
7. Los neumáticos de baja presión.
8. Frenos de potencia.

Apoyo a los avances tecnológicos:

La agricultura, SAE contribuyó a la mecanización de la agricultura. El tractor comienza a trabajar con motor a gasolina o diesel, las orugas se alternan con las ruedas, los sistemas hidráulicos y mecánicos se convierten en herramientas para la agricultura, la minería, y la industria de la construcción.

Carreteras: la participación de SAE en el desarrollo de la maquinaria para la construcción de carreteras y tractores supera las secciones técnicas y de estandarización. La Sociedad fue pionera de la investigación de mecánica de suelos y de vehículos de flotación.

³ SOCIEDAD DE INGENIEROS AUTOMOTRICES A.C. México, pág 20

2.2.- ISO

En 1987 la Organización Internacional de Estándares, ISO, se reunió en Suiza con el objeto de encontrar una posible solución a uno de los crecientes problemas dentro del comercio internacional: conforme incrementan las cantidades de bienes intercambiados, se hacen cada vez más evidentes las diferencias en las normas de calidad requeridas de los productos por los respectivos países. Lo que era considerado como un producto aceptable en un país, frecuentemente no lo era en otro. El resultado de la convención de ISO fue una serie de documentos en los cuales se definen normas internacionales que permiten juzgar procesos de fabricación, así como, de manera indirecta, la calidad de un producto.

A partir de entonces, los documentos de la serie ISO-9000 se convirtieron en la base para el control de la calidad de los procesos a nivel mundial. Actualmente ya existen miles de organizaciones autorizadas para certificar a empresas que cumplen con los correspondientes principios de calidad. La primera edición de ISO 9000 fue emitida en 1987 y para 1993 más de 50 países la han adoptado como un estándar nacional para la industria, el ISO 9000 incluye las siguientes series: ISO 9001; es un modelo de aseguramiento de calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio. ISO 9002; es modelo de aseguramiento en producción e instalación, especialmente para plantas manufactureras. ISO 9003, es un modelo de aseguramiento de la calidad en la inspección final y pruebas, como son ensamblado y reparación. ISO 9004; es un modelo de aseguramiento de la calidad para la dirección de la empresa. Las compañías se registran para cada una de estas series, la serie ISO 9004 es una simple guía por lo que no es necesario su registro. Una vez que la compañía haya establecido los procedimientos para ajustarse a los requerimientos de las normas ISO, el siguiente paso será contratar a un organismo de certificación o certificador. Esta decisión será muy importante, ya que el valor y credibilidad de la certificación depende en gran parte del organismo certificador.

El ISO 9000 *es un certificado de calidad al proceso y no al producto*. Estar registrado en ISO significa tener un fuerte compromiso al sistema de calidad de la empresa y todo lo que esto involucra como la documentación de los procesos que ésta realiza.

⁴ KALPAKJIAN, Manufacturing Engineering and Technology. USA, Adison Wesley, pág 1075

Los estándares SAE J946 e ISO/R 286 van a ser de mucha ayuda para poder diseñar un retén de labio radial sellante, conforme a los estándares de fabricación mundial de retenes y a la vez poder conocer los estándares de fabricación de flechas y cajas, ya que estas dimensiones son indispensables para un buen diseño. Estas normas se basan en investigaciones que durante muchos años se llevaron y se siguen llevando a cabo por empresas del ramo y se unen para formar un estándar o norma que todos tienen que seguir para diseñar y fabricar casi cualquier pieza mecánica.

2.3.- Dimensiones Nominales para Flechas y Cajas

Las tablas 5 y 6 muestran las dimensiones de la flecha y caja para los determinados espesores del retén. Los diseñadores de equipo y maquinaria deben considerar un espacio apropiado para asegurar que encontrarán un retén estándar para su diseño o prototipo.

TABLA 5
ESTANDARES ISO 6194/1 (Dimensiones en mm)

DF - Diámetro de Flecha			DC - Diámetro de Caja			E - Espesor de Retén					
DF	DC	E	DF	DC	E	DF	DC	E	DF	DC	E
6	16	7	25	52	7	45	65	8	120	150	12
6	22	7	28	40	7	50	68	8	130	160	12
7	22	7	28	47	7	50	72	8	140	170	15
8	22	7	28	52	7	55	72	8	150	180	15
8	24	7	30	42	7	55	80	8	160	190	15
9	22	7	30	47	7	60	80	8	170	200	15
10	22	7	30	52	7	60	85	8	180	210	15
10	25	7	32	45	8	65	85	10	190	220	15
12	24	7	32	47	8	65	90	10	200	230	15
12	25	7	32	52	8	70	90	10	220	250	15
12	30	7	35	50	8	70	95	10	240	270	15
15	26	7	35	52	8	75	95	10	260	300	20
15	30	7	35	55	8	75	100	10	280	320	20
15	35	7	38	55	8	80	100	10	300	340	20
16	30	7	38	58	8	80	110	10	320	360	20
18	30	7	38	62	8	85	110	12	340	380	20
18	35	7	40	55	8	85	120	12	360	400	20
20	35	7	40	62	8	90	120	12	380	420	20
20	40	7	42	55	8	95	120	12	40		
22	35	7	42	62	8	100	125				
22	35	7	42	62	8	100	125				
22	40	7	45	62	8	110	14				

TABLA 6

ESTANDAR SAE J946 (Dimensiones en Pulgadas)

DF - Diámetro de Flecha DC - Diámetro de Caja A - Altura del Sello

DF	DC	A	DF	DC	A	DF	DC	A	DF	DC	A
0.500	0.999	5/16	1.625	2.502	3/8*	2.750	3.500	7/16**	3.875	4.876	1/2
0.500	1.124	5/16	1.625	2.623	3/8*	2.750	3.623	7/16**	3.875	4.999	1/2
0.500	1.250	5/16	1.750	2.374	3/8*	2.750	3.751	7/16**	3.875	5.125	1/2
0.625	1.124	5/16	1.750	2.502	3/8*	2.750	3.875	7/16**	3.875	5.251	1/2
0.625	1.250	5/16	1.750	2.623	3/8*	2.875	3.623	7/16**	4.000	4.999	1/2
0.625	1.375	5/16	1.750	2.750	3/8*	2.875	3.751	7/16**	4.000	5.125	1/2
0.625	1.499	5/16	1.875	2.623	3/8*	2.875	3.875	7/16**	4.000	5.251	1/2
0.750	1.250	5/16	1.875	2.750	3/8*	2.875	4.003	7/16**	4.000	5.375	1/2
0.750	1.375	5/16	1.875	2.875	3/8*	3.000	3.751	7/16**	4.250	5.251	1/2
0.750	1.499	5/16	1.875	3.000	3/8*	3.000	3.875	1/2	4.250	5.375	1/2
0.750	1.624	5/16	1.875	3.125	3/8*	3.000	4.003	1/2	4.250	5.501	1/2
0.875	1.375	5/16	2.000	2.623	3/8*	3.000	4.125	1/2	4.250	5.625	1/2
0.875	1.499	5/16	2.000	2.750	3/8*	3.125	4.125	1/2	4.500	5.501	1/2
0.875	1.624	5/16	2.000	2.875	3/8*	3.125	4.249	1/2	4.500	5.625	1/2
0.875	1.752	5/16	2.000	3.000	3/8*	3.125	4.376	1/2	4.500	5.751	1/2
1.000	1.499	5/16	2.000	3.125	3/8*	3.125	4.500	1/2	4.750	5.751	9/16
1.000	1.624	5/16	2.125	2.750	7/16**	3.250	4.249	1/2	4.750	6.000	9/16
1.000	1.752	5/16	2.125	2.875	7/16**	3.250	4.376	1/2	5.000	6.000	9/16
1.000	1.874	5/16	2.125	3.000	7/16**	3.250	4.500	1/2	5.000	6.250	9/16
1.125	1.624	5/16	2.125	3.125	7/16**	3.250	4.626	1/2	5.000	6.375	9/16
1.125	1.752	5/16	2.125	3.251	7/16**	3.375	4.249	1/2	5.250	6.250	9/16
1.125	1.874	5/16	2.250	3.000	7/16**	3.375	4.376	1/2	5.250	6.375	9/16
1.125	2.000	5/16	2.250	3.125	7/16**	3.375	4.500	1/2	5.250	6.500	9/16
1.250	1.752	5/16	2.250	3.251	7/16**	3.375	4.626	1/2	5.250	6.625	9/16
1.250	1.874	5/16	2.250	3.371	7/16**	3.500	4.376	1/2	5.500	6.500	9/16
1.250	2.000	5/16	2.375	3.125	7/16**	3.500	4.500	1/2	5.500	6.625	9/16
1.250	2.125	5/16	2.375	3.251	7/16**	3.500	4.626	1/2	5.500	6.750	9/16
1.375	2.000	3/8*	2.375	3.371	7/16**	3.500	4.751	1/2	5.500	6.875	9/16
1.375	2.125	3/8*	2.375	3.500	7/16**	3.625	4.626	1/2	5.750	6.675	9/16
1.375	2.250	3/8*	2.500	3.251	7/16**	3.625	4.751	1/2	5.750	6.875	9/16
1.375	2.374	3/8*	2.500	3.371	7/16**	3.625	4.876	1/2	5.750	7.000	9/16
1.500	2.125	3/8*	2.500	3.500	7/16**	3.625	4.990	1/2	5.750	7.125	9/16
1.500	2.250	3/8*	2.500	3.623	7/16**	3.750	4.626	1/2	6.000	7.125	9/16
1.500	2.374	3/8*	2.625	3.371	7/16**	3.750	4.750	1/2	6.000	7.500	9/16
1.625	2.250	3/8*	2.625	3.623	7/16**	3.750	4.999	1/2			
1.625	2.374	3/8*	2.625	3.751	7/16**						

*3/8" sin estampa interior - 1/2" con estampa interior

**7/16" sin estampa interior - 1/2" con estampa interior

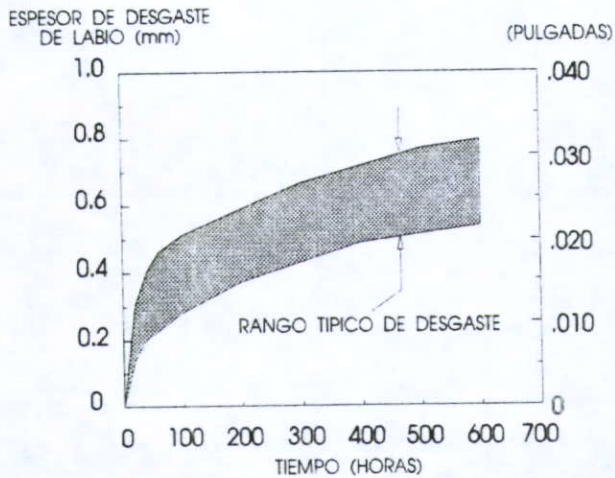
2.4.- Recomendaciones y Especificaciones de la Flecha.

El labio del retén y la superficie de la flecha deben ser compatibles para crear juntos un sistema propio para el sellado. La flecha tendrá un rendimiento satisfactorio si es fabricada de acero al carbón, hierro fundido o acero maleable. La porción de la flecha que hará contacto con el sello debe ser endurecida a Rockwell C-30 mínimo. Para evitar daños por manejo (golpes, rebabas, rasguños, etc.) se recomienda una dureza Rockwell C-45. Bronce, latón, aleaciones de aluminio, zinc, magnesio y otros materiales no-ferrosos no deberían ser usados para la fabricación de flechas. Si estos materiales son usados, debe usarse una pista o camisa de desgaste que cubra la flecha sobre la que gire el retén. Esta pista debe ser reemplazada cada vez que el retén es sustituido. Algunas flechas y pistas se recubren de cromo o níquel para prevenir un daño por ambientes sucios y anticorrosivos. Esto también puede dar dureza a la superficie de sellado en un material blando.

El terminado de la superficie de la flecha es crítico para la función del sellado. La especificación es de 0.25 a 0.50 μm (10 a 20 μin) RA con 0 ± 0.05 grados de ángulo de maquinado. Este terminado de la superficie de la flecha reducirá el desgaste del labio y creará las asperitas del labio al girar sobre ella. Las asperitas soportan una película de lubricante sobre la que giran disminuyendo más aún el coeficiente de fricción.

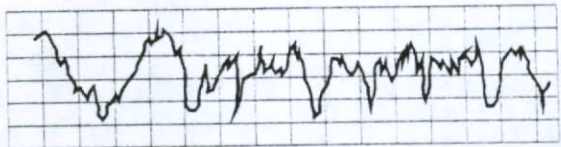
Si la superficie de la flecha es inicialmente muy pulida, las asperitas del labio no se renovarían propiamente y la falla ocurriría. Si la superficie de la flecha es demasiado rugosa, el punto de contacto del labio se desgastará rápidamente antes de que se genere la película protectora de lubricante entre el labio y la flecha, lo que dará como resultado la fuga de aceite.

El labio del retén rápidamente (1 hora o menos) genera una "pista" por el desgaste en la flecha, esta "pista" termina de desarrollar su ancho si no existen grandes cantidades de contaminantes el cual varía de 0.25 a 1.00 mm (0.010 - 0.040"). Durante la vida del retén, la flecha se vuelve más pulida debido al desgaste y el contacto que el labio ejerce sobre ella. En las figuras 17 y 18 se observa cómo el labio del retén va siendo desgastado con el transcurso del uso y la flecha va siendo pulida por el labio del resorte

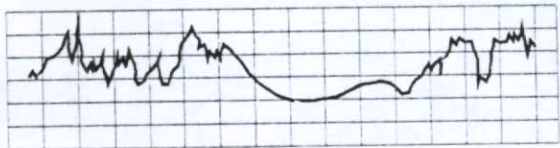


FIGURAS 17
ESPOSOR DE DESGASTE Vs TIEMPO DE TRABAJO

ANTES DE LA PRUEBA:
 .025 A .050
 micras metro Ra



DESPUES DE LA PRUEBA
 EL LABIO DEL RETEN
 HA PULIDO LA FLECHA



ZONA DE
 DESGASTE

FIGURA 18
ACABADO DE SUPERFICIE DE LA FLECHA

El maquinado en espiral o rebabas inclinadas generadas por ejemplo por un torno en la manufactura de la flecha puede hacer bombear el aceite hacia fuera de la caja por debajo del labio, resultando una fuga temprana.

También éstas estrias pueden dañar el labio durante la instalación. El ángulo que forman las marcas, rebabas o estrias helicoidales (inclinadas respecto al eje de la flecha) es conocido como ángulo de avance (Lead Angle). El ángulo de avance puede ser determinado por la medición del avance axial que se forma cuando la flecha gira. (Ecuación 1).

Ecuación 1:

$$\text{Angulo de Avance} = \text{Arctan} \left[\frac{\text{Avance axial}}{3.1416 (\text{Diámetro de flecha})(\text{Tiempo de avance})(\text{R.P.M.})} \right]$$

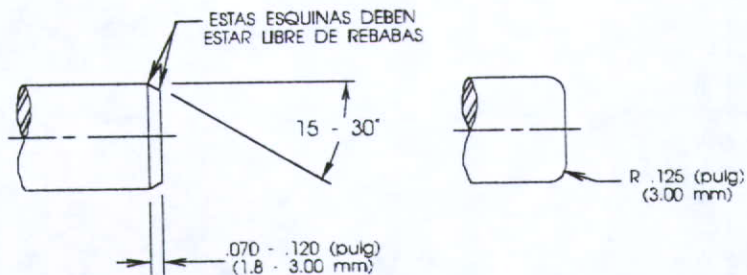
Ejemplo: Una flecha de 100mm de diámetro está girando a 60 RPM. El avance es de 8mm en 30 seg. (1/2 minuto).

$$\begin{aligned} \text{Angulo de Avance} &= \text{Arctan} \left[\frac{8\text{mm}}{3.1416(100\text{mm})(1/2 \text{ minuto})(60 \text{ RPM})} \right] \\ &= 0.049 \text{ grados} = 2 \text{ min, } 56 \text{ seg.} \end{aligned}$$

La flecha está justamente dentro de tolerancia del ángulo de torneado recomendado de: 0 +/- 0.05 grados.

El mejor método conocido para obtener un terminado propio, es el rectificado. Las flechas deben ser rectificadas a condiciones de operación apropiadas con el fin de evitar que se marque con la rueda de rectificar. También se debe dejar suficiente material para rectificar, para eliminar completamente las marcas del premaquinado ó desbaste (torneado preliminar).

Deben hacerse chaflanes ó radios en las puntas de la flecha para prevenir que el retén se dañe durante la instalación. (Figura 19). El diámetro de la flecha debe de mantenerse dentro de las tolerancias que muestra la Tabla 7.



LA SUPERFICIE DE LA FLECHA DEBE ESTAR PULIDA, LIBRE DE REBABAS Y MARCAS DE MAQUINADO

FIGURA 19
DIMENSIONES DE LA FLECHA

TABLA 7
TOLERANCIAS PARA EL DIAMETRO DE LA FLECHA ISO Y SAE

ISO/286 (Dimensiones en mm)		SAE J946 (Dimensiones en pulgada)	
DIAMETRO DE FLECHA	TOLERANCIA	DIAMETRO DE FLECHA	TOLERANCIA
0 a 100	±0.08	0 a 4.000	±0.003
100.01 a 150	±0.10	4.001 a 6.000	±0.004
150.01 a 250	±0.13	6.001 a 10.000	±0.005

2.5.- Recomendaciones y Especificaciones de La Caja.

Los materiales ferrosos son los comúnmente usados en carcasas que forman la caja del retén. El material convencional para las cajas es el acero, para evitar el diferencial térmico con el retén, (como lo haría el aluminio). Cuando los materiales de la caja y la estampa del retén difieren, el factor diferencial de expansión térmica puede ocasionar la fuga del aceite entre ellos. Se debe diseñar y mantener un ajuste propio a presión entre el diámetro exterior del retén y el diámetro interior de la caja para prevenir la fuga, las tolerancias de la caja se muestran en la Tabla 8, en caso de que la caja sea más chica habrá demasiada interferencia y no será posible la instalación del retén y si es muy grande existirá una fuga de aceite.

TABLA 8
TOLERANCIAS PARA EL DIAMETRO DE CAJA ISO Y SAE

ISO/286 (Dimensiones en mm)			SAE J946 (Dimensiones en pulgadas)		
DIA. DE CAJA (DC)	TOLERANCIA		DIA. DE CAJA (DC)	TOLERANCIA	
DC ≤ 50	+0.039		DC ≤ 3	±0.001	
50 < DC ≤ 80	+0.046		3 < DC ≤ 6	±0.0015	
80 < DC ≤ 120	+0.054		6 < DC ≤ 10	±0.002	
120 < DC ≤ 180	+0.063		10 < DC ≤ 20	+0.002	
180 < DC ≤ 300	+0.075		20 < DC ≤ 40	+0.002	
300 < DC ≤ 440	+0.084		DC > 40	+0.002	
	-0.0			-0.010	

La entrada de la caja debe tener un chaflán (figura 20) para prevenir el daño del retén durante la instalación. La rugosidad de la superficie de la caja, especificaciones del chaflán y radios aparecen en la Tabla 9.

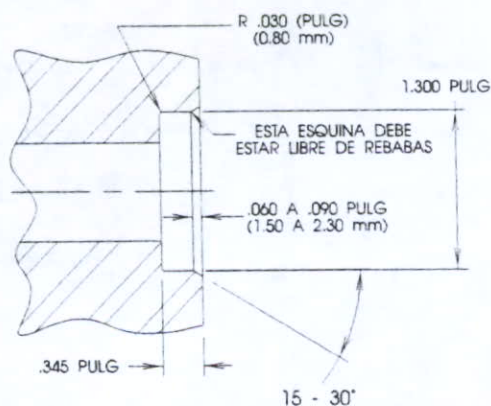


FIGURA 20
DIMENSIONES DE CAJA

TABLA 9
ESPECIFICACIONES ISO Y SAE PARA LA CAJA

	ESPEJOR DEL SHELLO (W)	PROFUNDIDAD DE LA CAJA	LONGITUD CHAFLAN	RADIO MAXIMO EN FILO DE LA CAJA	ACABADO DE LA FLECHA
ISO 6194/1	W ≤ 10	W + 0.9	0.70 - 1.00	0.50	Menos de
(Dimensiones en mm)	W > 10	W + 1.2	1.20 - 1.50	0.75	3.2 μm RA
SAE J946	Todos	W + 0.016	0.06 - 0.09	0.047	Menos de
(Dimensiones en Pulgadas)					125 μpulg. RA

2.6.- Especificaciones Dimensionales de Retenes.

Las tolerancias para labios principales aparecen en la Tabla 10. Las tolerancias para las alturas del retén aparecen en la Tabla 11.

El diámetro exterior del retén es crítico debido a que ajustará a presión en la caja. El diámetro exterior es típicamente determinado por el promedio de 3 lecturas (mediciones) equidistantes. El ovalamiento se define por la diferencia máxima entre esas 3 lecturas. La interferencia o presión de ajuste es la diferencia entre el diámetro nominal de la caja y el diámetro nominal del retén.

TABLA 10
TOLERANCIAS DE DIAMETRO INTERIOR DE LABIO PRINCIPAL

	DIAMETRO DE FLECHA (DS)		TOLERANCIA
ISO 6194/1 (Dimensiones en mm)	DS	≤ 75	±0.50
	75 < DS	≤ 150	±0.65
	150 < DS	≤ 250	±0.75
SAE J946 (Dimensiones en pulgadas)	DS	≤ 3.000	±0.020
	3.000 < DS	≤ 6.000	±0.025
	6.000 < DS	≤ 10.000	±0.025

TABLA 11
TOLERANCIAS PARA LA ALTURA DEL SELLO

	ALTURA DEL SELLO (W)	TOLERANCIA
ISO 6194/1 (Dimensiones en mm)	W < 10	±0.3
	W > 10	±0.4
SAE J946 (Dimensiones en pulgadas)	W < 0.400	±0.015
	W > 0.400	±0.020

Las tolerancias para el diámetro exterior del retén, el máximo ovalamiento permitido y la interferencia recomendada aparecen en la Tabla 12 para sellos con diámetros exteriores de metal, y la Tabla 13 para retenes con diámetro exterior forrado de hule.

TABLA 12
ESPECIFICACIONES PARA SELLOS CON DIAMETRO EXTERIOR DE METAL

	DIAMETRO EXTERIOR (DE)	INTERFERENCIA NOMINAL	TOLERANCIA DIAMETRO	OVALAMIENTO PERMITIDO EXTERIOR (DE)
ISO 6194/1 (Dimensiones en mm)	DE ≤ 50	0.12	+0.20/+0.08	0.18
	50 < DE ≤ 80	0.1	+0.23/+0.09	0.25
	80 < DE ≤ 120	0.15	+0.25/+0.10	0.30
	120 < DE ≤ 180	0.17	+0.28/+0.12	0.40
	180 < DE ≤ 300	0.21	+0.35/+0.15	0.25% del diámetro exterior
	300 < DE ≤ 440	0.28	+0.45/+0.20	
SAE J946 (Dimensiones en pulgadas)	DE ≤ 1	0.004	±.002	0.005
	1 < DE ≤ 3	0.004	±.002	0.006
	3 < DE ≤ 4	0.005	±.002	0.007
	4 < DE ≤ 6	0.005	+0.003/-0.002	0.009
	6 < DE ≤ 8	0.006	+0.003/-0.002	0.012
	8 < DE ≤ 9	0.007	+0.004/-0.002	0.015
	9 < DE ≤ 10	0.008	+0.006/-0.002	.002" por pulgada diámetro exterior
	10 < DE ≤ 20	0.008	+0.006/-0.002	
	20 < DE ≤ 40	0.008	+0.008/-0.002	
	40 < DE ≤ 60	0.008	+0.010/-0.002	

TABLA 13
ESPECIFICACIONES PARA SELLOS CON DIAMETRO EXTERIOR DE HULE

	DIAMETRO EXTERIOR (DE)	INTERFERENCIA NOMINAL	TOLERANCIA (DE) PERMITIDO	OVALAMIENTO
ISO 6194/1 (Dimensiones en mm)	DE ≤ 50	0.20	+0.30/+0.15	0.25
	50 < DE ≤ 80	0.25	+0.35/+0.20	0.35
	80 < DE ≤ 120	0.25	+0.35/+0.20	0.50
	120 < DE ≤ 180	0.32	+0.45/+0.25	0.65
	180 < DE ≤ 300	0.34	+0.50/+0.25	0.80
	300 < DE ≤ 440	0.38	+0.55/+0.30	1.00
SAE J946 (Dimensiones en pulgadas)	DE ≤ 1	0.009	±0.003	0.010
	1 < DE ≤ 3	0.011	±0.003	0.014
	3 < DE ≤ 4	0.012	±0.003	0.020
	4 < DE ≤ 9	0.014	±0.004	0.025
	9 < DE ≤ 10	0.014	±0.004	0.031
	10 < DE ≤ 20	0.017	±0.005	0.039
	20 < DE ≤ 40	0.018	±0.006	0.045
	40 < DE ≤ 60	0.020	±0.007	0.050

La dimensión radial de pared (DRP) es la distancia radial del diámetro exterior del retén al diámetro interior del labio principal. La variación radial de pared (DRP) es la diferencia entre los valores máximo y mínimo de DRP. Los valores máximos permitidos para DRP aparecen en la Tabla 14.

TABLA 14
ESPECIFICACIONES PARA VARIACION RADIAL DE PARED (SAE J946)

DIAMETRO DE FLECHA (DF)	VARIACION RADIAL DE PARED (DRP) max. Dimensiones en mm	DIAMETRO DE FLECHA(DF)	VARIACION RADIAL DE PARED (DRP) max. Dimensiones en Pulgadas
	DS ≤ 75.....0.6		DS ≤ 3.000..... 0.025
75 <	DS ≤ 150.....0.8	3.000 <	DS ≤ 6.000..... 0.030
150 <	DS ≤ 250.....1.0	6.000 <	DS ≤ 10.000.....0.040

La carga radial es la fuerza total que el labio del retén ejerce sobre la flecha. Las especificaciones de carga radial aparecen en la Tabla 15. La presión de apertura de labio (LOP) es un método de chequeo usado por control de calidad. Esto está definido como la presión aplicada por el lado de aire del retén, que forzará al labio a flexionarse (levantarse) de la flecha y permitir que pasen 10,000 cm³/min. de aire entre las dos superficies. La tolerancia de LOP es +/- 30% de la presión nominal. El rango mínimo es 0.25 bar (4 PSI).

TABLA 15
ESPECIFICACIONES DE CARGA RADIAL (SAE J946)

DIAMETRO DE FLECHA (DS)	CARGA RADIAL TOLERANCIA (RANGO)	DIAMETRO DE FLECHA (DS)	CARGA TOLERANCIA (RANGO)
Dimensiones en mm		Dimensiones en Pulgadas	
DS ≤ 75.....	Carga Nominal ±45%	DS ≤ 3.....	Carga Nominal ±45%
DS ≤ 250.....	Carga Nominal ±40%	3 < DS ≤ 10	Carga Nominal ±40%

2.7.- Recomendaciones para el resorte

La curva de deformación del resorte debido a la carga se obtiene cortando el resorte en forma transversal con unas tijeras para cortar alambre, y se colocan las puntas en el dinamómetro para medir la tensión, aplicando una fuerza y el resorte comenzará a defleccionarse.

En la figura 21 podemos observar una típica curva de deformación del resorte cuando se le aplica una carga. Como se puede ver, cuando la tensión inicial es alcanzada el incremento de la deformación es directamente proporcional a la tensión aplicada. Al cambio en la tensión del resorte por unidad de cambio de la deformación se le llama Razón de Cambio de Resorte (RCR).

Es recomendable usar el alambre de menor diámetro posible para asegurar la más alta tensión considerando el esfuerzo de torsión permisible por el material. Esto llevará a un resorte con el mínimo RCR. Entre más pequeño sea el RCR habrá una variación más pequeña en la tensión total debida a los cambios en la deflección del resorte.

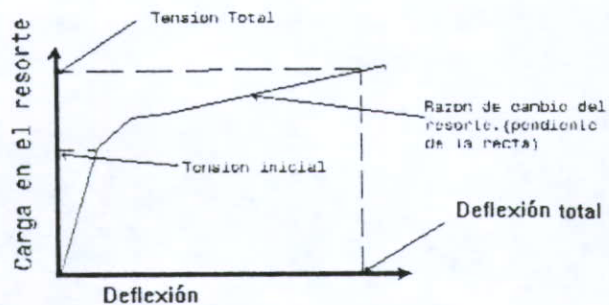


FIGURA 21
CARGA EN EL RESORTE VS DEFLECCION

Una alta tensión inicial es deseada para asegurar que cada espira del resorte se está tocando una con la otra cuando el resorte está instalado en el retén, esto ayudará a tener un mejor control en el diámetro interior del retén terminado.

Normalmente la tensión inicial es aproximadamente del 50 al 80% de la carga total. La tolerancia para la carga del resorte es de $\pm 0.14 \text{ N}$ ($\pm 5 \text{ oz}$) o $\pm 20\%$ de la carga nominal.

El relevado de esfuerzos generados durante el embobinado del resorte se lleva a cabo en base a tratamientos térmicos, esto se realiza para asegurar que la fuerza del resorte no va a cambiar debido a las altas temperaturas en que va a trabajar. El relevado de esfuerzos tiene que ser especificado cuando el resorte va a trabajar a temperaturas mayores a 100° C (212° F), sin embargo se recomienda tomar debidas precauciones y prevenir cambios en la propiedades físicas del resorte por un sobrecalentamiento no esperado. La tolerancia para el diámetro interior del embobinado del resorte es de $\pm 0.13 \text{ mm}$ ($\pm 0.005 \text{ in}$). La variación en el embobinado del resorte no puede ser mayor a $.08 \text{ mm}$ (0.003 in), esto es para evitar que el resorte esté boludo.

Cuando el resorte se ensambla no puede haber en la unión un espacio mayor a dos diámetros del alambre esto se puede observar mejor en la figura 13 y 24 de esta forma aseguramos que el cono del resorte se ensamble correctamente, evitando de esta manera una posible falla por apertura del resorte. La tolerancia para el diámetro interior del resorte (DIR) ensamblado se muestra en la tabla 16; como se puede observar, la tolerancia depende de el calibre de alambre.

TABLA 16
TOLERANCIAS PARA EL DIAMETRO INTERIOR DEL RESORTE ENSAMBLADO
(SAE 946)

DIAMETRO DEL ALAMBRE	TOLERANCIA (DIR)	DIAMETRO DEL ALAMBRE	TOLERANCIA (DIR)
Dimensiones en mm		Dimensiones en Pulgadas	
0.15-0.28.....	±0.20	0.006-0.011.....	±0.008
0.30-0.48.....	±0.30	0.012-0.019.....	±0.012
0.50-0.76.....	±0.40	0.020-0.030.....	±0.015
0.80-1.40.....	±0.50	0.031-0.055.....	±0.020

El diámetro del alambre se recomienda que se especifique como una sugerencia para el fabricante y que éste decida en base a la tensión requerida. La tolerancia que se maneja para el diámetro del alambre es normalmente ± 0.03 mm (0.001 in) pero cuando las especificaciones son muy estrictas se tendrá que basar en la tabla 17.

TABLA 17
TOLERANCIAS PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE (SAE J946)

DIAMETRO DEL ALAMBRE	TOLERANCIA DEL ALAMBRE	DIAMETRO	TOLERANCIA DEL ALAMBRE
Dimensiones en mm		Dimensiones en Pulgadas	
0.15-0.25.....	±0.0008	0.006-0.010.....	±0.0003
0.28-0.38.....	±0.010	0.011-0.015.....	±0.0004
0.41-0.48.....	±0.013	0.016-0.019.....	±0.0005
0.50-0.69.....	±0.015	0.020-0.027.....	±0.0006
0.71-0.86.....	±0.18	0.028-0.034.....	±0.0007

2.7.-Defectos visuales

El efecto que pueden tener los defectos visuales en el retén dependen de: a) la función del retén b) el lugar donde se encuentra el defecto c) la magnitud del defecto. Los principales defectos visuales se describirán a continuación:

Aire: Un pequeño rasguño o raya en la parte del hule, usualmente aparece en el área flexible o en los radios donde va el resorte.

Roto: Cortadas o desgarres en el hule usualmente aparecen en áreas flexibles, tales como el radio de la cavidad del resorte y el radio del labio auxiliar.

Despegados: Separación del hule de la estampa.

Escasos: Área incompleta o vacía donde el hule debería estar.

Exceso de hule: Aparece como derrama excesiva (derrama gruesa)

Estampa Cubierta de hule: Retenes que se cubren de hule en la parte de la estampa no debiéndose cubrir por la naturaleza del diseño.

Estampa chueca: Estampa que ha sido deformada, distorsionada durante el proceso de moldeo.

Hule mal vulcanizado: Retén con tiempo inadecuado de curado en el moldeo o por hule mal fabricado principalmente por falta de acelerantes, este defecto se observa si al jalar el hule no vuelve a su posición original.

Hule contaminado: Cualquier sustancia moldeada en el hule que no debería estar ahí, tales como suciedades en general (aserrín, estopa, papel, alambre, etc.)

Burbuja: Una área levantada que parece ser una burbuja en el elemento del hule.

Área esponjosa: Área donde hule no vulcanizado o no endurecido en la forma apropiada, usualmente aparece sobre la cavidad del resorte.

Mala dispersión: Poros o apariencia granilosa o no endureció en la forma apropiada usualmente aparece sobre la cavidad del resorte.

Rebaba. Rebaba metálica encontrada en el área de doblez de la estampa puede encontrarse en la lámina o aparece después de la operación de doblado.

Cemento excesivo: Aparece como una mancha en la estampa usualmente sobre el diámetro exterior o en la cara interna.

Molde sucio: Una aspereza o agujero aparece en el hule.

Derrama: Una porción de hule que se proyecta más allá del punto de cierre y excede de la tolerancia especificada o exceso de hule.

Pérdida del resorte: Omisión del resorte o pérdida del mismo

Líneas de flujo: Aparecen como líneas suaves o cuarteaduras en el hule, mas prominentes y comunes en el área de barril. Usualmente en compuestos como vitón y poliacrilato.

En la tabla 18 se puede ver qué tan relevante es el defecto basándose en el lugar donde físico del retén donde se encuentra el defecto.

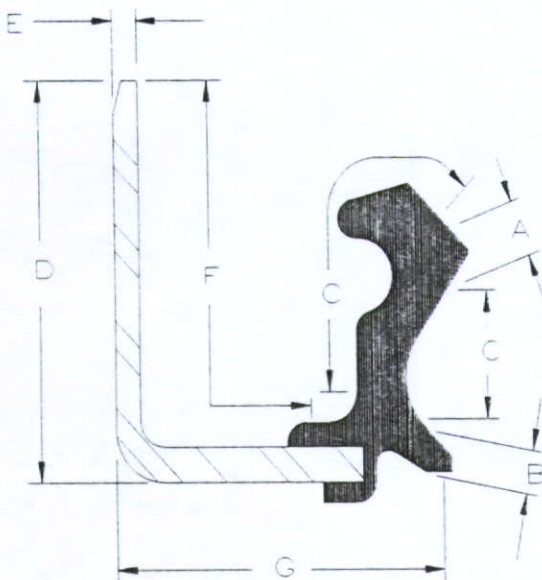


FIGURA 22
SECCION 1/4 DEL RETEN

TABLA 18
PARA DEFECTOS VISUALES (SAE J946)

DEFECTO	RETENCION DE ACEITE			RETENCION DE CONTAMINANTES		
	CRITICO	RELEVANTE	MEJOR	CRITICO	RELEVANTE	MEJOR
Burbujas	A	B,C,D,E	E,F,G	F,G	A,B	C,D,E,F,G
Porosidad	A	B,D	E,F,G	A,B	C,D,E,F	
Aderencias	A	B,C,D	E,F,G	A,B	C,E,F,G	
Deformaciones		A,B,C,D,E	F,G	A,B,C,D	E,F,G	
Contaminado	A	B,C,D,E,F	G	A,B	C,D,E,F	
Grietas		A,B,D	C,E,F,G	A,B	C,D,E	
Rugoso	A,B			A	B	
Rebaba	A,B,C,D,E	F,G		A	B,C,D,E,G	

CAPITULO III DESARROLLO DEL PRODUCTO

En estos momentos se cuenta con conocimientos claros de que es un retén, sus funciones, partes, materias primas etc. En este capítulo se presenta la geometría y especificaciones del retén para el cigüeñal del motor cuatro cilindros del Chevy G.M.

Para comenzar este capítulo se hará una pequeña explicación de algunos conceptos básicos como qué es un cigüeñal. Posteriormente se presentará la información que G.M nos entregó y se finalizará con la propuesta y algunos cálculos.

3.1.- Conceptos y especificaciones.

Se definirán algunos conceptos que serán de gran ayuda para comprender mejor la propuesta que se presenta continuación. El cigüeñal es un mecanismo que transmite potencia y fuerza torsional a la transmisión; a máxima velocidad del motor, llega a girar a más de 6000 RPM. Es una pieza moldeada en ciertos puntos con una precisión ultramilimétrica.⁵

El cigüeñal se compone de los muñones principales, los codos (muñones de la biela) y las caras (cachetes); gira por sus muñones principales en los cojinetes (metales) que están en los apoyos del bloque del cilindro. Los cojinetes de biela rodean a los codos con los muñones principales y también sirven de contrapeso para que el motor funcione suavemente. El volante es un disco de hierro o de acero, atornillado a un extremo del cigüeñal. Su rotación suaviza los impulsos de cada pistón. En el otro extremo del cigüeñal, un amortiguador absorbe las vibraciones torsionales de aquél.

En la mayoría de los motores, los codos están dispuestos para transmitir a intervalos iguales los impulsos de los pistones: cada 180 grados de rotación del cigüeñal para un motor de cuatro cilindros; cada 120 para uno de seis y cada 90 para un V-8, está es una razón por la que el motor V-8 funciona más suavemente que uno de cuatro o seis cilindros.

⁵SELECCIONES READERS DIGEST. En marcha servicio y reparación para su motor. pág 22

El aceite a presión circula por los conductos del cigüeñal, la bomba del aceite alimenta los muñones principales y después por sus conductos los cojinetes de biela, las bielas salpican aceite que lubrican las paredes del cilindro.

Para desarrollar este proyecto el Departamento de Ingeniería de General Motor Company proporcionó la siguiente información, que será la base del diseño.

1.- Diámetro caja	3.859"
2.-Diámetro Flecha	3.150"
3.-Altura	0.394"
4.-Material	Silicón
5.-Temperatura	130 a 150 C
6.- RPM	7000 max
7.-Lubricante	15w30

Junto con esta información se entregó un plano que se muestra en la figura 23 este es un diseño antiguo e ineficiente para los requerimientos de los motores modernos que trabajan a mayores temperaturas y RPMs. Por esta razón vamos a proponer un nuevo diseño que supere lo requerido por nuestro cliente.

Este tipo de diseño ha sido usado en cigüeñales para otros motores con buenos resultados pero los motores han ido evolucionando para ser más eficientes por lo que cada una de sus partes se tiene que diseñar y fabricar con los mejores materiales posibles. Por ejemplo en el primer capítulo se habló de la historia del retén donde se comentó que al principio eran usadas franelas para evitar que los lubricantes se escaparan de las cavidades, posteriormente se usó cuero y de esta forma sucesivamente fue mejorando el material del labio sellante hasta hoy en día usar para este tipo de aplicación un hule llamado vitón (páginas posteriores se explica porque se usa vitón en lugar de silicón). Para este proyecto se recibió solamente la información que se presenta de parte del cliente, hubiera sido de gran ayuda el haber tenido la caja y flecha físicamente, pero esto no fué posible.

Para diseñar este tipo de autopartes es necesario considerar las condiciones mas criticas como base del diseño como en este caso la temperatura y RPMs, estas condiciones tendrán que ser superadas para evitar futuras consecuencias.

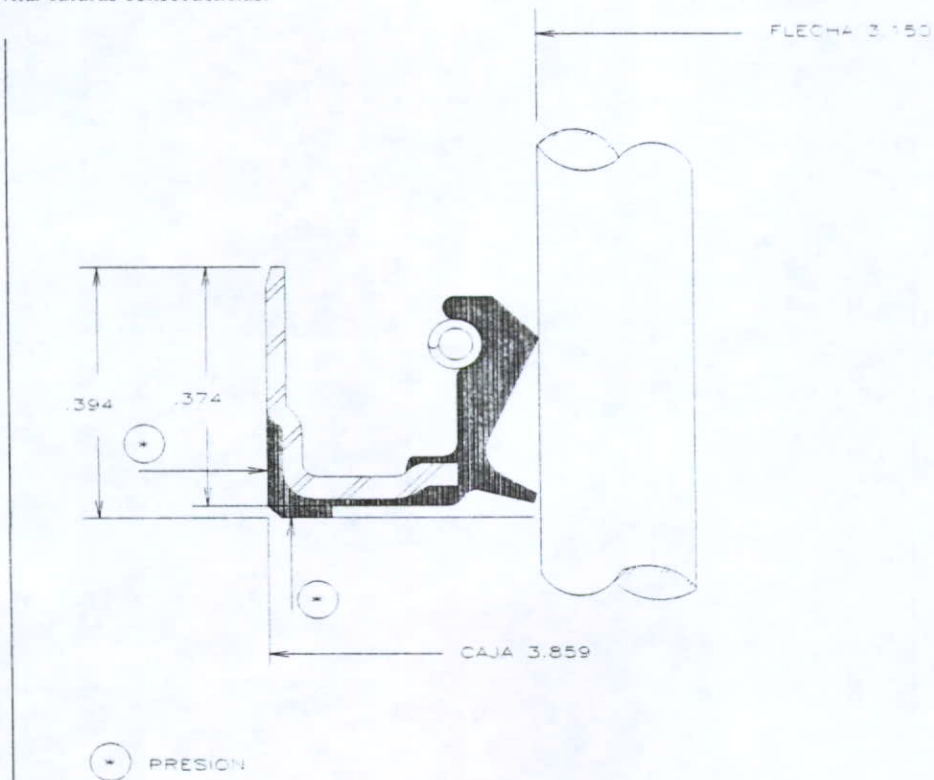


FIGURA 23
PLANO ENTREGADO POR EL CLIENTE

Como se puede observar, el cliente proporcionó una información muy pobre, no especificó claramente la geometría del sello, no dió características de la flecha y caja, por estas razones y la apertura del cliente a ver otra alternativa fue posible poder proponer un producto más adecuado y eficiente con las necesidades presentadas.

3.2.- Propuesta.

Esta propuesta es posible gracias a que General Motors tuvo interés de ver otra alternativa de parte de una empresa con una experiencia de más de un siglo en el diseño y fabricación de retenes.

Para llevar a cabo esta propuesta se toman como base dibujos, diseños, escritos y estándares que han sido desarrollados por ingenieros y técnicos especialistas en retenes, hules, adhesivos hule metal, sellos, empaques, procesos de estampado, fabricación de herramental, fricción y vulcanizado. La experiencia en el diseño de otros retenes será de gran ayuda para poder presentar un retén con excelente funcionamiento y un proceso de fabricación lo mas sencillo posible.

Para efectos de tolerancias e interferencias ha de basarse en lo especificado en el capítulo II, C/R se basa en los estándares SAE ya que ésta es la norma de autopartes más importante en el mundo y no contradice a lo especificado por G.M, se pueden complementar una a otra.

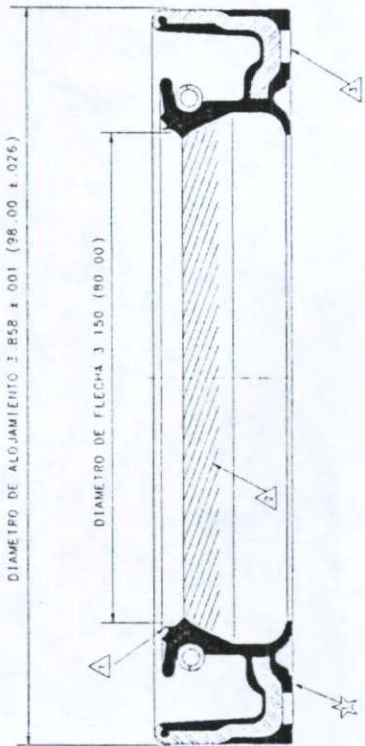
Una de las grandes inovaciones de este diseño son las hélices colocadas a lo largo del labio principal que permiten bombear el aceite de regreso a la caja, ésta es solo una de las muchas ventajas que posee nuestro nuevo diseño. A continuación mostraremos la geometria o diseño propuesto, este capítulo se centra únicamente la geometria, cálculo del resorte y del peso del hule, en los capítulos posteriores mencionaremos claramente el proceso de fabricación y para terminar las ventajas que tiene este diseño sobre lo que el cliente propuso.

En las siguientes dos hojas se muestran los planos del diseño del retén con cada una de las dimensiones para definir todos los puntos del retén. Estas dimensiones son la base para diseñar posteriormente la herramienta necesaria para la fabricación de la estampa y del labio sellante (troqueles y moldes). Se puede observar en la parte inferior 40 muescas, la función de estas es muy específica, es permitir que la estampa sienta en el molde de tal forma que permita al hule fluir hacia el diámetro exterior de la estampa.

FECHA	ESTADO CIVIL	PROFESION

- 1. MOLDADO. No DE PARTE. MEXICO. No. 54.
- 2. CERRAMA MAXIMA PERMISIO DE 0.005 DE ESP. ± 0.223 DE LABDO
- 3. (14) PROYECCIONES IGUALMENTE ESPACIADAS PARA UN 1120 CONTRARIO A LAS MANECILLAS DEL RELOJ
- 4. (15) MUECAS CIRCULARES IGUAL ESPACIADAS

MIEMBRO SELLANTE	
TIPO DE LARGO	INDICAR
ESP. METAL CLIENTE	
ESP. VITON 430	
BORECA SUPER "A" 8045	
ESTANPDA	
1. 1. 1.	0005-1010
REQUISITOS BASICOS	
ESPESOR (1)	0.125 MM
ANCHO (2)	0.250 ± 0.008
PROFUND. (3)	0.240 ± 0.007
ALZURA (4)	0.250 ± 0.007
ESP. REDONTE	
DIAM. ALMORDE	0.811 ± 0.01
DIAM. REDONTE	0.818 ± 0.01
LONG. LIBRE	18.072 ± 0.1
PROFUND.	201.005 ± 0.008
LONG. TOT.	19.889 ± 0.11



FECHA	ESTADO CIVIL	PROFESION	DESCRIPCION	FECHA	ESTADO CIVIL	PROFESION	DESCRIPCION
TITULO GENERAL MEXICO				TITULO GENERAL MEXICO			
NOMBRE CIUDADAL TRANSERO				NOMBRE CIUDADAL TRANSERO			
TIPO DE TRABAJO DISEÑO DEL PRODUCTO				TIPO DE TRABAJO DISEÑO DEL PRODUCTO			

3.3.- Resorte.

3.3.1.- Nomenclatura

En el capítulo uno, se mencionaron las características más importantes del resorte, en esta sección se analizará los resortes helicoidales y en especial se calculará el resorte del retén. Las funciones principales del resorte son:

1. Generar la fuerza radial apropiada en el labio de contacto del retén.
2. Compensar los cambios que sufre el labio durante su vida útil.
3. Control del labio interior del retén terminado.
4. Mejorar el funcionamiento del labio del retén

En la tabla 19 se especifican las propiedades del alambre para la fabricación del resorte. Cumplir con estas propiedades es vital para el buen funcionamiento del resorte.

**TABLA 19
PROPIEDADES DEL ALAMBRE DEL RESORTE**

	SAE J113 Acero	SAE 30302 Acero Inoxidable
Modulo de elasticidad		
Torsión G (10 ⁶ psi)	11.5	10.0
Tensión E(10 ⁶ psi)	30.0	28.0
Dureza	38-46 Rc	42-47 Rc
Diámetros comerciales (in)	.004-.045	.004-.045

A continuación definiremos la nomenclatura para calcular los parámetros de fabricación del resorte, en las figuras 13 y 23 se puede observar la mayoría de las partes del resorte gráficamente:

AID: Diámetro interior del resorte ensamblado, unidades en pulgadas. (ver figura 13)

CD: Diámetro del embobinado, unidades en pulgadas. (ver figura 13)

DL: Longitud de la deflexión es la longitud del resorte flexionado después de aplicar la carga, unidades en pulgadas.

FL: Longitud libre del resorte antes de ensamblar, unidades en pulgadas. (ver figura 13).

G: Módulo de elasticidad de torsión, unidades en psi.

I: Índice del resorte

IID: Diámetro interior del resorte instalado, unidades en pulgadas.

IT: Tensión inicial, unidades en oz.

K: Factor de corrección de los resortes

MCD: Diámetro promedio del embobinado, unidades en pulgadas.

pi: 3.141569

RL: Carga radial ejercida por el resorte, unidades en oz/in.

SDT: Esfuerzo de torsión debido a la deflexión unidades en psi.

SHD: Diámetro de la flecha, unidades en pulgadas. (ver figura 1)

SIT: Esfuerzo de torsión debido a la tensión inicial, unidades en psi.

SR: Razón del resorte unidades en oz/in.

TD: Tensión ejercida por el resorte debido a la deflexión unidades en oz.

TDL: Tensión a la longitud de deflexión unidades en oz.

WD: Diámetro nominal del alambre unidades en pulgadas. (ver figura 13)

SGD: Diámetro de la ranura del resorte unidades en pulgadas.

SK: Longitud que encogerá el hule, unidades en pulgadas.

PI: Distancia que el resorte cerrará el diámetro interior unidades en pulgadas.

SGR: Radio de la cavidad para el resorte unidades en pulgadas

SRL: Diámetro de retención del resorte en pulgadas.

D: Deflexión del resorte, unidades en pulgadas.

TI: Interferencia del molde

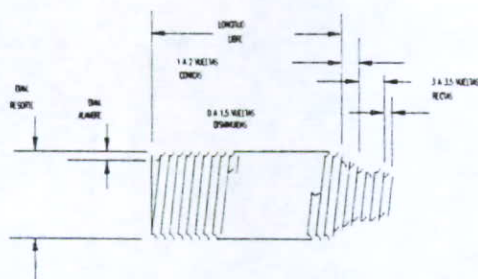


FIGURA 23
CARACTERISTICAS DEL RESORTE

3.3.2.- Teoría general de los resorte helicoidales

Se dice que una estructura o elemento mecánico es rígido cuando no se deforma, flexiona o tuerce demasiado al aplicarle exteriormente una fuerza, un momento flexionante o uno de torsión. Pero si el desplazamiento debido a la perturbación externa es grande, entonces se dice que el elemento es flexible.

En el diseño, el análisis de la deformación se aplica de diferentes maneras. Un retén o anillo de retención, debe ser lo suficientemente flexible para que pueda flexionarse sin que sufra deformación permanente y sea posible montarlo, además tiene que ser lo bastante rígido para mantener unidas las piezas ensambladas.

La elasticidad es la propiedad de un material que le permite recobrar su configuración original después de haber sufrido una deformación. Un resorte es un elemento mecánico que puede ejercer una fuerza después de ser deformado.

Existe una gran variedad de resortes dependiendo de la función que estos tengan en el caso del retén se usan resortes helicoidales. La teoría básica de los retenes helicoidales se enunciará a continuación.

Un resorte helicoidal es una barra torcida sometida a un momento torsional más un esfuerzo cortante directo. En la figura 24 se muestra un resorte helicoidal de compresión hecho de alambre redondo, que soporta una carga axial F . Se designará con “ D ” el diámetro medio del resorte y con “ d ” el diámetro del alambre. Ahora imagínese que el resorte se considera seccionado en algún punto, se separa una porción y se sustituye por el efecto de las fuerzas internas sobre la porción restante. Luego, como se indica en la figura, la parte seccionada ejercería una fuerza cortante F y un momento de torsión T en la parte restante del resorte.

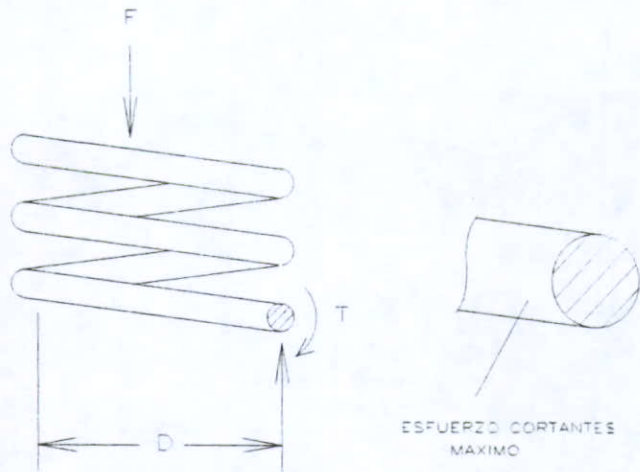


FIGURA 23

CARGA SOBRE UN RESORTE HELICOIDAL

$$E. \text{ Total} = E. \text{ Directo} + E. \text{ Torsión}$$

$$E. \text{ Total} = \frac{F}{A} + \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3}$$

$$E. \text{ Total} = \frac{4F}{\pi \cdot d^2} + \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3}$$

$$E. \text{ Total} = \left(\frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3} \right) \left(1 + \frac{d}{2 \cdot D} \right) = \frac{8 \cdot F \cdot D \cdot K_s}{\pi \cdot d^3}$$

Donde K_s es el factor de corrección de esfuerzo cortante, que también puede estar definido en función del índice de resorte. El índice del resorte es la relación que existe entre el diámetro del resorte y el diámetro del alambre, el índice tendrá que ser mayor de 4 para que sea factible su fabricación, pero cuando es mayor a 12 el resorte tiene la tendencia a enredarse, por lo tanto es recomendable algún valor entre 4 y 12.

$$I = \frac{D}{d}$$

$$K_s = \frac{2I + 1}{2 \cdot I}$$

Un efecto muy similar a la concentración de esfuerzos ocurre en la superficie interior del resorte helicoidal. La curvatura del alambre intensifica el esfuerzo en el interior de resorte, pero lo aminora sólo ligeramente en el exterior, debido a este efecto es necesario usar un factor llamado Factor de Wahl que tiene incorporado el valor del factor de corrección de esfuerzos cortante.

$$K = ((4*I-1)/(4*I-4))+0.615/I$$

El esfuerzo total se puede expresar de la siguiente forma

$$E.T = (8 * F * D * K) / (\pi * d^3)$$

Cambiando estas variables conforme a la nomenclatura que especificamos al comienzo de esta sección

$$SDT = 8(TDL * MCD * K) / (\pi * WD^3)$$

La tensión está definida en onzas por lo que se tendrá que hacer la conversión de libras a onzas (1lb= 16 oz), está es la ecuación que posteriormente se usará en el paso 13

$$SDT = .5(TDL * MCD * K) / (\pi * WD^3)$$

La razón del resorte (SR) es la relación fuerza-deformación del resorte, el cálculo de éste se basa en la deflexión torsional. En la figura 25 se observa la fuerza y deformación de una espira del resorte.

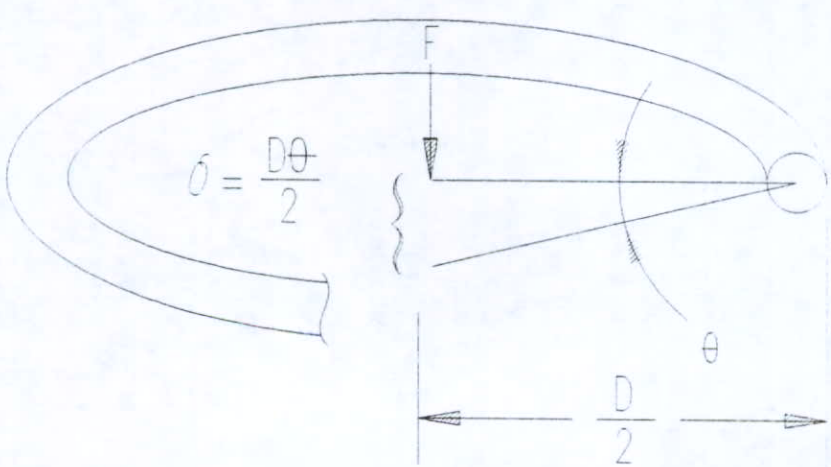


FIGURA 25
DEFLEXIÓN DE LA ESPIRA

Por cada espira del resorte la distancia que se desplaza debida a la fuerza (deformación) es $\delta = D\theta/2$. La base para el cálculo de la razón del resorte es la ecuación del ángulo de torsión de una barra de sección circular $\theta = (T*L)/(G*J)$

T = Momento torsión = D*F/2

L = Longitud de la espira = $\pi*D$

G= Modulo de torsión

J= Momento polar de inercia del área transversal = $(\pi*d^4)/32$ (áreas circulares).

Sustituyendo se encuentra que la deformación es

$$\delta = (8*F*D^3)/(d^4*G)$$

SR = F/ δ para Nc espiras activas, sustituyendo la deformación en ecuación anterior se llega a la ecuación general para calcular la razón del resorte

$$SR = (d^4*G)/(8*D^3*Nc)$$

Considerando que el número de espiras es igual a la relación de la longitud libre del resorte (FL) y el diámetro del alambre (Nc=FL/d)

$$SR = (d^5*G)/(8*D^3*FL)$$

Cambiando estas variables conforme a la nomenclatura que especificamos al comienzo de esta sección

$$SR = (WD^5*G)/(.5*MCD^3*FL)$$

Los parámetros de diseño para el resorte dependen de las aplicaciones y restricciones en los procesos de manufactura, en la tabla 20 podemos observar los valores estándar para los parámetros antes mencionados.

TABLA 20
LIMITES DE DISEÑO DEL RESORTE

PARAMETRO DEL RESORTE	LIIMITE ESTANDAR
I	> 4 <12
RL	> 5 oz/in
IT	> TDL/2 oz
IT (Min)	> 0.6 X IT oz
SDT (Min)	> 40 K psi
Acero (Max)	< 60 K psi
Acero inoxidable (Max)	< 50 K psi
SIT (Min)	> 12 K psi
SIT (Max)	< 33 K psi

Para retenes con resorte que trabajan en contacto con agua es necesario usar resorte de acero inoxidable, un ejemplo puede ser en lavadoras de ropa. El encogimiento del hule es un aproximado que se basa en la experiencia que se tuvo en otros retenes por lo que no siempre es correcto lo que se estima. Por lo que para estar completamente seguro esto se mide después de realizar las primeras moldeadas. El encogimiento depende principalmente de:

1. Tipo de hule
2. Diámetro de flecha
3. Diseño, ángulo del labio principal
4. Condiciones de operación en prensas (tiempo y temperatura)

Para seleccionar el diámetro del alambre se tiene la siguiente tabla.

TABLA 21
DIAMETRO DEL ALAMBRE

DIAMETRO DEL EMBOBINADO	DIAMETRO DEL ALAMBRE
0.50	.010 - .011
0.62	.011 - .013
0.078	.013 - .015
0.086	.016
0.094	.018 - .020

3.3.3.- Cálculo del resorte

En las siguientes páginas se realizarán los cálculos de resorte paso a paso. Los datos o constantes que se usarán: SK=.05, PI=0.013, SGD=3.287, TI=.012, SRL=3.481, SGR=0.039, WD=0.014
SHD=3.150

1. Primeramente se calculará el diámetro interior del resorte ensamblado.

$$AID = SGD - SK - PI$$

$$AID = 3.287 \text{ in} - .050 \text{ in} - .013 \text{ in}$$

$$AID = 3.224 \text{ in}$$

2. Diámetro del embobinado

$$CD=2*(SGR)$$

$$CD=2*(0.039 \text{ in})=.078 \text{ in}$$

3. Diámetro interior del resorte instalado.

$$IID= SGD +CD + TI$$

$$IID=3.287 \text{ in} +.078 \text{ in} +.012 \text{ in}$$

$$IID=3.377 \text{ in}$$

4. Longitud deflectada

$$DL=\pi(IID)$$

$$DL=\pi(3.777 \text{ in})=10.609 \text{ in}$$

5. Longitud libre

$$FL=\pi(AID+WD)$$

$$FL=\pi(3.224+.014)$$

$$FL=10.173$$

6. Deflexión del resorte

$$D=DL -FL$$

$$D=10.609 \text{ in} -10.173 \text{ in} =0.436 \text{ in}$$

7. Diámetro promedio del resorte.

$$MCD=CD-WD$$

$$MCD=.078 \text{ in} -.014 \text{ in} =.064 \text{ in}$$

8. Índice del resorte

$$I = \text{MCD} / \text{WD}$$

$$I = 0.064 \text{ in} / 0.014 \text{ in}$$

$$I = 4.571$$

9. Tensión a la longitud de deflexión

$$\text{TDL} = 2.5(\text{SHD}) + 3 \text{ oz}$$

$$\text{TDL} = 2.5 \text{ oz/in} (3.150 \text{ in}) + 3 \text{ oz}$$

$$\text{TDL} = 10.875 \text{ oz}$$

$$\text{TDL} = 10.875 \text{ oz} (28.35 \text{ gr/oz}) = 308.3 \text{ gr}$$

10. Razón del resorte

$$\text{SR} = G(\text{WD})^5 / (.5(\text{MCD}^3)(\text{FL}))$$

$$\text{SR} = 11500000 \text{ psi} (.014 \text{ in})^5 / (.5(.064 \text{ in})^3)(10.173 \text{ in})$$

$$\text{SR} = 4.639 \text{ oz/in}$$

11. Tensión ejercida por el resorte debido a la deflexión.

$$\text{TD} = D(\text{SR})$$

$$\text{TD} = .436 \text{ in} (4.39 \text{ oz/in})$$

$$\text{TD} = 2.026 \text{ oz}$$

12. Esfuerzo de torsión debido a la tensión inicial.

$$\text{SIT} = .5(\text{TDL})(\text{MCD}) / \pi(\text{WD})^3$$

$$\text{SIT} = .5(10.875 \text{ oz})(.064 \text{ in}) / (\pi(.014 \text{ in})^3)$$

$$\text{SIT} = 32848.1 \text{ oz}$$

13. Esfuerzo de tensión debido a la deflexión

$$SDT = .5(TDL)(MCD)(K)/(pi(WD)^3)$$

$$SDT = .5(10.875 \text{ oz})(.064 \text{ in})(1.345)/(PI(.014 \text{ in})^3)$$

$$SDT = 54295.9 \text{ psi}$$

14. Carga radial ejercida por el resorte

$$RL = 2(TDL)/IID$$

$$RL = 2*(10.875 \text{ oz})/3.377 \text{ in}$$

$$RL = 6.4406 \text{ oz/in}$$

15. Tensión Inicial

$$IT = TDL - TD$$

$$IT = 10.827 \text{ oz} - 2.026 \text{ oz}$$

$$IT = 8.5424 \text{ oz}$$

16. Tensión mínima inicial

$$IT_{\min} = 0.8(IT) = 7.081 \text{ oz}$$

Las propiedades del resorte para el retén diseñado son:

Diámetro del Resorte = 0.078 pulgadas

Diámetro Alambre = 0.014 pulgadas \pm 0.0004

Longitud libre = 10.173 pulgadas \pm 0.012

Longitud de deflexión = 10.609 pulgadas

Carga = 308.3 gramos \pm 20%

Para realizar estos cálculos y poder encontrar el resultado de una forma más rápida se realizó una hoja de cálculo en Excel que se muestra en la siguiente página.

CALCULO DE RESORTE

CD	SRK	PI	SGD	TI	SRL	SGR	WD	SHD
DIAMETRO	CONTRACCION	CIERRE CON	DIAMETRO DE	INTERFERENCIA	DIAMETRO	RADIO DE	DIAMETRO	DIAMETRO
RESORTE	EN MOLDEO	RESORTE	RAMURA	DE MOLDE	DE RETENCION	CAVIDAD	DE ALAMBRE	DE FLECHA
0,078	0,050	0,013	3,287	0,012	3,481	0,039	0,014	3,150

AID =	3,224	DL =	10,609
D =	0,437	FL =	10,173
IID =	3,377	I =	4,571
MCD =	0,064	IT =	8,849
TDL =	10,875	ITM =	7,079
TD =	2,026	RL =	6,441
SDT =	54.276,914	K =	1,345
SIT =	32.849,289	SR =	4,639

DR (CD) =	0,078 "
DA (WD) =	0,014 "
LL (FL) =	10,173 "
LD (DL) =	10,609 "
GARGA (TDL) =	308,306 Grs.

En la parte superior zona sombreada se introducen todos los datos en la celda correspondiente, automáticamente nos da el resultado que aparece en la parte inferior dentro del recuadro sombreado.

Para la fabricación del resorte se requiere contar con los datos calculados anteriormente: diámetro del resorte, diámetro del alambre, longitud libre, longitud de deflexión y la carga.

Además se le debe aclarar si es de acero o acero inoxidable, para este caso como trabaja en aceite se usará acero al carbón, cumpliendo con estas especificaciones evitaremos cualquier problema futuro que pueda ser causado por el resorte.

3.4.- Cálculo del hule.

Se puede disponer de una amplia variedad de elementos sellantes para el labio. Cada uno de ellos posee características propias y únicas. La selección tendrá que ser hecha en base a la aplicación, la compatibilidad con lubricantes, fluidos que son retenidos, presión y temperaturas a que son sometidos en operación y otras condiciones.

G.M requirió en sus especificaciones se usara silicón pero en ésta la propuesta se usara vitón, a continuación se explican las características de cada uno de estos dos hules.

Silicón. Para límites de temperatura altos o bajos y aplicaciones de baja fricción, los retenes de silicón se utilizan a temperaturas de -73 a 163 °C (-100 a 325 °F). La alta absorción de lubricante minimiza la fricción y el desgaste. Sin embargo, el silicón tiene baja compatibilidad con los aceites oxidados, con algunos aditivos para extrema presión y con contaminantes abrasivos. No debe emplearse en aplicaciones en seco. Es muy flexible y más blando que otros materiales.

Vitón (Fluoroelastómero): Material de calidad superior para límites de temperatura más amplio y gran resistencia a productos químicos. El vitón soporta temperaturas de -40 a 204 °C (-40 a 400 °F) y resiste la mayoría de los lubricantes especiales y productos químicos que destruyen el nitrilo, los policrilatos y las siliconas.

Este material de calidad superior, con su extrema resistencia a la abrasión y a las altas temperaturas, proporciona mejor desempeño y menos desgaste. El vitón puede usarse en seco, pero solo por periodos intermitentes. Es efectivo en aplicaciones de equipo aeronáutico y espacial. Como podemos ver las características del vitón superan a las del silicón por esta razón se fabricará el sello con vitón.

Para calcular el peso del hule se hace un dibujo a escala considerando las derramas que tendrá este cuando fluya a través del molde como se muestra en la figura 26, el hule está achurado en negro. Es necesario considerar el hule que queda atrapado en el molde durante el flujo de éste para llenar la cavidad deseada, en el momento de bajar la prensa esta derrama por medio de los monocortes se separa del retén de esta manera queda listo para pasar al post-curado.



FIGURA 26
PESO DEL HULE

Teniendo este dibujo el siguiente paso es encontrar el área transversal del hule (no tomar área de la estampa) de la forma que se calculó en este proyecto fue usando el software CAD-PACK en el que se señala la sección deseada y por medio de una función nos da el área deseada. Posteriormente se procede a calcular el diámetro del centroide, éste divide el área encontrada con anterioridad en dos secciones iguales, de la forma que se calculó fue colocándola en una lugar aproximado, calcular áreas de ambos lados y posteriormente comparar; hacer esto sucesivamente hasta llegar el momento de tener dos áreas iguales.

El resultado del área fue $A=0.07202 \text{ in}^2$

El diámetro de centroide $De=3.340 \text{ in}$

A continuación se procede a calcular el volumen del hule, el procedimiento es muy sencillo como se muestra a continuación.

$V=$ Volumen de hule

$V=(\text{largo})(\text{area})$

$V=(\pi)(De)(\text{area})$

$V=(\pi) (3.340 \text{ in})(0.07202 \text{ in}^2)$

$V=0.7558 \text{ in}^3$

Peso del hule es igual al volumen por su densidad.

Densidad del vitón = 31.9511 grs/in^3

Peso = $(0.7558 \text{ in}^3)(31.9511 \text{ grs/in}^3) = 24.148 \text{ grs}$

CAPITULO IV

PROCESO DE FABRICACION

Una vez teniendo el diseño del producto prosigue la fabricación del mismo, en este capítulo se hablará del proceso de fabricación de este retén. Existen otros tipos de procesos pero para retenes con esta geometría el proceso que describiremos a continuación es el más indicado, mencionaremos un poco sobre los nombres y funciones principales del equipo y herramienta.

4.1.-Operación de troquelado.

4.1.1.- Troqueladora

En esta operación se fabrica la estampa mediante el proceso de troquelado. Este proceso consiste en formar el metal, a partir de la materia prima (lámina) con el dado o (troquel), mediante la aplicación de grandes fuerzas (golpe) de la máquina troqueladora.

El doblado consiste en la deformación uniforme de un material, de ordinario lámina plana o tira metal, alrededor de un eje recto que descansa en el plano neutral y normal a la dirección longitudinal de la hoja o tira. El flujo de metal se produce dentro de la zona plástica del mismo, de manera que el doblado retiene una posición permanente después de la remoción de las fuerzas aplicadas. La superficie exterior está en tensión, la interior a compresión. La pura acción dobladora no reproduce la forma exacta del punzón y de la matriz en el metal.

Se entiende por troqueladora toda máquina que es capaz de proporcionar un impacto seco e instantáneo, aprovechando la energía cedida por la misma para transformar una superficie plana en una pieza de perfil previsto y definido, como en el punzonado, u obtener un volumen en forma del recipiente como el caso de la extrusión o embutición.

El principio de una troqueladora es el siguiente: Mediante un motor se imprime velocidad a un volante, hasta que este almacena una cantidad de energía cinética determinada, y mediante un disparo de trinquete, dicho volante atado a un cigueñal sobre el que actúa una biela que tiene como misión arrastrar un carro entre dos guías de patin. Dicho carro se denomina portasujes. Al hacer actuar el disparo del trinquete, el volante cederá en un instante su energía cinética, que es gran parte consumida por el trabajo realizado, y el resto por un freno que actúa durante el retorno al punto de reposo y que evita un choque demasiado brusco contra el tope de retención en la parada.

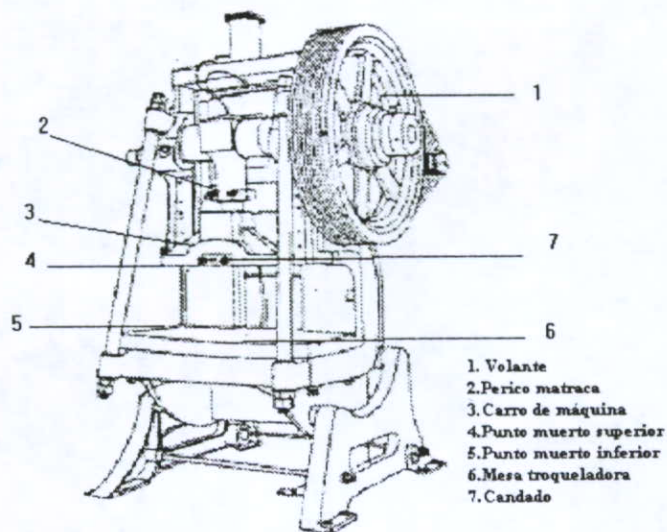


FIGURA 28
TROQUELADORA

La versatilidad de la herramienta empleada en las prensas hace posible usar la misma prensa para muchos trabajos y operaciones diferentes lo que resulta conveniente en la producción de pequeñas cantidades.

Las medidas y capacidades de estas máquinas varía desde 1/2 ton la más pequeña, con mas de 600 carreras por minuto hasta las grandes de 4000 ton con un máximo de 8 carreras por minuto. Las partes y funciones de una troqueladora son: (ver figura28).

Volante: La troqueladora consta de dos volantes, el primero trabaja por medio de bandas y al encender la máquina trabaja de forma constante. El segundo entra en función al activar o disparar la máquina, éste trabaja por medio de dientes (engrane).

Carrera de máquina: Es la distancia que recorre o baja el carro desde el punto muerto superior hasta el punto muerto inferior.

Carro de máquina: Parte de la troqueladora que sostiene el troquel de su parte superior, y que tiene en su parte inferior la cavidad donde embonan portasuaje y candado. Además es el que sube y baja al momento de dar y quitar presión mecánica.

Candado: Es la parte del carro que tiene en su parte trasera la cavidad en donde embona el portasuaje y al apretarse sujeta el troquel de su parte superior.

Perico matraca: Esta es la parte que nos sirve para aumentar o disminuir la presión mecánica del carro.

Mesa troqueladora: Es donde descansa la parte inferior del troquel, y es en la parte central de esta mesa donde se localiza el cojin.

Cojin: Es donde se da la presión neumática la cual nos sirve para formar y botar la estampa junto con los sobrantes de la parte inferior del troquel. Regulando la presión del cojin se obtienen mejores resultados dimensionales y visuales de la estampa.

Tornillo para botar: Estos tornillos embonan con unas bases que van sujetas al carro, estas bases tienen un barreno pasado el cual tiene cuerda por donde se ajustan los tornillos para botar de acuerdo a la carrera del troquel que se instala.

Puente: Esta parte es la que al contacto con los tornillos para botar actúa sobre la varilla botadora para desplazar la botadora superior hacia abajo.

4.1.2.- Troquel

Para la fabricación de la estampa es necesario colocar un troquel en la troqueladora que le dará la forma deseada a la lámina. Las partes que forman un troquel son las siguientes: (ver figura 29).

1) Parte Superior

Portasuaje: Tiene en su parte inferior cuerda que ajusta con la placa superior del troquel. Placa superior: Está machuelada al centro para que ajuste la cuerda del portasuaje. Porta campana: Esta pieza lleva barrenos y caja. Campana: Es la que forma el diámetro exterior de la estampa junto con el macho inferior. Botadora Superior: Tiene la función de botar la estampa de la campana. Macho superior: Forma y corta el diámetro interior. Varrilla botadora: Es la que al hacer contacto con el puente de la máquina hace que entre en función la rueda botadora. Rueda botadora: Pone en función a los botadores superiores.

2) Parte inferior

Placa inferior: Formada por cajas y barrenos. Macho inferior: Forma diámetro exterior y ceja de la estampa.

Rueda cortadora: Esta corta el diámetro de blanco necesario para formar la estampa. Botadora inferior: Su función es botar estampa y sobrantes. Botadora central: Función de botar el centro del macho inferior.

Guías y casquillos: Estas son las que no permiten que el troquel se desvie o cargue a un lado.

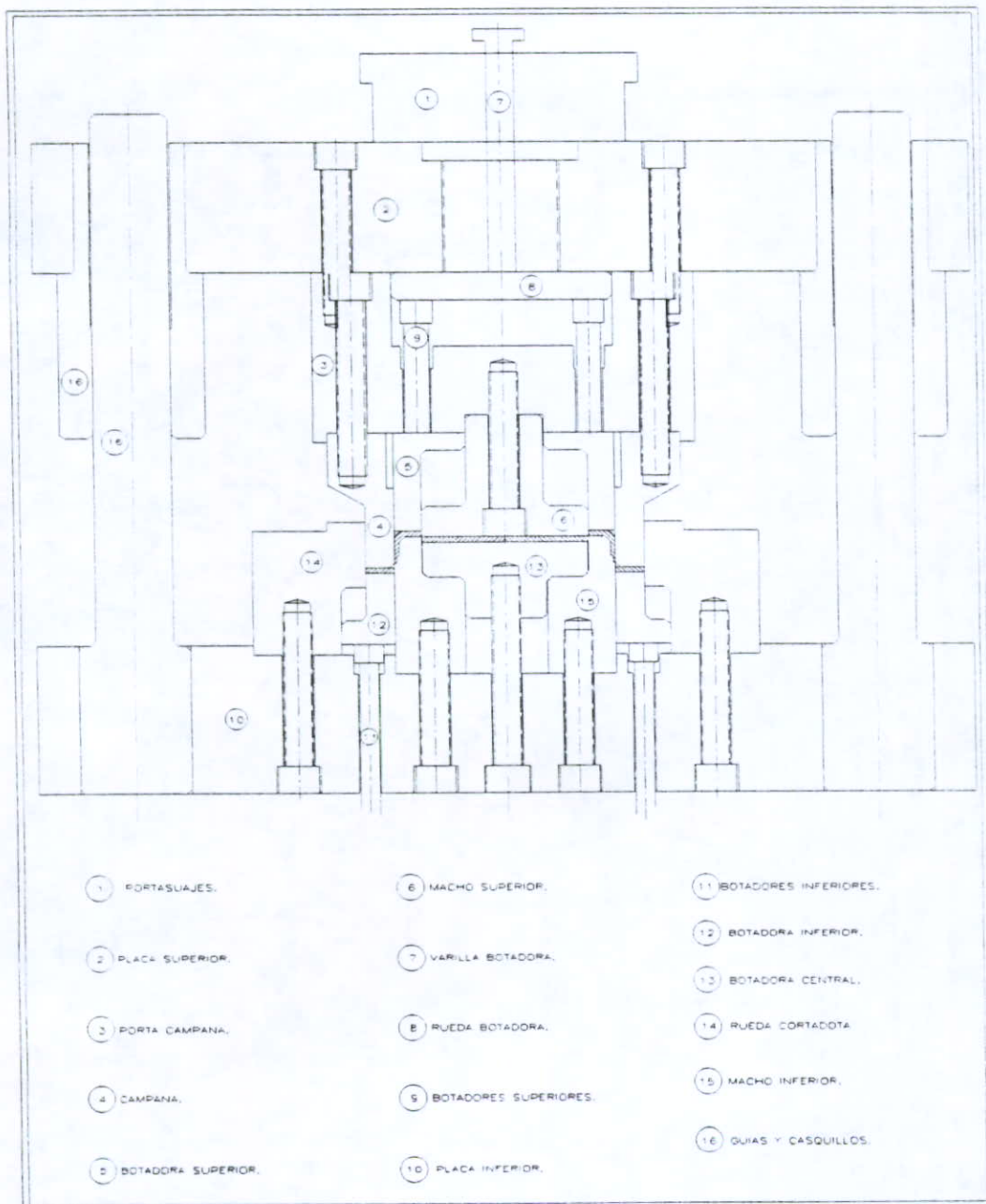


FIGURA 29
PARTES DEL TROQUEL

4.1.3.- Operaciones de troquelado.

La lámina que se usará será calibre 18 especificada correctamente por el cliente. Para determinar el calibre en un retén convencional, la altura y diámetro exterior son los parámetros que determinan el espesor de la lamina en este retén es necesario considerar también la geometría por lo tanto un espesor menor provocaría un ovalamiento mayor del permitido y la ceja de la estampa se rompería en el momento de ser doblada, un espesor mayor aumentaría el costo de la materia prima y de fabricación.

La lamina se compra en hojas de 3 X 8 pies y será cortada en tiras de 4.7 pulgadas de ancho, debido a la complejidad de la estampa para este retén será necesario fabricarlo en dos operaciones, esto quiere decir que se usarán dos troqueles diferentes. En la primera operación se da la geometría de la estampa, el diámetro exterior es formado en esta operación. En la figura 30 que se muestra a continuación en la parte superior se puede observar cómo el espesor de ceja es menor con la finalidad de darle posteriormente un doblé para facilitar su instalación en la caja, este doblé tiene las misma función que los retenes con chaflán. (Ver figura 31)

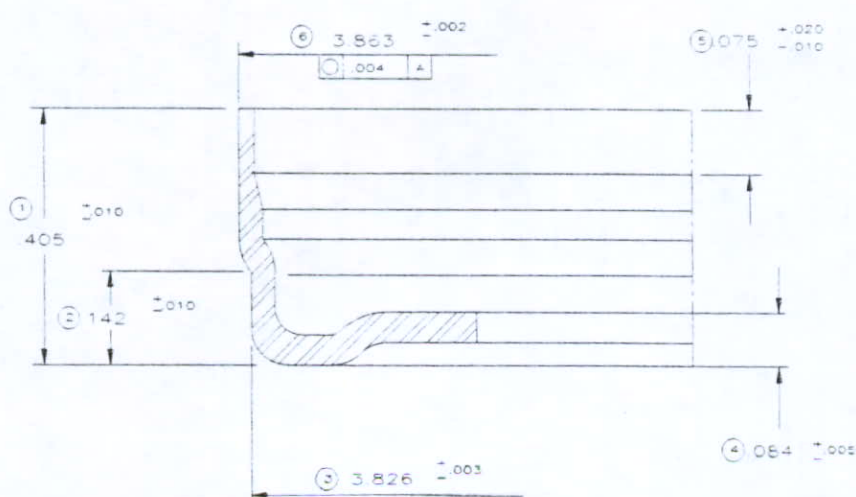
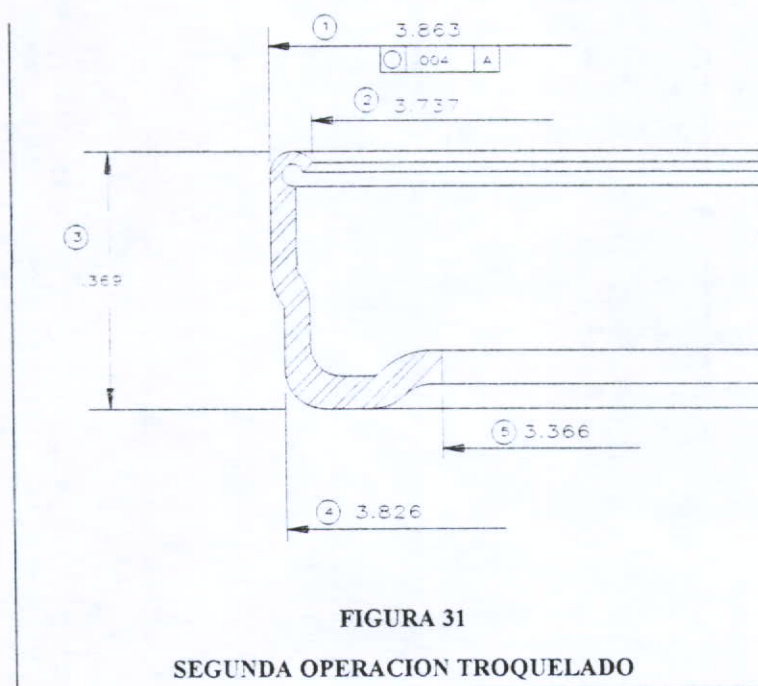


FIGURA 30

PRIMERA OPERACION TROQUELADO

En la segunda operación se cortará el diámetro interior y se dará el doblé a la ceja, el diámetro exterior superior es crítico ya que es el que da la interferencia con la caja para que pueda ser instalado sin problemas, este diámetro ya no se modifica durante el proceso. El diámetro exterior inferior no es crítico en esta fase ya que esta zona es forrada de hule. Con esta operación terminamos de darle forma a la estampa para después pasar a la operación de fosfatado.



4.2.-Operación de fosfatado.

Esta operación es un proceso químico sencillo, cuyo objetivo consiste, en preparar las estampas para las operaciones siguientes (cemento y moldeo). Esto se realiza mediante la inmersión de las estampas contenidas en una canasta rotativa a través de una pequeña línea de tanques con desengrasante, agua, fosfato y secado (aire caliente), limpiando las partes, recubriéndolas con una capa de fosfato de 0.0002".

En general como todos los procesos de recubrimientos es la aplicación de un espesor finito de algún material (En la mayoría de los casos se usa Bonderiti 181 mu que está compuesto de fosfato de zinc ZnPO4), sobre el metal, o es la transformación de la superficie, por medios químicos o electrolíticos para lograr un óxido del metal original.

La función de este recubrimiento es formar una capa rugosa con gran adherencia a la lámina para que el adhesivo pueda pegarse a la estampa y en la operación de moldeo el hule al momento de vulcanizarse se adhiera a la estampa, también se consigue con este proceso proporcionar a las estampas una resistencia permanente a influencias destructivas como la descomposición electrolítica, contacto con la intemperie o atmósfera corrosiva.

Las estampas quedan con un color gris opaco que proporciona mejor aspecto aunado a las propiedades anteriores. Algunas estampas que van bañadas al 100% de adhesivo pierden el color gris, cambiando a un color negro manchado.

4.3.- Operación de cementado.

El cementado es el último proceso sobre la estampa, se asegura que esté en perfectas condiciones para la operación de moldeo. Mediante este proceso se aplica una capa micrométrica de adhesivo, con la que se logra unir el metal (estampa) con el hule.

Cada hule requiere de un adhesivo específico compatible con su composición, para lograr una adhesión perfecta y sin que el componente pierda sus propiedades físicas y químicas, en el caso del vitón se usa el adhesivo llamado Michem. El equipo con que se realiza está operación es un tanque con una canasta adaptada para sumergir las estampas en el adhesivo por 5 minutos para después vertirlas sobre un espiral (gusano) con aire caliente que a su vez coloca las estampas ya secas en los contenedores de transporte. En algunos casos el adhesivo se aplica con pistola de aire o en casos muy críticos se realiza manualmente aplicándolo con un pincel en la zona requerida.

4.4.- Operación de moldeo.

Para poder comenzar con esta operación es necesario contar previamente con la estampa perfectamente limpia y terminada con el adhesivo correspondiente y el hule (vitón) en forma de rondana para poderlo colocar en el molde y que fluya sin problemas.

En esta operación se vulcaniza el hule (mediante presión y temperatura) dentro del molde, para así formar el sello de aceite. En la figura 32 se observa una prensa de moldeo RCM controlada por un PLC.

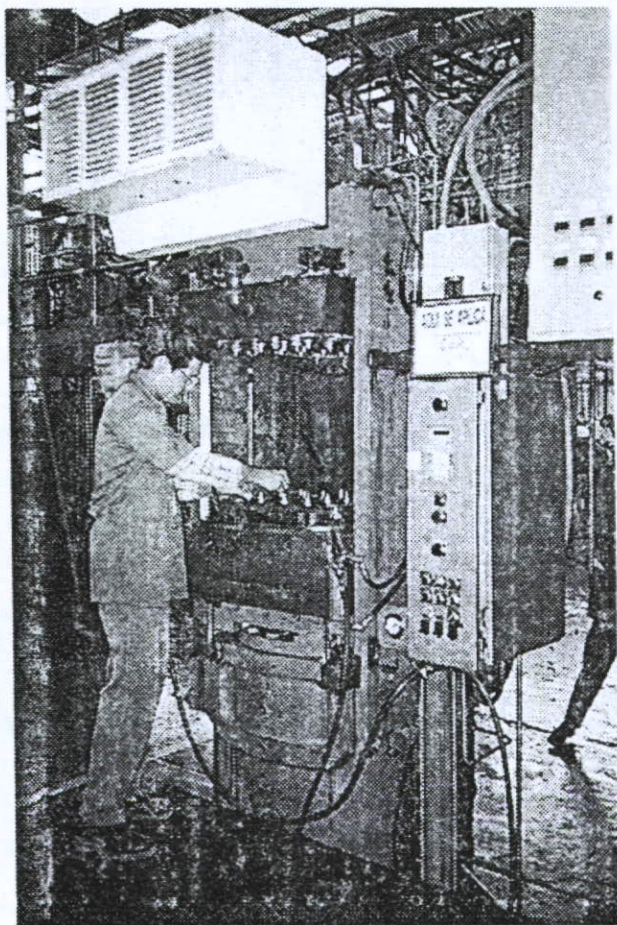


FIGURA 32
PRENSA DE MOLDEO RCM

Los PLC (controlador lógico programable) han sido definidos por NEMA como un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones que implementan funciones específicas como lógicas, secuenciales, cronológicas, aritméticas para controlar máquinas y procesos a través de entradas y salidas digitales o analógicas. Por ejemplo en las prensas RCM el PLC controla el vacío dentro de la placa, la temperatura de las bobinas, tiempo de curado y número de bombeadas estas variables son programadas al empezar la orden de producción y el PLC controla las condiciones para que permanezcan igual las condiciones.

Existen diferentes tipos, características y capacidades de las prensas y máquinas moldeadoras. Las prensas de tipo manual (las más antiguas) su fuente de temperatura es una caldera con aceite circulando a través de los platos calefactores. Estos platos están equipados con una línea de tuberías que se comunican con las otras prensas; el aceite después de circular regresa a la caldera para ser calentado nuevamente. Los platos calefactores tienen atornillada una placa sufridera para hacer la presión sobre el molde. Las prensas también se clasifican por el tamaño de estos platos y medida máxima que podrá del molde.

Dentro de los fabricantes que podemos encontrar para estas prensas se encuentran: Bolling, Wabash, Guix. El bombeo es necesario para que el aire que está dentro del molde pueda escapar en los momentos que el hule fluye a través del molde.

Otro tipo de prensa más moderno son las prensas de columna, (ver figura 32) cuya fuente de calor es por inducción de bobinas conectadas en serie dentro de los platos calefactores. La presión de trabajo es alimentada por unidades hidráulicas. Las condiciones de operación como: presión, temperatura, tiempo de curado, tiempo de bombeo, cantidad de bombeadas. Son controladas por un PLC. (RCM es una marca que fabrica prensa de este tipo)

Las prensas como todas las máquinas en general deben ser equipadas con dispositivos y sistemas especiales de acuerdo a las necesidades de cada compañía, estas modificaciones por ejemplo pueden ser:

adaptar cajas metálicas para trabajar en vacío durante el inicio del moldeo, con el fin de evitar posibles defectos visuales en el producto (aire atrapado, roturas, etc.). También controladas por un PLC que debe ser programado previamente de acuerdo a las variables que se quieran controlar.

Dentro de este grupo de prensas se encuentran las del fabricante de equipo de moldeo RCM. Existen dentro del grupo de prensas anteriores las prensas de marca BIPEL que a diferencia de la anterior, tienen un controlador tipo monitor que trabaja al sentir la diferencia de calor en la pantalla, esto hace más cómodo el ajuste de las variables para el ingeniero de proceso, sin necesidad de oprimir botones.

4.4.1.- Moldeo

El tiempo de vulcanización para este retén es de 5 minutos a una temperatura de 180 grados centígrados. En la figura 33 se muestra una placa de 49 cavidades, en esta se colocan la estampa y el hule para formar el retén por medio del calor y presión ejercida por la prensa.

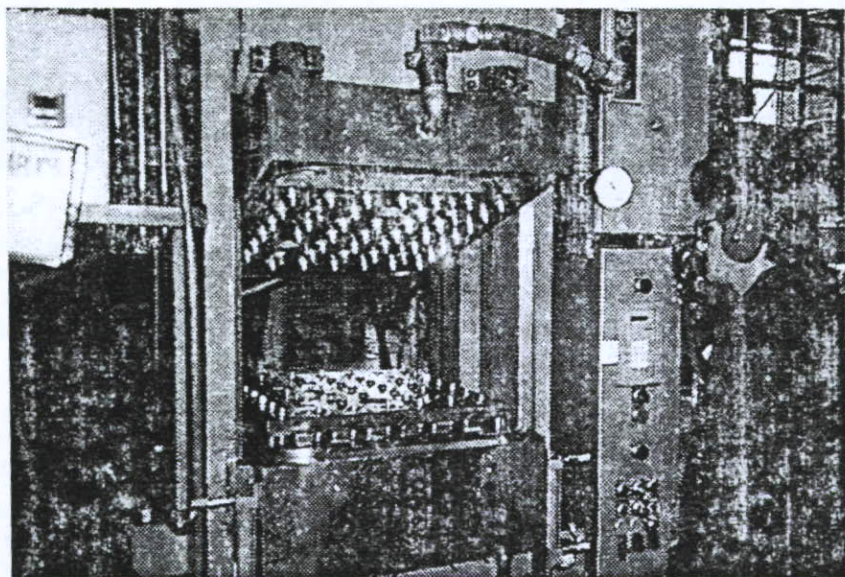


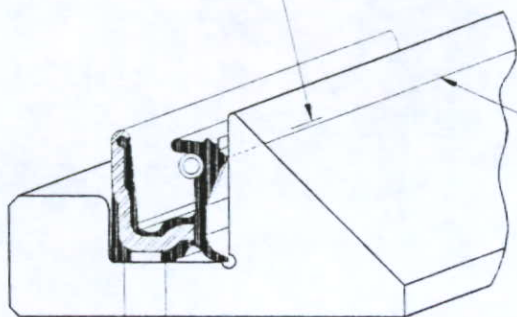
FIGURA 33

PLACA MONTADA EN LA PRENSA

Se deberá tener mucho cuidado con la derrama en la posición 4 (figura 35) ya que si es mayor a 0.008 plg de ancho y 0.020 plg de largo hay problemas ya que al momento de su instalación este hará contacto con la flecha al mismo tiempo que el labio principal aumentando la temperatura del retén y por ende se reducirá la vida útil del mismo, esta derrama esta colocada en ese lugar por razones de fabricación de la herramienta, en este punto sella el cono con la pieza superior del molde.

Una forma de checar la derrama es montar el retén en una flecha de plástico transparente y si se observan dos líneas de contacto significa que tenemos una derrama excesiva. (figura 34). Para conocer las dimensiones exactas de la derrama es necesario hacer un corte transversal del retén y medirlo en el comparador óptico.

SI SE OBSERVA OTRA LINEA (AUNQUE SEA MAS PEQUEÑA) DE CONTACTO, ENTONCES LA DERRAMA SI TOCA LA FLECHA.



DEBE OBSERVARSE UNA SOLA LINEA DE CONTACTO CUANDO LA DERRAMA NO TOCA LA FLECHA.

FIGURA 34
CHEQUEO DE DERRAMA

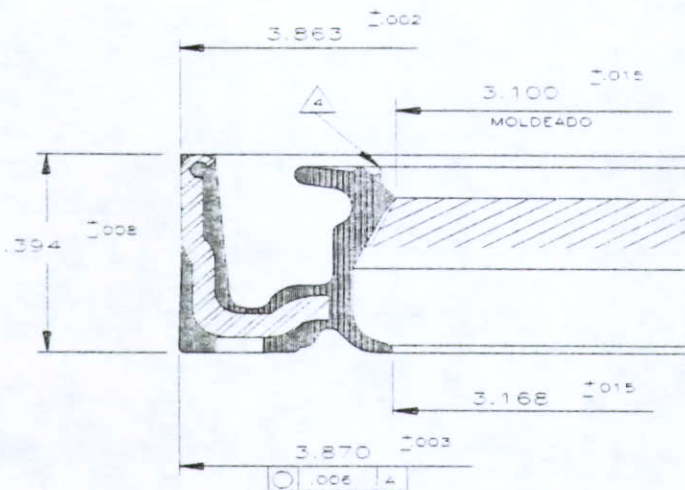


FIGURA 35
RETEN EN PRENSAS DE MOLDEO

Gracias al nuevo diseño de este retén no serán necesarias las operaciones de: 1.-Pelado: que consiste en quitar las derramas excesivas. 2.- Bufado: que consiste en quitar pequeñas derramas que están adheridas a la estampa. 3 - Corte: que es dar el diámetro interior del retén por medio de una navaja que corta el labio del retén.

4.5.- Post-Curado.

Esta operación consiste en colocar el retén dentro de un horno con la finalidad de terminar con el proceso de vulcanización que comenzó en las prensas de moldeo. Para cada tipo de hule hay ciclos diferentes (en algunos hules no es necesario realizar esta operación) en el caso del vitón es: 1 hora a 250 F, 1 hora a 350 F, 1 hora a 450 F y finaliza con 7 horas a 500 F.

Como se puede observar en la figura 36 el retén cierra un poco, es decir, encoge; por ejemplo el labio principal se redujo en 12 milésimas de pulgada.

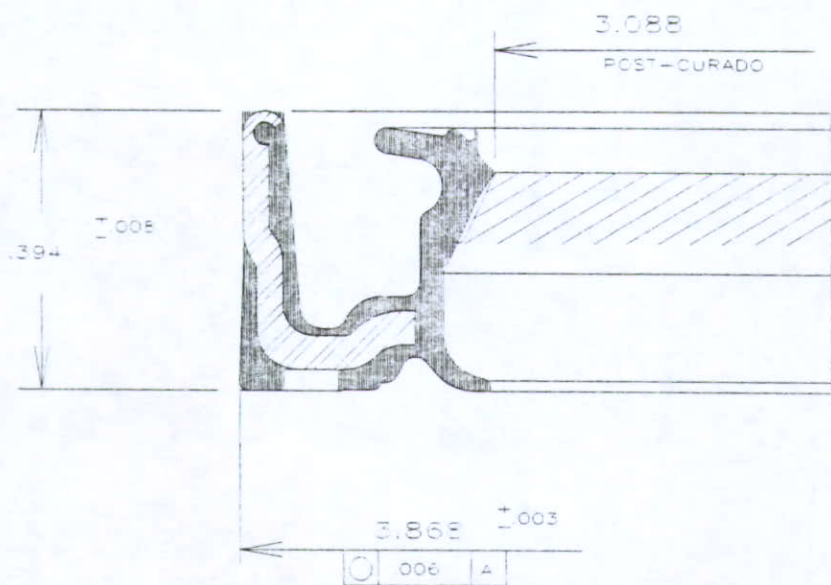


FIGURA 36
RETEN POST-CURADO

4.6.- Enresortado.

Esta operación consiste en colocar el resorte en su cavidad, el cual tiene la función de generar carga radial adicional cuando el retén está instalado en la flecha. El resorte también compensa los cambios de carga radial que ocurren cuando las propiedades del hule cambian por estar sometido a rigurosas condiciones de operación y temperatura. El resorte controla el diámetro interior del retén cerrándolo hasta que las espiras del resorte se juntan unas con otras. En la figura 37 se observa como el labio principal se cierra considerablemente al colocar el resorte, con esta operación finalizamos la fabricación.

Como podemos observar comparando la figura 36 y 37 el sello cierra 13 milésimas, el estándar es que cierre entre 10 y 25 milésimas por lo que estamos dentro del rango permitido. En la figura 37 se muestran las dimensiones del retén terminado, en estos momentos está listo para ser empacado y ensamblado en la caja.

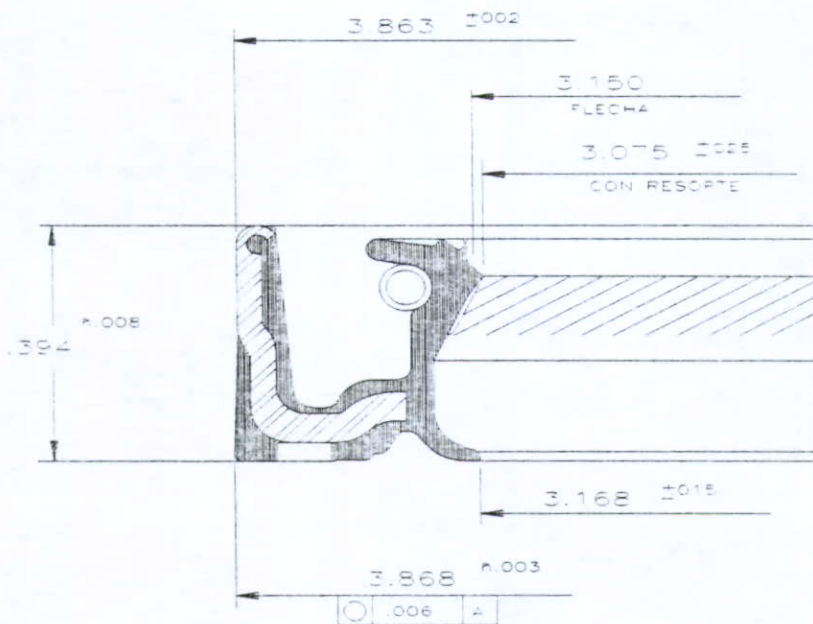


FIGURA 37
RETEN TERMINADO

CAPITULO V

JUSTIFICACION DE PROPUESTA

Para finalizar esta tesis el quinto y último capítulo se enfocará en las pruebas que se hicieron al prototipo para poder confirmar o asegurar que el diseño propuesto va a tener éxito en la práctica, estas pruebas son dos básicamente: la funcional y la L.O.P que se explicarán a continuación. Concluirá el capítulo con una justificación, que consistirá en una breve explicación de cada una de las innovaciones o modificaciones del diseño.

5.1.- Prueba funcional.

La prueba funcional consiste en montar el retén en el laboratorio bajo condiciones similares a las de trabajo para ver si es capaz de satisfacer las especificaciones. La máquina de prueba consta de un bastidor para contener el lubricante y posicionar los sellos de una flecha rotativa soportada por un árbol montado externamente, el árbol motriz debe ser capaz de mantener la velocidad de la flecha dentro de un rango de 5% .

La máquina para realizar las pruebas funcionales consiste en: 1.- Motor de corriente alterna trifásico a 220 V, 15 Hp. 2.-Resistencias en el cabezal para calentar el aceite. (220 monofásico). 3.- Un PLC 4.-Bandas para transmitir el movimiento al cabezal 5.- Un bastidor.

El árbol motriz y el bastidor deben ser lo suficientemente rígidos para mantener el desalineamiento de la flecha bajo condiciones máximas dinámicamente sin variaciones que afecten el sello. El bastidor montado en una base estacionaria es lo suficientemente rígido para asegurar el alineamiento de los sellos con el centro de la flecha. El bastidor es equipado con un arreglo adecuado para la determinación de fugas, así como charolas colectoras del fluido fugado. El bastidor y el sistema de transferencia de calor deben ser capaces de mantener la temperatura del fluido de prueba dentro de un rango de 3 grados centígrados. El calor es suministrado de tal manera que no somete al fluido a altas temperaturas que causen la descomposición del lubricante.

Existe tres tipos de pruebas funcionales que son:

- 1.-Prueba Inicial: Esta prueba se realiza para validar un nuevo producto para nuestro cliente, esta prueba tiene una duración de 400 horas.
- 2.- Prueba a Proceso: Este tipo de pruebas son las de rutina que se aplican periódicamente a sellos de producción como parte de los procedimientos de aseguramiento de calidad. Esta prueba tiene una duración de 96 horas.
- 3.- Prueba de vida: Es la prueba que determina la durabilidad del producto. La duración de esta prueba es hasta que el sello empieza a fugar fuera de los límites permitidos para la prueba.

Para los tres tipos de prueba se aplican las mismas condiciones de trabajo lo que varía es el número de ciclos.

Antes de realizar cualquier tipo de prueba es necesario checar las siguientes características: 1.- La presión de apertura (L.O.P). 2.- Diámetro del labio. 3.-Excentricidad del labio de sello 4.- Inspección visual de 4 a 10 diámetros de aumento para localizar rebabas , rayadas y filos quebrados, debido a ajustes defectuosos y/o imperfecciones del molde, tales como líneas de contracción, llenados incompletos o burbujas de aire.

En este caso como es un diseño nuevo realizaremos las pruebas iniciales y prueba de vida al mismo tiempo para no perder tiempo en instalar otro retén. El desarrollo de las pruebas es el siguiente:

1. Se lubrica la flecha con dos gotas de aceite o humedecer la flecha con los dedos de la mano después de sumergirlos en aceite, instalar el retén debidamente y correr por 2 minutos a 1500 RPM, (este paso se lleva a cabo solamente el día de inicio de la prueba).
2. Correr la prueba de velocidad variable a una temperatura de 130 °C como se muestra a continuación:

1 hora a 500 RPM

1 hora a 1000 RPM

1 hora a 1500 RPM

1 hora a 2000 RPM

1 hora a 2500 RPM

1 hora a 3000 RPM

5 horas a 4000 RPM

5 horas a 5000 RPM

3. Ocho horas a 0 RPM (reposo) a temperatura ambiente.

Las condiciones de operación en las que se realizaron las pruebas fueron las siguientes:

Característica	Especificación	Condición real
Diámetro de flecha (pulg)	3.150	3.150
Velocidad (RPM)	Ver procedimiento	Ver procedimiento
Sentido de giro	Contrario a manecillas del reloj	Contrario a manecillas del reloj
Aceite	10w30	SAE-30 Multigrado
Temperatura	30 C	130 C
Nivel de aceite	1/2 Flecha	1/2 flecha
Tipo de hule	Vitón	Vitón
Diámetro interior (pulg)	3.075 +- .025	3.070
R.W.D (pulg)	0.028 MAX	0.008
Cambio de aceite	Cada 72 hrs	
Fuga permisible	No se permite goteo ó fuga por el diámetro exterior, ni por el labio de sello. Solo se permite la línea de aceite que se forma (naturalmente) en el labio alrededor de la flecha.	

Resultados:

Pruebas iniciales. Tiempo 400 hr, No. de ciclos 16.6, Tiempo dinámico 16 hr, Reposo 8 hr

Se realizaron muestreos en diferentes días y horas se encontró lo siguientes:

Día	Hora	Temperatura	R.P.M	Condición
1	11:00	128	1000	OK
2	16:30	129	4000	OK
3	11:00	127	500	OK
5	16:24	130	4500	OK
7	13:25	130	5000	OK
10	11:45	127	1000	OK
13	16:00	130	4000	OK
16	17:00	129	5000	OK

El resultado de la prueba inicial fue positiva, no hubo fuga durante las 400 horas de prueba. Se continuó corriendo para encontrar la vida útil.

Prueba de vida; Como se mencionó con anterioridad se siguió la prueba con el mismo ciclo, a continuación se muestran algunas de las condiciones que se encontraron durante las prueba.

Día	Hora	Temperatura	RPM	Condición
30	7:00	26	reposo	OK
50	12:00	128	3000	OK
95	15:00	127	2000	OK
180	12:00	120	2525	OK
205	13:00	127	1505	OK

Al día 205 con un total de 4940 horas de funcionamiento el retén todavía no fugaba, debido al excelente comportamiento del sello y a la necesidad de usar la máquina para hacer pruebas de producción no fue posible esperar a que el retén fugara. De las 4940 horas, 1235 horas fueron de reposo y 3705 fueron horas dinámicas, la conclusión es que bajo estas condiciones de trabajo tan críticas no habrá ningún problema durante su funcionamiento.

5.2.- Prueba L.O.P

L.O.P significa presión de apertura del labio, esta prueba consiste en aplicar una presión de aire sobre el labio y detectar el momento en que comienza a fugar.

El equipo necesario para esta prueba es un molde con orificios conectado a una línea de aire (pistón que comprime aire) y un manómetro para medir la presión de apertura o fuga del aire. Esta prueba no toma mucho tiempo, una vez instalado el molde en el pistón lo que queda por hacer es colocar el retén, oprimir el botón para generar la presión sobre el labio y tomar la lectura del manómetro. Debido a esta facilidad para checar esta característica algunos clientes en donde el sello tiene una función crítica piden checar el 100% de las piezas.

La presión requerida es entre 7 y 9 Psi estos límites se encontraron de forma práctica, los retenes que fugaban daban valores menores a 6 por lo que se decidió en darle 1 Psi de rango de seguridad.

Resultados:

Se tomaron 100 retenes y obtuvimos lo siguiente:

7.5 Psi 20 retenes

8.0 Psi 40 retenes

8.5 Psi 40 retenes

5.3.- Justificación del diseño

Esta justificación explica las razones de diseño para los elementos del sello. Cada característica mayor de la geometría del labio está diseñada para un propósito específico que proporciona beneficios para la función del sello o mejoras para la manufactura. Cambiar este diseño sin analizarlo profundamente, recheckar y probar puede causar problemas significativos tanto para al cliente como para el fabricante.

Historia de Prueba

Para verificar que el diseño del labio es apropiado para la aplicación, el sello fue probado para determinar la media de la vida del sello. La media obtenida para la prueba de vida fue de 4,940 hrs.

Geometría del Labio del Sello.

Los detalles numerados en la ilustración han sido desarrollados a lo largo de muchos años y son muy importantes en la función de la parte. A continuación se presentan justificaciones detalladas de este diseño.

1.- Retención para el Resorte.

Esta geometría ha sido extendida diametralmente para asegurar que el resorte esté cubierto 100% (de la parte superior) cuando el labio no está en la flecha. Esto se usa para ayudar a que el resorte no se salga durante el manejo y transportación del retén, problemas ocasionales (de desprendimiento del resorte) ocurrieron con el antiguo diseño. Durante la fase de diseño, debe tenerse cuidado en asegurar que esta geometría no haga contacto con el diámetro de la pared interna (item 9), cuando el retén sea de una sección radial muy pequeña (poca diferencia entre flecha y caja). La geometría de esta retención para el resorte es angular para prevenir que los retenes se rompan al salir del molde durante su manufactura. El espesor ha sido ajustado para evitar el mismo problema. Se ha encontrado que la parte angular de esta geometría se vuelve perpendicular a la flecha cuando el labio se instala en ella, dando una excelente retención al resorte aún con los grandes ovalamiento y altas velocidades de flecha.

2. Cuerda Superior en Area de Retención del Resorte.

Esta geometría sirve para dos propósitos: Es usado como un tope para prevenir que el resorte se bote, cuando la flecha se instala a varios ángulos de inclinación respecto a la cara del retén y a diferentes distancias a lo largo de la flecha. Este concepto ha sido usado en los sellos para los motores Toyota presentando una mejora radical durante la prueba de instalación de la flecha (en la fase del proceso de aprobación). El segundo propósito es el tener más espacio para que fluya el hule durante el moldeo, evitando así aires atrapados en el área de retención del resorte.

3.- Posición del Monocorte.

La posición del monocorte como existe actualmente, fué establecida por Manufactura e Ingeniería de Procesos a lo largo de muchos años. Generalmente la longitud está acotada en los dibujos como .020"

máximo, pero normalmente se trabaja con .010" o menos. Algunos clientes habían comentado que encontraron derramas por debajo del labio, lo que hacía que el sello fracasara en las inspecciones.

La distancia radial entre el punto de contacto y el monocorte debe ser diseñado a .025", aunque existen partes viejas de producción donde esta característica varía. Para clientes que así lo requieren, se puede cortar esta derrama con navaja y el espesor debe medir mínimo .004" para mayor rigidez.

4.- Punto de Contacto del Labio y Nivel de Interferencia.

Los ángulos del lado aire y aceite del punto de contacto del labio han sido desarrollados para asegurar que el ángulo de contacto del lado de aceite sea siempre más grande que el ángulo de contacto del lado de aire. Los niveles de diseño de interferencia son de .075". Una interferencia excesiva en el labio, incrementa la carga del retén en la flecha lo que aumentará el troqué, la temperatura bajo el labio y desgaste. Esto también afectará negativamente la vida del retén. Muchos diseños se han probado con un nivel bajo de interferencia (.050") en un esfuerzo de disminuir la temperatura, troqué y desgaste, pero los resultados han sido combinados (buenos y malos).

5.- Hélices para Trabajo Hidrodinámico.

Desde que los sellos para árbol de levas y cigueñal de motor de gasolina son unidireccionales. El labio de hélices ha sido seleccionado como el dispositivo hidrodinámico de preferencia. La orientación de las hélices para un giro en favor o contrario a las manecillas del reloj, debe ser vista desde el lado de aire del sello. La profundidad de las hélices ha cambiado de su original .003"- .005" al nuevo estándar de .007"- .009". Estas Hélices son incorporadas al labio estático del sello. El ángulo del lado del aire respecto al punto de contacto está diseñado a 25 grados. Todos los prototipos y las cavidades de producción inicial del molde deben chequearse en una flecha de acrílico transparente para inspeccionar la huella del punto de contacto (figura 32).

Otras Figuras hidrodinámicas han sido probadas en retenes para motor, como el diseño plano (antiguo diseño), ondular y otros. Se ha encontrado que el diseño de hélices es el que proporciona la mejor habilidad de bombeo y dando la mejor confianza en el sellado.

6.- Diseño del Resorte.

Los resorte son diseñados de acuerdo con el procedimiento visto en el capítulo 3. Preferentemente la carga del resorte debe diseñarse a 10 onzas, para todos los retenes traseros para cigüeñal. Comúnmente el diámetro del resorte es .078".

7.- Espesor de la Sección Flexible.

El espesor de la sección flexible es el área que se deforma cuando el retén se instala en la flecha y que ayuda a gobernar la carga del sello y el seguimiento que le haga a la flecha. Este espesor se diseña comúnmente a .033" como un estándar en el molde y es paralelo a la superficie de la flecha.

8.- Geometría del Labio Auxiliar.

Varios resultados de Pruebas de laboratorio en CR Industries indican que los labios auxiliares en retenes de cigüeñal trasero reducen la vida del sello en aplicaciones de alta velocidad (en algunos materiales) por el incremento de temperatura. Se puede colar contaminación al espacio entre el labio auxiliar y principal, incrementando el desgaste de flecha y labio, causando la falla del sello. Debido a que los clientes continúan demandando labios auxiliares en estas aplicaciones, C/R recomienda un labio auxiliar que no haga contacto con la superficie de la flecha, lo que minimiza la generación de calor y da un espacio que permite a la contaminación salir de entre los labios.

Los labios auxiliares deben tener una holgura de .020" respecto a la flecha. En adición a esto algunos clientes hacen una prueba de aire al ensamblar los motores y utilizan el área del retén trasero como punto para inyectar la presión. Si el labio auxiliar hace contacto con la flecha, éste impedirá la libre entrada del aire durante la prueba, lo que no es una condición normal de prueba. El labio auxiliar debe diseñarse de tal manera que no provoque problemas en las líneas automáticas de ensamble como sería el que se atoraran los retenes unos con otros al apilarse verticalmente en los carruseles de la máquina instaladora de sellos.

9.- Pared Interna.

La pared interna del metal ha sido cubierta con una capa de hule de entre .020" y .040", por nuestro proceso de manufactura (moldeo por compresión) y diseño del molde, lo que impide técnicamente tener descubierta ésta área en este tipo de diseños.

10. - Diámetro Exterior de Metal.

El Diámetro Exterior de Metal permite tener una mayor seguridad durante la instalación de la caja, evitando que el sello tienda a regresarse (spring back), como es el caso de los retenes de diámetro exterior completamente de hule. El spring back que se presenta es muy pequeño (algunas milésimas de pulgada) sin embargo existe en aquellos diseños. El nivel de interferencia recomendado para el diámetro exterior de metal (mitad hule-mitad metal) es de .005" respecto al diámetro de alojamiento, el cual es seleccionado de acuerdo a su diámetro.

11. - Diámetro Exterior de Hule.

El diámetro Exterior de Hule permite sellar mejor que la parte de metal todas aquellas imperfecciones o porosidades que pudiera tener la caja (dentro de ciertas especificaciones de acabado superficial) y la disminución de interferencia que sufra la parte metálica y la caja, por el diferencial térmico de dilatación entre ellos (principalmente cuando son materiales diferentes). El nivel de interferencia diseñado es de .010" respecto al diámetro de alojamiento que se selecciona de acuerdo a su diámetro.

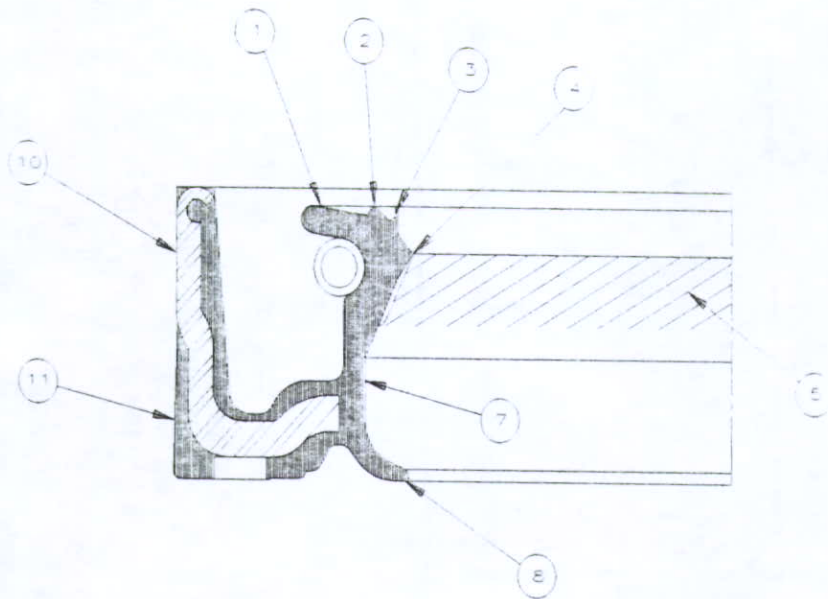
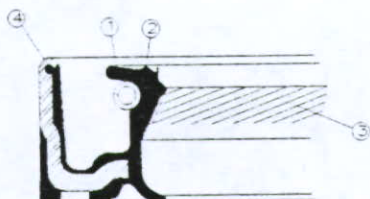


FIGURA 38
SECCION 1/4 DEL RETEN

5.4.- Cuadro comparativo

PROPUESTA



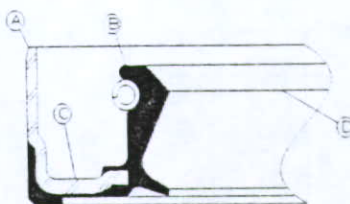
VENTAJAS:

- 1.- Mayor seguridad para retener el resorte y reduce la posibilidad de tener aires atrapados, durante el moldeo. (item 1)
- 2.- Tope que reduce el riesgo de deformar el labio o botar el resorte durante la instalación. (item 2).
- 3.- Labio Hidrodinámico (con Hélices) que tiene la habilidad de bombear el aceite, regresandolo al motor (item 3). (ver anexo 1).
- 4.- La media del tiempo de vida de este tipo de labio es de 4,940 hrs.
- 5.- Diseño de la parte con mayor agarre en la instalación, por tener diámetro exterior de metal.
- 6.- Diseño de la parte con diámetro exterior de hule que tiene la propiedad de adaptarse a la expansión térmica de la caja.
- 7.- Es desarrollado con el mejor hule para esta aplicación: vitón.

DESVENTAJAS:

- 1.- Se podría considerar como una desventaja que el retén en la punta (item 4) tenga un radio en lugar de chaflán como marca el cliente (item A). pero el radio que diseñamos para esta característica permite hacer una instalación perfecta. Además el alojamiento tiene un chaflán de 30° de 0.5mm, lo que ayuda aún más en la instalación.

CLIENTE



VENTAJAS:

- 1.- Chaflán (item A) que facilita la instalación.

DESVENTAJAS:

- 1.- El chaflán (item A) no puede ser formado durante la operación de troquelado, por lo que debe ser maquinado en torno revolver elevando el costo por ser una operación extra, involucrando transportación, inspección, riesgos, etc.
 - 2.- Alto riesgo de que el resorte salga de su lugar durante el manejo e instalación, por que el área de retención del resorte es muy pequeña (diametralmente), (item B).
 - 3.- Se requiere de una manufactura muy especial (moldeo por inyección) y un diseño de molde muy complicado para tener esta pared interna descubierta de hule (item C), la que nos involucraria compra de equipo muy costoso y problemas de proceso que no conocemos. Cabe hacer notar que esta pared descubierta de hule no tiene ninguna función. Esto es: cubierta o descubierta de hule el retén trabajará igual.
 - 4.- El labio (item D) tiene una habilidad casi nula de bombear aceite y regresarlo al motor. (comparar contra diseño de labio tipo hélice, ver anexo 1). También el tiempo de vida es menor con este labio.
 - 5.- El proceso de terminado de labio tendría que ser en una operación extra (cortado con navaja) lo que incrementaría el costo por: ser una operación extra, transportación, inspección, * riesgos de calidad, almacenamientos interno, etc.
- * Tendríamos menor uniformidad dimensional en el diámetro de labio si lo cortamos, que se moldeara como la propuesta.

CONCLUSIONES

Este proyecto cumplió con los objetivos trazados en un principio al haber sido aceptado por General Motors para ser ensamblado en su modelo Chevy.

Esta tesis contiene gran información para sobre retenes, por lo que podrá ser usada como una excelente bibliografía para usuarios, fabricantes, vendedores y diseñadores de retenes. Podemos concluir que la mayoría de los avances tecnológicos en el diseño de un retén han sido posibles gracias a muchos ingenieros que realizan experimentos prácticos, ya sea en laboratorios o pruebas de campo en camiones o autos, para de esta forma poder llegar a tener los manuales y estándares que se tienen hoy en día, lo que quiero explicar con esto es que la mayoría de los avances tecnológicos se han realizado en la práctica.

Durante lo largo de este trabajo me quedaron algunas ideas o puntos claros acerca del diseño y fabricación de un retén:

- Conocer las condiciones de operación y aplicación lo mas apegado a la realidad es básico para poder llegar a un diseño óptimo.
- Los motores van avanzando en su tecnología y no permiten que alguno de sus componentes se quede atrás.
- El uso de nuevas materias primas permite en la mayoría de los casos incrementar considerablemente la vida útil de un reten.
- En la fabricación de este tipo de autopartes la exactitud es un punto no cuestionable, una milésima puede ser la diferencia entre una pieza buena o producto no conforme.
- La variación de las materias primas debe ser considerada para control del proceso.

- Por ultimo recalcar en la importancia de la relación cliente fabricante en la que tiene que existir durante la propuesta, pilotaje, pre-producción y producción una apertura total y capacidad de dialogo entre ambas partes para poder llegar a solucionar todos los pequeños problemas que surgen en cada etapa.

Considero que no es necesario mencionar las grandes ventajas de este nuevo diseño ya que en el capitulo quinto se abordo el tema hasta el último detalle. Para finalizar quiero dejar en claro que lo único constante es el cambio por lo que estoy seguro que este diseño en algunos años será obsoleto en caso de no suceder significa que vamos retrocediendo. " El no avanzar es retroceder".

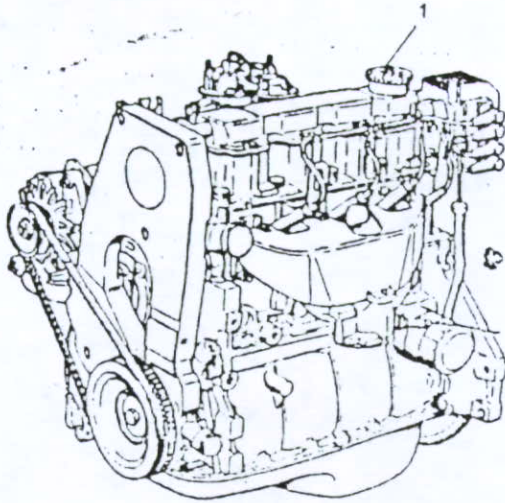
BIBLIOGRAFIA

- 1.- AMERICAN CHAMBER OF MEXICO A.C. Guia practica exportaciones.
- 2.- ANGUS GEORGE. Fluid Sealing. 1e edicion CO.LTD oil division England.
3. CR Industries. Rear radial lip seals for automotive and marine engine cransks shafts. USA, 1994, 20 pp, Documento confidencial.
- 4.- CR INDUSTRIES TECHNOGY DEPARTMENT. Fundamental of elastomeric lip seals. 2ada Ed. Illinois USA, 1992.
5. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA. Procedimiento para las pruebas funcionales a los sellos de aceite. C/R mexicana, Mexico, 1992, 5 pp. Documento confidencial.
6. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA. Procedimiento para la medicion de la presion de la apertura del labio principal. C/R mexicana, Mexico, 1995, 2 pp. Documento confidencial.
7. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA. Estandares de materias primas. C/R mexicana, Mexico, 1994, 5 pp. Documento confidencial.
8. ISO 6194-4 Rotary shaft lip seals - performance test procedure
- 9.- KALPAKJIAN SEROPE Manufacturing engineering and technology. 3era Ed United States of America, Ed Addison Wesley, 1995, 1275 pp.
- 10.- KENNETH S. EDWARDS, Fundamentals of mechanical component design. 1er Ed. McGraw-Hill, 525 pp.
- 11.- Principios fundamentales para el diseño de herramienta. Ed. C.E.C.S.A.
- 12.- LESLIE A. HORVE. Reducing operation temperatures of elastomeric sealing lips. USA, 1973, 8 pp. SAE

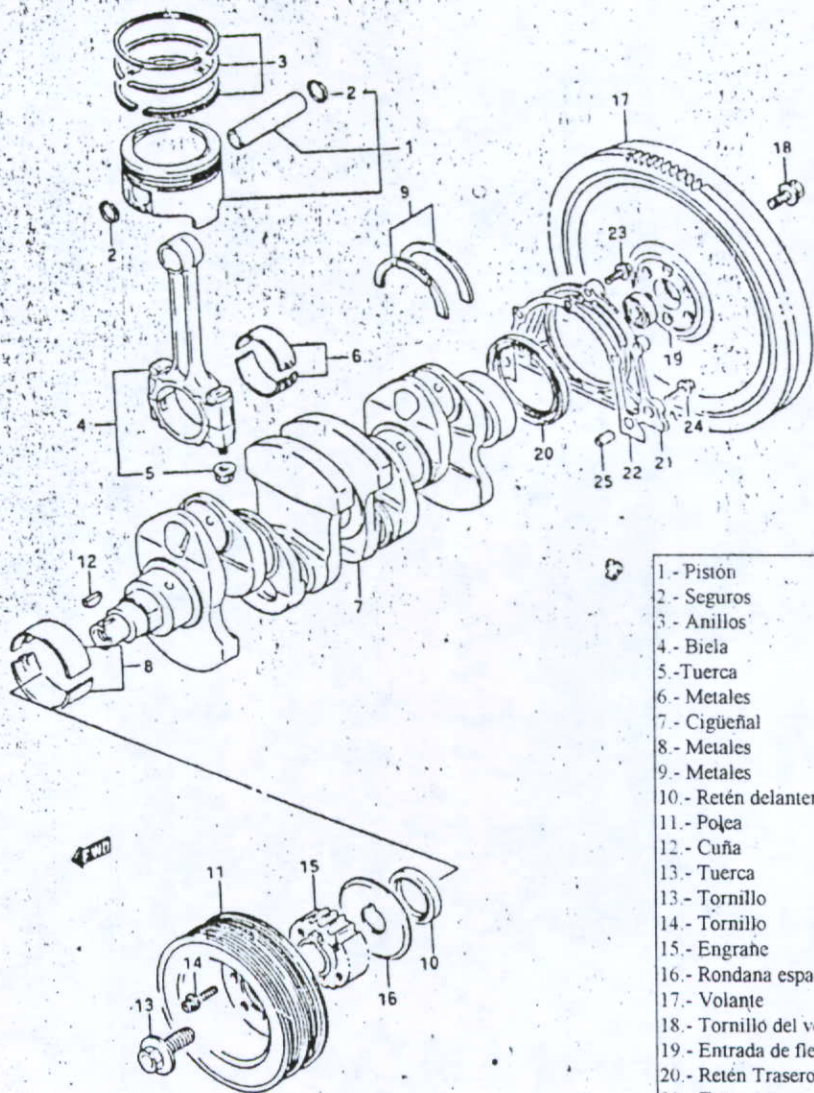
13. SAE J946, Application guide to radial lip seals. 1989
14. SAE J110, Testing of radial lip seal. 1985
15. SALVADOR RAMIREZ. Manual general del uso de herramienta para troquelado. Mexico. 1993, 40 pp.
16. SELECCIONES READER'S DIGEST. En marcha servicio y reparacion para su automovil.
- 17.- SHCHARER U. Ingenieria de Manufactura Ed C.E.C.S.A
- 18.- SHIGLEY, Diseño en ingenieria mecánica. 5ta Ed. México McGraw-Hill, 468 pp.
- 19.- SOCIEDAD DE INGENIEROS AUTOMOTRICES A.C. SAE-Mexico 25 años.
20. TECHNICAL SERVICES O.E GROUP. Product design standard helix rib patterns. CR Industries, USA, 1990, 3 pp. Documento confidencial.

APENDICE A

MOTOR CUATRO CILINDROS CHEVY. GM



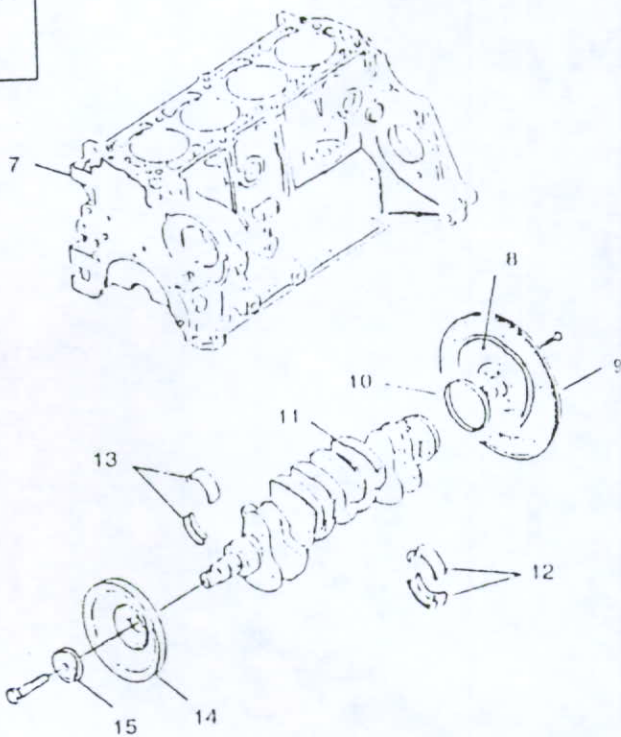
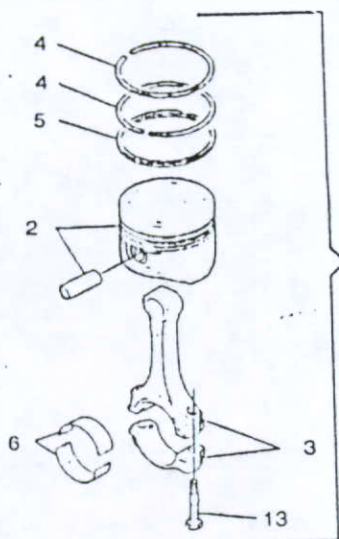
CIGUEÑAL Y SUS PARTES



- | | |
|------|------------------------|
| 1 - | Pistón |
| 2 - | Seguros |
| 3 - | Anillos |
| 4 - | Biela |
| 5 - | Tuerca |
| 6 - | Metales |
| 7 - | Cigüeñal |
| 8 - | Metales |
| 9 - | Metales |
| 10 - | Retén delantero |
| 11 - | Polea |
| 12 - | Cuña |
| 13 - | Tuerca |
| 13 - | Tornillo |
| 14 - | Tornillo |
| 15 - | Engrane |
| 16 - | Rondana espaciadora |
| 17 - | Volante |
| 18 - | Tornillo del volante |
| 19 - | Entrada de flecha |
| 20 - | Retén Trasero (Tesis) |
| 21 - | Tapa |
| 22 - | Empaque |
| 23 - | Tornillo |
| 24 - | Tornillo |
| 25 - | Pin |

1990-5

PISTON Y SUS PARTES



- | | |
|-----|-------------------|
| 1. | Pistón Completo |
| 2. | Cabeza de pistón |
| 3. | Biela |
| 4. | Anillos |
| 5. | Anillos |
| 6. | Metales |
| 7. | Cabeza del motor |
| 8. | Entrada de flecha |
| 9. | Volante |
| 10. | Retén (tesis) |
| 11. | Cigüeñal |
| 12. | Metales |
| 13. | Tornillo |
| 14. | Retén delantero |
| 15. | Rondana |

GLOSARIO

CAD-PACK: Software para dibujo técnico o arquitectónico en dos y tres dimensiones.

Caja: Cuerpo rígido de superficie cilíndrica donde embona el diámetro exterior del retén.

Excentricidad: Diferencia entre el radio menor y el radio mayor alrededor de 360° de un cuerpo circular.

Hule sintético: Elastómero sintético generado por la polimerización de uno o más monómeros.

Monomero: Una molécula orgánica que contiene carbono y con capacidad para polimerizar.

Placa sufridera: Placa que distribuye el calor generado por las resistencias y soporta a la placa porta moldes.

Temperatura de curado: Es la temperatura en la que el elastómero es vulcanizado.

Tiempo de curado: El tiempo requerido para producir una vulcanización a una temperatura determinada.

Vulcanizar: Proceso irreversible en el que un componente de hule cambia su estructura química, aumentando su resistencia y mejorando sus propiedades elásticas sobre un rango de temperatura mucho más amplio.

ESTACIONAMIENTO SOLO PARA NUESTROS CLIENTES

**NADIE COMPITE CON NUESTRA CALIDAD DE
IMPRESION Y TIEMPO DE ENTREGA, COMPRUEBELO!**

NO TENEMOS SUCURSALES

TESIS PROFESIONALES

TESINAS • MEMORIAS • INFORMES
8 DE JULIO No. 13
(ENTRE PEDRO MORENO Y MORELOS)

TELS. **614-01-22**

613-61-42

GUADALAJARA, JAL.

PASAMOS TUS TESIS
EN MAQUINA IBM



copi • offset
(TIROS CORTOS AL INSTANTE)