



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

ADMINISTRACION Y MEJORA DE PROCESOS DE FABRICACION DE LLANTAS.

MEMORIA DE DESEMPEÑO PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO QUIMICO PRESENTA JUAN JOSE HERNANDEZ MARTINEZ

ASESOR: ING. ANA MYRIAM RIVAS SALGADO

MEXICO, D. F.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

La Memoria de Desempeño Profesional: Administración y Mejora de Procesos de Fabricación de Llantas.

qu^e presenta el pasante: Juan José Hernández Martínez
con número de cuenta: 7702640-0 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniero Químico

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

A T E N T A M E N T E.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 19 de Junio de 2001

PRESIDENTE	<u>I.Q.M. Rafael Sampere Morales</u>	
VOCAL	<u>Dr. Adolfo Obaya Valdívila</u>	
SECRETARIO	<u>I.Q. Myriam Rivas Salgado</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>I.Q. Graciela Delgadillo García</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>I.Q. Ariel Bautista Salgado</u>	

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por darme la oportunidad de estudiar y sentirme orgulloso de ser universitario.

A los Profesores de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por dar lo mejor de si mismos en la formación de profesionistas.

A la Ingeniero Ana Myriam Rivas Salgado, por su asesoría y valiosa ayuda en la elaboración de éste resumen.

A los Miembros del Jurado por sus aportaciones en la revisión de éste trabajo.

A Gabriela y Arturo por su ayuda.

DEDICATORIA

Con todo respecto y cariño para las personas que más
tienen que ver en mi vida

A mi madre
Evangelina

Por todos los
cuidados y el
amor que me ha
dado

A mi padre
Porfirio

Por mostrarme el
camino para ser
hombre de bien

A mi esposa
Cristina

Por aceptarme
como soy y
apoyarme
siempre

A mi hija
Eva María

Por la tenacidad
que le pone a las
cosas que se
propone y por
lograr lo que yo
soñé de niño

A mi hijo
Juan José

Por que el me
enseñó que el
amor entre padre
e hijo también se
demuestra

HONORABLES MIEMBROS DEL JURADO

PRESIDENTE

I.Q.M. Rafael Sampere Morales

VOCAL

Dr. Adolfo Obaya Valdivia

SECRETARIO

I.Q. Myriam Rivas Salgado

PRIMER SUPLENTE

I.Q. Graciela Delgadillo García

SEGUNDO SUPLENTE

I.Q. Ariel Bautista Salgado

Origen de Goodyear

Sólo algunas compañías han dejada la huella entrelazada con la historia de América como la Compañía de Llantas y Hule Goodyear (The Goodyear Tire and Rubber Company). Las innovaciones de la compañía tales como ser pionero en el trabajo de viajes aéreos durante la Primera Guerra Mundial y el uso del hule sintético durante la Segunda Guerra Mundial contribuyó a la mejora de habilidades militares en tiempos de emergencia.

Hoy, el dirigible Goodyear es una parte intrínseca de la mayoría de los eventos deportivos, mientras las llantas Goodyear han revolucionado la manejabilidad, la seguridad y el desempeño sobre supercarreteras y pistas.

La Compañía Goodyear, una empresa global multimillonaria, es la número 1 en América y está en el camino de ser la número 1 en el mundo.

El espíritu pionero de Goodyear comenzó en 1898, cuando Frank Seiberling, fundó la compañía con su hermano Charles porque el segundo quería participar en una empresa que "Da Oportunidades para la Invención".

Frank Seiberling escogió el nombre de "Goodyear", en honor a Charles Goodyear, el hombre que inventó el proceso de curado del hule, al cual le llamó vulcanización. Exactamente como Charles Goodyear hizo su descubrimiento revolucionario permanece abierto a debate. La versión más relevante es ésta, donde Goodyear temeroso de la reacción de su esposa por el desorden que él creó en su cocina (después de que le prometió encontrar un trabajo remunerado) tiró una mezcla de hule crudo en el horno para esconderlo y después afuera de la ventana en la nieve.

El descubrimiento de Goodyear resultó en un material flexible y trabajable, y convirtió a la industria del hule en una empresa próspera, crucial en el desarrollo del mundo.

El inventor delinea los problemas del hule con un fervor religioso, poniendo poca atención a las cosas mundanas como las ganancias para vivir. Su esposa y sus hijos sufrieron privaciones mientras él se hundía en deudas. En 1860, Goodyear murió sin un centavo.

Afortunadamente los hermanos Seiberling y sus sucesores fueron más pragmáticos. Charles Seiberling creía que una compañía debería ser como una familia: paternalista con sus empleados y un buen vecino con su comunidad. Empezando con llantas de bicicleta y de carruaje y pronto progresando a llantas para automóvil, el éxito de Goodyear se trasladó en un estilo de vida más seguro y más confortable para sus clientes y trabajadores.

Por 1916 la compañía se convirtió en el manufacturador de llantas más grande del mundo. Innovaciones tales como la Máquina de Construcción de llantas Estado-Seiberling, la Llanta de Costado Recto, además de algunas técnicas de mercadeo brillantes, ayudaron a la compañía a arrollar a sus rivales.

Los líderes de la compañía tales como P. W. Litchfield no estuvieron contentos con triunfar sólo en la tierra: él y otros goodyearistas querían triunfar en el aire. Debido a su natural iniciativa, Goodyear produjo su primer vuelo aéreo

en 1911. Por el tiempo en que América entró en la primera guerra mundial en 1917, Goodyear fue un importante proveedor de vuelos aéreos y globos de observación, los cuales ofrecieron ventajas importantes sobre el terreno de la batalla.

Como otras compañías americanas, Goodyear prosperó durante los años veintes y entonces luchó contra una gran depresión. Los negocios de llantas estaban muy ligados con las ventas de automóviles, el cual fue golpeado fuertemente por la crisis económica. Sin embargo, la fuerte fundación financiera le permitió manejar esas dificultades y aún expandirse cautelosamente.

En 1940, con la guerra todavía en Europa, Goodyear construyó su primer fábrica de hule sintético en Estados Unidos. Desde que el hule natural tenía poco abastecimiento, esta innovación provocó críticas. Por octubre de 1945, el 89 % del hule usado en los Estados Unidos era sintético, contribuyendo ésto a suministros importantes como máscaras antigás, vehículos civiles y militares, combatientes y bombarderos, salvavidas, botes de hule, dirigibles y tanques de combustible autosellados, capaces de absorber el fuego del enemigo sin explotar.

Quizás de las importantes contribuciones de la compañía a la victoria de los Aliados fue la incursión en la aeronáutica. La Compañía Navi-Aérea Goodyear, fue incorporada en 1939, produjo ruedas, frenos, llantas, fuselajes y otros componentes críticos de la amplia variedad para las aeronaves. La Compañía Aérea Goodyear también produjo el G1 Corsario para la Naval.

Los años que siguieron a la guerra estuvieron marcados por la innovación de productos y la rápida expansión global. En los cincuentas, la compañía tomó un rol de líder en el programa de la energía atómica de EUA, y en los sesentas, ella fue instrumento en el aterrizaje de un hombre sobre la luna.

La compañía entró en el mercado radial en 1972 con la "Custom Steelguard". Como muchas otras compañías Goodyear fue blanco de una guerra por el poder en los ochentas. Si bién la compañía triunfó, ésta emergió en la década cargada de deudas. Stan Gault, el anterior CEO de "Rubbermaid" se convirtió en el presidente en 1991 e hizo una extraordinaria reingeniería de la compañía. En 1996 Samir Gibara se convirtió en el presidente y CEO de la compañía. Bajo Gibara, Goodyear, el manufacturador número uno de América, está posicionado para ser el número uno en el mundo.

Goodyear en México.

Goodyear está presente en México desde el 17 de abril de 1943, cuando se unió a la Compañía Hulera local Oxo, siendo su producción inicial de 225 llantas diarias. Goodyear México alcanzó en el 99 producciones cercanas a las 19 mil llantas diarias con un equipo formado por 1700 asociados más múltiples empleados indirectos conformados por sus proveedores y red de distribuidores que cubren todo el territorio nacional.

Los procesos industriales que Goodyear realiza en México están internacionalmente certificados con la norma ISO 9000 y QS 9000 y fue una de las primeras cinco compañías en certificarse por la norma ISO 14000. Entre 1992 y 1997 Goodyear Oxo recibió 15 nombramientos de calidad de sus clientes como PEMEX, General Motors, Ford, Chrysler, Nissan, Volkswagen y Dina.

Por otro lado, Goodyear efectúa grandes inversiones en sus procesos e instalaciones para cumplir con los estándares ecológicos.

INDICE

OBJETIVO	3
RESUMEN	3
1.- INTRODUCCION	4
1.1.- Historia	4
1.2.- Proceso de Manufactura de Llantas	5
1.2.1.- Proceso de Mezclado	6
1.2.2.- Proceso de Extrusión	7
1.2.3.- Proceso de Calandrado	8
1.2.4.- Proceso de Cortado	8
1.2.5.- Proceso de Steelastic	9
1.2.6.- Proceso de Cortado de Cejas	9
1.2.7.- Proceso de Construcción	9
1.2.8.- Proceso de vulcanización	10
1.2.9.- Proceso de Variación de Fuerza y Balanceo	11
1.3.- Materias Primas	11
1.4.- Los componentes de la llanta	11
1.5.- Nomenclatura usada en las llantas	14
1.6.- Administración de Fábrica	16
1.7.- Programas de Mejora de Procesos	20
2.- UNIFORMIDAD	24
2.1.- Introducción	24
2.2.- Que es Uniformidad en una Llanta	24
2.3.- Parámetros de Uniformidad	25
2.4.- Como se Mide la Uniformidad	33
2.5.- Factores Clave de la Uniformidad	34
2.6.- Especificaciones	35
3.- TECNICA DE MEJORA DE UNIFORMIDAD	36
3.1.- Introducción	36
3.2.- Teoría del Análisis Vectorial	36
3.3.- Método de Análisis Vectorial	39
4.- EJEMPLO DE APLICACIÓN DE ANALISIS VECTORIAL	44
4.1.- Planteamiento	44
4.2.- Objetivo	44
4.3.- Análisis de la Situación	44
4.4.- Programa de Trabajo	44
4.5.- Desarrollo	44
4.6.- Resultados	50

5.- SOLUCION SISTEMATICA DE PROBLEMAS.....	52
5.1.- Formación de Equipos de Alto Desempeño	52
5.2.- Solución Sistemática de Problemas	52
5.2.1.- Selección del Proyecto.....	53
5.2.2.- Formación del Equipo.....	53
5.2.3.- Definición del Objetivo.....	54
5.2.4.- Situación Actual	54
5.2.5.- Análisis de Causas	55
5.2.6.- Toma de Decisiones	57
5.2.7.- Plan de Mejoramiento	59
5.2.8.- Resultados	59
5.2.9.- Estandarización	60
5.2.10.- Oportunidades de Mejora Futuras.....	60
5.2.11.- Lecciones Aprendidas	60
6.- EJEMPLO DE APLICACIÓN DE SOLUCION DE PROBLEMAS	61
6.1.- Introducción	61
6.2.- Solución al Problema de Llanta con Balanceo Dinámico Alto.....	64
6.2.1.- Selección del Proyecto.....	64
6.2.2.- Formación del Equipo.....	64
6.2.3.- Definición del Objetivo.....	64
6.2.4.- Situación Actual.....	65
6.2.5.- Análisis de Causas	67
6.2.6.- Toma de Decisiones	71
6.2.7.- Plan de Mejoramiento	73
6.2.8.- Resultados	80
6.2.9.- Estandarización	82
6.2.10.- Oportunidades de Mejora Futuras.....	83
6.2.11.- Lecciones Aprendidas	84
7.- ANALISIS DE RESULTADOS	86
8.- CONCLUSIONES	88
BIBLIOGRAFIA	89

OBJETIVO

Conocer brevemente el proceso de fabricación de llantas, conceptos básicos de administración y uniformidad; Exponer dos métodos lógicos de mejora de procesos con fines didácticos para aplicar en la industria de fabricación de llantas o inclusive en otras empresas.

RESUMEN

Una de las compañías más grandes del ramo de producción de llantas y de gran reconocimiento por su calidad e historia en todo el Mundo es Goodyear. La confiabilidad de sus productos es indiscutible y la empresa se ha ganado un prestigio importante.

En este trabajo se presentan dos técnicas de mejora de procesos de producción que han sido aplicados en la planta de Goodyear Oxo en México.

Las primer estrategia de mejora de procesos que se expone, es una Técnica de Mejora de Uniformidad, que es uno de los parámetros importantes a ser considerados en la calidad de las llantas, ya que ésta determina que tan confortables son al usarse. La mejora de uniformidad es un aspecto que requiere de una tecnología apropiada, un buen sistema de calidad, y de herramientas para concierla y mejorarla. La técnica de mejora de uniformidad presentada es sencilla y puede dar mejoras de uniformidad de hasta 5 libras de variación de fuerza radial, lo cual es una ayuda valiosa para cumplir con los requerimientos de los clientes y mejorar la apariencia de las llantas, al evitar el pulido de las mismas.

La segunda estrategia de mejora de procesos, es una metodología para la solución de problemas. Este método es útil para mejorar procesos o elaborar proyectos de mejora en la industria, no sólo de llantas, sino de cualquier tipo. El ordenamiento de ideas que nos lleva a tener conclusiones acertadas y rápidas es el punto clave de ésta metodología, que no es fácil de tener en la práctica. En muchas ocasiones nos equivocamos por falta de éste enfoque sistemático. La solución sistemática de problemas queda probada en Goodyear Oxo al dar resultado en el problema con Chrysler, que en una de sus plantas de Estados Unidos, hizo un reclamo por recibir llantas con Balanceo alto. Este caso se presenta en éste reporte.

1.- INTRODUCCION

1.1.- Historia

La llanta neumática fue patentada en 1845 por el Ingeniero Civil Británico J. W. Thompson, quien tuvo una buena noción del diseño de la llanta, pero no de su real aplicación. Ruedas de baja velocidad eran la regla entonces, haciendo que el decrecimiento de la resistencia al rodamiento de las llantas neumáticas no fuera importante y casi desapercibido.

La llanta de Thompson fue olvidada sólo para ser reinventada y repatentada en el año de 1888, ésta vez por el Veterinario Irlandés John Boyd Dunlop quien desarrolló una llanta para el biciclo de su hijo y descubrió que ésta llanta neumática provocaba menor esfuerzo al rodarse bajo cierta carga comparada con las ruedas sólidas usadas en los bicilos de ese tiempo. Dunlop efectuó las primeras pruebas de resistencia al rodamiento, al rodar llantas neumáticas y ruedas sólidas a lo largo de su taller en Belfast. Innecesario decir, que las llantas neumáticas rodaron más lejos que las ruedas sólidas.

Biciclistas de Inglaterra e Irlanda adoptaron las llantas neumáticas en los inicios de los 1890's especialmente después de que corredores de velocidad campeones sobre ruedas sólidas fueron derrotados por corredores de tercera sobre neumáticos.

Las llantas han experimentado numerosos cambios en su diseño desde entonces, con capas separadas de cuerdas de algodón siendo introducidas en 1903, y a finales de los 40's, surge la capa radial con un incremento en las dimensiones de la sección transversal de la llanta para un tamaño de vehículo dado. Las llantas también se hicieron sin cámara, y ahora son hechas con menos capas, y vienen en una variedad de cuerdas (poliéster, vidrio, rayón, kevlar y acero).

Las llantas de hoy están hechas en tres construcciones básicas. La figura 1 muestra la primera llanta diagonal, la cual usualmente contiene de dos a cuatro capas de cuerda orgánica en un arreglo "diagonal" sujetas con cejas de alambre las cuales tienen un diámetro ligeramente mayor al rin de la rueda

La figura 2 muestra la construcción en diagonal con cinturón, la cual consiste de un cuerpo de dos capas diagonales de cuerdas orgánicas y dos capas de cinturón de vidrio, acero o cuerdas orgánicas.

La figura 3 muestra una llanta radial, la cual consiste de una o dos capas dispuestas "radialmente" de cuerdas orgánicas, vidrio o acero y dos o más capas de cinturón de cualquiera de los materiales arriba mencionados.



figura 1

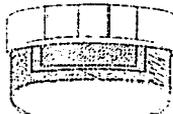


figura 2

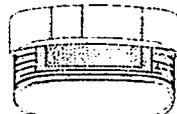
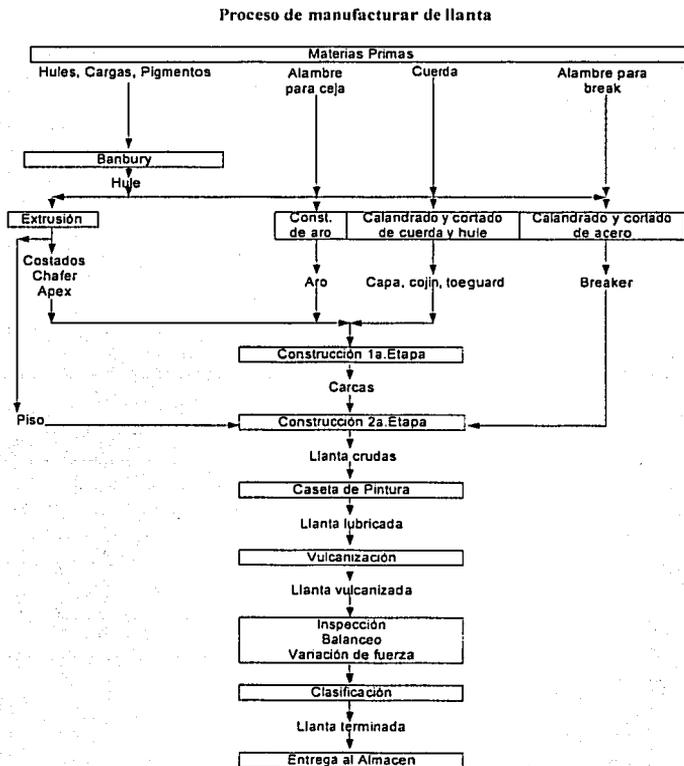


figura 3

1.2.- Proceso de Manufactura de Llantas.

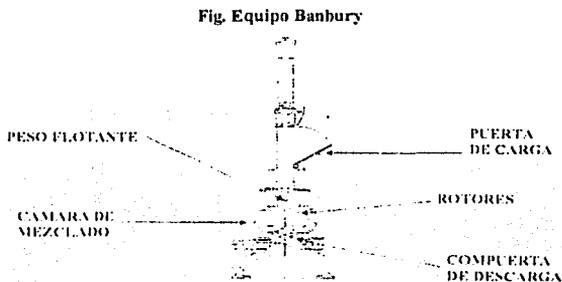
El proceso de manufactura de llantas inicia con el recibo de materiales (hules, pigmentos, cuerdas, etc.), después del cual se efectúa la preparación de materiales, la construcción o ensamble de la llanta cruda, la vulcanización, el terminado y la entrega del producto terminado al almacén de donde posteriormente serán enviados a los centros de distribución o armadoras de autos para su uso.

El siguiente es un diagrama de flujo general del proceso de manufactura de llantas.

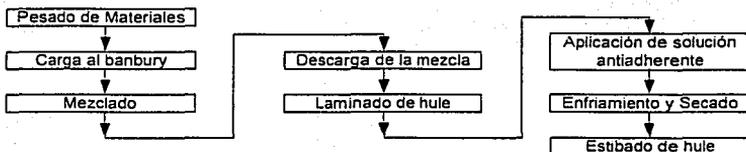


1.2.1.- Proceso de Mezclado

El mezclado de hules y demás materias primas se lleva a efecto en un equipo conocido como Banbury. Esta máquina es una cámara cerrada provista de rotores que trituran el hule y que dispersan homogéneamente los diferentes pigmentos, negros de humo y aceites de la fórmula. En la siguiente figura se ilustra un banbury.



Proceso de mezclado

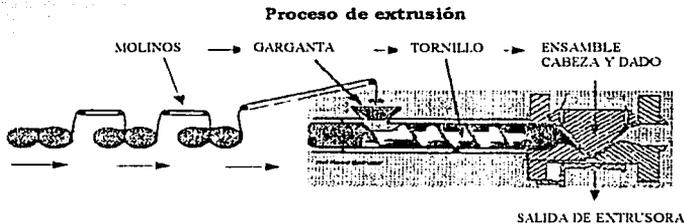


La secuencia de operación y el monitoreo de los parámetros de proceso se efectúa por medio de un control programable (PLC). Las cargas del banbury pueden variar en peso desde 170 hasta 530 kgs dependiendo del tamaño del banbury y el tiempo de proceso oscila entre 1 y 2 minutos.

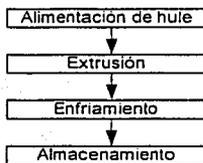
El hule que se utiliza en los procesos posteriores de extrusión y calandrado se estiba en forma de láminas. Las fórmulas de los hules varían de acuerdo a las características de los componentes de la llanta donde serán utilizados, algunos requerirán de mayor o menor dureza, permeabilidad, resistencia a la abrasión, resistencia a la intemperie, etc. Estos hules además, pueden ser obtenidos de 1 o varios pasos de banbury.

1.2.2.- Proceso de Extrusión

Es el proceso por el cual el hule es moldeado en formas prediseñadas, las cuales serán componentes de la llanta, como son los costados, los pisos, etc.



Proceso de extrusión



Ejemplos de contornos típicos:

CONTORNOS TÍPICOS

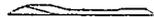
PISO RADIAL



PISO CONVENCIONAL



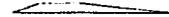
COSTADO CHAFER



COSTADO BLANCO



APEN



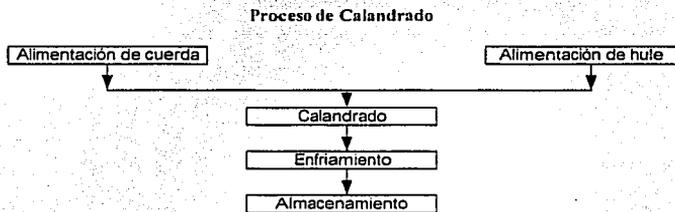
APEN 1/2



1.2.3.- Proceso de Calandrado

Es el proceso mediante el cual un tejido de cuerdas de nylon, poliéster o acero es forrado de una película de hule de un espesor y ancho especificado. Al producto obtenido se le conoce como tratamiento.

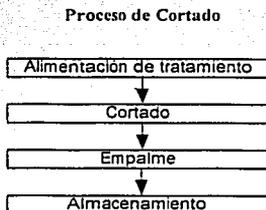
Las operaciones del proceso de calandrado son:



El tratamiento es almacenado en rollos, los cuales posteriormente serán cortados para formar las capas de la llanta.

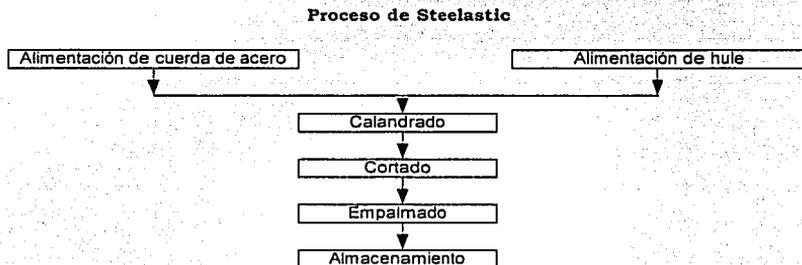
1.2.4.- Proceso de Cortado

Es el proceso mediante el cual, los tratamientos de cuerdas o acero son cortados en dimensiones y ángulos particulares de cada llanta para ser usados en el proceso de construcción.



1.2.5.- Proceso de Steelastic

Es el proceso mediante el cual se calandra las cuerdas de acero y además se corta para obtener un componente conocido como breaker, el cual formará parte del cinturón que llevan las llantas en la zona de piso.



1.2.6.- Proceso de Cortado de Cejas.

Es el proceso mediante el cual, el alambre es forrado con una película de hule y después enrollado para formar un aro.

1.2.7.- Proceso de Construcción

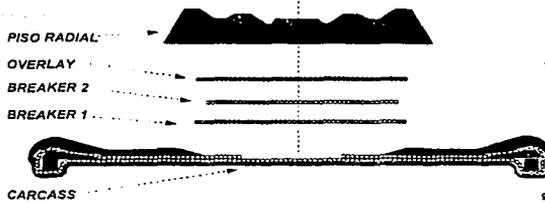
Es el proceso donde se ensamblan los componentes y se conforma la llanta.

El proceso de construcción se efectúa en las máquinas de construcción, las cuales tienen un tambor que sirve de soporte y molde para la formación de la llanta. La máquina cuenta además con servidores para cortar y aplicar los diversos componentes.

Las máquinas de construcción pueden ser de una o dos etapas, es decir, pasos para la construcción de la llanta cruda. A continuación se muestra la secuencia de construcción.



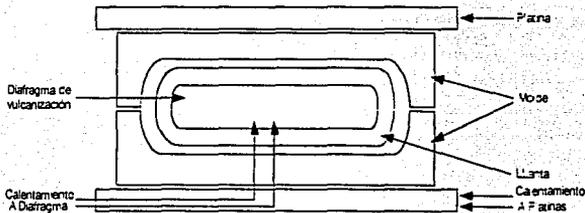
SECUENCIA DE COLOCADO DE COMPONENTES
2da. ETAPA RADIAL



1.2.8.- Proceso de vulcanización

Es el proceso mediante el cual la llanta cruda es moldeada y vulcanizada, Es decir, se polimeriza el hule y se adhiere a las cuerdas para que la llanta tenga la resistencia y propiedades con que comunmente se conoce en el mercado.

El proceso de vulcanización se efectúa a altas temperaturas para lo cual se utiliza prensas de vulcanización provistas de sistemas de calentamiento de vapor o agua caliente y además sistema de enfriamiento el cual se utiliza al final del ciclo. A continuación se muestra un diagrama de prensa de vulcanización.



El proceso de vulcanización se lleva a efecto a temperaturas de 150-170 °C y tiene una duración de 10 a 15 minutos para llantas de auto y de 40 a 60 minutos para llantas de camión.

1.2.9.- Proceso de Variación de Fuerza y Balanceo

Estos son los procesos que se utilizan para medir el grado de uniformidad de la llanta, o por así decirlo, grado de confortabilidad de la llanta.

La llanta es clasificada como de primera clase o buena y de desecho dependiendo de los valores de uniformidad obtenidos y de su apariencia. Para esto se cuenta con límites corporativos Goodyear.

Los conceptos de uniformidad y como se mide son explicados en el capítulo 2.

1.3.- Materias Primas

Los materiales utilizados en la producción de llantas son:

Hules	Natural y Sintético
Aceites	Urbonine y Sardine
Pigmentos	Antioxidantes, Activadores, Antiozonantes Resinas, Peptizantes, Aceleradores
Cargas	Negro de humo, Silica
Pinturas	Base solvente, base agua
Cementos	Para chaflan, renovado y ayudas de procesos
Cuerdas	Nylon y Poliéster
Alambres	WL,UW,UH,UM

1.4.- Los componentes de la llanta

Cojin.- Es una capa delgada de hule que forra el interior de la llanta sin cámara, de compuestos especiales para evitar la pérdida de aire.

Capas del Armazón.- Una o varias capas hechas de cuerdas de poliéster o nylon cubiertas de hule resistente al calor, que se amarran de ceja a ceja para formar el armazón de la llanta. Las capas proveen integridad estructural y elasticidad en los costados, lo que se requiere para soportar la carga e impactos que experimentan las llantas.

Toeguard.- Una tira de hule resistente a la abrasión, reforzada con nylon que protege a la punta de la ceja contra raspones y desgastes durante el montaje de la llanta .

Apex.- Es una tira en forma de cuña de hule de compuestos especiales colocada para crear una rigidez graduada en los costados. El apex es usado en la llanta para respuesta rápida de dirección durante el manejo.

Chafer.- Una capa de hule resistente a la abrasión que protege el área de la ceja contra el borde del rin.

Chipper.- Protege la capa contra daños del rin. Estabiliza las cejas de las flexiones del costado.

Cejas.- Filamentos de acero que soportan gran tensión cubiertos de un compuesto de hule resistente a la abrasión y al calor. Las cejas fijan la llanta al rin.

Costado.- Un componente de hule altamente elástico, que se extiende desde el hombro del piso hasta la ceja. Este componente cubre las capas del armazón y ayuda a protegerla de daños causados por impactos con banquetas, baches, etc. El costado provee de un estilo estético a la llanta y además contiene la información oficial de la misma.

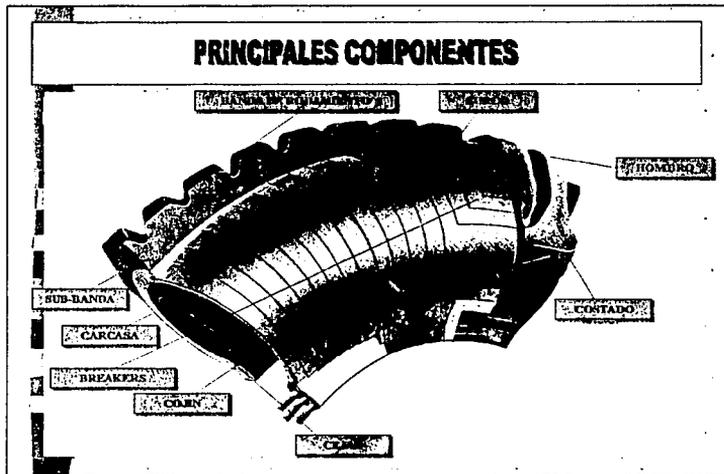
Cinturones de Acero.- Dos o más cinturones rígidos, planos, sostienen el piso totalmente plano y extendido contra la superficie y ayudan a prevenir levantamientos durante las curvas. Los cinturones minimizan deformaciones del piso, generan potencia en las curvas y proveen resistencia excelente contra la penetración. Generalmente están vulcanizados en un ángulo de 20 a 25 grados de la línea central del piso.

Cuña de Cinturones.- Es una tira de hule de alta adhesión, localizada en el área de los bordes entre los cinturones y el armazón. Esta cuña ayuda a mantener los bordes planos contra la superficie del camino y provee fuerza adhesiva adicional para incrementar la durabilidad.

Overlay de Nylon.- Una o dos sobre capas de nylon antiestirante cubriendo el paquete de cinturones para restringir y controlar el crecimiento provocado por las fuerzas centrifugas que se generan a altas velocidades.

Piso.- Compuesto de hule especial para proveer de alta tracción en seco o mojado en forma excepcional con buen kilometraje. El grueso de piso varía con la medida de la llanta y su aplicación.

Corte de llanta que muestra sus principales componentes.



**TRES CON
FALLA DE ORIGEN**

1.5.- Nomenclatura usada en las llantas.

La nomenclatura de las llantas identifican la medida de la misma y el tipo de servicio para el cual están diseñadas. Estas especificaciones son internacionales y están regidas por la "Tire and Rim Ass."

Ejemplos de nomenclatura usada.

a).- Llantas de automóvil

Ejemplo

P205/75R15 84H, XL

Donde:

P.- Designado para llantas de pasajeros.

205.- Ancho de sección nominal en milímetros (ancho del piso de la llanta)

75.- Relación Aspecto de Sección nominal en mm (altura de la llanta en % vs su ancho)

R.- Tipo de construcción (Radial, Diagonal)

15.- Rin

84.- índice de Carga

H.- Símbolo de Velocidad

XL.- Carga Extra (Extra Load)

b).- Llantas de Camioneta

Ejemplo

31x10.5R15LT

Donde:

31.- Diámetro total de llanta en pulgadas

10.5 ancho de sección en pulgadas

R.- Radial

15.- Diámetro del rin en pulgadas

LT.- Camioneta ligera (Light Truck)

c).- Llantas de Camión Radial

Ejemplo

11R22.5 149/146J 16PR

Donde:

11.- Ancho de Sección Nominal en pulgadas

R.- Construcción Radial

22.5.- Diámetro del rin

149.- Índice de carga, eje sencillo

146.- Índice de carga, eje dual

J.- Símbolo de velocidad

16PR.- Capacidad de capas (ply rating)

Símbolo de Velocidad

Símbolo	Vel (km/hr)
F	80
G	90
J	100
K	110
L	120
M	130
N	140
P	150
Q	160

Símbolo	Vel (km/hr)
R	170
S	180
T	190
U	200
H	210
V	240
W	270
Y	300

ZR {

Indices de Carga

Load index	Kg	
0	45	
10	60	
20	80	
30	106	
40	140	
50	190	
60	250	} Autos y Camionetas
70	335	
80	450	
90	600	
100	800	
110	1060	} Camión
120	1400	
130	1900	
140	2500	
150	3350	
160	4500	

Rangos de carga

Load range	Ply rating
A	2
B	4
C	6
D	8
E	10
F	12
G	14
H	16
J	18
M	22
N	24

Norma FMSS (Federal Motor Safety Standard)

Tread Wear.- Indicador de desgaste de piso
Ejemplo.- Tread Wear 320
significa 3.2 veces comparada contra la llanta patrón

Traction.- (A,B,C)
A.- Excelente tracción
B.- Buena tracción
C.- Pobre tracción

Temperatura (A,B,C)
Resistencia de la llanta para la generación de calor y
habilidad para disiparlo
A y B.- Alto desempeño
C.- Mínimo requerimiento de FMSS

1.6.- Administración de Fábrica

Misión de una empresa

La misión de Goodyear Internacional establecida por el presidente de la compañía es el "Estar clasificada por todos los conceptos como la Mejor Compañía Lantera y Hulera del Mundo".

Durante 7 décadas, hasta principios de los 80's, Goodyear dominaba ésta industria. El primer desafío serio para la organización vino con el amplio uso de las llantas radiales cuyo pionero fue Michelin.

A principios de la década de los 80's y en un esfuerzo por diversificar las actividades, Goodyear adquirió Celerón. Este resbalón estratégico atrajo la atención de inversionistas en 1986, que intentaron adquirir la empresa, ingresando a lo que sería la etapa más difícil en la historia de Goodyear.

Durante los años que siguieron Michelin y Bridgestone definieron e implantaron planes estratégicos para desplazar a Goodyear y convertirse en los otros dos actores globales principales de la industria. Michelin adquirió Uniroyal_Goodrich y Bridgestone adquirió Firestone.

El desempeño de Goodyear de los primeros años de la década de los 90's, restauró la salud financiera de la empresa y se volvió a ganar la flexibilidad que es la envidia de la competencia. Entonces, se estableció dos metas principales en el camino al siglo XXI.

1.- Asegurar el crecimiento rápido y rentable de todos los negocios principales. Teniendo la posición número 1 o 2 en cada una de las industrias y en cada mercado en que se participe, ya sea en llantas, productos industriales o productos químicos.

2.- Convertirnos en el productor de más bajo costo de las 3 compañías globales en la industria llantera.

El éxito corporativo total, dependerá en gran medida, de planes estratégicos específicos que deban definirse y aplicarse para cada centro de negocios en forma tal que crezca rápida y rentablemente en apoyo a la visión corporativa.

El credo mundial de Goodyear.

En 1915, Goodyear adoptó el lema que todavía perdura:

"PROTEGA NUESTRO BUEN NOMBRE"

El lema advierte que el futuro de la empresa y el de sus asociados, depende de ellos mismos.

Dicho de otro modo; es, en sus manos, donde descansa el buen nombre de la compañía.

A través del tiempo, adquiere un significado más profundo.

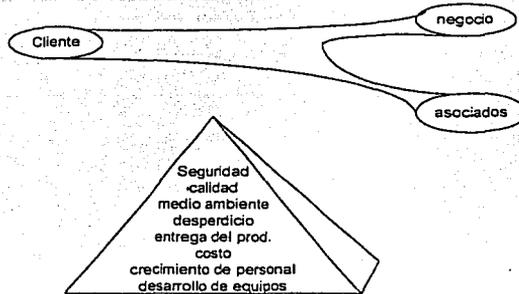
Muestra la responsabilidad social de Goodyear en todos sus niveles, no sólo en relación con el medio ambiente y la comunidad, sino también frente a sus asociados, proveedores, distribuidores y clientes. Resume la certeza de que la compañía se desenvolverá mejor en un mundo mejor; un mundo con un desarrollo económico armonioso, logrado a través de una industrialización mayor y mejores técnicas de producción, con el sistema libre empresa como el medio más amplio para alcanzar esos fines.

El Espíritu Corporativo

"Protega nuestro buen nombre"

- Valoramos nuestro buen nombre
- Valoramos a nuestros clientes
- Valoramos a nuestros asociados
- Valoramos a nuestros accionistas

Pirámide de la Empresa



La pirámide ilustra un concepto importante de administración. En primer plano aparece el trébol que tiene en sus brazos las tres partes fundamentales que forman parte de la empresa y que son el cliente, los asociados y los accionistas. Los tres tienen la misma importancia y deberán tener un equilibrio entre sí, es decir, entre lo que dan y lo que reciben.

El soporte del trébol es la pirámide, que tiene como base el desarrollo de los equipos y el crecimiento del personal, y como puntos prioritarios en la cúspide la seguridad de todos los involucrados y la calidad en todas las operaciones y en el producto.

Organización de Planta.

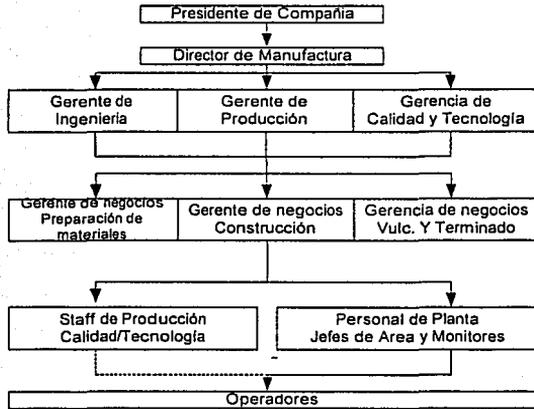
Goodyear México tiene al presidente de la compañía y a los directores de las divisiones (Manufactura, Finanzas, Ventas, Recursos Humanos y Materiales).

En el área de manufactura el director administra tres áreas y tres centros de negocios. Las áreas son Producción, Calidad/Tecnología y la de Ingeniería. Los centros de negocios son; Preparación de Materiales, Construcción de Llantas y Vulcanización/ Terminado.

Cada centro de negocios opera como una entidad, tiene su grupo de ingenieros de staff y su grupo de supervisores (denominados jefes de área).

Esta estructura básica de operación de planta ha sido el resultado de largo tiempo de transición por hacer una estructura sencilla y eficiente.

Organización de Planta



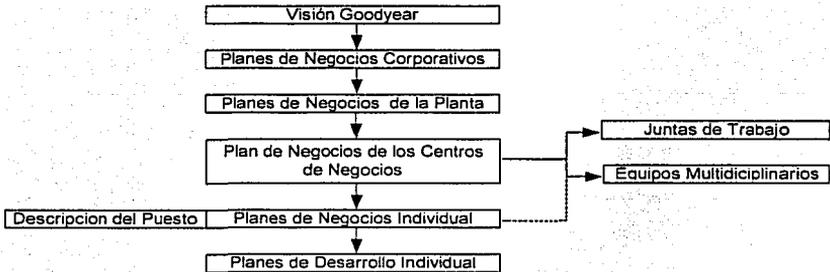
Planes de Negocios

La planta opera a través de la elaboración y ejecución del plan de negocios, el cual es determinado por el presidente y el comité ejecutivo. Este plan está ligado al plan de negocios corporativo. Los centros de operaciones de planta siguen el plan de negocios de la empresa elaborando un plan de negocios específico para su área. Es en función de los planes del centro de negocios como cada asociado elabora su plan de negocios individual. Con éste flujo en cascada quedan alineados todos los empleados de la organización. Además, cada asociado tiene elaborado una descripción de puesto, la cual deslinda sus responsabilidades.

Adicionalmente, se elaboran los planes de desarrollo individuales, los cuales tienen como objetivo identificar las fortalezas y debilidades en el desempeño de cada asociado, para así determinar acciones correctivas y plan de capacitación para que el asociado mejore su desempeño y crezca dentro de la organización.

El trabajo de cada asociado daría poco resultado si no estuviera entrelazado con el trabajo de sus compañeros. La programación de juntas de trabajo y la formación de equipos multidisciplinarios para resolver problemas son importantes.

Planes de Negocios



1.7.- Programas de Mejora de Procesos

En seguida enumero algunas estrategias o actividades que se siguen para cubrir los factores claves de éxito de los planes de negocios.

1.- Seguridad e Higiene

Es la primer prioridad de planta. Su objetivo y lema es "Cero Accidentes"

Estrategias

a).- Detección y Detención de Actos Inseguros.- Los actos inseguros son las acciones que efectúan los asociados donde ponen en riesgo su seguridad. Estadísticamente éstos actos inseguros provocan el 80 % de los accidentes.

b).- Detección y Corrección de Condiciones Inseguras.- Estas son las fallas o irregularidades que se encuentran en el proceso y que pueden causar accidentes.

c).- Eliminar Prácticas Inseguras.- Estas son las operaciones que los asociados hacen por rutina o por sistema y que llevan consigo un alto riesgo de accidente.

d).- Uso de equipo de seguridad.- Esto deberá ser mandatorio y condición de trabajo

e).- Orden y Limpieza.- La seguridad empieza con el orden y la limpieza. Es importante hacer una evaluación y seguimiento continuo a éste concepto en oficinas y en la planta. En Goodyear se tiene establecidas áreas modelo que tienen altos estándares de orden, limpieza y seguridad y que sirven de punto de partida para las demás áreas de la planta.

f).- Iso 14000.- Nuestra planta tiene normas que regulan la emisión y manejo de materiales contaminantes.

2.- Satisfacción del cliente Calidad

Esta es la segunda prioridad de planta.

Estrategias

a).- Sistema de Calidad QS9000.- Se tiene procedimientos para todas las operaciones básicas de la planta, además auditores certificados que efectúan auditorias mensuales a los procedimientos e instrucciones de trabajo.

b).- Mejora de Desempeño del producto.

i).- Mejora de apariencia.- Esto a través de programas de limpieza, reparación y actualización de moldes. Además mejoras en los procesos de terminado como son el pulido y desvirado del producto.

ii).- Mejora de Uniformidad del Producto.- Se tiene programas de mejora de uniformidad que incluyen la operación (mano de obra), los materiales, los equipos, los diseños y las tecnologías.

iii).- Mejora de funcionalidad del producto.- Esto se realiza a través de la actualización constante de los diseños de las llantas, de los materiales y de las tecnologías.

c).- Reducción de rechazos de los clientes.

i).- Nueva Defectuosa.- Las llantas se inspeccionan por apariencia y se miden por uniformidad al 100 %. Se tiene especificaciones coporativas al respecto, se lleva un sistema de rastreo o traceabilidad para identificar quien produce, en que máquina y también quien la inspecciona. La llanta que es rechazada por el cliente es retornada a planta para hacerle comité por parte de personal de producción y del técnico.

Se lleva a efecto una junta mensual para revisar los niveles de llanta nueva defectuosa y tomar acciones.

ii).- Fallas en el campo.- Estas son las fallas que tiene el producto una vez que está siendo utilizado.

Se lleva una estadística de todos los rechazos por defecto y se efectúa comité a una muestra de los rechazos por parte de personal de planta. También se efectúa juntas mensuales para revisar las estadísticas y tomar acciones correctivas.

d).- Evaluación del Producto.- Se hace pruebas dinámicas y estáticas con una frecuencia establecida para asegurar que el producto esta cumpliendo con las normas Goodyear, que son más estrictas que las normas de gobierno. Si se detecta que alguna llanta no está cumpliendo con las normas, se avisa de inmediato al proceso para su análisis y corrección y si es requerido se detiene la producción para disposición por el departamento técnico.

3.- Optimización del Costo

a).- Programas de Reducción de Desperdicio.- Se tiene toda una estructura para controlar el procesos, evitar el desperdicio y atacarlo en forma rápida.

Todas las personas de planta tienen una responsabilidad en el desperdicio, empezando por el operario. Se tiene además grupos para atacar en forma sistemática los principales problemas de desperdicio. El desempeño de éstos grupos es revisado en forma semanal.

b).- Peso del producto.- Se lleva a efecto un muestreo del peso de la llanta y se tiene una junta quincenal para revisar los resultados del muestreo y tomar acciones correctivas.

c).- Costo del equipo de construcción y partes de hule.- Se tiene programas para inventariar estos materiales, desarrollar a los proveedores, mejorar la calidad y hacer un mejor manejo para evitar daños.

d).- Proyectos de Mejora.- Se tiene programas para optimizar operaciones que reditúan en una reducción del costo de operación.

e).- Soft Closing de Costo.- Se efectúa una revisión semanal del costo estimado de producción a la fecha, expresado como costo por unidad de producción, para monitorear el cumplimiento de los presupuestos y las oportunidades de mejora.

4.- Productividad.

Este se refiere a la introducción de mejoras en el proceso para incrementar la productividad. Está relacionado a los proyectos de optimización de costos. Algunos ejemplos son:

Programa para incrementar el nivel de vulcanización.

Grupos para efectuar cambios de medida rápidos en máquinas.

5.- Introducción de Nuevos Productos y Nueva Tecnología.

Se desarrolla programas para evaluar e implementar nuevos productos o tecnologías en las mejoras de los procesos.

6.- Desarrollo Organizacional.

Se da seguimiento a la elaboración y evaluación de los planes de negocios y planes de desarrollo de los asociados. Así como a los requerimientos especiales de capacitación y actividades para el desarrollo de los equipos (Team building).

2.- UNIFORMIDAD

2.1.- Introducción

El neumático de hoy debe servir a 4 funciones principales.

- i.- Soportar una carga en movimiento.
- ii.- Generar fuerzas al rodamiento.
- iii.- Generar fuerzas de frenado y conducción.
- iv.- Proveer aislamiento a las irregularidades del camino.

Estas cuatro funciones deberán ser simultánea y dinámicamente provistas sobre una amplia gama de velocidades y condiciones operacionales.

Esto es un elogio a la ingeniería moderna el hacer posible que ese cuerpo de hule y cuerda pueda servir a las funciones arriba descritas para los usuarios que no en muchas ocasiones logran distinguirlas.

Las llantas neumáticas están clasificadas dentro de la ingeniería como "estructuras tensiles".

Las estructuras tensiles siempre tienen un elemento de compresión para proveer la carga al elemento de tensión. El elemento de tensión usualmente no trabaja compresión y viceversa.

Cuando se provee de carga a éstos elementos complementarios dentro de una estructura apropiada, ambas cargas de compresión y tensión pueden ser soportadas usualmente sin la generación significativa de esfuerzos de deflexión. Esta característica sirve para tener un peso más ligero y una estructura más compacta.

En las llantas, las cuerdas son los elementos de tensión y el aire es el elemento de compresión.

2.2.- Que es Uniformidad en una Llanta

La uniformidad de una llanta es un conjunto de características, las cuales provocan un rodaje agradable, sin vibraciones, trepidaciones o inestabilidad en el vehículo, dando una sensación de confort y seguridad para el conductor y sus ocupantes.

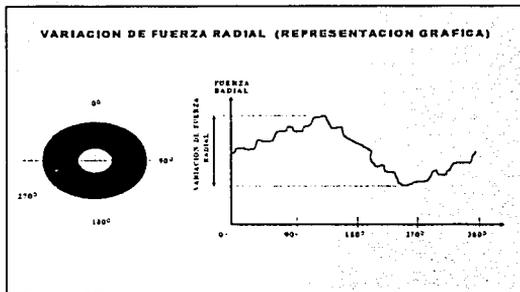
Uniformidad es la correcta distribución de los componentes de una llanta en todos su volumen. Cuanto más redonda y simétrica es la llanta, más uniformidad tiene.

La uniformidad es uno de los parámetros de calidad que cada vez son más importantes para los usuarios en todo el mundo.

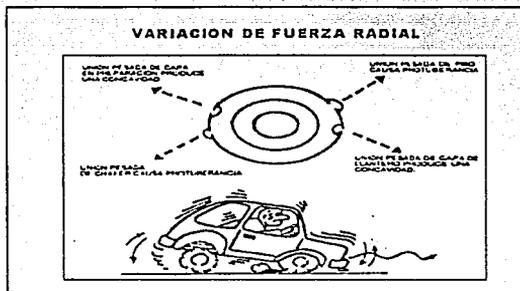
La mala uniformidad provoca un desgaste irregular del piso de las llantas, problemas en la suspensión del vehículo, irregularidades durante el manejo, reduce la absorción de impactos y reduce el desempeño óptimo de los amortiguadores.

2.3.- Parámetros de Uniformidad

Variación de Fuerza Radial.- Es la diferencia entre la fuerza radial más alta y la más baja generada por una llanta al girar bajo carga y presión, se mide en libras fuerza.



El efecto de llantas con alta variación de fuerza radial es vibración o brincoteo del vehículo.

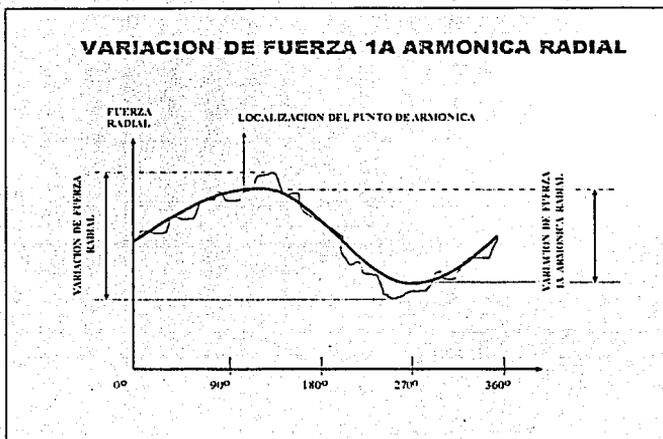


Primera Armónica Radial.- Esta es una componente de la variación de fuerza radial, y tiene una magnitud de entre el 60 y 80 % de su valor total. La primera armónica es la magnitud de la onda senoidal de 360 grados que más se aproxima a la curva radial.

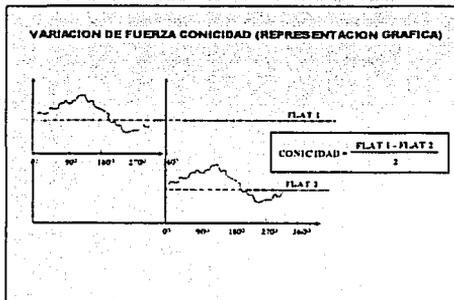
Se ha comprobado que llantas con primera armónica radial alta generan alta vibración y ruido en el vehículo.

La magnitud de la 1a. Armónica radial está dada por la amplitud de la senoidal, es decir, por la diferencia entre la cresta y el valle.

La localización de la cresta determina la localización del punto de armónica. Normalmente éste punto es muy cercano al valor más alto de fuerza radial en la llanta.



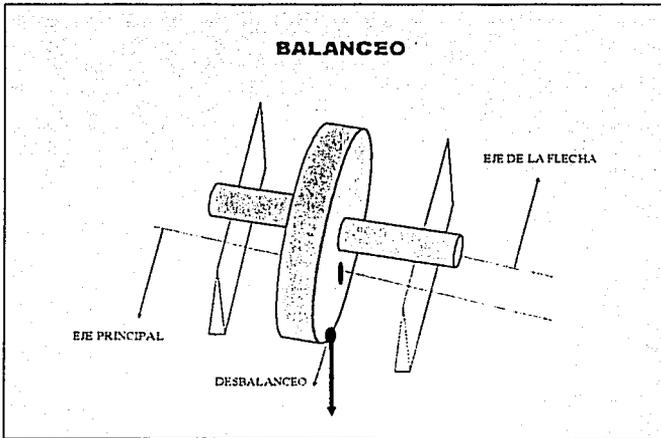
Conicidad.- Es la diferencia existente entre las fuerzas laterales al girar la llanta en ambos sentidos.



El efecto de llantas con alta conicidad es desviación del vehículo hacia un lado, izquierda o derecha.

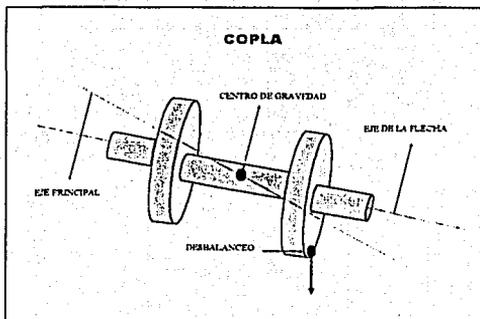


Balaneo.- Son las fuerzas vibratorias generadas por un defasamiento del eje de la llanta con respecto a su eje de diseo.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Copla. - Es el momento de desbalanceo (Md) es aquella condición de desbalanceo en la cual el eje principal intersecta en forma no paralela al eje de la flecha en su centro de gravedad.



UNIDADES DE COPLA

COPLA = FUERZA x RADIO
 = gr cm
 = oz in

(M_d) = COPLA x SEPARACION = DISTANCIA
 gr cm² = oz in²

DISTANCIA

RADIO

EJEMPLO 1

COPLA = 3 gr cm

DISTANCIA = 6 cm

(M_d) = 18 gr cm²

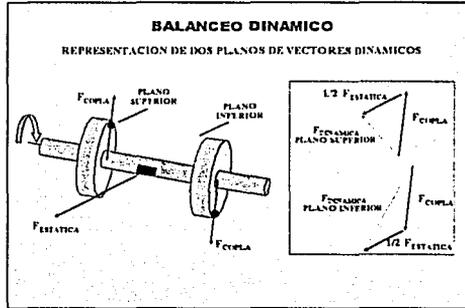
EJEMPLO 2

COPLA = 6 oz in

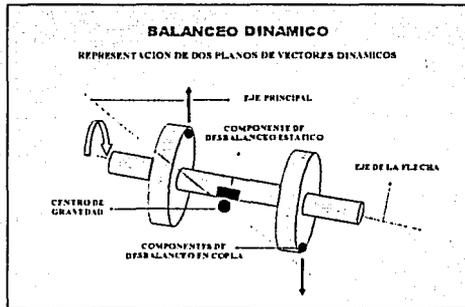
DISTANCIA = 3 in

(M_d) = 18 oz in²

Balaneo Dinámico.- Cuando las fuerzas estáticas y coplea son medidas y el ángulo de cada uno es conocido, pueden ser descritos vectores. La adición del vector estático y del vector de coplea resultan en el vector dinámico.



Balaneo Dinámico.- Es aquella condición en la que el eje principal no es paralelo, ni intersecta el centro del eje de la flecha.



2.5.- Factores Clave de la Uniformidad

En uniformidad de llantas todos los factores del proceso son importantes.

Diseño	Materias primas
Materiales	Banbury
Máquinas	Extrusión
Métodos	Calandrado
Mano de Obra	Cortado
Medio Ambiente	Construcción
	Vulcanización

Algunas de las causas frecuentes de mala uniformidad son:

Variación de Fuerza Radial

- Baja adhesión de componentes (piso y cinturones de acero)
- Largos irregulares de materiales (piso)
- Mala distribución de hilos de capas (agrupados o separados)
- Uniones de capa abiertas o pesadas en el area de cortadoras
- Uniones pesadas o abiertas de costados, apex, capas o piso en construcción
- Diámetro de llanta cruda fuera de especificación
- Presiones de asentado de componentes excesiva
- Llanta entra descentada en el molde
- Molde con alta excentricidad
- Diafragma de vulcanización ovalado

Variación de Fuerza Lateral

- Piso mal almacenado en tubuladoras (curvo)
- Uniones de cinturones de acero desalineadas
- Costados pegados al transporte
- Mal aplicado de costados (culebreados)
- Carcas mal almacenado (deformado)
- Variación en las presiones de inflado del carcas
- Posiciones del tambor de 2a etapa fuera de especificación
- Llanta cargada descentrada en el molde
- Molde fuera de registro (las dos tapas no coinciden)

Conicidad

Piso asimétrico

Ancho de cinturones de acero fuera de especificación

Cinturones de acero descentrados en máquina de construcción

Piso descentrado

Tambor de construcción descentrado

Altura de cargadores de llanta en prensa fuera de especificación

Altura de arillos de diafragma fuera de especificación

Mal hormado de diafragma (alto o bajo)

Balanceo

Uniones de capa de calandria pesadas o abiertas

Materiales tubulados estirados

Uniones de cojin y capa pesados en construcción

Empalmes de componentes agrupados en una misma zona de la llanta

Estiramiento de cualquier componente

Presiones de asentado excesivas

Llanta entra descentrada en el molde

Molde con alta excentricidad

Diafragma de Vulcanización ovalado

Mala colocación de la llanta cruda respecto al vector de vulcanización

2.6.- Especificaciones

De primera clase.- Son las especificaciones de Goodyear definidas para todas las plantas del mundo. La llanta que excede esta especificación es clasificada como desecho. Estos limites aplican a todas las llantas del mercado de remplazo o distribuidor.

De equipo original.- Son las especificaciones que definen las armadores de vehículos. Las cuales tienen requerimientos especiales de acuerdo al diseño del vehículo.

3.- TECNICA DE MEJORA DE UNIFORMIDAD

3.1.- Introducción

A continuación presento una técnica sencilla, pero efectiva para la mejora de el parámetro de uniformidad radial de llantas. Esta técnica puede reducir la Fuerza Radial total y la 1a. Armónica en hasta 5 libras fuerza, lo cual, es una valiosa ayuda para cumplir con los requerimientos de los clientes y reducir el porcentaje de llanta que se pule.

3.2.- Teoría del Análisis Vectorial

La variación de fuerza radial total se representa como una curva periódica de 360 grados (la circunferencia de la llanta). Esta curva contiene los puntos o fuerzas de reacción que produce la llanta cuando es sometida a carga y presión a una velocidad dada.

El teorema de Fourier establece que cualquier curva irregular puede ser expresada como la suma de curvas senooidales de diferentes armónicas, donde la función periódica $Y=F(X)$ que tiene un período 2π puede ser expresada en la siguiente forma:

$$f(x) = A_0 + A_1 \cos x + A_2 \cos 2x + A_3 \cos 3x + \dots A_n \cos nx \\ + B_1 \sin x + B_2 \sin 2x + B_3 \sin 3x + \dots B_n \sin nx$$

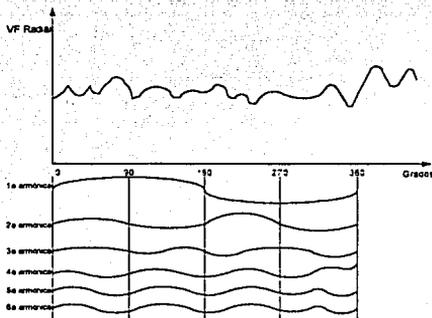
$$\text{o } f(x) = \frac{1}{2} A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos nx + B_n \sin nx)$$

$$\text{donde } A_0 = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx \approx \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N Y_k$$

$$A_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx dx \approx \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N Y_k \cos nx_k$$

$$B_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx dx \approx \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N Y_k \sin nx_k$$

Ejemplo de una curva de variación de fuerza radial y su descomposición en curvas senoidales, las cuales se conocen como armónicas.

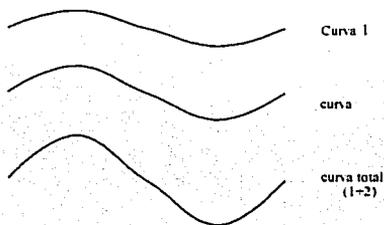


Se ha comprobado que en la mayoría de los casos, la primera armónica tiene un valor de entre 60 y 80 % de la variación de fuerza total. Este hecho es aprovechado en la técnica de Análisis Vectorial.

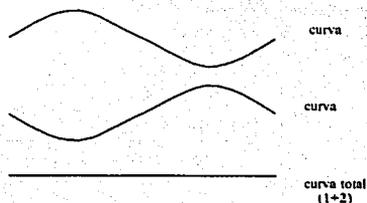
El fundamento del análisis vectorial es, que todos los componentes y todas las partes que intervienen en el proceso de producción de una llanta tienen efecto en la llanta como producto final. Es decir, la resultante final de variación de fuerza de una llanta, es la suma de los impactos de cada componente.

Visualicemos el caso en donde las primeras armónicas tienen dos efectos,

a).- Contribución constructiva



a).- Contribución destructiva



En éste sistema, la curva total es la resultante de la suma de las curvas componentes. Esto no es totalmente válido cuando nos referimos a las fuerzas que se generan en una llanta, sin embargo, el cumplimiento parcial que se da, es significativo y resulta en una mejora neta en la variación de fuerza total de la llanta.

El análisis vectorial es la técnica que determina la primera armónica de los componentes o procesos de la llanta, mediante el cual podremos identificar aquellos que tienen un mayor impacto para su estudio y también, la forma de contrarrestar sus armónicas para tener una resultante con menor magnitud.

En el análisis vectorial se considera a las armónicas 2a y mayores como no significativas. Las máquinas utilizadas para medir la variación de fuerza, están equipadas para determinar la primera armónica, su magnitud y la posición del punto más alto. Esta valiosa capacidad, hace posible hacer los estudios de análisis vectorial en forma rápida y precisa.

Consideramos la primera armónica total como la suma de sus componentes.

$$V_t = \sum V_i + \text{ruido}$$

El ruido representa la variabilidad de los procesos. Para nuestra aplicación lo consideraremos no significativo.

El proceso de producción consiste de tres etapas básicas, construcción de carcasas, construcción de llanta y vulcanización,

$$V_t = V_{\text{carcasas}} + V_{\text{llanta}} + V_{\text{vulc}}$$

o también

$$V_t = V_{\text{construcción}} + V_{\text{vulc}}$$

3.3.- Método de Análisis Vectorial

Se puede conocer el vector de cada componente mediante un estudio de 16 llantas, donde se producen 8 llantas con la construcción de referencia y 8 llantas con la misma construcción, pero con el componente que se quiere evaluar rotado 180 grados.

Ejemplo, si queremos evaluar el vector de vulcanización, debemos producir 8 llantas de control y 8 llantas con la vulcanización rotada,

$$V_{t1} = V_{\text{const}} + V_{\text{vulc}}$$

$$V_{t2} = V_{\text{const}} - V_{\text{vulc}}$$

De tal manera que los vectores de construcción y vulcanización se obtienen aplicando la operación con vectores.

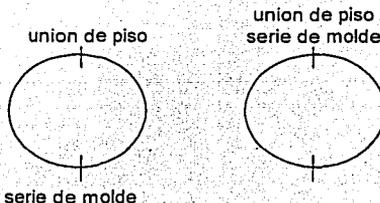
$$V_{\text{const}} = (V_{t1} + V_{t2})/2$$

$$V_{\text{vulc}} = (V_{t1} - V_{t2})/2$$

Como podemos hacer este estudio en la práctica?

Requerimos construir 16 llantas certificadas, es decir, con el proceso de manufactura de acuerdo a especificación y reduciendo la variabilidad del proceso, o sea, fabricar las llantas de manera similar, en las mismas máquinas de construcción, con la misma corrida de materiales, y con los mismos operadores.

Después, vulcanizaremos las llantas en dos grupos, el grupo A con la unión de piso a las 12 horas en el molde de vulcanización y el grupo B con la unión de piso a las 6 horas en el molde.



Grupo A.- Control

Grupo B.- Vulc.rotada

Se debe de marcar la unión de piso como punto de referencia a las 16 llantas.

Se pasa por la máquina de variación de fuerza cada llanta y se toma los valores de la primera armónica, así como la localización del punto más alto de la misma, tomando como referencia la unión de piso (0 horas).

Los valores obtenidos se registran y se marcan dentro de un dibujo de coordenadas polares, para visualizar si son válidos todos los valores o existen algunos datos ilógicos que pueden presentarse debido a alguna variabilidad en el proceso.

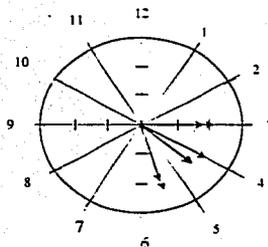
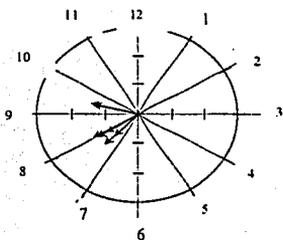
El criterio para la validéz de los valores es que éstos deberán estar dentro de un rango de 5 libras de magnitud y 3 horas de localización. Los que estén fuera de éste rango deberán ser eliminados del estudio. Cada grupo requiere tener al menos 6 valores para que sea válido.

Ejemplo, en un estudio para determinar el impacto de los vectores de construcción y vulcanización, se construyó 16 llantas, 8 de control y 8 con vulcanización rotada, obteniendo los siguientes valores.

Grupo A (control)			Grupo B (Vulc. Rotada)		
Armónica	Magnitud	Posición	Armónica	Magnitud	Posición
Llanta	(lbs)	(hrs)	Llanta	(lbs)	(hrs)
1	14.5	7.5	1	18.6	4.5
2	13.9	8.0	2	21.4	3.0
3	12.8	9.5	3	19.4	2.0
4	13.6	9.5	4	22.6	5.5
5	11.9	8.0	5	17.6	3.0
6	10.6	7.5	6	19.5	5.5
7	18.2	6.5	7	18.8	4.5
8	14.6	8.0	8	21.5	4.0
Promedio	13.8	8.1		19.9	4.0
Valor min.	10.6	6.5		17.6	2.0
Valor max.	18.2	9.5		22.6	5.5
Rango	7.6	3.0		5.0	3.5

* Se elimina el punto con valor 18.2 lbs

** Se elimina el punto con localización 2 hrs.



El paso siguiente es obtener el vector promedio de ambos grupos,

$$V1x = 1/n \sum V1i \cdot \cos(\text{ang})i$$

$$V2y = 1/n \sum V2i \cdot \sin(\text{ang})2i$$

$$V2x = 1/n \sum V2i \cdot \cos(\text{ang})2i$$

$$Vt1 = \sqrt{(V1x)^2 + (V1y)^2}$$

$$V1y = 1/n \sum \sqrt{V1i \cdot \sin(\text{ang})i}$$

$$Vt2 = \sqrt{(V2x)^2 + (V2y)^2}$$

$$\text{Ang}(Vt1) = \text{Arc tang}(V1y/V1x)$$

$$\text{Ang}(Vt2) = \text{Arc tang}(V2y/V2x)$$

Para el vector 1

$$V1x = 1/7(14.5\cos 225 + 13.9\cos 210 + 12.8\cos 165 + 13.6\cos 165 + 11.9\cos 210 + 10.6\cos 225 + 14.6\cos 210)$$

$$V1x = -11.2$$

$$V1y = 1/7(14.5\sin 225 + 13.9\sin 210 + 12.8\sin 165 + 13.6\sin 165 + 11.9\sin 210 + 10.6\sin 225 + 14.6\sin 210)$$

$$V1y = -4.5$$

$$V1 = \sqrt{((-11.2)^2 + (-4.5)^2)}$$

$$V1 = 12.0$$

$$\text{Ang}(V1) = \text{Arc tan}(-4.5/-11.2)$$

$$\text{Ang}(V1) = 248 \text{ grados} = 8.3 \text{ hrs}$$

Vector 1 = 12.0 lbs a 8.3 hrs

De igual forma para el vector 2 se obtiene.

$$V2x = 13.6$$

$$V2y = -11.1$$

Vector 2 = 17.5 lbs a 4.3 hrs

El vector de construcción será

$$V \text{ const} = (V1 + V2) / 2$$

$$V \text{ const } x = (V1x + V2x) / 2 = 1.2$$

$$V \text{ const } y = (V1y + V2y) / 2 = -7.8$$

$$V \text{ const} = \sqrt{(V \text{ const } x)^2 + (V \text{ const } y)^2} = 7.9$$

$$\text{Ang}(V \text{ const}) = \text{Arc tang}(V \text{ const } y / V \text{ const } x)$$

V const = 7.9 lbs a 5.7 hrs

El vector de vulcanización será

$$V \text{ vulc} = (V1 - V2) / 2$$

$$V \text{ vulc } x = (V1x - V2x) / 2 = -12.4$$

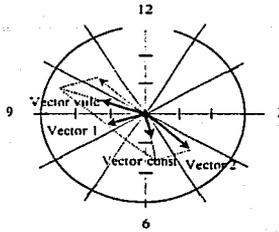
$$V \text{ vulc } y = (V1y - V2y) / 2 = 3.3$$

$$V \text{ vulc} = \sqrt{(V \text{ vulc } x)^2 + (V \text{ vulc } y)^2} = 12.8$$

$$\text{Ang}(V \text{ vulc}) = \text{Arctang}(V \text{ vulc } y / V \text{ vulc } x)$$

V vulc = 12.8 lbs a 9.5 hrs

en forma gráfica,



En forma similar se puede evaluar el impacto de la etapa de construcción de carcas y de la etapa de llanta cruda,

$$V_{t1} = V \text{ carcas} + V \text{ llanta} + V \text{ vulc}$$

$$V_{t3} = V \text{ carcas} - V \text{ llanta} + V \text{ vulc}$$

y

$$V \text{ llanta} = (V_{t1} - V_{t3})/2$$

$$V \text{ carcas} = V_{t1} - V \text{ llanta} - V \text{ vulc}$$

También se puede evaluar el impacto del tambor de construcción o de algún componente, por decir el costado o el piso. Sólo será necesario construir dos grupos de llantas, uno con construcción normal y otro con la construcción donde se rota el componente que quiere ser evaluado en 180 grados.

Análisis Vectorial Método Completo.

El Método para aplicar a una medida en su proceso completo desde construcción hasta vulcanización se describen enseguida.

Etapa 1.- El proceso deberá ser certificado para que se encuentre dentro de especificación.

Etapa 2.- Se efectúa estudio para evaluar los impactos de las tres etapas básicas del proceso, es decir, construcción de carcas, construcción de llanta y vulcanización.

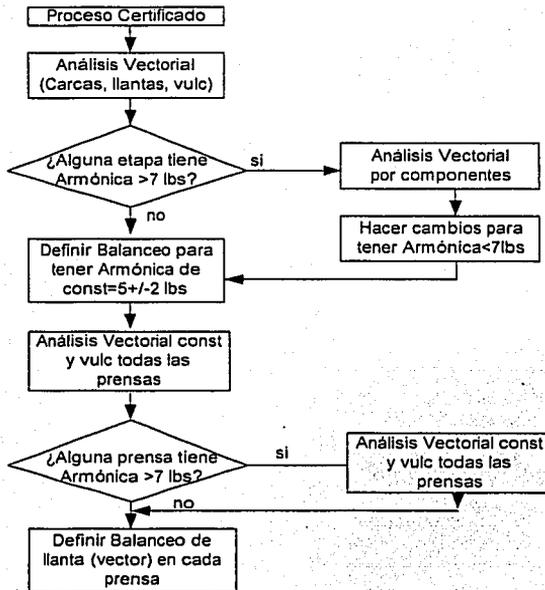
Etapa 3.- Si alguna de las etapas tiene una armónica superior en magnitud a 7 libras, será necesario revisar el proceso y corregir o hacer cambios para que se reduzca éste valor. Se puede auxiliar de una análisis vectorial por componente para identificar el que tiene más magnitud y reducirlo o compensarlo.

Etapa 4.- Se deberá definir cual es el mejor balanceo del carcass y llanta cruda para que la suma de ambos tenga un valor entre 5 ± 2 lbs. Esto es una regla práctica que servirá para contrarrestar los vectores de las prensas de vulcanización que tienen valores cercanos a éste número.

Etapa 5.- Efectuar análisis vectorial para cada cavidad de vulcanización para definir el balanceo de la llanta cruda al entrar a la prensa.

Si alguna prensa tiene un valor superior a 7 libras, se deberá tomar acciones correctivas

Análisis Vectorial Método Completo



4.- EJEMPLO DE APLICACIÓN DE ANALISIS VECTORIAL

4.1.- Planteamiento.

Mejorar el desempeño de Variación de Fuerza Radial y 1a Armónica de la medida "Baseline" P155/80R15 GPS y que la usa el auto Escarabajo de VW.

Esta medida es de alto volumen de producción y el cliente solicita mejorar la apariencia de la llanta por medio de la reducción del pulido de piso el cual se realiza para cumplir con la especificación de VF radial.

4.2.- Objetivo.

Reducir el pulido de llanta por variación de fuerza por debajo del 2 % vs su producción en tres meses.

4.3.- Análisis de la Situación.

La medida se produce en una máquina de construcción de carcass y una máquina de construcción de llanta, así como en 8 cavidades de vulcanización. Se efectuará estudios de análisis vectorial a fin de identificar los procesos que estan impactando y así tomar acciones correctivas.

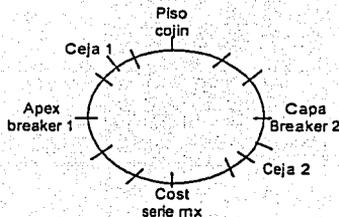
4.4.- Programa de Trabajo.

Se efectuará el estudio completo de Análisis Vectorial de acuerdo a como fue descrito en el capítulo anterior.

4.5.- Desarrollo

1er Estudio.- Determinar el impacto de las etapas de construcción de carcass, de llanta cruda y de prensa (R1 CL504, R2 CL505, Prensa Q29)

La llanta se produce con el siguiente balanceo de componentes,



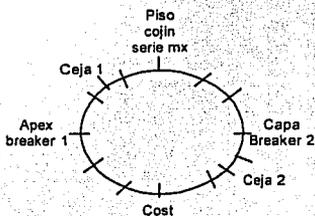
Para realizar el primer estudio, se produce tres grupos de llantas de acuerdo a lo siguiente.

$$Vt1 = V \text{ llanta} + V \text{ carcass} + V \text{ vulc}$$

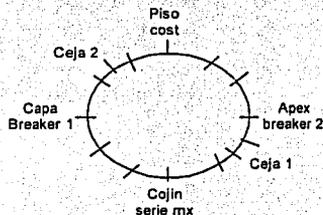
$$Vt2 = V \text{ llanta} + V \text{ carcass} - V \text{ vulc}$$

$$Vt3 = V \text{ llanta} - V \text{ carcass} + V \text{ vulc}$$

A continuación se muestra el diagrama de los balances de los componentes que se usan para producir los grupos 2 y 3 del estudio, el grupo 1 permanece a especificación.



Grupo 2
(Serie de molde rotada)



Grupo 3
(Componentes de carcass rotados)

Los resultados

$$Vt1 = 5.1 \text{ lbs a } 9.4 \text{ hrs}$$

$$Vt2 = 14.6 \text{ lbs a } 8.4 \text{ hrs}$$

$$Vt3 = 19.8 \text{ lbs a } 1.1 \text{ hrs}$$

Para obtener los vectores de carcass, llanta y vulc, aplicamos las ecuaciones:

$$V \text{ carcass} = (Vt1 - Vt3)/2$$

$$V \text{ vulc} = (Vt1 - Vt2)/2$$

$$V \text{ llanta} = Vt1 - V \text{ carcass} - V \text{ vulc}$$

Desglosando

$$V \text{ vulc } x = (5.1 \cos 168 - 14.6 \cos 198)/2 = 4.5 \quad V \text{ carcass } x = (5.1 \cos 168 - 19.8 \cos 57)/2 = -7.9$$

$$V \text{ vulc } y = (5.1 \sin 168 - 14.6 \sin 198)/2 = 2.8 \quad V \text{ carcass } y = (5.1 \sin 168 - 19.8 \sin 57)/2 = -7.8$$

$$V \text{ vulc} = \sqrt{(4.5)^2 + (2.8)^2} = 5.3$$

$$V \text{ carcass} = \sqrt{(-7.9)^2 + (-7.8)^2} = 11.1$$

$$\text{Ang}(V \text{ vulc}) = \text{Arctan}(2.8/4.5) = 60 \text{ grados} \quad \text{Ang}(V \text{ carcass}) = \text{Arctan}(-7.8/-7.9) = 225 \text{ grados}$$

por lo que

$$V \text{ vulc} = 5.2 \text{ lbs a } 2 \text{ hrs.}$$

por lo que

$$V \text{ carcass} = 11 \text{ lbs a } 7.5 \text{ hrs.}$$

$$V \text{ llanta } x = 5.1\cos 168 - 11\cos 225 - 5.2\cos 30 = -1.7$$

$$V \text{ llanta } y = 5.1\sin 168 - 11\sin 225 - 5.2\sin 30 = 6.2$$

$$V \text{ llanta} = \sqrt{(-1.7)^2 + (6.2)^2} = 6.5$$

$$\text{Ang } (V \text{ llanta}) = \text{Arc tan } (6.2/-1.7) = 345 \text{ grados}$$

por lo que

$$V \text{ llanta} = 6.5 \text{ lbs a } 11.5 \text{ hrs}$$

Vector de Construcción

$$V \text{ const } x = (11\cos 225 + 6.5\cos 105) = -9.5$$

$$V \text{ const } y = (11\sin 225 + 6.5\sin 105) = -1.5$$

$$V \text{ const} = \sqrt{(-9.5)^2 + (-1.5)^2} = 9.6$$

$$\text{Ang } (V \text{ const}) = \text{Arctan}(-1.5/-9.5) = 261 \text{ grados}$$

por lo que

$$V \text{ const} = 9.6 \text{ lbs a } 8.7 \text{ hrs}$$

Vector total

$$V \text{ tot } x = (11\cos 225 + 6.5\cos 105 + 5.2\cos 30) = -5.0$$

$$V \text{ tot } y = (11\sin 225 + 6.5\sin 105 + 5.2\sin 30) = 1.1$$

$$V \text{ tot} = \sqrt{(-5.0)^2 + (1.1)^2} = 5.1$$

$$\text{Ang } (V \text{ tot}) = \text{Arctan}(1.1/-5.0) = 282 \text{ grados}$$

por lo que

$$V \text{ tot} = 5.1 \text{ lbs a } 9.4 \text{ hrs}$$

resumen,

	magnitud	posición
Vector	(lbs)	(hrs)
V carcass	11	7.5
V llanta	6.5	11.5
V vulc	5.2	2
V const	9.6	8.7
V total	5.1	9.4

Como podemos observar, los vectores de llanta y vulcanización están dentro de los valores deseados, no así el vector de carcass y el total de construcción, con una magnitud de 11 lbs y 9.6 lbs.

2do estudio.- Efectuar un análisis vectorial por componente en la etapa de construcción de carcas.

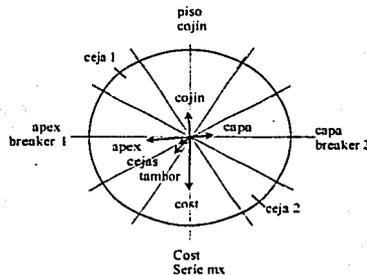
$$V \text{ carcas} = V \text{ tambor} + V \text{ cejas} + V \text{ cojin} + V \text{ capa} + V \text{ apex} + V \text{ costado}$$

Para hacer éste estudio, se produce un grupo control y se preparan grupos de llantas para evaluar cada componente, rotando 180 grados cada uno.

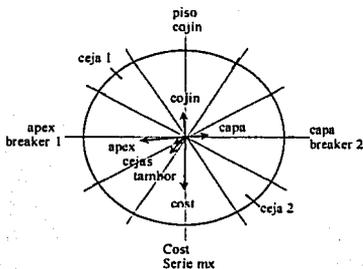
Los resultados obtenidos son:

	Magnitud (lbs)	Posición (hrs)
V tambor	4.0	7.2
V cejas	2.0	8.0
V cojin	4.0	11.9
V capa	3.5	2.8
V apex	6.9	8.8
V costado	9.2	6.1
V carcas	12.3	7.3

El vector de carcas se obtiene de la suma de los componentes
 Representación gráfica de los vectores de componentes de carcas



En el diagrama se puede observar los vectores de apex, costado, tambor y cejas dentro del mismo cuadrante, además el apex y el costado con un magnitud importante, esto trae como consecuencia un vector de carcas alto. En función de esto se decide modificar el balanceo de capa y costado para balancear los vectores y además buscar una magnitud del vector total de carcas cercano a las 5 libras.



3er estudio.- Análisis vectorial para verificar los vectores de construcción de carcas y total, después del cambio de balanceo efectuado. Se realizó estudio y se obtuvo lo siguiente:

Vector	magnitud (lbs)	posición (hrs)
V carcas	5.2	7.2
V llanta	5.8	11.0
V vulc	6.0	1.1
V const	6.0	9.2
V total	6.4	11.2

El resultado es satisfactorio, el vector total de construcción está cerca de lo esperado, con 6 libras y una reducción total de 3.6 vs su valor inicial.

4to estudio.- El siguiente paso es calcular el vector de todas las prensas para "balancear", es decir, definir la colocación de la llanta cruda al cargarla en la prensa. Esto es para dejar opuestos los vectores de construcción y vulcanización.

Los vectores obtenidos se muestran en el siguiente esquema, también se analiza los valores obtenidos de las diferentes cavidades de vulcanización. En éste punto se observa una cavidad con valor alto, ésta cavidad es revisada y se encuentra que presenta un problema en el sistema de carga de llanta (el cargador está descentrado), se corrige y se obtiene un valor dentro de lo esperado (este valor se muestra entre paréntesis).

Prensa	Vector construcción		Vector vulcanización		Balaceo
	magnitud	posición	magnitud	posición	en prensa
	lbs	hrs	lbs	hrs	hrs
Q29	5.2	8.2	5	2.5	8.5
Q30	6.5	8	6.7	8	2
Q31	7.2	9.5	10.6	11.9	5.9
Q32	6.1	10.1	5.9	5	11
Q33	6.9	8.8	3.2	7.9	1.9
Q34	4.5	7.5	2.8	9.3	3.3
Q35	5.5	7.3	7.1	4.6	10.9
Q36	7	8.7	4.2	7.7	1.7
Promedio	6.1		5.7		

4.6.- Resultados

Anexo, se muestra los valores promedio, desviación estándar y Cpk del 100 % de las llantas de producción normal durante un intervalo de tres meses de tiempo. Se ha obtenido una mejora de 2.5 libras en el promedio general de radial y de casi 4 libras en el promedio de la primera armónica, además de una reducción significativa del porcentaje de llanta pulida por la armónica.

Llanta Medida P155/80R15 GPS

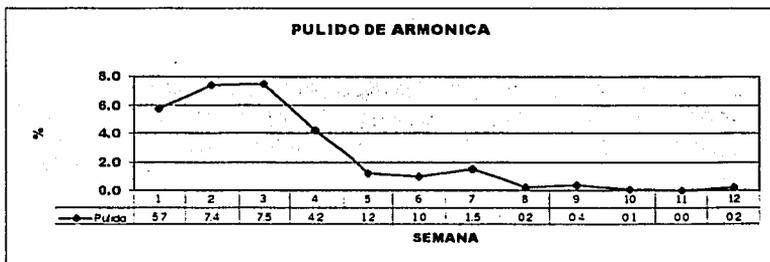
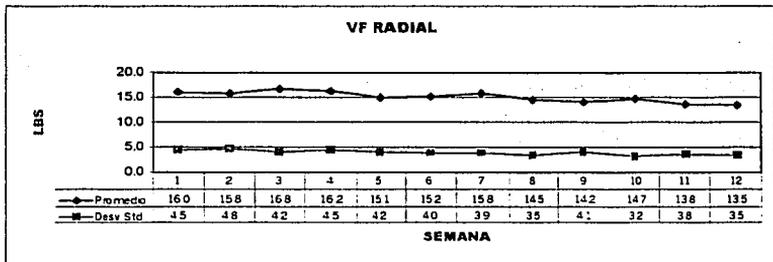
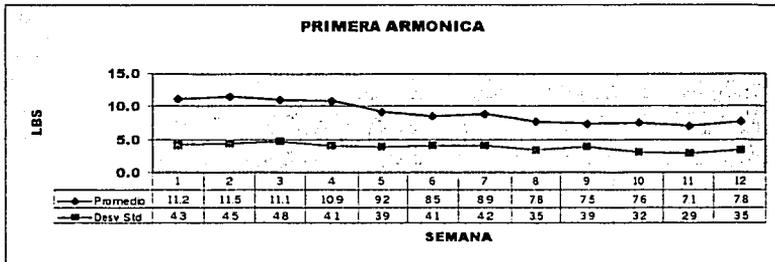
	1a. Armónica (Espec 18 libras)			
	Promedio	Desv Std	Pulido	Cpk
Semana	lbs	lbs	%	num
1	11.2	4.3	5.7	0.9
2	11.5	4.5	7.4	0.9
3	11.1	4.8	7.5	0.8
4	10.9	4.1	4.2	0.9
5	9.2	3.9	1.2	0.9
6	8.5	4.1	1.0	1.0
7	8.9	4.2	1.5	1.1
8	7.8	3.5	0.2	1.0
9	7.5	3.9	0.4	1.3
10	7.6	3.2	0.1	1.1
11	7.1	2.9	0.0	1.4
12	7.8	3.5	0.2	1.2

	VF Radial (Espec 28 Libras)			
	Promedio	Desv Std	Pulido	Cpk
Semana	lbs	lbs	%	num
1	16.0	4.5	0.4	0.9
2	15.8	4.8	0.6	0.9
3	16.8	4.2	0.4	0.8
4	16.2	4.5	0.4	0.9
5	15.1	4.2	0.1	0.9
6	15.2	4.0	0.1	1.0
7	15.8	3.9	0.1	1.1
8	14.5	3.5	0.0	1.0
9	14.2	4.1	0.0	1.3
10	14.7	3.2	0.0	1.1
11	13.8	3.8	0.0	1.4
12	13.5	3.5	0.0	1.2

Estos resultados son satisfactorios para cumplir con el objetivo planteado, ya que se obtiene un pulido de llanta menor al 2 % de la producción total.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**P155/80R15 GPS
GRAFICA DE UNIFORMIDAD 100 % DE LA PRODUCCION**



5.- SOLUCION SISTEMATICA DE PROBLEMAS

5.1.- Formación de Equipos de Alto Desempeño

Porque hablar de grupos o equipos de alto desempeño?

El modo o estilo actual de operar de las organizaciones para mejorar sus procesos y resolver problemas es mediante el trabajo de grupos de personas que están muy relacionados formal o informalmente y que actúan sin restricciones y con iniciativa.

Sólo en situaciones meramente técnicas o rutinarias las personas se aíslan al realizar su trabajo, en las demás situaciones siempre será necesaria la interacción creativa de los asociados.

El término equipos de alto desempeño se refiere a los grupos de personas que se reúnen para pensar y actuar efectivamente, es decir, para obtener resultados, en forma fácil y eficaz.

Un factor importante para el éxito de cualquier equipo, se encuentra en que éstos tengan una meta clara e inspiradora. En otras palabras, para ser efectivo un equipo deberá tener un propósito claro y los miembros deberán creer en éste propósito.

Los equipos de alto desempeño reúnen dos tipos de habilidades básicas.

Las de relación.- que se asocia con un entrenamiento en relaciones humanas como el crearle un espíritu al equipo, el ser líder efectivo, entender la dinámica de grupo y una comunicación interpersonal efectiva.

Las de la Tarea.- que se asocian con el cómo actuar y pensar sistemáticamente.

La solución sistemática de problemas presentada, trata de ambas tareas.

5.2.- Solución Sistemática de Problemas

Cada vez que afrontamos un problema o situación difícil, nos preguntamos, que hacemos?, por donde empezar? Con la metodología que se presenta a continuación, se hace posible en forma ordenada y rápida atacar los problemas y lo más importante, obtener resultados.

En el diagrama de la siguiente página se muestran los pasos a seguir en la solución sistemática de problemas.

Solución Sistemática de Problemas

1. Selección del Proyecto
2. Formación del Equipo
3. Definición de Objetivos
4. Situación Actual
5. Análisis de Causas
6. Toma de Decisiones
7. Plan de Mejoramiento
8. Resultados
9. Estandarización
10. Oportunidades de Mejoras futuras
11. Lecciones Aprendidas

5.2.1.- Selección del Proyecto

Seleccionar un problema específico o proceso que deba ser mejorado, el cual puede ser seleccionado por la gerencia, por el grupo o por la voz del cliente.

5.2.2.- Formación del Equipo

Designar los miembros iniciales del equipo de mejora, clarificando roles y responsabilidades.

Determinar donde es necesario el enfoque del equipo, considerando la naturaleza del proyecto.

Cada miembro del equipo deberá tener una responsabilidad, deberá estar comprometido, ser participativo y asistir a todas las reuniones.

Seleccionar al líder del grupo, quien deberá definir el programa de reuniones, respetar el tiempo de las mismas, mantener la atención sobre el tema de discusión, mantener el espíritu positivo del grupo, asegurar decisiones claras y representar al grupo en la comunicación con la gerencia.

Dentro del grupo podrán seleccionar al secretario, quien tomará las notas de lo discutido en la reunión, y al estadístico, que se encargará de recopilar y procesar datos para respaldar lo expuesto por el grupo.

5.2.3.- Definición del Objetivo.

Clarificar el propósito del proyecto y determinar la forma para medir los resultados esperados, estimando el tiempo para concluir el proyecto.

Clarificar el propósito del proyecto.- Identificar a las personas que deban conocer las necesidades y los propósitos y hacer preguntas para ampliar el propósito como:

Que queremos lograr realmente con ésta actividad?
Cuales son las necesidades y propósitos del cliente?
Que tan importante es éste problema en relación a otros?

Como medir el desempeño.- Considerar cuál es el efecto si el proyecto se concluye exitosamente. Determinar una medida de desempeño para dar seguimiento a los resultados.

5.2.4.- Situación Actual

La primera etapa es anotar todos los problemas que se conocen (desviaciones) de la situación actual, o de otra forma, todos los comportamientos que están por debajo del nivel esperado. Estas desviaciones deben ser específicas y concretas.

El segundo paso es eliminar y agrupar los problemas, para que los que queden sean significativos y que requieran acción independiente.

Significativo, es que cada problema vale en sí y no por su relación con otro.

El tercer paso es determinar que estrategia lógica se deberá usar para analizar el problema, aquí se tienen dos opciones:

- a).- El análisis de causas.- Para determinar la causa verdadera de un problema.
- b).- Toma de decisiones

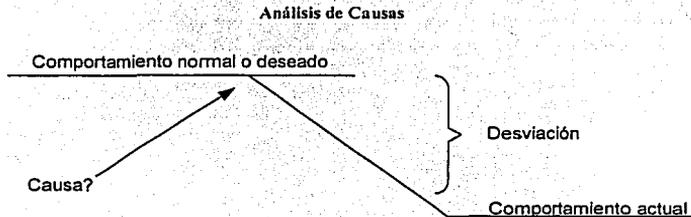
Acción correctiva.- cuando se conoce la causa y se quiere decidir en una acción.

Acción interina.- cuando no se sabe la causa, pero se decide tomar una acción de contención para frenar el problema y después de que haya pasado volver para averiguar la causa raíz.

El cuarto paso es determinar la prioridad. El objetivo es asegurarse de que se encaran los puntos basándose en una evaluación objetiva de la necesidad. Para esto será necesario anotar el impacto potencial del problema (incluyendo el costo) y limitaciones de tiempo que se tiene. Entonces, basado en ésta información asignar al problema un rango prioritario de alto, mediano o bajo.

5.2.5.- Análisis de Causas

Un problema existe cuando hay una desviación o brecha entre lo que se desea y lo que se observa.



El propósito del proceso de análisis de causas es determinar la causa verdadera de un problema. El conocimiento de la causa verdadera es la primera etapa al determinar que se necesita para corregirlo.

Son cuatro los componentes principales para el proceso de análisis de causas.

a).- Definir el área problemática.

Aquí se requiere declarar el problema, es decir, el objeto, el defecto y la descripción del problema, la cual delimita el área del mismo. Aquí se puede auxiliar de las siguientes preguntas:

- cual: 1.- ¿ Cual es el objeto defectuoso?
 2.- ¿ Cual es el defecto?
- donde: 3.- ¿ Donde geográficamente se observó el objeto defectuoso?
 4.- ¿ Donde en el objeto está el defecto?
- cuando: 5.- ¿ Cuando en la vida/ciclo del objeto se observó el defecto?
 6.- ¿ Cuando se observaron los defectos?
 7.- ¿ Cual es el patrón del tiempo?

- magnitud: 8.- ¿ Cuantos objetos están defectuosos?
9.- ¿ Cuanto de cada objeto está defectuoso?
10.- ¿Cual es la tendencia del crecimiento?

En la descripción del problema es necesario enfocarse a los hechos, no adivinar, no forzar la información, ser específico y tener en mente el propósito.

Otras herramientas utilizadas en la descripción del problema son las gráficas de control, los histogramas y los diagramas de Pareto.

b).- Causas Posibles.

Una estrategia que se usa para ayudar a desarrollar causas posibles es pensar que es diferente o único en el área problemática y especificar como esto pudo causar el problema. Tiene que haber algo diferente que explicara porque el problema está pasando aquí y no en otra parte.

Otra estrategia es analizar los cambios. Es pensar que ha ocurrido en el área problemática y como pudo esto causar el problema. Si el problema no ha existido siempre, entonces, algo debe de haber cambiado para comenzar el problema. Cuando se usan los cambios como causas es necesario registrar las fechas de los mismos.

Los cambios pueden haberse efectuado en diferentes aspectos como son:

Los materiales, los equipos, el personal, los procedimientos, etc.

Herramientas adicionales que se pueden aplicar para definir las causas posibles son la tormenta de ideas y los diagramas de pescado.

c).- La causa más probable

El propósito de esta etapa es evaluar cada causa posible para determinar la causa más probable. La mayoría de las personas tienen la tendencia de agrupar varias causas posibles y decir "es una combinación de todas éstas". La experiencia ha demostrado que ésta es una estrategia ineficaz por dos razones, primero, la verdadera causa es usualmente más simple de lo que se declaró, segundo, el esfuerzo para verificar la verdadera causa se complica al agrupar varias causas posibles. Si nos dan a escoger, optemos por la explicación más simple.

d).- Prueba para determinar la verdadera causa.

El propósito es verificar la verdadera causa del problema. Es necesario empezar probando la causa más probable, aunque, puede que no sea la verdadera causa. Se requiere hacer una prueba válida, simple y observable. La etapa de la prueba es la seguridad de protegernos de información falsa, que nos guía a cometer errores. Hay momentos en que la prueba absoluta de la verdadera causa no es práctica. Por lo menos se deberá identificar que información se puede conseguir para asegurarse de que se está en lo correcto.

5.2.6.- Toma de Decisiones

El proceso de toma de decisiones provee un método claro etapa por etapa para identificar, organizar y evaluar información para que pueda hacer el mejor uso del criterio al escoger soluciones.

Componentes para la toma de decisiones.

a).- Declaración de la decisión

Especifica el propósito general de la decisión y sirve para definir la gama de alternativas que se debe considerar.

Para ayudar a identificar la decisión, se puede contestar estas dos preguntas:

¿qué se tiene que decidir?

¿cual es el propósito de ésta decisión?

b).- Objetivos

Estos defienden los resultados que se alcanzarán con la decisión, podemos auxiliarnos contestando las siguientes preguntas:

¿ que alcanzará la alternativa ideal?

¿ que evitará la alternativa ideal?

¿ cuales son las restricciones para esta desviación?

basado en la experiencia, ¿qué otros criterios se deberán considerar?

Otra técnica para descubrir los objetivos es usar "los pros y los contras".

Lo que nos gusta o lo que no nos gusta de las alternativas se puede usar para determinar los objetivos.

Los objetivos deberán ser un criterio específico y enfocarse en los resultados que se producirán. Cada objetivo deberá ser un solo punto capaz de evaluarse independientemente.

c).- Desarrollar Alternativas

Para algunas decisiones, las alternativas se identifican fácilmente por que ellas son una parte natural de la situación. Para otras decisiones es necesario desarrollar alternativas propias. Las siguientes son dos técnicas para desarrollar nuevas ideas.

Edificar sobre los objetivos.- Aquí es necesario considerar como se podrá alcanzar el resultado especificado por el objetivo si éste fuera el único resultado que se necesita alcanzar.

Tormenta de ideas.- Las alternativas se desarrollan aplicando las bases de la tormenta de ideas, es decir, una persona anotará las ideas de los integrantes del grupo por 15-30 minutos, dejando que las ideas fluyan libremente, en buena cantidad, edificando en ideas previas y sin evaluar todavía alguna idea.

d).- Análisis de Beneficio

En éste punto para cada alternativa, se anota la información que nos permite evaluar si la alternativa alcanza los requisitos mínimos, cuando no hay suficiente información para una alternativa, anotar una interrogación para saber que se necesita más información, hay que eliminar las alternativas que no pasan cualesquiera de los requisitos.

Para cada objetivo de selección anotar información que permita evaluar que tan bien cada una de las alternativas produce el resultado final deseado. La información que hace falta o es dudosa deberá ser anotada. Después, calificar cada alternativa, un ejemplo podrá ser; ++ Excepcional, + Aceptable, - No aceptable, ? No se conoce.

En equipo se debe discutir las fortalezas y debilidades relativas de las alternativas basadas en la información y sus calificaciones. Darle más importancia a los objetivos de alto valor. Tratar de decidir cuales son las alternativas más importantes, las que ofrecen el mayor beneficio, no sumar las marcas.

e).- Análisis de Riesgo

Es necesario seleccionar por lo menos las dos mejores alternativas y cualquiera otra alternativa que se quiera seguir evaluando. Después es necesario evaluar los riesgos.

¿qué puede salir mal si yo escojo ésta alternativa?, ¿por qué tiene importancia?, Los siguientes cuestionamientos nos pueden ayudar a encontrar los riesgos. ¿es válida la información?, falta información?, ¿el impacto es a corto o largo plazo?, ¿hay impacto en otras áreas, unidades o departamentos?, ¿hay problemas posibles con la implementación?, ¿los requisitos mínimos alcanzan los límites?, ¿habrá cambios?.

Es necesario evaluar las amenazas para cada riesgo. La amenaza es la combinación de las probabilidades (A,M,B) de que algo pasará y el impacto (A,M,B) que tendrá si ocurre. Un riesgo es considerado de alta amenaza cuando es probable que pase y lleva un impacto negativo cuando ocurre. El propósito del análisis de riesgo es el de descubrir riesgos de alta amenaza.

f).- La mejor selección

Es importante entender el análisis de beneficio. Debemos ser capaces de entender porque unas alternativas son mejores que las otras. Que tan claramente el análisis señala la mejor selección?. La mejor selección es la alternativa con el beneficio mayor a un nivel aceptable de riesgo. Si hay una alternativa de beneficio excepcional y tiene el mínimo riesgo, entonces está claro que ésta alternativa es la mejor selección.

Cuando se tiene dificultad para determinar la mejor alternativa, se puede emplear el método de calificación 10-imperativo. Este método es mediante la calificación de los objetivos dando un 10 al más alto y un 1 al menor, así como a las alternativas, dando 10 a las que consideren mejores y 1 a las menores.

5.2.7.- Plan de Mejoramiento

El proceso de planificación se usa para definir específicamente que acciones se deberán tomar para alcanzar un resultado final esperado. La planificación se usa para delinear la implementación de una decisión que se hizo.

Un plan bien escrito se usa para asignar responsabilidad, seguir el proceso y controlar los resultados. Los siguientes son los procesos principales en el proceso de planificación.

a).- Declaración del plan

Aquí se identifica que se llevará a cabo y cuando y así se establece la meta para todo el proceso de planificación

b).- Etapas de acción

Se anota las etapas específicas que se necesitan para alcanzar a tiempo el resultado final deseado. Después se determina la secuencia de las etapas. Se tiene dos etapas, las de preparación y las de implementación.

c).- Corregir el plan

Se anotan problemas posibles, después se desarrollan acciones contingentes y preventivas para encarar cada problema posible de alta amenaza.

Las acciones preventivas son aquellas que reducen la posibilidad de que un problema pueda ocurrir, y las acciones contingentes son aquellas que reducen el impacto de un posible problema cuando este ocurre.

d).- Plan maestro

Se anotan en secuencia todas las etapas, incluyendo acciones contingentes y preventivas. Se determina la responsabilidad y tiempo en que cada etapa se debe de completar.

5.2.8.- Resultados

Medir el efecto del plan de mejoramiento. Comparar estos resultados con los objetivos planteados en el punto 3.

Se cumplió con el objetivo?, si no es así, ¿ el alcance de los resultados está en la dirección correcta?.

Si el resultado no es del todo satisfactorio, puede ser necesario regresar al análisis de causas o toma de decisiones para retomar el plan de mejoramiento.

5.2.9.- Estandarización

Asegurar que las actividades de mejoría se conviertan en una rutina de proceso.

Identificar las cosas que deban hacerse para cambiar el sistema permanentemente y documentarlo. Es esencial mantener las mejoras y convertirlas en parte del método estándar para hacer el trabajo.

Desarrollar programas para entrenar a los asociados en el nuevo sistema del proceso. Considerar los mecanismos de control y verificación para asegurar que las mejoras se mantienen.

5.2.10.- Oportunidades de Mejora Futuras

Listar y explicar los problemas y temas tradicionales o que fueron descubiertos como resultado del trabajo en este proyecto.

Es probable que la investigación y análisis hayan revelado problemas adicionales cuya solución podría elevar el nivel de mejoría alcanzado. Estas ideas deben captarse en esta etapa. Después, determinar las prioridades para este conjunto de problemas adicionales (prioridad alta y baja).

5.2.11.- Lecciones Aprendidas

Evaluar lo que el grupo aprendió acerca del proceso de solución de problemas.

Las etapas de análisis y resultados son áreas en las que se puede aprender. El grupo deberá revisar el proceso completo de la solución sistemática del problema para encontrar las diferencias que se tuvieron en la situación anterior y lo que fue necesario para corregirlas, además de identificar las nuevas aportaciones que se hicieron para mejorar el proceso; esas lecciones aprendidas deberán incluir aspectos sistemáticos, felicitando al grupo por haber aprendido nuevas habilidades.

6.- EJEMPLO DE APLICACIÓN DE SOLUCION DE PROBLEMAS

La producción y venta de llantas para el mercado de equipo original de México, es un proceso que Goodyear Oxo conoce, domina y realiza en forma relativamente fácil. Goodyear ha sido proveedor de llantas para Ford, Volkswagen, Nissan, Dina, General Motors y Chrysler para el mercado local durante un buen período de tiempo, durante el cual, la confianza que ha merecido Goodyear por su calidad, su entrega y atención al cliente ha sido buena e incluso merecedora de reconocimientos.

Las reclamaciones por conceptos de calidad de que ha sido sujeta Goodyear Mexico de parte de sus clientes han sido atendidas en forma oportuna y con buenos resultados de tal manera que la relación con el cliente se ha mantenido en un buen nivel.

La entrada de Goodyear México al mercado de equipo original en llantas para auto en Estados Unidos no fue tan buena como se esperaba. Si bien, se había cumplido en buena forma con el desarrollo de la llanta y los requisitos de arranque así como de entregas oportunas, un problema de calidad colocó a la organización de México en grave riesgo de perder uno de sus clientes.

Existe cierta desventaja de las llantas mexicanas al ingresar al mercado estadounidense, ya que la pobre imagen que tienen algunos productos mexicanos en ese país provoca, que éstos sean revisados minuciosamente y clasificados como sospechosos cada vez que algo fuera de lo esperado aparece.

La falta de experiencia y prevención originaron la aparición de este problema de calidad, que fué final y afortunadamente resuelto en México. Lo que a continuación presento es, como se resolvió éste problema aplicando la Solución Sistemática de Problemas.

6.1.- Introducción

La planta de Goodyear México es el proveedor único de la llanta que usa el auto Neon de Chrysler y que es ensamblado en la planta de Belvidere, Illinois, Estados Unidos.

La llanta es la medida P185/65R14, con diseño Eagle GA, su rango de velocidad es T (190 Km/hr). Su proceso de fabricación sigue lo que está indicado en el capítulo 1.

Después de un largo proceso de desarrollo de la llanta, ésta inicio su producción y suministro en noviembre de 1996.

Un incremento en la producción del auto Neón, en adición a que el hasta entonces proveedor mayoritario de ésta llanta fué cancelado por problemas de calidad, originó un incremento en la producción de ésta llanta por México, llegando a entregar un promedio de 40,000 llantas mensuales (aprox. el 10 % de la producción total de planta).

Esto representó una gran ventaja para la planta de México, ya que además de abrir la puerta en forma importante en los negocios de equipo original de Estados Unidos, se tenía una fuerte utilidad y una sencillez en el proceso de fabricación, al reducir la cantidad de medidas que se produce, así como los cambios de medida que son necesarios en el proceso. El resultado de ésto es un incremento en la productividad de la línea y reducción de los niveles de desperdicio.

La calificación que otorgó Chrysler a Goodyear México como proveedor en el 97 fue buena:

Calidad	93%	Excelente
Garantía	100%	Excelente
Entrega	89%	Aceptable
Total	92%	Excelente

Percepción del Cliente:

La llanta Goodyear tiene buena Apariencia y Uniformidad. No presenta problemas de "jalamiento", como los tuvo su anterior proveedor. La apariencia de la llanta ha sido mejorada continuamente.

Sin embargo, se ha encontrado llantas con balanceo dinámico alto y esto se ha incrementado.

Chrysler tiene una especificación de balanceo dinámico para el ensamble llantarrin de 2 onzas máximo y se ha encontrado ensambles que requieren hasta de 5 onzas de plomo para poder balancearse.

Estadística de llantas rechazadas por calidad por Chrysler en su planta de Belvidere,

Rechazos (concepto)	1997 (num. llantas)	
	1er semestre	2do semestre
Balanceo dinámico	24	112
Otros	0	6
Total	24	118
Llantas entregadas	187920	317720
Rechazos (PPM)	128	371

El incremento de rechazos se ha reportado un tarde, por lo que en este momento ya es crítico. Chrysler amenaza con suspender la compra de llantas de México si no se toma una acción correctiva inmediata.

La dirección ha tomado el caso como crítico y decidido atacarlo en forma inmediata a través de un grupo multidisciplinario y aplicando la solución sistemática de problemas.

6.2.- Solución al Problema de Llanta con Balanceo Dinámico Alto

6.2.1.- Selección del Proyecto

Satisfacción del Cliente - Eliminar los Reclamos de Chrysler.

6.2.2.- Formación del Equipo

Un grupo multidisciplinario es integrado para revisar nuestro sistema de control de proceso y reforzar los aspectos críticos para mejorar el desempeño y eliminar inmediatamente cualquier reclamación actual o potencial de Chrysler.

Coordinadores de grupo han sido asignados tiempo completo en éste proyecto.

Coordinadores (tiempo completo)

Puesto	Centro de negocios	
Líder Tecnológico	Pasajeros	Líder del equipo
Ingeniero de Control de Proceso	Materiales	
Especialista de Producción (vulc/term)	Pasajeros	
Técnico de Qtec	Pasajeros	
Ingeniero de Aseg. de Calidad	Calidad	
Auditor de Producción	Pasajeros	

Grupo de soporte

Puesto	Centro de negocios
Especialista de Producción (tubuladoras)	Materiales
Líder de Control de Proceso	Materiales
Especialista de Prod. (const carcas)	Pasajeros
Especialista de Prod. (const llanta)	Pasajeros
Especialista Mantenimiento	Pasajeros
Ingeniero de Qtec	Pasajeros
Ingeniero de Equipo EQ	Pasajeros
Líder de Control de Proceso	Pasajeros

6.2.3.- Definición del Objetivo.

Llevar las reclamaciones de Chrysler a cero en forma inmediata.
Llanta para el Neon, P185/65R14 Eagla GA

6.2.4.- Situación Actual

Aunque el problema reportado por Chrysler es alto balanceo dinámico, la situación que enfrenta el proceso de ésta llanta tiene una problemática más amplia, la cual se enlista a continuación.

a).- Falta de Medición de Balanceo Dinámico.

Goodyear no cuenta con máquinas en planta para medir el balanceo dinámico de toda la llanta que se produce, sólo cuenta con una máquina de baja capacidad para efectuar un muestreo de 30 llantas por turno máximo.

El acuerdo de Goodyear con Chrysler es medir el Balanceo Estático con un límite de 26 oz in.

Una muestra de las llantas rechazadas por la máquina de Balanceo dinámico de Chrysler muestra valores altos tanto de balanceo dinámico, como de balanceo estático.

b).- Baja Confiabilidad en la Medición de Balanceo Estático.

Las máquinas para medir el balanceo estático son antiguas y su sistema para indicar el valor de balanceo poco preciso. El método se basa en la nivelación de la llanta y una burbuja dentro de una escala es la que indica el valor de desbalanceo.

Los chequeos de calibración de la máquina se efectúan cada mes y durante éste chequeo se encuentra problemas, es decir, no cumple con el rango máximo requerido para aprobar la calificación de la máquina como calibrada. Este punto, indica que existe poca confiabilidad en el mantenimiento de la calibración de la máquina.

El hecho de que la llanta defectuosa no haya sido detenida o segregada por la máquina balanceadora, indica que existe problemas con éste proceso y requiere una revisión.

c).- Producción de llantas con alto balanceo dinámico.

Las causas de balanceo dinámico alto pueden ser muchas y muy diferentes. Se requiere de un análisis profundo del problema. Es recomendable no dejar un solo punto del proceso suelto, ya que esto representaría una posible causa para obtener llantas que no cumplan la especificación.

La llanta con valores altos de balanceo no puede ser reparada o reprocesada por lo que tiene que clasificarse como llanta de mercado de remplazo o desecho, según sea el valor que tenga.

6.2.4.- Situación Actual (cont)

d).- Producción de llantas con otros problemas de calidad

Además de llanta con balanceo dinámico alto, se está produciendo una cantidad considerable de llanta con valores altos de otros parámetros de uniformidad y apariencia, como son, la conicidad, la fuerza radial y los problemas de apariencia que se representan como fallas de flujo en los costados de la llanta. La llanta que presenta éstos problemas de calidad afortunadamente se está deteniendo dentro de la planta, pero esta representando un problema potencial, además de un incremento de llanta de desperdicio o de llanta de remplazo.

e).- Limitantes de producción

Se usa el total de moldes para vulcanizar la llanta que se debe abastecer a Chrysler.

El inventario de llanta en el almacén es mínimo, la llanta que se produce se entrega de inmediato. Por otra parte, no se puede parar el abastecimiento de llanta a la planta armadora, ya que la penalización por parar la línea de producción de Chrysler en Belvidere es muy alta, 1000 usd/minuto.

f).- Limitantes para la Venta de la llanta de Remplazo

La llanta que no cumple con los requerimientos de calidad en términos de apariencia y uniformidad, puede ser vendida dentro del mercado de remplazo, pero su demanda actual es muy baja ya que la mayoría de los autos recién no están en proceso de renovar sus llantas. Por ésta razón existe un alto inventario de llantas de remplazo en el almacén, las cuales se está considerando para ser desechadas si no se venden pronto.

Estrategia de Solución del Problema.

Mediante un análisis de grupo se decide tomar acciones interinas para parar de inmediato la entrega de llantas con balanceo dinámico alto, así como para atacar de inmediato todas las causas del mismo, por otro lado se sigue el proceso de análisis de causas para identificar las causas principales de los problemas y tomar acciones que los corrijan en forma permanente.

a). Acciones Interinas

1.- Implementar rutinas de control que aseguren que no saldrá una sólo llanta con valores altos de balanceo estático.

2.- Implementar rutinas de control para checar y corregir las condiciones de proceso que son críticas para la generación de llantas con balanceo dinámico alto.

6.2.4.- Situación Actual (cont)

b).- Proceso de Análisis de Causas y toma de decisiones.

3.- Mejorar la confiabilidad del proceso de medición y clasificación de balanceo estático.

4.- Determinar las causas de balanceo dinámico alto y establecer los planes de corrección y control.

5.- Determinar las causas de otros problemas de calidad de la llanta de equipo original y establecer los planes de corrección y control.

6.2.5.- Análisis de Causas

a).- Análisis de Causas de Llantas con Balanceo dinámico alto

1. Definir el área problemática.

cuál: Llantas P185/65R14 Eagle GA con balanceo dinámico y estático fuera de especificación.

donde: En la máquina de medición de balanceo dinámico en la planta de Chrysler en Belvidere, EUA.

cuando: Se detectó en ensambles de llantas nuevas.
Las llantas con balanceo dinámico alto, se han presentado desde que se inició la entrega de ésta llanta por Goodyear, sin embargo se ha venido incrementando con el tiempo.

magnitud: La cantidad de llanta defectuosa excede el límite máximo de rechazos que son aceptados por chrysler (100 partes por millón) y ésta cantidad va en incremento.

Rechazos (concepto)	1997 (num. llantas)	
	1er semestre	2do semestre
Balanceo dinámico	24	112
Otros	0	6
Total	24	118
Llantas entregadas	187920	317720
Rechazos (PPM)	128	371

2. Causas Posibles.

Las llantas defectuosas regresadas por Chrysler a la planta de Goodyear México fueron revisadas, para diagnosticar las posibles causas del balanceo alto. Cabe hacer mención, que no siempre es posible encontrar este tipo de causas, por ejemplo cuando se trata de excentricidades de arillos fuera de especificación, estiramiento irregular de materiales, asentados de materiales irregulares y otros más.

Las llantas analizadas mostraron un problema que puede ser la causa principal de las llantas con balanceo alto y es que las uniones de cojín exceden con mucho el valor especificado. La especificación actual es de 15 mm con tolerancia de +/- 5 mm, sin embargo se encontró llantas de hasta con 450 mm de empalme.

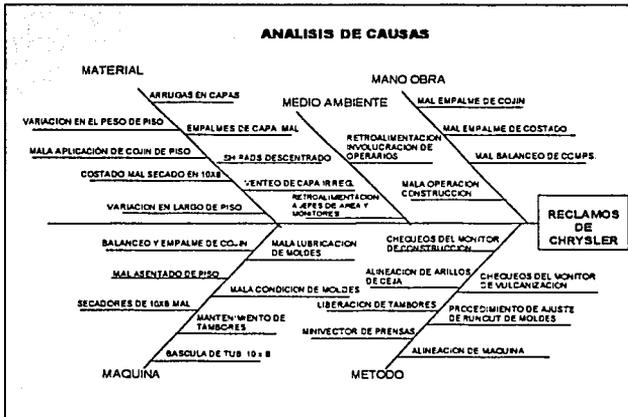
A continuación se enlista un resumen de lo encontrado en las llantas revisadas con balanceo alto.

Defecto encontrado en las llantas	Num.	%
Empalme de cojín pesado	35	66
Empalmes de capa pesados	3	6
Colocado de piso irregular (culebreado)	3	6
Colocado de breaker irregular (culebreado)	2	4
No conocidos	10	19
Total	53	

6.2.5.- Análisis de Causas (cont)

Para cubrir todas las posibles causas de balanceo alto se decide efectuar una tormenta de ideas entre los miembros del grupo, cubriendo los 5 aspectos fundamentales del proceso como son: los materiales, la maquinaria, el método, la mano de obra y el medio ambiente.

Adjunto se encuentra el resultado de ésta tormenta de ideas en un diagrama tipo cola de pescado.



6.2.5.- Análisis de Causas (cont)

3. La causa más probable

El análisis de causas establecido, nos indica que la causa más probable de las llantas con balanceo dinámico y estático alto son los empalmes de cojin fuera de especificación. Es muy probable que ésta sea la causa principal aunque no la única, debe existir otras causas menores que es difícil determinar por el análisis de la llanta terminada.

4. Prueba para determinar la verdadera causa.

Para evaluar la causa más probable, se construyó 10 llantas con empalmes de cojin pesados, arriba de lo especificado y se midió el balanceo estático y dinámico de las mismas. Los valores de balanceo de éstas llantas fueron tan altos como las llantas que reclamó Chrysler en su planta ensambladora. Esta prueba es contundente con respecto a que los empalmes pesados de cojin son la causa principal de las llantas con balanceo alto.

6.2.6.- Toma de Decisiones

a).- Declaración de la decisión

¿Qué se tiene que decidir?

Mejorar la confiabilidad del proceso de medición y clasificación de balanceo estático, mediante la mejor selección entre las alternativas de trabajar con las balanceadoras actuales, dando mantenimiento o la compra de una balanceadora estática o dinámica.

¿Cual es el propósito de ésta decisión?

Asegurar que existe el 100 % de confiabilidad de la medición del balanceo

b).- Objetivos

¿ Que alcanzará la alternativa ideal?

Eliminar los reclamos por balanceo dinámico de Chrysler

¿ Que evitará la alternativa ideal?

El Reproceso de llanta

¿Qué otros criterios se deberán considerar?

Que sea fácil de manejar

Que se pueda balancear diferentes medidas al mismo tiempo

Que sea de rápida implementación

Que sea de fácil mantenimiento

Que clasifique en automático

Que tenga una repetibilidad máxima de 2 oz in de balanceo estático

Que tenga una repetibilidad máxima de 0.25 oz de balanceo dinámico

Que se cubra la capacidad de producción

Que no requiera inversión fuerte

c).- Desarrollar Alternativas

Para desarrollar alternativas, se solicita la asesoría de un técnico experto en máquinas balanceadoras estáticas y por otro lado también personal de ventas para conocer aspectos técnicos y precios de balanceadoras estáticas y dinámicas.

Con los anteriores argumentos, se desarrollan las alternativas posibles, que son:

- 1.- Comprar balanceadora dinámica nueva.
- 2.- Comprar balanceadora estática nueva.
- 3.- Establecer un programa de mantenimiento de las existentes balanceadoras.
- 4.- Actualizar las Balanceadora Estáticas existentes.

d).- Análisis de Beneficio

	Balaceadora Dinamica Nueva	Balaceadora Estática Nueva	Mantenimiento Balanceadora Existente	Actualización Balanceadora Existente
Objetivos necesarios				
Cubra la Capacidad de Producción	++	+	+	+
Clasifique en automático	++	++	-	+
Repetibilidad de 2 oz in estático	++	++	+	+
y 0.25 oz dinámico	++	-	++	-
Rápida implementación	-	-	++	+
Objetivos de selección				
Fácil de manejar	++	+	-	+
Capacidad para diferentes medidas	++	++	+	+
Fácil mantenimiento	++	++	-	+
No requiera inversión fuerte	-	+	++	+

e).- Análisis de Riesgo

En una análisis efectuado por el grupo se considera las dos siguientes como las principales alternativas:

- 1.- Efectuar una actualización a las máquinas de balanceo estático existentes .
- 2.- Comprar una máquina balanceadora dinámica.

Riesgos	Actualización de la Máquina Balanceadora existente		Comprar Máquina Balanceadora Dinamica	
	Probabilidad	Impacto	Probabilidad	Impacto
Que no cumpla con la repetibilidad requerida	M	A	B	A
Que la máquina se descalibre continuamente	M	A	B	A
Que la implementación lleve demasiado tiempo	B	A	A	A

f).- La mejor selección

La primer alternativa tiene un riesgo medio, ya que puede haber ciertas dificultades para tener la repetibilidad que se requiere y de que se descalibre continuamente y por otro lado, la segunda alternativa tiene un riesgo alto, ya que es muy probable que la aprobación de presupuesto, fabricación de la máquina y su implementación se lleve un largo tiempo, debido a ésto se decide por implementar primero la alternativa 1.

La estrategia seleccionada es:

Primero efectuar la actualización de las máquinas balanceadoras existentes.
Segundo elaborar justificación para aprobación de compra de máquina balanceadora dinámica nueva.

6.2.7.- Plan de Mejoramiento

a).- Declaración del plan

I.- Efectuar las siguientes acciones interinas.

1.- Implementar rutinas de control que aseguren que no saldrá una sóla llanta con valores altos de balanceo estático.

2.- Implementar rutinas de control para checar y corregir las condiciones de proceso que son críticas para la generación de llantas con balanceo dinámico alto.

II.- Efectuar las siguientes acciones para corregir permanentemente el problema.

3.- Actividades para hacer confiable la medición de balanceo.

4.- Acciones para evitar el empalme de cojin pesado.

5.- Acciones para reducir la cantidad de llanta que no cumple las especificaciones de equipo original por otros aspectos.

b).- Etapas de acción

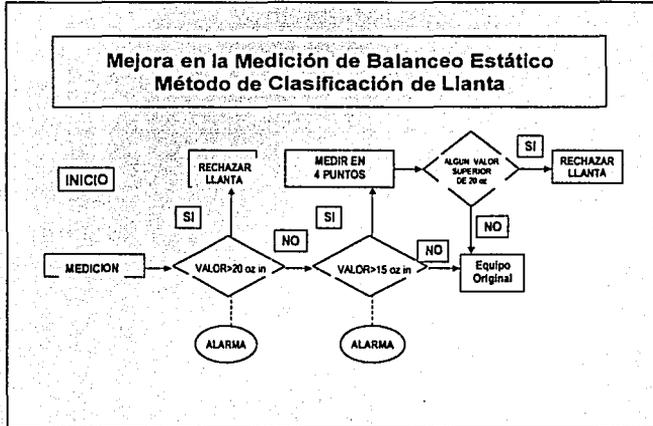
1.- Rutinas de Control que aseguren que no saldrá una sóla llanta con valores altos de balanceo estático.

Fecha.- Dentro de los primeros dos días

Etapa de Acción		Fecha	Fecha
	Responsable	planeada	real
Chequeo de Calibración de Máquinas Balanceadoras cada hora	Ing. Calidad	día 1	día 1
Cambio de limite de balanceo de 26 a 20 oz in	Técnico	día 0	día 0
Chequeo de Balanceo en 4 puntos a partir de 15 oz in	Especialista	día 1	día 1
Platicas con Operadores de Máquinas Balanceadoras para involucrar en problema	Especialista	día 2	día 2
Se implementa auditorias continuas a la operación de las máquinas y a la clasificación de operarios	Ing. Calidad	día 2	día 2

Método de Clasificación de llanta.

Este es el procedimiento para incrementar la confiabilidad de las lecturas y asegurar que no se entrega llanta con valores fuera de limite.



2.- Implementar rutinas de control para checar y corregir las condiciones de proceso que son críticas para la generación de llantas con balanceo dinámico alto.

Fecha Objetivo.- Dentro de los primeros tres días

Etapa de Acción	Responsable	Fecha	Fecha
		planeada	real
Area de Tubuladoras			
No uso de Materiales de reproceso, ni disposición en hules para corridas de tubuladoras	Técnico	día 1	día 1
	Jefe de Area		
Certificar 100 % de corridas de tubuladoras	Monitor	día 1	día 1
Liberación de Material con etiqueta baseline	Jefe de Area	día 1	día 1
Estudios de Capacidad de largo de piso diariamente	Ing. Control	día 3	día 3
	Proceso		
Estudios de encogimiento de piso diariamente.	Ing. Datos	día 3	día 3
Verificar el uso de cemento aprobado y con agitación	Jefe de Area	día 2	día 2
Verificar que las corridas de costado estén libres de humedad y se enrollen a temperatura menor de 25 C	Monitor	día 2	día 2
Limpieza del extrusor de cojin en cada corrida	Jefe de Area	día 2	día 2
Asegurar la correcta aplicación de cojin de piso	Jefe de Area	día 2	día 2
Estudios de capacidad de peso de piso para ambas cavidades dos veces por semana	Ing. Control	día 3	día 3
	de Proceso		
Area de Cortadoras			
Certificar el correcto enrollado de capas sin arrugas en cada corrida	Monitor	día 2	día 2
Verificar el correcto empalme de capas	Monitor	día 2	día 2
Liberación de Material con etiqueta baseline	Jefe de Area	día 2	día 2
Certificar al 100 % el aplicado de la tira shoulder pad	Monitor	día 2	día 2
Usar solamente transporte de beratex rojo para cojin	Jefe de Area	día 3	día 3
Certificar el correcto venteo de capas	Monitor	día 2	día 2
Area de Steelaastic			
Liberación de Material con etiqueta baseline	Jefe de Area	día 2	día 2
Area de Construcción			
Chequeo rápido de construcción de carcas y llanta cruda cada turno	Jefe de Area	día 2	día 2
Efectuar chequeos rápidos de empalmes de cojin, costado y balanceo diariamente	Especialista	día 3	día 3
	producción		
Chequeo de monitor dos veces por turno a construcción de carcas y llanta cruda (setup, mats., operación)	Monitor	día 2	día 2

Etapa de Acción	Responsable	Fecha	Fecha
		planeada	real
Area de Caseta de Pintura			
Verificar el set up de la caseta dos veces por turno	Monitor	día 2	día 2
Area de Vulcanización			
Chequeo de monitor dos veces por semana a prensas (centrado y nivelación de cargadores, carga de cierre y hormados)	Monitor	día 2	día 2
Area de Terminado			
Efectuar auditorias a los embarques de llantas	Ing Calidad	día 1	día 1
Implementar sistema alerta cuando se tiene una alta cantidad de llanta defectuosa por balanceo	Lider Control	día 2	día 2
	Proceso		

3.- Actividades para hacer confiables la medición de balanceo.

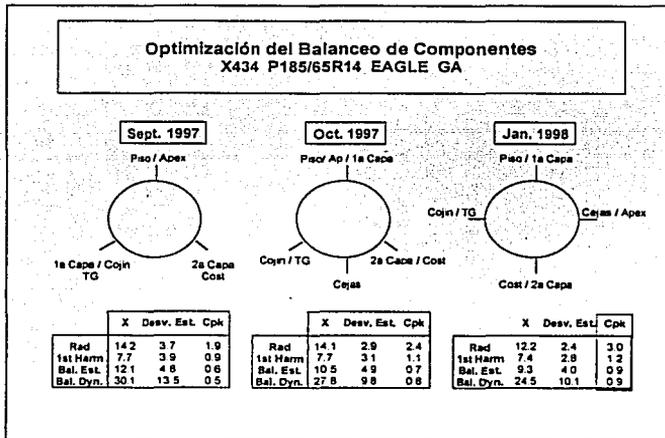
Fecha objetivo.- 180 días.

Etapa de Acción	Responsable	Fecha	Fecha
		planeada	real
Instalar vibrachecks en las máquinas de balanceo estáticas	Especialista	día 15	día 13
	Mantto.		
Cambiar el tipo de aceite para nivelar llanta en las máquinas de balanceo estáticas	Especialista	día 25	día 20
	Mantto.		
Actualizar el sistema de nivelación de aceite de las máquinas de balanceo estáticas	Especialista	día 30	día 30
	Mantto.		
Instalar display para el valor de balanceo	Proveedor	día 40	día 39
Instalar alarma visual y sonora para valores fuera de especificación en las máquinas de balanceo estáticas	Especialista	día 20	día 30
	Mantto.		
Instalar referencia visual para el marcaje del punto de desbalanceo	Especialista	día 15	día 14
	Mantto.		
Instalar calibración automática de las máquinas de balanceo estáticas cada hora	Especialista	día 18	día 18
	electrónico		
Hacer chequeo de repetibilidad R&R 3 veces por semana	Ing. Control	día 2	día 1
	Proceso		
Dedicar y capacitar a los operarios en la operación, calibración y disposición de llanta	Especialista	día 40	día 40
	Capacitación		
Hacer justificación de compra de máquina balanceadora dinámica, fabricación, instalación y arranque	Ingenieria	día 180	día 222

4.-Acciones para mejorar los valores de balanceo dinámico de las llantas.
 Fecha Objetivo.- Dos días

Etapa de Acción	Responsable	Fecha planeada	Fecha real
	Mejorar el balanceo de cojin y el ancho del empalme en máquinas de const R1	Especialista	día 21
Producción			
Dedicar máquinas de construcción para la medida	Control	día 10	día 10
	Producción		
Dedicar operarios para la construcción de la medida	Especialista	día 5	día 5
	Producción		
Informar a los operarios de los hallazgos encontrados y clarificar la especificación de ancho de empalme de cojin y su impacto en balanceo.	Proveedor	día 10	día 10
	Especialista		
	Mantto.		
Optimizar el balanceo de componentes por estudios de análisis vectorial para VF Radial y Balanceo, así como facilitar el empalme de cojin.	Lider Control	día 21	día 21
	Proceso		
Auditoria del empalme de cojin cada turno	Monitor	día 5	día 5
Estadística diaria de llantas que no cumplen el balanceo especificado por numero de constructor, dando retroalimentación a los mismos	Lider control	día 10	día 10
	Proceso		
	Ing. Calidad		

Cambio de Balanceo de Componentes por análisis vectorial.



5.- Acciones para reducir la cantidad de llanta que no cumple las especificaciones de equipo original por otros aspectos.

a).- Acciones para reducir la VF Radial y Conicidad de las llantas.

Fecha Objetivo.- 45 días

Etapa de Acción	Responsable	Fecha planeada	Fecha real
	Mejorar la báscula de paso final en tubuladora 10x8 y	Especialista	día 30
Mantto.			
Implementar el sistema de rechazo semáforo en tubuladora 10x8	Especialista	día 30	día 40
	Mantto.		
Instalar el sistema de agitación de cemento de chaflán de piso en tubuladora 10x8	Especialista	día 30	día 30
	Mantto.		
Eliminar la campana acústica e instalar sopladores adicionales en la tubuladora 10x8	Especialista	día 10	día 10
	Mantto.		
Instalar el nuevo equipo de asentado de piso en R2	Esp. Mantto.	día 30	día 41
	Especialista	día 15	día 15
Certificar la operación y alineación de los arillos de colocado de ceja en maquinas const R1 cada semana	Mantto.		
	Ing. Equipo	día 2	día 2
Efectuar alineación de máquinas de construcción	Ingeniero	día 41	día 41
	Alineación		
Redefinir minivectores en prensas por balanceo y VF	Lider control	día 30	día 35
	Proceso		
Medición y ajuste de run out de moldes	Ing. Equipo	Programa	seguim.
Estandarizar la condición de los cargadores de prensas	Especialista	día 45	día 45
	Mantto.		
Evaluar el impacto de los diafragmas de vulcanización en el balanceo y VF radial	Lider Control	día 15	día 15
	Proceso		

b).- Acciones para reducir problemas de apariencia en las llantas.

Fecha Objetivo.- 21 días

Etapa de Acción	Responsable	Fecha planeada	Fecha real
	Reparación de Moldes de acuerdo a programa	Taller de	programa
Moldes			
Programa de limpieza y lubricación de moldes	Control de	programa	seguim.
	Producción		
Revisar la dureza de los platos guía de los moldes segmentados	Ing. Equipo	día 10	día 10
Mejorar y estandarizar el método de rebabeo de llanta	Ing. Calidad	día 21	día 21
Opтимizar las condiciones de inspección de llanta en terminado	Especialista	día 10	día 10
	Producción		

c).- Acciones generales

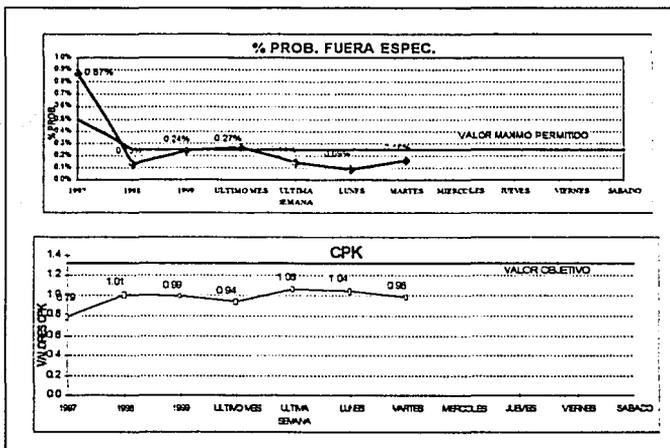
Etapa de Acción	Responsable	Fecha	Fecha
		planeada	real
Efectuar juntas de retroalimentación e involucración de operarios cada 15 días	Lider Control	programa	seguim.
	proceso		

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

6.2.8.- Resultados

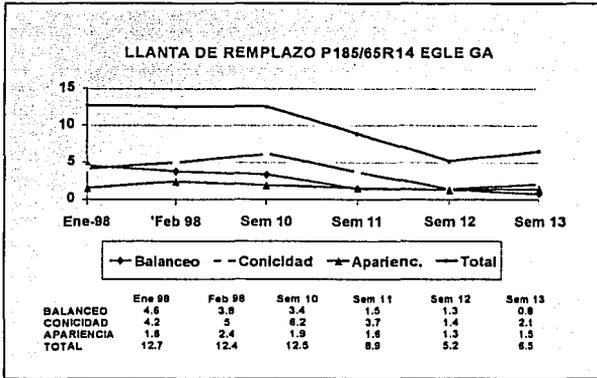
Estadística de Balanceo dinámico, una muestra de 30 llantas diarias de la producción normal

CALIDAD DE SALIDA											
BALANCEO DINAMICO PARA LLANTAS PRODUCCION											
CODIGO: X 434 MEDIDA: P185/65 R14 EAGLE											
	1987	1988	1989	ULTIMO MES ENERO 93	ULTIMA SEMANA 14 DE FEBR	VIERNES 22	VIERNES 23	VIERNES 24	VIERNES 25	VIERNES 26	VIERNES 27
PROMEDIO	1.07	0.95	0.98	1.01	1.00	1.01	0.97				
DESV STD	0.39	0.35	0.40	0.37	0.32	0.31	0.35				
CPK	0.79	1.01	0.93	0.94	1.05	1.04	0.98				
VALOR C	2.38	3.02	2.71	2.78	3.00	3.12	2.94				
% FUERA ESPEC.	0.87%	0.13%	0.24%	0.27%	0.14%	0.02%	0.16%				



6.2.8.- Resultados

Estadística de la Llanta de remplazo, total de la producción.



Estadística de llantas rechazadas por Chrysler, Belvidere

RESULTADOS

Estadística de Rechazos de EO, Balanceo y Total Actual.

**DESEMPEÑO DE BALANCEO EN P185/65R14 EAGLE GA
(LLANTA DEL NEON) EN PLANTA BELVIDERE HASTA
ABRIL 15, 1998 "UNA LLANTA RECLAMADA CON
ALTO BALANCEO DINAMICO"
EN LAS ULTIMAS 236,982 LLANTAS MONTADAS
EQUIVALENTES A 4 PARTES POR MILLON**

6.2.9.- Estandarización

Los siguientes puntos serán estandarizados para todas las medidas de equipo original.

Etapa de Acción	Responsable
Efectuar auditorías a los embarques de llantas	Ing Calidad
Implementar sistema alerta cuando se tiene una alta cantidad de llanta defectuosa por balanceo	Lider Control Proceso
Dedicar máquinas de construcción para la medida	Control Producción
Dedicar operarios para la construcción de la medida	Especialista Producción
Optimizar el balanceo de componentes por estudios de análisis vectorial para VF Radial y Balanceo, así como facilitar el empalme de cojin.	Lider Control Proceso
Estadística diaria de llantas que no cumplen el balanceo especificado por numero de construcción dando retroalimentación a los mismos	Lider control Proceso Ing. Calidad
Efectuar alineación de máquinas de construcción	Ingeniero Alineación
Redefinir minivectores en prensas por Balanceo y VF	Lider control Proceso
Reparación de Moldes de acuerdo a programa	Taller de Moldes
Programa de limpieza y lubricación de moldes	Control de Producción
Efectuar juntas de retroalimentación e involucración de operarios cada 15 días	Lider Control proceso

6.2.10.- Oportunidades de Mejora Futuras

Continuar el programa de mejora con el grupo multifuncional.

Aplicar la misma estrategia para todas las llantas que se producen para Chrysler y los demás clientes de equipo original.

Efectuar visitas periódicas a chrysler para revisar sus requerimientos.

Programa de visitas

Ene-98	Gerente de Calidad de planta Gerente del Centro de Negocios de Pasajeros Ingeniero Automotriz
Mar-98	Gerente de Calidad de planta Lider Tecnológico del Centro de Negocios de Pasajeros Ingeniero Automotriz
May-98	Director de Planta Gerente de Calidad de planta Gerente del Centro de Negocios de Preparación

6.2.11.- Lecciones Aprendidas

1. Todos los asociados en la planta necesitan conocer y entender que es el CLIENTE y que significa SATISFACCION DEL CLIENTE. La cultura de calidad total necesita ser reforzada en una base permanente en todos los niveles de la organización.

2. El contacto directo entre la planta y el cliente necesita ser establecida para conocer sus problemas actuales y potenciales y sus requerimientos.

3. Los indicadores de satisfacción del cliente necesitan ser entendidos y revisados en forma permanente. Estos indicadores deberán estar de acuerdo a los requerimientos del cliente.

4. Las variables a ser controladas a través del proceso tienen que ser definidas en forma temprana y claramente entendidos por todos los asociados.

5. Los programas de control de proceso actuales de la planta tienen que ser revisados para asegurar que ellos cubren todos los requerimientos de los clientes. Si no los cumplen, los sistemas, los procedimientos y las instrucciones de trabajo tienen que ser modificadas de acuerdo a los requerimientos de los clientes.

6. Las capacidades de las máquinas tienen que ser analizadas. Donde se requiere actualización o implementación de nueva tecnología, esto tiene que ser efectuado inmediatamente.

7. Si la llanta es transferida a otra planta, ésta planta deberá contactar a los clientes para revisar las situaciones del proceso y con el cliente. Con medidas de alto volumen de producción o con situaciones problemáticas, el cliente deberá ser visitado.

8. El desempeño de otras plantas deberá ser comparado con el de las nuevas. Esto asegura que estamos hablando en base a hechos cuando comparamos desempeño.

9. Si el producto es transferido a otra planta, los moldes deberán ser revisados por condiciones de apariencia y reparados antes de entrar a producción.

10. Atención especial deberá ponerse a las producciones y embarques iniciales. Los primeros embarques deberán ser revisados para cumplir con todos los requerimientos del clientes, tales como uniformidad, apariencia y empaque. Un sistema se debe implementar para gradualmente ir reduciendo las inspecciones para poder asegurar que no se tiene problemas.

11. Un representante de planta deberá ser responsable para el manejo del producto desde el embarque hasta su recepción en los embarques iniciales para verificar la calidad de las llantas que están siendo entregadas al cliente. Cualquier problema que el cliente tenga en los primeros embarques podrá ser revisado de primera mano durante sus visitas.

12. Una comunicación formal para los programas deberá ser establecido para los primeros contactos de planta. El contacto deberá ser persona a persona por visita o por teléfono.

13. Un sistema estructurado tiene que ser puesto en marcha para reaccionar a los problemas del cliente tan pronto como ocurren, no sólo cuando están reportados oficialmente. Todas las llantas retenidas o potencialmente retenidas deberán ser revisadas y tomar acción correctiva inmediata como si fuera un reclamo oficial.

14. Equipos de alto desempeño necesitan se formados inmediatamente cuando aparecen problemas para analizarlos y seguir planes de acción agresivos para resolverlos. Cuando acciones correctivas son requeridas, los resultados deberán ser seguidos hasta que la planta está absolutamente segura de que el problema ha sido solucionado.

15. Se puede arreglar visitas de los clientes a nuestra planta. Esto mejorará la comunicación e incrementará su confianza en Goodyear.

7.- ANALISIS DE RESULTADOS

La producción de llantas para vehículos es un proceso largo y complejo. No es fácil fabricar llantas dentro de un mercado competitivo y donde los requerimientos del cliente son cada vez más estrictos. El proceso de llantas requiere de una avanzada tecnología y de una cantidad grande y variada de insumos, tanto en materiales, como en maquinaria y en mano de obra.

Los métodos que se indican en éste trabajo son importantes para la mejora de los procesos y la calidad del producto. Estos tienen diferentes enfoques, para el caso del Análisis Vectorial, se presenta como una herramienta técnica de mejora de uniformidad, para el caso de la solución sistemática de problemas es toda una metodología para solucionar problemas o mejorar procesos. Analicemos las ventajas y desventajas, así como los resultados obtenidos por ambos métodos.

Análisis Vectorial

Ventajas

Se obtiene mejoras en la fuerza radial total y primera armónica de hasta 5 libras.

Como consecuencia se tiene reducción en el pulido de la llanta, mejorando con esto la apariencia de la misma al evitar pulirla, y la productividad de las máquinas de variación de fuerza se incrementa.

Este método nos ayuda a tener un mejor conocimiento de la uniformidad. No sirve para identificar las etapas críticas del proceso, lo cual será de valor para mejorar los procesos y establecer rutinas de control que reduzcan sus impactos.

Es sencillo de realizar, no se requiere de habilidades especiales para efectuar o interpretar los estudios.

Es de bajo costo, no se requiere de equipo sofisticado para efectuar los estudios.

Desventajas

La mejora de uniformidad esta limitada a primera armónica y no puede ser mayor a 5 libras de variación de fuerza.

Las primeras armonicas de las etapas del proceso no son aditivas totalmente, es decir, no son lineales, el proceso de interacción de las diferentes contribuciones no es fácil de conocer.

El análisis vectorial requiere de tiempo, cada estudio se efectúa en aproximadamente 16 horas, ésto para evaluar el impacto de un solo componente. Por lo que se requiere de una cantidad considerable de recursos en maquinaria y personal para efectuarlos.

Solución Sistemática de Problemas

Se obtuvo resultados buenos con la aplicación de esta metodología para el problema de reclamos de la llanta Chrysler. El ordenamiento de ideas ha sido fundamental para poder "aterrizar" un sin número de complejas situaciones que tenía la producción de esta llanta. Es importante realzar la formación y desenvolvimiento de las personas involucradas en este proceso trabajando como un equipo de alto desempeño.

Ventajas

Se obtiene resultados, se resuelve problemas o mejora procesos.

Es fácil de utilizar.

Se crea sinergia de equipo.

Se crea buen ambiente de trabajo.

Se emplea poco tiempo en su aplicación.

Es de bajo costo, no requiere de elementos especiales.

Nos sirve para identificar lo que hemos hecho bien y mal en el proceso y corregir los puntos débiles.

Lo aprendido podemos aplicarlo en otras situaciones similares.

Desventajas

Ninguna

8.- CONCLUSIONES

Las Técnicas que se presentan en ésta memoria son eficaces para la mejora de los procesos de producción de llantas en la industria. Como ha sido utilizado en la planta de Goodyear Oxo en México.

La técnica para la mejora de uniformidad radial a través del análisis vectorial nos ayuda a identificar cuales son los procesos o componentes que tienen mayor contribución a la variación de fuerza total de la llanta y además podemos conocer su localización. Esto nos ayuda a, en primera, tomar acciones para reducir el impacto de éstos componentes con magnitud alta y por otro lado, a ajustar el balanceo de los componentes para oponer los vectores y tener una resultante menor magnitud. De ésta forma podemos tener reducciones de hasta 5 libras fuerza en Variación de Fuerza Radial de las llantas, con lo cual podemos satisfacer en mejor manera a nuestros clientes.

La metodología para la solución sistemática de problemas nos ayuda a poner en orden los problemas y a hacer los planteamientos adecuados para encontrar las causas de los mismos. También nos ayuda a analizar y tomar decisiones acertadas y a implementar estas decisiones adecuadamente para finalmente obtener los resultados esperados. El trabajo de equipo que se requiere en ésta metodología es importante, ya que se toman decisiones de consenso y ésto genera participación, entusiasmo y sinergia entre las personas integrantes del equipo. La solución sistemáticas de problemas da resultados, no sólo en la industria de manufactura de llantas, sino en cualquier otro tipo de problema que se analice.

La solución al problema de Balanceo con la armadora Chrysler, generó una gran confianza por parte de Chrysler, lo cual ha sido importante para mantener e incluso incrementar los negocios de exportación a los Estados Unidos. Actualmente la imagen de calidad de las llantas de Goodyear están en un nivel alto.

Por otra parte, los conceptos de administración de planta que incluyo en ésta memoria los considero de utilidad en cualquier tipo de empresa. Aplicados en forma correcta deberán hacer de quien la utiliza una empresa próspera que logra el equilibrio y satisfacción de sus tres integrantes, los accionistas, los clientes y los asociados.

BIBLIOGRAFIA

The Legend of Goodvear, the first 100 years

Jeffrey L. Rodengen

1997

Write Stuff Syndicate

The Goodyear Story

Maurice O'Reilly

1983

Benjamin Company Inc.

The Tire as a Vehicle Component

Gerald R. Potts

Measurement Systems Inc.

Exceptional Management Practices

1985

Forum Corporation of North America

Que es Goodyear

1998

Centro de Capacitación de Goodyear Oxo

Baseline, la clave de nuestro futuro

Eduardo Hyatt

Goodyear Oxo

Global Waveform Analysis 23.0 Training Manual

Rene Borman & Fernand kneip

Goodyear Research Luxembourg

Solución Sistemática de Problemas

Mario Santa Cruz, Domingo Tuch

Capacitación Goodyear Guatemala

Trabajo Sistemático en Equipo

1994

Propiedad Literaria Business Proceses Inc.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN