

INSTITUTO ARGENTINO DE PROFESORES UNIVERSITARIOS DE
COSTOS

XLIII CONGRESO ARGENTINO DE PROFESORES UNIVERSITARIO
DE COSTOS

LOS PROCESOS EN LA INDUSTRIA DE SUSPENSIONES
NEUMATICAS

“El inicio de un largo camino”

Categoría propuesta: Estímulo a la participación

Autor: Rodrigo Pedraza (Socio ex alumno de posgrado)

Rosario, Noviembre de 2020

INDICE

Resumen	2
Conociendo la Empresa.....	3
Los Productos.....	3
Cámaras o fuelles de convoluciones.....	4
Cámaras o fuelles tubulares	4
Unidad Completa Sellada de Convoluciones (USC).....	5
Unidad Completa Sellada Tubular (UST) y Cónica (USTC)	6
Unidad Completa Desarmable de Convoluciones (UDC)	6
Unidad Completa Desarmable Tubular (UDT) y conica (UDTC).....	7
Complementos y Accesorios.....	8
Descripción del Producto	8
Descripción de los Procesos Productivos	9
Proceso Mecanizado	9
Proceso Vulcanizado	10
Proceso Despacho.....	12
Asignacion de tiempos de fabricación y materiales.....	14
Cuestiones pendientes de análisis.....	16
Conclusion.....	18
Bibliografía.....	19

ANALISIS DE LOS PROCESOS EN LA INDUSTRIA DE SUSPENSIONES NEUMATICAS

El inicio de un largo camino

Categoría propuesta: Estímulo a la participación

RESUMEN

La intención de este trabajo es abordar, desde mi primera experiencia en este tipo de industria, el proceso completo de la fabricación de un modelo de fuelle neumático utilizado en los camiones de transporte de carga.

Este modelo nace como una alternativa de fabricación nacional compitiendo con modelos importados, pero con una diferenciación importante: la posibilidad de producir una pieza desarmable, con mayor tiempo de duración de sus componentes. En mercados internacionales, la unidad se fabrica en forma sellada, es decir, que ante la necesidad de su reposición, ya sea por rotura o por perder su potencialidad como consecuencia de su uso, la unidad sellada se cambia directamente por otra. Esta alternativa vino a solucionar, en alguna medida, la disminución del costo de reposición. Generalmente lo que primero ocurre es la rotura del fuelle de caucho, no así el resto de los componentes, lo que permitió que la unidad desarmable cumpla su función de seguir utilizando las partes en buen estado y cambiar aquellas que sean necesarias. Los usuarios, camiones, maquinaria agrícola, por ejemplo, han encontrado en estos productos una alternativa viable, que mantiene sus prestaciones y reduce costos asociados.

En el estudio de estos procesos se busca lograr una adecuada presentación de la información obtenida para que el empresario pueda determinar de manera clara y con el mayor grado de exactitud posible, los costos que intervienen en cada uno de ellos, y brindarles herramientas de gestión en las que puedan apoyarse en el proceso de tomas de decisiones.

Digo que es el inicio de un largo camino, porque el objetivo que se busca es costear la totalidad de los productos que la empresa fabrica. Dentro de esta amplia gama, se observan cierta complejidad en los procesos. Existen productos con procesos de fabricación secuenciales, otros con sub-procesos paralelos y sub-procesos secuenciales. Dadas las múltiples alternativas de producción con que se maneja la empresa, dependerá de cómo los factores son aplicados de una manera u otra y cómo los procesos se predisponen para la obtención del producto final.

Dentro del contexto en el que hoy nos encontramos como consecuencia de la pandemia mundial, cabe mencionar que la empresa, pudo reabrir luego de casi 2 meses de permanecer cerrada, bajo un estricto protocolo sanitario, lo que motivó a interrumpir el trabajo iniciado hasta que estén dadas las condiciones para retomar el mismo. Por tal motivo se expondrá el seguimiento de un producto puntual que fue encomendado que derivó en un mapeo general de los procesos y de la determinación del costo de producción.

CONOCIENDO LA EMPRESA

La empresa bajo análisis, es una organización industrial y comercial dedicada a la fabricación y comercialización de cámaras de aire para suspensiones neumáticas de vehículos automotores de transporte y carga, que desarrolla sus actividades en la ciudad de Rosario (Santa Fe) con una amplia red de distribuidores en la República Argentina y otros países de Sudamérica.

El comienzo de las actividades se ubica a principios del año 2000 fabricando sólo las cámaras (o fuelles) de goma y tela propiamente dichas como parte de los conjuntos (o equipos) que constituyen los depósitos de aire de la suspensión del vehículo. Luego, a partir del año 2001 se incorporaron las máquinas y equipos necesarios para desarrollar los procesos de fabricación metal-mecánicos comenzando a fabricar integralmente los depósitos como unidades estándar y listas para montar en los vehículos, con una nutrida línea de modelos.

Actualmente el lugar físico en que funciona la empresa ocupa un extenso predio de unos 1800 m² y brinda empleo a un plantel que oscila en unas 30 personas para atender las actividades de dirección, gestión, supervisión, producción y control, con probada idoneidad y seguridad, a partir de un apropiado nivel de conocimiento de los procesos que se desarrollan y una permanente capacitación para mantener actualizados y con óptima calidad a sus productos posicionándolos en el mejor lugar de las preferencias para el grupo de usuarios que lo demandan.

A lo largo del tiempo han logrado obtener un producto de alta calidad, de excelentes prestaciones y con equipamiento único dada la idoneidad de uno de sus dueños, de profesión matricero, que ha logrado idear máquinas vulcanizadoras (que no se consiguen en el mercado) adaptables a diferentes productos.

LOS PRODUCTOS

Actualmente los productos que se fabrican son los siguientes:

- Cámaras o fuelles
 - De convoluciones
 - Tubulares

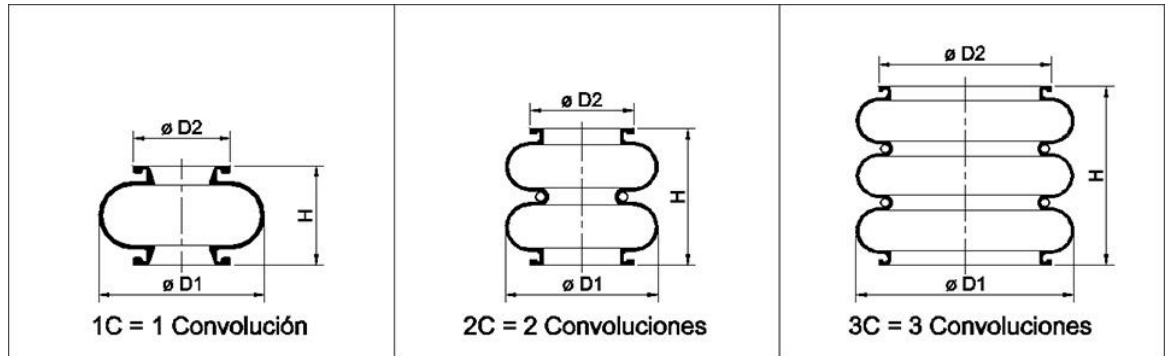
- Unidades completas
 - Selladas
 - De convoluciones (USC)
 - Tubulares (UST)
 - Desarmables
 - De convoluciones (UDC)
 - Tubulares (UDT)

- Complementos y Accesorios
 - Tapas
 - Bidas
 - Bases
 - Platinas Superiores e Inferiores
 - Tacos de rebote

CAMARAS O FUELLES DE CONVOLUCIONES

Descripción: Este elemento es un fuelle propiamente dicho, de contorno circular. La línea estándar tiene cámaras de 1, 2 o 3 convoluciones o lóbulos. La utilización de uno u otro depende del diseño de la suspensión que utilizan las diferentes marcas de vehículos y la capacidad de carga de los mismos.

Aplicaciones: Se lo emplea frecuentemente en camiones, ómnibus y otros vehículos, como amortiguadores de vibraciones y mecanismos levanta ejes. También se los utiliza como elementos anti vibratorios de máquinas industriales pesadas por su capacidad de amortiguación.



Ref.:

H = altura

D1 = diámetro del fuelle

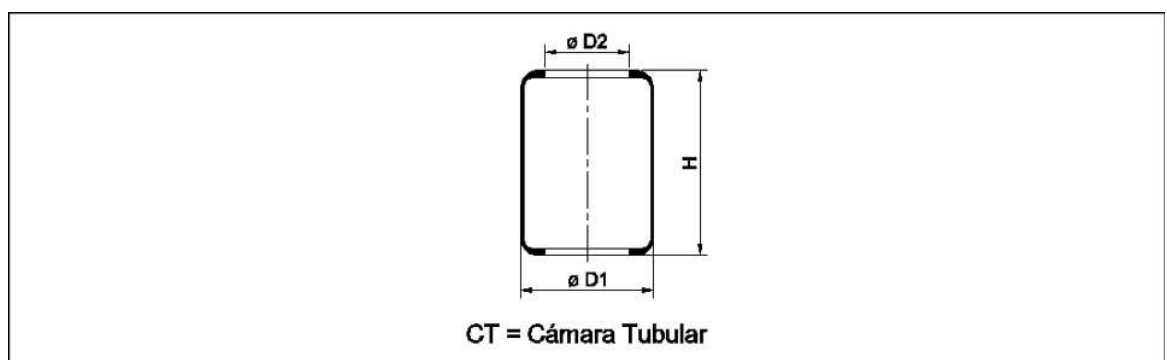
D2 = diámetro exterior de boca

CAMARAS O FUELLES TUBULARES

Descripción: Este fuelle tiene un contorno en forma tubular, con dos modelos, uno en forma de tubo y otro cónico. No tiene cámaras de convoluciones o lóbulos. La utilización de uno u otro depende del diseño de la suspensión que utilizan las diferentes marcas de vehículos y la capacidad de carga de los mismos.

Aplicaciones: Se lo emplea frecuentemente en camiones, ómnibus y otros vehículos, como amortiguadores de vibraciones y mecanismos levanta ejes. También se los utiliza como elementos anti vibratorios de máquinas industriales pesadas por su capacidad de amortiguación.

FUELLE TUBULAR



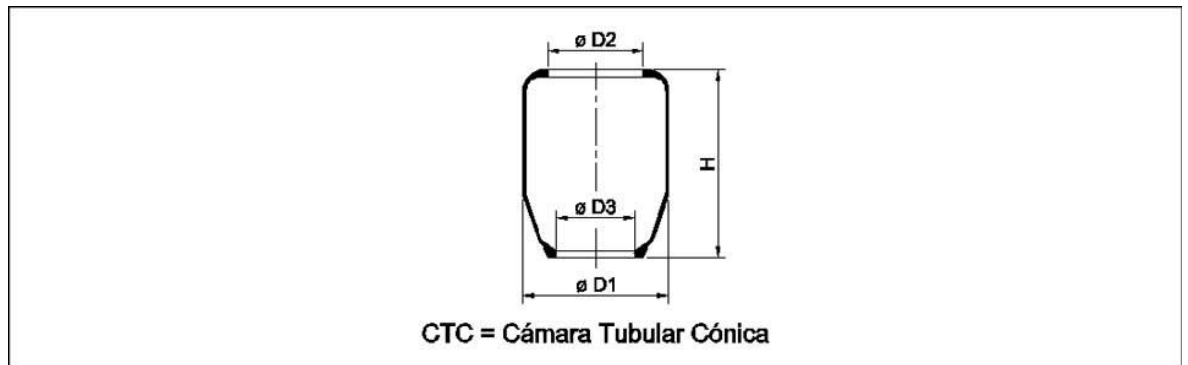
Ref.:

H = altura

D1 = diámetro del fuelle

D2 = diámetro interior de boca

FUELLE TUBULAR CÓNICO



Ref.:

H = altura

D1 = diámetro del fuelle

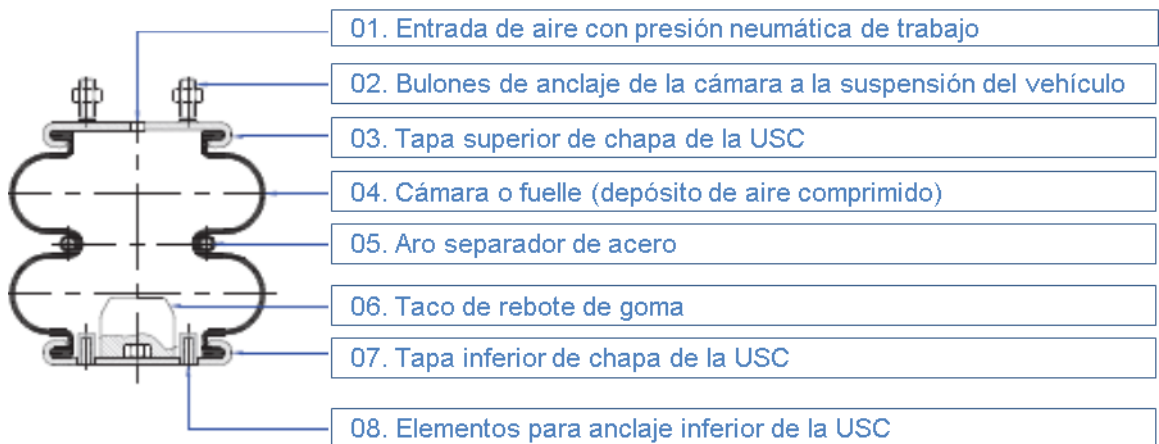
D2 = diámetro interior de boca superior

D3 = diámetro interior de boca inferior

UNIDAD COMPLETA SELLADA DE CONVOLUCIONES (USC)

Descripción: Es un depósito de aire completo, integrado y armado por el fuelle de convoluciones con tapas "selladas" formando una unidad lista para ser montada en el vehículo. Las tapas están provistas de los elementos necesarios para la entrada-salida de aire y el anclaje al vehículo y son de distintos tipos para cubrir una amplia gama de vehículos, marcas y mecanismos de suspensión. La línea estándar se ha desarrollado para fuelles de 2 o 3 convoluciones o lóbulos y está abierta a la incorporación periódica de nuevos modelos.

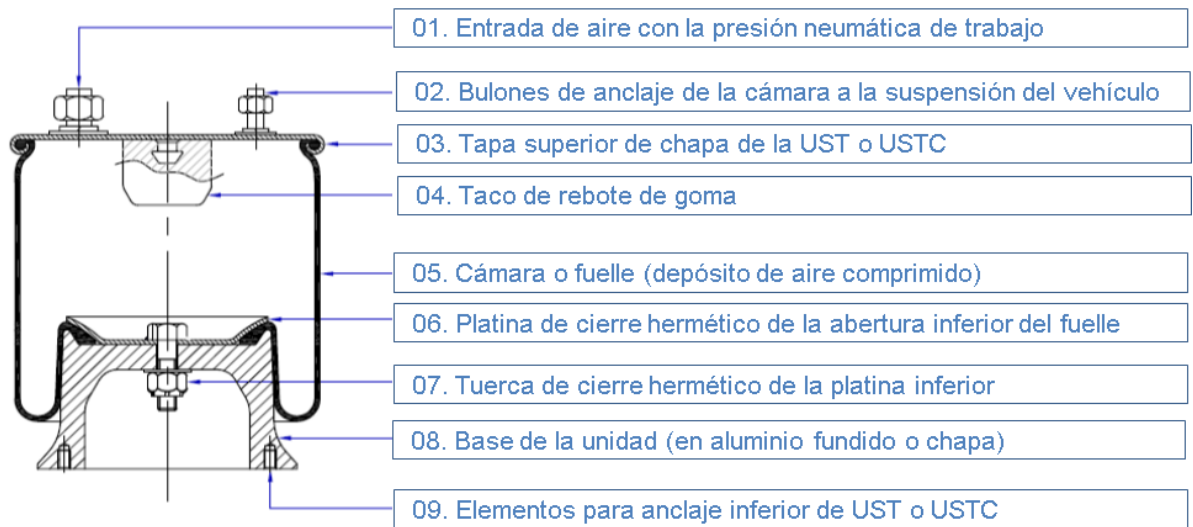
Aplicaciones: Se lo emplea frecuentemente en los sistemas de suspensión neumática de camiones, ómnibus y otros vehículos utilitarios de la industria agrícola, vial, minera, etc.



UNIDAD COMPLETA SELLADA TUBULAR (UST) Y CONICA (USTC)

Descripción: Es un depósito de aire completo. La unidad está integrada por el fuelle tubular, "sellado" por una tapa superior, cerrado herméticamente con platinas inferiores, y luego montado sobre la base de aluminio que cumple la función de pistón en la que se enfunda y desenfunda el fuelle como un diafragma durante el trabajo. En la tapa y la base tienen los elementos necesarios para la entrada-salida de aire y el anclaje al vehículo. Las partes de la UST son de distintos tipos para cubrir una importante gama de vehículos, marcas y mecanismos de suspensión.

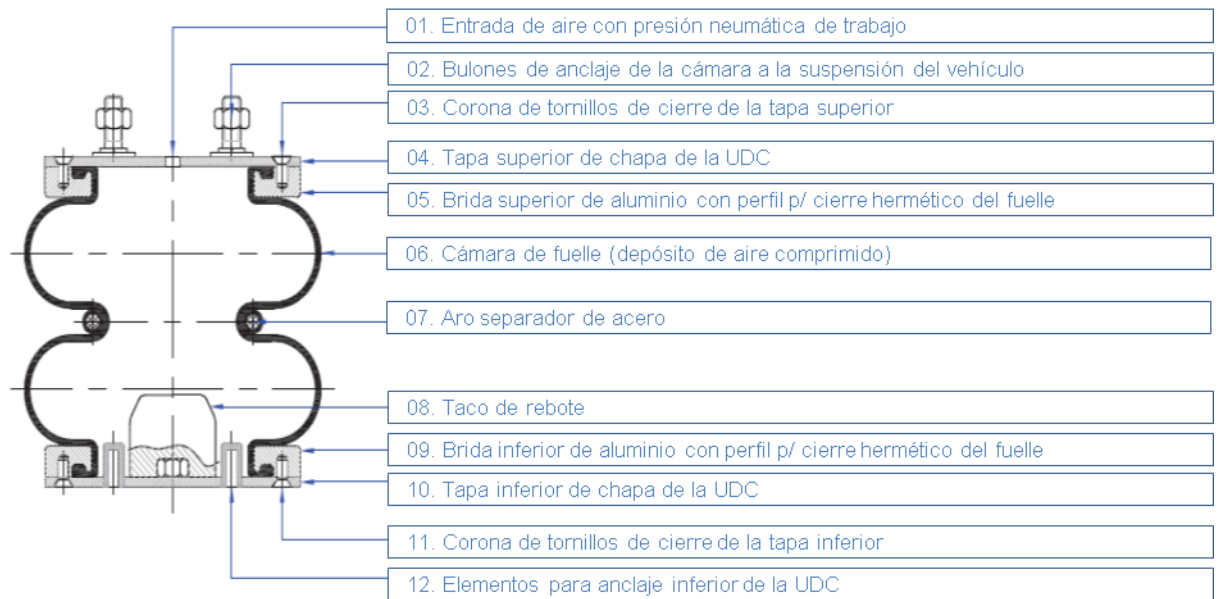
Aplicaciones: Se lo emplea en prácticamente todos los sistemas de suspensión neumática de camiones, ómnibus y otros vehículos utilitarios para la industria agrícola, vial, minera, etc.



UNIDAD COMPLETA DESARMABLE DE CONVOLUCIONES (UDC)

Descripción: Es un depósito de aire completo, integrado y armado por el fuelle de convoluciones con tapas atornilladas a bridas metálicas formando una unidad lista para ser montada en el vehículo. En este producto se puede cambiar el fuelle de goma con piezas de repuestos. Las tapas están provistas de los elementos necesarios para la entrada-salida de aire y el anclaje al vehículo; y son de distintos tipos para cubrir una amplia gama de vehículos, marcas y mecanismos de suspensión. La línea estándar se ha desarrollado para fuelles de 1, 2 o 3 convoluciones o lóbulos.

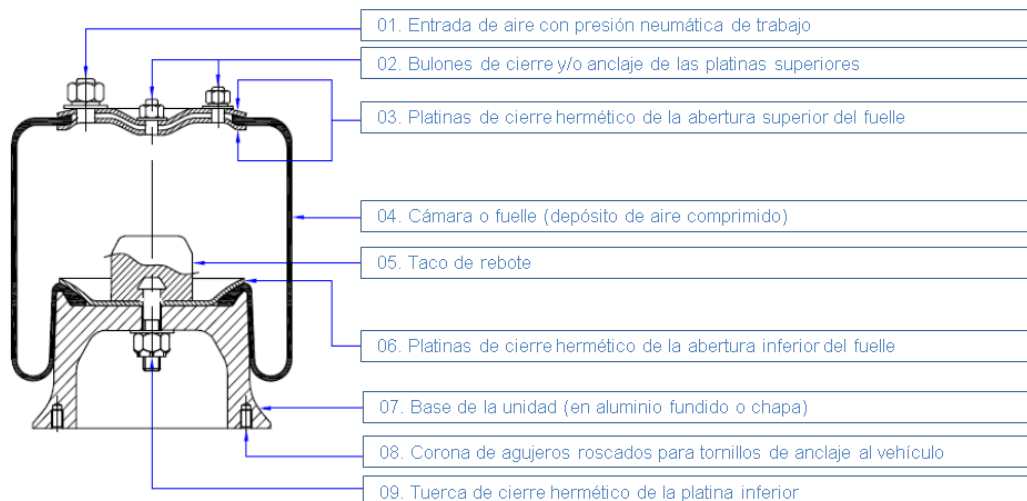
Aplicaciones: Se lo emplea frecuentemente en los sistemas de suspensión neumática de camiones, ómnibus y otros vehículos utilitarios de la industria agrícola, vial, minera, etc.



UNIDAD COMPLETA DESARMABLE TUBULAR (UST) Y CONICA (USTC)

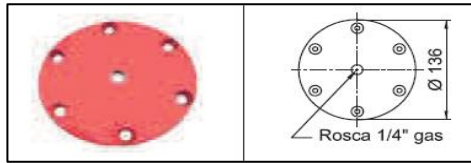
Descripción: Es un depósito de aire completo. La unidad está integrada por el fuelle tubular, cerrado herméticamente con platinas superiores e inferiores, y luego montado sobre la base de aluminio que cumple la función de pistón en la que se enfunda y desenfunda el fuelle como un diafragma durante el trabajo. En la tapa y la base tienen los elementos necesarios para la entrada-salida de aire y el anclaje al vehículo. Las partes de la UDT y UDTC son de distintos tipos para cubrir una importante gama de vehículos, marcas y mecanismos de suspensión.

Aplicaciones: Se lo emplea en prácticamente todos los sistemas de suspensión neumática de camiones, ómnibus y otros vehículos utilitarios para la industria agrícola, vial, minera, etc.

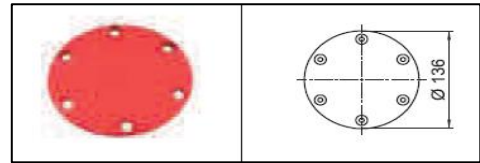


COMPLEMENTOS Y ACCESORIOS

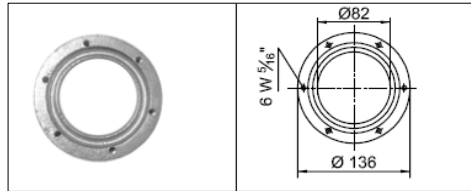
TAPA SUPERIOR



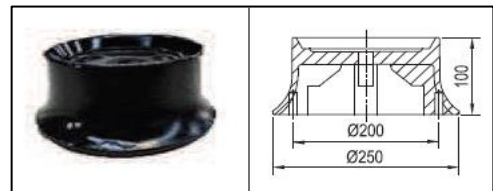
TAPA INFERIOR



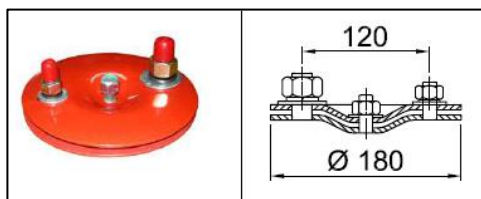
BRIDA



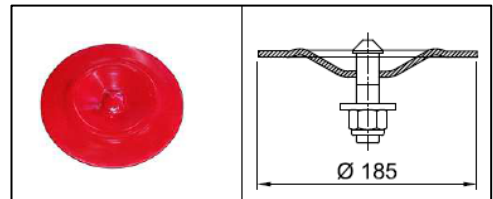
BASES



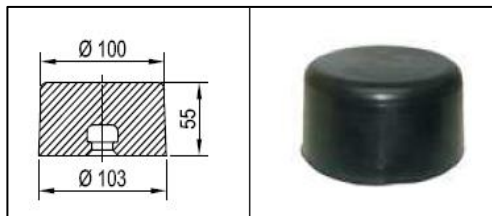
PLATINA SUPERIOR



PLATINA INFERIOR



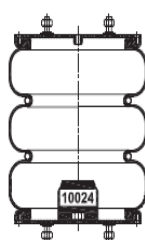
TACO DE REBOTE



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

En virtud de lo comentado al inicio, si bien los procesos son comunes a todos los productos, vamos a concentrar el análisis y el seguimiento en uno en particular que fue encomendado por la empresa, la unidad desarmable de convolución (UDC) 3C333-355 Tipo 1.

Codificación del producto



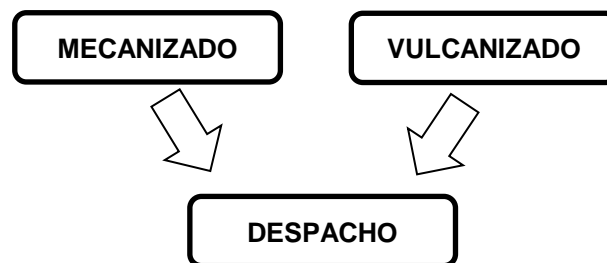
Cámaras. Ejemplo: 3C333-355 UD Tipo 1	3C	333	355	UD	Tipo 1
Número de convoluciones	←				
Código interno	←				
Ø exterior de cámara en mm	←				
Sigla de "unidad desarmable" para identificar UDC	←				
Indica tipo de anclaje y otros componentes de la tapa s/ modelo vehículo	←				

Para la fabricación de éste modelo puntual de fuelle como así también para los otros modelos, ya sean cámaras de convoluciones, tubulares o cónicas, los dos insumos principales son el caucho y una tela similar a las utilizadas para la producción de neumáticos. La masa de caucho crudo se adquiere con un determinado compuesto químico en pallets de 100 kg. y la tela, llamada tela cort, en rollos de 385 kg. En cada proceso se irán sumando insumos y materiales para la conformación del producto final que se irán detallando a medida que vayamos describiendo cada uno de ellos.

DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

La empresa fabrica una amplia gama de productos los cuales, en función del modelo específico, recorren procesos productivos hasta llegar al producto deseado. Es un caso de producción múltiple alternativa donde los factores utilizados se aplican alternativamente a la fabricación de uno u otro modelo de producto.

Existen tres procesos diferenciados:



Dependiendo del modelo de producto a fabricar, estos procesos pueden ser secuenciales, paralelos o una combinación de ambos.

PROCESO MECANIZADO

Las operaciones que intervienen son:

- **Prensado:** se cuenta con una prensa hidráulica con distintos tipos de matrices de acuerdo a cada producto. Aquí se le da la forma a las tapas superiores e inferiores de 4 mm de espesor y de 325 mm de diámetro que se utilizarán en las cámaras o fuelles de la unidad desarmable. Las chapas utilizadas son adquiridas a distintos proveedores según cada modelo, de acuerdo a su tamaño y medida. Aquí interviene un operario donde manualmente, mediante la ayuda de una apiladora hidráulica, coloca la matriz en la prensa para iniciar el prensado. Una vez colocada la matriz, se colocan las chapas de manera manual sobre una base moldeada y se presan hasta el punto donde se logra la forma deseada.
- **Biselado:** la máquina utilizada en esta etapa es un torno, donde se colocan las tapas, haciéndolas girar al mismo tiempo que un dispositivo de corte desbasta las asperezas del contorno de la chapa. Un operario coloca las tapas manualmente ajustándolas con una prensa.
- **Agujereado de tapas:** una vez que las tapas superiores e inferiores son biseladas, se colocan en una máquina, de a una por vez, dentro de un molde

según el diámetro y con un adaptador que tiene una cantidad de mechas prefijadas, se agujerean al mismo tiempo según la cantidad de orificios, en este modelo son 12. Interviene un operario colocando y retirando de forma manual las tapas y controlando la presión adecuada de agujereado con el fin de evitar el quiebre de las mechas. A la tapa superior se le hace un orificio adicional correspondiente a la entrada de aire de ¼ “.

- **Agujereado y roscado de bridas:** mediante ésta máquina se agujerean las bridas que serán utilizadas en las unidades desarmables de convoluciones (UDC) o comercializadas individualmente como componente de la unidad desarmable. Las mismas son de aluminio con 325 mm de diámetro, están pintadas y son adquiridas a un proveedor específico de este tipo de productos. Utilizan mechas especiales fijadas a un adaptador similar al utilizado en la etapa anterior, que agujerean al mismo tiempo los 12 orificios. Cumplido este paso, se cambia el adaptador de mechas y se colocan las que son de roscado final donde luego irán los tornillos de ajuste. Generalmente es el mismo operario que se encarga de realizar esta tarea.
- **Soldado de tapas:** en esta etapa se le sueldan a las tapas superiores e inferiores los elementos de anclaje al vehículo que consisten en unos bulones de ½” – 13, a la tapa superior una tuerca tipo SN 14 en la entrada de aire y a la tapa inferior SN 10 para anclaje del taco de rebote. Se utiliza un máquina automática que suelda al vacío de a un bulón por vez y luego la tuerca. Esta automatización permite una soldadura uniforme y sin fisuras alrededor de los bulones. La misma es operada por un soldador que fija manualmente las tapas a una base de forma circular que gira para que se vayan soldando los anclajes.
- **Soldado de lingas:** la linga, es un cable de acero de 5 mm de diámetro, y es utilizada como un insumo para la elaboración de los fuelles en una etapa de un proceso posterior. Se sueldan los extremos de las lingas de 85 cm de largo manualmente por un operario utilizando un equipo soldador estándar y una varilla de bronce de 2 mm para sellarla, de manera de obtener un aro linga de 275 mm de diámetro. Cada fuelle lleva 2 aros ubicados en las bocas para darle rigidez.

La empresa terceriza el pintado de las tapas, tanto inferiores como superiores, una vez que las mismas finalicen el soldado de los bulones y la tuerca. Este servicio de pintura lleva un proceso de pintura anticorrosiva para luego darle el color deseado.

También se terceriza el servicio de rebajado de las mechas para agujerear las bridas y las tapas. Las mechas que se adquieren vienen de un determinado diámetro y el rebaje consiste en limar esas mechas para la medida justa del diámetro de los agujeros de las bridas y las tapas.

PROCESO VULCANIZADO

Este proceso lleva a cabo simultáneamente con el anterior. Esto se debe a que en dichos procesos se involucran productos cuya elaboración empieza y termina dentro del proceso y se transforma en un producto terminado con capacidad de comercializarse individualmente o en conjunto con otros productos para formar un modelo completo; es el caso del producto que estamos costeadando.

- **Corte:** en esta etapa comienza a cortarse la tela que se utilizará en el armado de los fuelles. Por medio de una máquina cortadora, en un extremo se coloca el rollo de tela en un rodillo y se extiende la misma sobre una mesa. Un brazo con un

disco de corte recorre, con un determinado ángulo, de punta a punta el ancho de la tela y va cortando los paños de acuerdo con la medida del modelo, en este caso, de 85 cm de ancho y 156 cm de largo y un ángulo de 68°. Intervienen dos operarios que van controlando los cortes y apilando los paños cortados.

- **Laminado:** el caucho crudo se incorpora a una máquina laminadora que tiene dos rodillos. Tiene un tiempo de puesta a punto para que los rodillos alcancen la temperatura necesaria antes de incorporar la masa cruda de caucho. Ambos rodillos se regulan de manera de obtener el espesor de las láminas de caucho. Una vez que pasa por los rodillos un operario extrae y corta las láminas según la medida especificada; en nuestro modelo de fuelle se utilizan dos láminas de caucho, una interior con un espesor de 2.5 mm, 70 cm de ancho por 80 cm de largo y otra exterior de 1.3 mm de espesor y de 60 cm por 80 cm. Tanto las medidas de ancho como de largo se ajustan a la medida final en la etapa siguiente. Se observó que el operario extrae y corta las láminas manualmente y prácticamente “a ojo”, y como se verá en la etapa siguiente, no existen desperdicios de caucho crudo ya que el rezago que queda se vuelve a reprocesar. Para ambas láminas, se procesa la masa de caucho a demanda para el armado de los fuelles y por lotes según su espesor, es decir se irán laminando las de 2.5 mm o las de 1.3 mm de acuerdo a la producción programada. Se prepara también láminas de aproximadamente 2,700 kg para los tacos de rebote utilizados en las unidades desarmables, y cada lámina rinde 5 tacos de 550 gramos cada uno y se hacen rollos de 55 x 15 cm.

Un tema delicado en este proceso es el tratamiento de adquisición del caucho, ya que es difícil stockearlo en grandes cantidades debido a sus compuestos químicos, que poseen una cualidad de aceleración para su posterior vulcanización. Por tal motivo se van suministrando semanalmente las cantidades necesarias de acuerdo a los programas de producción, para evitar que se prevulcanice y altere su composición al momento del horneado, provocando problemas de calidad como roturas, resquebrajados o mala cocción de los fuelles.

- **Armado:** en este sector existen 5 estaciones de armado de cámaras o fuelles, cada una atendida por un operario armador. Es un trabajo totalmente manual que se vale del conocimiento y experiencia del armador donde le va dando forma al fuelle. En esta etapa los insumos involucrados provienen del proceso de mecanizado, los aros lingas, y de las etapas de corte y laminado, los paños de tela y las láminas respectivamente. La máquina de armado semiautomática funciona con aire comprimido y tiene varios rodillos de acero en forma de cilindro con diferentes diámetros en virtud de cada modelo. Previamente se coloca un molde, el cilindro mencionado, del diámetro correspondiente para nuestro modelo. El armador corta el paño de tela de 85 cm de ancho y 156 cm de largo en dos partes, de modo de obtener dos paños iguales de 85 cm de ancho y 78 cm de largo. También corta las láminas interior y exterior de caucho, rectificando sus medidas de acuerdo a lo especificado, la interior de 67 cm de ancho por 77 cm de largo y la exterior de 58 cm por 77 cm. No existen desperdicios ya que el sobrante de caucho después de los cortes se separa para ser reprocesado nuevamente en la etapa de laminado. Se cortan aquí mismo unas tiras de caucho de dos medidas que se colocarán en los fuelles, a modo de refuerzo, unas de 2.5 mm de espesor y de 2.5 cm de ancho por 79 cm de largo y otras de 1.3 mm de espesor y de 5 cm de ancho y 79 cm de largo. Cada fuelle llevará dos tiras de cada una. En el armado del fuelle, alrededor del cilindro antes mencionado, se colocarán tres capas en el siguiente orden: lámina-telas-lámina. En primer lugar se coloca la lámina interior cubriendo la totalidad del molde en forma de tubo, luego en cada punta se colocan los aros lingas, uno en cada boca, se doblan los extremos de la lámina cubriendo los aros y se refuerza esa unión con las tiras de 2.5 mm. Paso

siguiente se colocan los dos paños de tela de forma superpuesta, de manera de cubrir totalmente el cilindro y se le pasa un rodillo que automáticamente presiona de punta a punta las uniones para que queden bien selladas. Por último se coloca la lámina exterior de caucho y las tiras de 1.3 mm de espesor, ambas a 11,5 cm de cada extremo, que servirán para marcar los aros que le darán la forma de lóbulos al fuelle en la vulcanización.

- **Horneado:** este sub-proceso es, de alguna manera, el alma de la empresa. Aquí se han organizado distintas estaciones de vulcanizado, con diferentes hornos hechos a medida de acuerdo a cada modelo de fuelle, ya sea tubular, cónico o, como nuestro caso de estudio, de convoluciones. Estos hornos, que a una temperatura determinada y por cierto tiempo, vulcaniza o “cocina” el fuelle crudo proveniente de la etapa anterior. Se apoyan sobre una estructura de caños y cuentan una matriz fabricada enteramente en la fábrica a medida y de manera artesanal, donde una vez introducido el fuelle se le inyecta aire para darle la forma deseada a medida que se va vulcanizando. Nuestro modelo tiene ocho resistencias que se encargan de, mediante el uso de electricidad, llevar la temperatura de la matriz a 140° constantes durante los 30 minutos necesarios para la cocción total. Posee un regulador automático de la temperatura para mantenerla constante durante este tiempo. Es sumamente importante que así suceda, de lo contrario, se corre el riesgo de que al finalizar el tiempo de cocción el fuelle salga crudo, perdiendo de esta manera toda su potencialidad, transformándose en un desperdicio sin ningún tipo de recupero, ya que una vez vulcanizado no tiene ningún valor de uso ni reproceso alguno. Un operario se encarga de ir preparando el fuelle recibido de la etapa previa de armado, de modo de dejarlo preparado para colocarlo en el horno. Para ello coloca 2 aros recubiertos con tiras de caucho sobre las tiras de caucho colocadas a 11.5 cm de los extremos. La finalidad es estos aros es que al momento de que el fuelle se va vulcanizando y va ingresando aire, va adoptando la forma de convolución con los 3 lóbulos o “panzas”. Al colocar dos aros, y bajo la presión se forman los 3 lóbulos, quedando la pieza conformada y vulcanizada al término del tiempo de cocción. Finalmente se retiran del horno, se le extraen las rebarbas de caucho vulcanizando, y pasan al siguiente proceso.

También se hornean los tacos de rebote en una máquina vulcanizadora de similares características a la de los fuelles, con la distinción de que cambia la matriz, con un molde dónde caben los 5 rollos de caucho. Al colocar los rollos de caucho crudo en la matriz, se coloca un tornillo en cada rollo que al vulcanizarse quedará compactado en el taco y servirá de anclaje a la tapa inferior de la unidad.

PROCESO DESPACHO

Aquí, de alguna manera, convergen los dos procesos anteriores. Aquí llegan los diferentes productos tanto del proceso mecanizado como del vulcanizado, dónde de manera individualizada o en conjunto, quedarán a disposición para su posterior comercialización. Se almacenan en estanterías organizados por artículos. Según su destino, se almacenan como repuestos o como unidades conjuntas funcionales. Estas últimas requieren de etapas de armado y pruebas de control de calidad para que estén en condiciones de ser despachadas o almacenadas. Según nuestro modelo de estudio, a este proceso llegan los diferentes productos que por su naturaleza y de acuerdo a su destino pueden ser intermedios o finales:

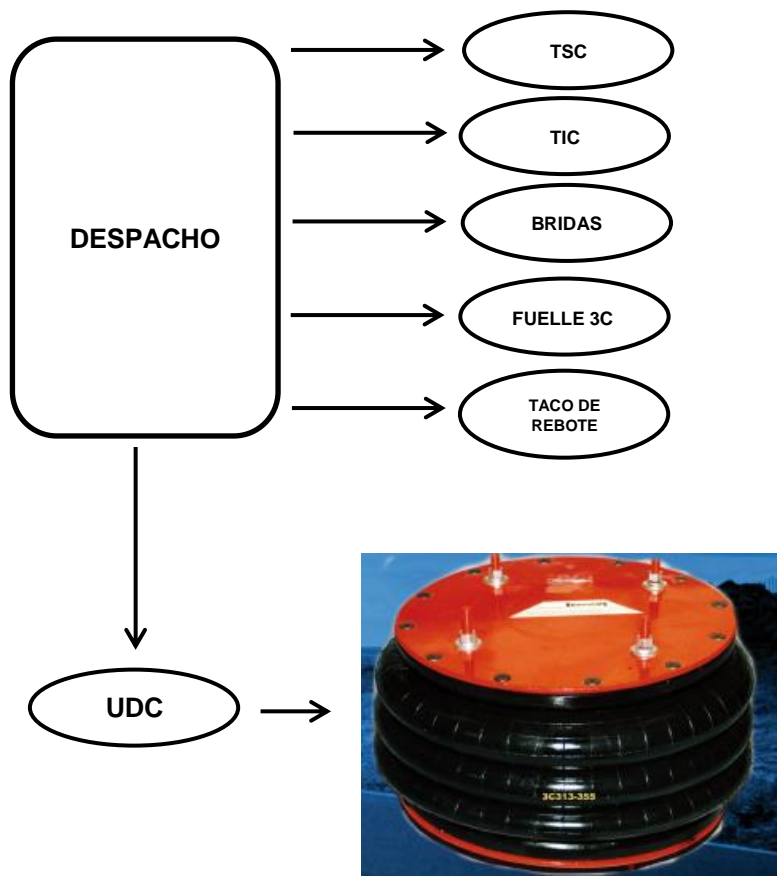
- de MECANIZADO
 - ✓ bridas conformadas

- de VULCANIZADO
 - ✓ fuelle vulcanizado
 - ✓ tacos de rebote

- del SERVICIO DE PINTURA (externo)
 - ✓ tapas superior e inferior pintadas

El armado de la unidad está a cargo de un de operario. Toma un fuelle, pincela con silicona las bocas y coloca las bridas en los extremos de las bocas. Cada brida tiene 12 agujeros. En la parte superior del fuelle, en cada agujero de la brida coloca una arandela grover de 5,16 x 3/4", luego la tapa superior e inserta y ajusta los tornillos hexagonales 5,16 x 3/4". Del mismo modo procede con la brida y la tapa inferior. Antes de colocar esta última, atornilla el taco de rebote en la parte interior de la tapa, que sirve como tope cuando el fuelle se contrae por el peso del acoplado. Una vez finalizado este primer armado, se controla que estén bien atornilladas ambas tapas, se infla la unidad con una presión de 60 libras y se realiza una prueba hidráulica, con el fin de detectar posibles fugas de aire. Pasada la prueba se colocan en cada uno de los bulones de anclaje de cada tapa una arandela plana de 1/2, una arandela grover de 1/2, una tuerca de 1/2 13 y 2 etiquetas, una de "ok" (que valida el control de la unidad) y otra de "precaución".

En éste último proceso finaliza la ruta por la cual se van combinando factores productivos para la fabricación de los siguientes objetos de costo:



Referencias:

- TSC: tapa superior convolución
- TIC: tapa inferior convolución
- FUELLE 3C: cámara de 3 convoluciones o lóbulos
- UDC: unidad desarmable de convolucion 3C 333-355 tipo 1

ASIGNACION DE TIEMPOS DE FABRICACION Y MATERIALES

Con respecto a la medición de tiempos, la empresa solicitó llevar adelante el estudio de los mismos en cada etapa de los procesos y observar los productos involucrados, y compararlos con los tiempos históricos registrados, con el objetivo de estandarizarlos. A continuación se exponen esas mediciones obtenidas de cada producto en los diferentes procesos:

Mediciones de tiempo - UDC 3C 333-355 tipo 1				
Producto	Proceso	Etapas	Operarios	Tiempo (Hs)
TSC	Mecanizado	Prensado	1	0,00475
		Bicelado	1	0,00756
		Agujerado	1	0,01000
		Soldado pernos	1	0,02153
		Soldado tuerca aire	1	0,00741
Sub-total TSC				0,05124
TIC	Mecanizado	Prensado	1	0,00475
		Bicelado	1	0,00756
		Agujerado	1	0,01000
		Soldado pernos	1	0,02153
		Soldado tuerca anclaje	1	0,00741
Sub-total TIC				0,05124
Brida	Mecanizado	Agujerado	1	0,01000
		Roscado	1	0,01528
Sub-total Brida				0,02528
Aro Linga	Mecanizado	Soldado	1	0,01463
Sub-total Linga				0,01463
Tela-cort	Vulcanizado	Corte	2	0,00751
Sub-total Tela-cort				0,00751
Taco de rebote	Vulcanizado	Laminado	1	0,62791
Sub-total Taco de rebote				0,62791
Fuelle	Vulcanizado	Armado	1	0,20296
		Horneado	1	0,50000
Sub-total Fuelle				0,70296
Unidad desarmable 3C 333-355 tipo 1	Despacho	Armado	1	0,13597
		Prueba hidráulica	1	0,04083
		Armado final	1	0,03778
Sub-total TIC				0,21458
Tiempo total				1,69534

Vale hacer una aclaración con respecto al sub-proceso LAMINADO: la empresa adquiere el caucho directamente laminado y cortado, según los espesores 1.3 mm y 2.5 mm de las láminas exteriores e interiores respectivamente para el armado del fuelle a una empresa zonal. Esto le permite poner en funcionamiento la laminadora sólo cuando existen problemas en la provisión de ésta láminas o ante faltante de las mismas si existe un aumento en la producción en caso de pedidos extraordinarios. Generalmente se lamina en la fábrica al caucho para la producción de los tacos de rebote. Para simplificar el análisis se toma en cuenta los tiempos de laminado para estos últimos.

Del listado de materiales se observó que existen insumos directos asignables a cada uno de productos que se fabrican pero también indirectos, que en primer término no son claramente identificables a cada producto, sino que son consumidos en cada una de las operaciones que intervienen, es decir, son directos a los procesos. De tal modo que, para éste producto en particular, dichos insumos no formaran parte del análisis, no porque no sean de significación, sino que considero que su tratamiento es mejor analizarlo a nivel global en cada proceso, como un

paso posterior al estudio de cada producto. De todos modos, se mencionan en el listado de insumos indirectos. Dicho esto, a continuación, se presentan los listados de materiales:

Lista de Materiales Directos - UDC 3C 333-355 tipo 1				
Producto	Mat. Prima	Unid. Medida	Desperdicio	Cantidad
TSC	Chapa 330 x 4 mm	Unidad	-	1
	Bulones ½ 13 de ¼"	Unidad	-	4
	Tuerca SN 14 Entrada aire sup.	Unidad	-	1
TIC	Chapa 330 x 4 mm	Unidad	-	1
	Bulones ½ 13 de ¼"	Unidad	-	4
	Tuerca SN 10 Anclaje taco rebote	Unidad	-	1
Brida	Brida aluminio pintada	Unidad	-	2
Aro Linga	Cable acero 5 mm	Metro	-	1,700
	Varilla bronce 2 mm	Kilo	-	0,014
Fuelle	Tela-cort c/ ángulo 68°	Kilo	0,100	1,800
	Lámina caucho int. 2,5 mm	Kilo	-	1,525
	Lámina caucho ext. 1,3 mm	Kilo	-	0,750
	Tira de caucho 2,5 mm	Kilo	-	0,140
	Tira de caucho 1,3 mm	Kilo	-	0,100
	Aros separadores	Unidad	-	2
Taco rebote	Lámina caucho	Kilo	-	0,550
	Bulones ½ 12 de ¼"	Unidad	-	1
Otros	Arandelas planas de ½	Kilo	-	0,105
	Tuercas de ½ 13	Unidad	-	8
	Arandelas grover de ½	Unidad	-	8
	Tornillos Hex. 5,16 x ¾	Unidad	-	24
	Arandelas grover de 5,16 x ¾	Unidad	-	24
	Etiqueta "ok"	unidad	-	1
	Etiqueta "precaución"	Unidad	-	1

Lista de Materiales Indirectos - UDC 3C 333-355 tipo 1		
Identificados en cada proceso		
Proceso	Mat. Prima	Forma de disposición
Mecanizado	Gas Indurmik (soldado tapas)	Tanque mezcla de 11 m ³
	Incerto para bicelar tapas	Unidad
	Mecha 9 ½ (agujereado brida)	Unidad
	Mecha 16" (agujereado tapas)	Unidad
	Alambre Lincoln (soldado tapas)	Tambor 125 Kg
	Acetanol (soldado lingas)	Tanque de 15 Kg
	Oxígeno (soldado lingas)	Tanque de 15 m ³
Vulcanizado	Desmoldante PEX 98	Bidones de 5 lts.
	Desmoldante LIN 55	Bidones de 5 lts.
	Solvente	Bidones de 5 lts.
	Cuchillas de corte caucho	Unidad
	Disco de corte tela	Unidad
Despacho	Cinta embalaje	Unidad
	Silicona	Bidón de un litro

En los que respecta al listado de materiales directos, identificados inequívocamente con el producto, no presenta mayores dificultades. Dónde se presenta mayor complejidad es en el

tratamiento de los costos variables indirectos representados en la última tabla, que cómo mencionamos anteriormente serían tratados a nivel global como insumos de cada proceso.

Identificada la cuantía de los materiales directos y los tiempos de la mano de obra de transformación, se confecciona una planilla del costo variable unitario dónde se vuelca la información de los componentes físicos y los monetarios. El objetivo planteado es que las cantidades físicas no varíen (excepto ante un cambio técnico) y se actualicen permanentemente los precios de los insumos.

Costo variable unitario - UDC 3C 333-355 tipo 1				
Producto	Mat. Prima	Comp. Físico	Comp. Monet.	Costo
TSC	Chapa 330 x 4 mm	1 unidad	\$ 255,00 /u	\$ 255,00
	Bulones ½ 13 de ¼"	4 unidades	\$ 5,75 /u	\$ 23,00
	Tuerca SN 14 Entrada aire sup.	1 unidad	\$ 17,85 /u	\$ 17,85
	Servicio pintura epoxi	1 unidad	\$ 34,30 /u	\$ 34,30
TIC	Chapa 330 x 4 mm	1 unidad	\$ 255,00 /u	\$ 255,00
	Bulones ½ 13 de ¼"	4 unidades	\$ 5,75 /u	\$ 23,00
	Tuerca SN 10 Anclaje taco rebote	1 unidades	\$ 2,19 /u	\$ 2,19
	Servicio pintura epoxi	1 unidad	\$ 34,30 /u	\$ 34,30
Brida	Brida aluminio pintada	2 unidades	\$ 285,00 /u	\$ 570,00
Aro Linga	Cable acero 5 mm	1,700 metros	\$ 25,20 /m	\$ 42,84
	Varilla bronce 2 mm	0,014 kilos	\$ 1.017,35 /kg	\$ 13,90
Fuelle	Tela-cort c/ ángulo 68°	1,800 kilos	\$ 140,00 /kg	\$ 252,00
	Lámina caucho int. 2,5 mm	1,525 kilos	\$ 183,60 /kg	\$ 279,99
	Lámina caucho ext. 1,3 mm	0,750 kilos	\$ 168,75 /kg	\$ 126,56
	Tira de caucho 2,5 mm	0,140 kilos	\$ 183,60 /kg	\$ 25,70
	Tira de caucho 1,3 mm	0,100 kilos	\$ 168,75 /kg	\$ 16,79
	Aros separadores	2 unidades	\$ 16,00 /u	\$ 32,00
Taco rebote	Lámina caucho	0,550 kilos	\$ 99,00 /kg	\$ 54,45
	Bulones ½ 12 de ¼"	1 unidad	\$ 6,60 /u	\$ 6,60
Otros	Arandelas planas de ½	0,105 kilos	\$ 125,50 /kg	\$ 13,18
	Tuercas de ½ 13	8 unidades	\$ 2,19 /u	\$ 17,52
	Arandelas grover de ½	8 unidades	\$ 0,99 /u	\$ 7,92
	Tornillos Hex. 5,16 x ¾	24 unidades	\$ 2,56 /u	\$ 61,44
	Arandelas grover de 5,16 x ¾	24 unidades	\$ 0,41 /u	\$ 9,84
	Etiqueta "ok"	1 unidad	\$ 0,99 /u	\$ 0,99
	Etiqueta "precaución"	1 unidad	\$ 2,07 /u	\$ 2,07
Sub total insumos				\$ 2.178,43
Tiempo mano de obra empleada		1,6953 horas	\$ 205,79 /h	\$ 348,89
COSTO UNITARIO VARIABLE				\$ 2.527,32

CUESTIONES PENDIENTES DE ANALISIS

Cómo primera consigna del objetivo planteado, se pudo avanzar en el análisis de los materiales utilizados y el estudio de los tiempos de fabricación en un producto insignia de la empresa. Es factible mejorar esta información ya que queda pendiente el análisis de los consumos de energía de los distintos equipos y herramientas que forman parte de los procesos productivos como así también sus depreciaciones.

En cuanto a la *energía eléctrica*, podemos decir que tiene un costo significativo en virtud de la potencia instalada de los equipos de producción y la utilizada para la iluminación del resto de la planta:

- Prensa
- Máquinas agujereadoras

- Biceladoras
- Soldadora
- Laminadora
- Máquinas vulcanizadoras (Hornos)
- Cortadora
- Máquinas armadoras

Bajo ciertas condiciones estos consumos de energía podrían tener cierto grado de direccionalidad hacia los productos. Actualmente la empresa, ante la difícil vinculación a los productos y los procesos, considera a la energía como un costo fijo, independientemente de que el servicio contratado tiene un componente fijo, dado por la contratación de la potencia adquirida, y otro variable por la energía activa consumida (es sus 3 horarios: valle, resto y pico), concentrando el estudio en el horario en que la fábrica desarrolla su actividad, que es el "horario resto" entre las 5 y 18 horas. Por tal motivo, para mejorar el análisis, se decidió colocar medidores en puntos estratégicos, para comenzar con las lecturas de consumos y luego ir rotando por las máquinas de cada proceso.

Un punto estratégico inicial de colocación de un medidor fue en el **horno prensa n° 23**, en el cual se vulcaniza el fuelle o cámara que forma parte de la UDC 3C 333-355 tipo 1. Este producto también se comercializa como fuelle neumático, es decir, separado de la UDC. Tiene un mercado cada vez más demandante, ya que como hemos mencionado con anterioridad, la función de comercializar la unidad desarmable permite a los usuarios adquirir los componentes que necesitan, sin recurrir al cambio completo de la unidad. De esta manera se puede adquirir solamente el fuelle para reponerlo y no así el resto de los componentes. Esta medición logró conocer el consumo de energía del fuelle vulcanizado. El horno se prende automáticamente todos los días de lunes a viernes una hora antes de la llegada del operario, de manera tal que, al comienzo de la jornada de trabajo, el horno alcance los 140° para comenzar el proceso de horneado. De los datos relevados surge lo siguiente:

- Un fuelle requiere 30 minutos de cocción, con un consumo de energía de 3.31 kw por hora.
- El horno funciona dentro del *horario resto* (de 5 a 18 hs.) cuyo costo es de \$2.26 por kwh.
- El costo unitario por producto en concepto de energía eléctrica es de \$3.74 (0.5 hs de cocción x 3.31 kw/h x \$2.26 por kwh).

Con este dato obtenido y los de tiempos de mano de obra y materiales, se confeccionó la planilla de costo variable unitario del fuelle 3C 333-355:

Costo variable unitario - Fuelle 3C 333-355						
Producto	Proceso	Etapas	Insumo	Comp. Físico	Comp. Monet.	Costo
Aro Linga	Mecanizado	Soldado	Cable acero 5 mm	1,700 metros	\$ 25,20 /m	\$ 42,84
			Varilla bronce 2 mm	0,014 kilos	\$ 1.017,35 /kg	\$ 13,90
						\$ 56,74
Fuelle	Vulcanizado	Armado	Tela-cort c/ ángulo 68°	1,800 kilos	\$ 140,00 /kg	\$ 252,00
			Lámina caucho int. 2,5 mm	1,525 kilos	\$ 183,60 /kg	\$ 279,99
			Lámina caucho ext. 1,3 mm	0,750 kilos	\$ 168,75 /kg	\$ 126,56
			Tira de caucho 2,5 mm	0,140 kilos	\$ 183,60 /kg	\$ 25,70
			Tira de caucho 1,3 mm	0,100 kilos	\$ 168,75 /kg	\$ 16,79
			Aros separadores	2 unids.	\$ 16,00 /u	\$ 32,00
						\$ 733,05
Sub total insumos						\$ 789,79
Aro Linga	Mecanizado	Soldado	Mano de obra	0,0146 horas	\$ 205,79 /h	\$ 3,01
Tela-cort	Vulcanizado	Corte	Mano de obra	0,0075 horas	\$ 205,79 /h	\$ 1,54
Fuelle	Vulcanizado	Armado	Mano de obra	0,7030 horas	\$ 205,79 /h	\$ 144,67
Sub total mano de obra empleada						\$ 170,37
Fuelle	Vulcanizado	Horneado	Energía eléctrica	1,655 kwh	\$ 2,26 /kwh	\$ 3,74
COSTO VARIABLE FUELLE						\$ 963,90

Respecto a las *depreciaciones*, considero el más complejo de los análisis. Los cálculos presentan dificultades para estimar su vida útil y por lo tanto la cuantificación de esa pérdida de potencialidad de ciertas máquinas. Algunas han sido adquiridas usadas, sin tener datos del fabricante en cuanto a sus especificaciones técnicas, y con su adecuado mantenimiento, siguen funcionando perfectamente a pesar de su antigüedad, como es el caso de la laminadora y de la prensa. En el caso de las máquinas vulcanizadoras el análisis es todavía más complejo. Estas son artesanales, hechas a medida e ideadas en la fábrica, lo que ha permitido lograr cierto secreto industrial, ya que no se consiguen en el mercado y por lo tanto no se vuelven obsoletas en el mediano plazo. Es más, hay vulcanizadoras con más de 15 años de uso, en las cuales solamente se realizan mantenimientos y reparaciones menores en sus componentes eléctricos. En consecuencia, se propuso un plan de relevamiento de las máquinas junto con un técnico electrónico especializado, para determinar qué componentes y materiales que se reparan con mayor habitualidad, para estimar los costos que intervienen en cada una.

En base a esta propuesta se está llevando a cabo un relevamiento de los materiales involucrados y de las horas de trabajo insumidas en la fabricación de un horno prensa para la producción de un nuevo modelo de fuelle que van a lanzar al mercado, lo que nos dará una idea del costo asociado a ese horno, para poder valorizarlo.

CONCLUSION

La intención del presente trabajo fue mostrar lo que se está llevando a cabo en una empresa relacionada a la fabricación suspensiones neumáticas. Parte de la información pudo ser actualizada y ordenada en función de las necesidades de información requeridas por parte de los dueños. El objetivo buscado es lograr una metodología de costos adecuada para que la empresa pueda llevar adelante una buena gestión, tan necesaria, sobretodo en estos tiempos que corren.

Queda mucho trabajar por hacer y la idea es acompañar desde nuestra disciplina en la implementación de herramientas que sirvan a la gestión de las empresas. El costeo de los productos, la identificación de los procesos, los análisis de tiempos, los cálculos de rentabilidad, entre otros, contribuyen a mejorar la calidad de la información y al proceso de toma de decisiones.

En el título del trabajo hago alusión al inicio de un largo camino. Intentar ser un profesional de costos no es tarea sencilla. Recuerdo en mi primera clase del posgrado en la Especialización de Costos y Gestión Empresarial, nuestro estimado profesor, Enrique Cartier, nos dijo que para "hacer costos" se requieren dos cualidades fundamentales: coraje y sentido común. Y así comencé a transitar en este largo camino. Un poeta italo-argentino, Antonio Porchia, escribió un interesante aforismo que dice: "El hombre quisiera ser un dios, sin la cruz", y razón tiene. Ser profesional en costos requiere eso, la cruz, es decir, el trabajo incansable, meterse en el barro, indagar, aprender, desconfiar, ensuciarse las manos...todo en pos del crecimiento profesional.

BIBLIOGRAFÍA

- Cartier, Enrique Nicolás. "Apuntes para una teoría del costo". Editorial La Ley. 1° Edición. CABA. 2017
- Yardín, Amaro. "El Análisis Marginal". Editorial Osmar D. Buyatti. 3° Edición. CABA. 2012
- Gestión de Empresas del Sector Industrial. Coordinador: Amaro Yardín. Editorial Osmar D. Buyatti. 1° Edición. Buenos Aires. 2015
- Oscar M. Osorio. "La capacidad de producción y los costos". Ediciones Macchi. 2° Edición. Buenos Aires. 1992
- Lucero, Beatriz Isabel; Luparia, Zulma Esther; Medina, Graciela Susana y Pérez Vaquer, Mauro Gabriel. "Costos para la Gestión". Universidad Nacional de la Pampa. 1° edición para el alumno. Santa Rosa. 2017