INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY
ESCUELA DE GRADUADOS EN ADMINISTRACION
Y DIRECCION DE EMPRESAS

# VIAS PARA MANTENER LA COMPETITIVIDAD DE METALSA: ESTUDIO DE LA TECNOLOGIA TAILOR BLANK Y EVOLUCION TECNOLOGICA DE CHASIS DE PICK-UP

## TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRO EN DIRECCION PARA LA MANUFACTURA

Por
JAVIER ZAMORA CARREÑO

MONTERREY, N. L. MAYO 2006

# INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

ESCUELA DE GRADUADOS EN ADMINISTRACION
Y DIRECCION DE EMPRESAS

VIAS PARA MANTENER LA COMPETITIVIDAD DE METALSA:
ESTUDIO DE LA TECNOLOGIA TAILOR BLANK Y
EVOLUCION TECNOLOGICA DE CHASIS DE PICK-UP

# TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
**MAESTRO EN DIRECCION PARA LA MANUFACTURA**

Por

JAVIER ZAMORA CARREÑO

MONTERREY, N. L. MAYO 2006

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

ESCUELA DE GRADUADOS EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

# VÍAS PARA MANTENER LA COMPETITIVIDAD DE METALSA: ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA TAILOR BLANK Y EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA DE CHASIS DE PICK-UP.

**TESIS**
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**
**PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:**
MAESTRO EN DIRECCIÓN PARA LA MANUFACTURA

Por:
Javier Zamora Carreño

Metalsa
*"Calidad como forma de vida"*

Monterrey, N. L., México. Mayo , 2006

**DEDICATORIA**

A mi esposa Dalila, cuyo amor, fuerza y cariño ha inspirado cada día de mi vida…

A mi hijo, Erick, cuya sonrisa y mirada ilumina mis días…

A mis padres, Alicia y Gustavo, por quererme y apoyarme en todo momento…

A mis hermanos, Gerardo y Gustavo, sin ellos no hubiera llegado a donde estoy…

Y a toda mi familia, por su amistad y apoyo a lo largo de estos años…

**AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a las siguientes personas su importante e imprescindible aportación y apoyo a este trabajo:

| | |
|---|---|
| Bob Lewinski | Wayne Trail Technologies. |
| Marcel Van Schaik | Soudronic |
| Susanne Tegel | Weil Engineering |
| Jason Meyer | Shape Inc. |
| Charlie Palms | Noble Metal Processing, Inc. |
| Dale Yurchenko | TWB |
| Ricardo Reynoso | TWB |
| Terry Burton | Corus |
| Kevin Edgar | Corus |
| Anthony Fisseau | Arcelor |
| Paul Juras | Dow Automotive |
| Dennis Edwards | Daimler Chrysler |
| Ricardo H. Martínez | Metalsa S. de R.L. |
| Carlos Lizcano | Metalsa S. de R.L. |
| Carlos Alvarado | Metalsa S. de R.L. |
| Daniel Orozco | Metalsa S. de R.L. |
| Humberto Molina | Metalsa S. de R.L. |
| Rodrigo Berlanga | Metalsa S. de R.L. |
| Pedro Silva | Metalsa S. de R.L. |
| Carlos Lozano | Metalsa S. de R.L. |
| Gerardo Guillén | Metalsa S. de R.L. |
| Juan Villarreal | Metalsa S. de R.L. |
| J. Raziel Vallejo | Metalsa S. de R.L. |
| Manuel Castellanos | Metalsa S. de R.L. |
| Angel Loredo | Metalsa S. de R.L. |

**RESUMEN**

El objetivo de este trabajo, es buscar definir una estrategia a seguir en el uso de la tecnología Tailor Blank para la manufactura de chasis, ya sea integrándola como un proceso más dentro de Metalsa, o comprando el proceso a otra compañía, o definitivamente descartarla en su aplicación al chasis. Se busca lograr esto a través del análisis comparativo de costos de esta tecnología vs otros procesos actuales en Metalsa, y por medio de un análisis de Patrones de evolución de acuerdo a la metodología TRIZ

Resultados:

La tecnología Tailor Blank puede ser rentable comparado contra los sistemas de manufactura actuales, en ciertos componentes y situaciones.

La tecnología Tailor Blank se encuentra en los inicios de su madurez, lo que da espacio a seguir desarrollándola tecnológicamente, y obtener la mayor rentabilidad posible.

La tecnología Tailor Blank luce como una tecnología crítica para el futuro de Metalsa, debido a las tendencias del mercado de camionetas en cuanto a seguridad, consumo de combustible, y las tendencias de diseño de las nuevas camionetas y vehículos utilitarios, los cuales incluyen el manejo de aceros UHSS y estructuras con materiales más delgados que hacen prácticamente imposible el uso de la soldadura MIG que actualmente se maneja.

# INDICE

**ALCANCE**..... 3

**ANTECEDENTES**

**Introducción**.....4

**Actuales Procesos De Manufactura En**

**Metalsa**.....6

**TAILOR BLANKS/TUBES**

**Justificación** .....8

**Proceso**.....9

**Situación Del Mercado** .....13

**POTENCIALES APLICACIONES**.....16

**ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS**

**Costo Escenario Actual Estampado**.....17

**Costo Escenario Actual Hidroformado**.....18

**Propuesta Tailor Blank Estampado Outsourced** .....19

**Propuesta Tailor Blank Estampado En Metalsa** .....21

**Propuesta De Formado Tubular Outsourced Para Hidroformado**.....23

**Propuesta Tubo Hidroformado Tailor Blank DP600**.....25

**RECOMENDACIONES CON BASE EN EL ANÁLISIS ECONÓMICO**.....27

**PATRONES DE EVOLUCIÓN**

**Definición De TRIZ**.....28

**Herramientas TRIZ Para Definir Patrones De Evolución En Sistemas Tecnológicos Y Productos** .....29

**Curva De Madurez De Tecnologías**.....30

**Mapeo De Madurez Tecnológica.....32**
**Interpretación Alternativa Mapeo De Madurez Tecnológica.....41**

**Evolución Hacia Lo Ideal.....45**

**Desarrollo No-Uniforme De Los Elementos Del Sistema.**
**(Análisis Del Sistema Tecnológico En El Pasado, Presente Y Futuro) .....48**

**CONCLUSIONES .....53**

**REFERENCIAS ..... .....54**

**GLOSARIO.....57**

**ANEXO I: LISTADO DE PATENTES USADO EN EL ESTUDIO .....59**

**ANEXO II.- EJEMPLO DE ANÁLISIS DE NIVEL**
**DE INVENTIVA EN PATENTES.....63**

## ALCANCE

Objetivo:

Definir la estrategia a seguir, con respecto a la tecnología Tailor Blank, para mantener la competitividad de Metalsa en el desarrollo de futuras plataformas, a través de estudios comparativos de costos y de estudios de patrones de evolución.

.

Descripción

En base a los distintos requisitos del cliente en cuanto a funcionamiento, peso y costo del producto, definir la estrategia de manufactura a desarrollar:

- Adoptar/Generar nuevas tecnologías de formado.
- Definición de un potencial socio para el desarrollo de la estrategia que se seleccione. (Debido al costo de la tecnología, que no sea el core business de Metalsa).

Enfocado a la siguiente tecnología de Tailor blanks / Tubes

Entregable 1ª. Etapa:

Estudio comparativo de costos entre los procesos actuales, contra el uso de Tailor Blank para componentes estampados e hidroformados, para identificar potenciales ahorros o incrementos en gastos de manufactura.

Entregable 2ª Etapa:

Propuesta de estrategia a seguir para la integración de la tecnología Tailor Blank/Tube, por medio del uso de la siguientes herramientas de Patrones de Evolución tomadas de la Metodología TRIZ:

- Mapeo de Tecnología para definir el estado de la Tecnología,
- Evolución a lo Ideal.
- Desarrollo no-uniforme de los elementos del sistema. (Análisis del sistema tecnológico en el pasado, presente y futuro)

Hipótesis:

Mediante la combinación de estudios comparativos de costos entre los procesos actuales de manufactura y el uso de Tailor Blank para componentes estampados e hidroformados y de estudios de patrones de evolución de estas tecnologías es posible delinear la estrategia necesaria para mantener la competitividad de Metalsa en el desarrollo de las futuras plataformas de chasis.

3. Brackets: Son el resto de los componentes que van ensamblados mayoritariamente en los largueros, y sirven como unión entre el sistema de suspensión del vehículo y el chasis, así como entre la cabina y caja y el chasis. También tienen la función de sostener el motor y la transmisión, y para sujetar los travesaños a los largueros (en algunos casos). Todos estos componentes son estampados.

El 80% del peso de un chasis se concentra en los largueros y travesaños [2].

Las principales funciones del chasis son:

- Dar mayor resistencia e integridad al vehículo, para llevar a cabo las actividades de trabajo ligero y pesado.
- Disminuir la carga de componentes en la estructura vehicular.
- Apoyar a la suspensión en el aislamiento de impactos y fuerzas al habitáculo.
- Proteger el habitáculo de impactos (Seguridad).

A través del desarrollo de la historia del chasis, hemos observado que los distintos procesos que se integran para la manufactura del mismo, vienen principalmente de su aplicación en otras áreas del automóvil, principalmente lo que se conoce como "Body in White" (BIW), que son la estructura base de la carrocería de todos los automóviles.

Tomando esta referencia como base, observamos que la tecnología de Tailor Blank (TB), esta creciendo mucho en el área de BIW, impulsado por reducir el peso del vehículo, y reforzar ciertas áreas críticas.[8] [17]

Como estas necesidades se encuentran también el chasis, es imperativo analizar esta tecnología como opción a aplicarse en el mismo. El análisis a presentarse en este trabajo, se enfocará a definir su impacto económico, y a definirle estado de la tecnología mediante herramientas TRIZ , para justificar una posible inversión en la misma que reditúe tanto a corto como largo plazo.

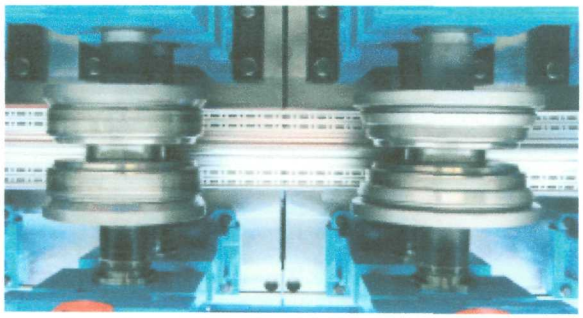
Para llevar a cabo este análisis, se recopiló información tanto del desarrollo de productos como el Chasis y el BIW (A partir de revistas de la industria automotriz, análisis de patentes, y retroalimentación de proveedores y clientes), así como de la tecnología a analizar (Artículos de aplicaciones, patentes, proveedores, sites de internet), y de las herramientas a usar para llevar a cabo este análisis (Artículos de aplicaciones del TRIZ para el ubicar el estado de la tecnología, literatura relacionada con el TRIZ). Para el caso del análisis económico, se usaron principalmente métodos y factores de evaluación de costos definidos por Metalsa para la manufactura de chasis.

**Actuales Procesos De Manufactura En Metalsa.**

Se tienen tres principales procesos de manufactura en Metalsa[1 , 2]:

1. Formado: Es el proceso mediante el cual el metal es formado en largueros, travesaños o brackets. Se tienen tres procesos para esto:
    a. Estampado: Proceso mediante el cual, a partir de placas, se forman los componentes por medio de dados montados en prensas mecánicas o hidráulicas (se forman, cortan y punzonan). Los travesaños y largueros se suelen fabricar en procesos de estampado "transfer" (Automatizado) o "Tandem" (manual), en los que primero se fabrica un "blanco", y luego se va formando la pieza a través de otros dados montados en la misma prensa y alimentados por medio de pinzas automatizadas, o por personas. Los brackets y algunos travesaños se fabrican por lo que se conoce como dados progresivos, en los que el metal es alimentado directamente desde el rollo, y la pieza se va formando sin dejar de ser parte de la tira de material alimentada desde el rollo, sino hasta el último paso en el que la pieza es terminada.

    b. Roloformado: A partir de la placa en rollo, se alimenta a un equipo que va dando forma a la tira, en un perfil tubular (circular, cuadrado, rectangular, oval), y al final el perfil es cerrado mediante soldadura de resistencia, de frecuencia o láser. A este proceso se le puede agregar prensas en el inicio para poner agujeros o cortes en la pieza tubular. Después de la soldadura, la pieza es cortada a longitud final, y algunas veces requiere post-procesos que no se pueden llevar a cabo en línea (cortes, expansiones).



    c. Hidroformado: A partir de perfiles tubulares roloformados, se forman piezas por medio de inyección de agua dentro de un tubo que ha sido

colocado en un dado, cuya cavidad tiene la forma que adoptará el tubo al expandirse debido a la presión del agua. Se complementa con procesos de corte láser, o hidráulico-mecánicos.

2. Ensamble: es el proceso mediante el cual los componentes formados son unidos para formar el chasis, cunas de motor, ejes de suspensión, etc. El proceso principal es soldadura, y algunos remachados o atornillados.

3. Pintura: Los productos se pintan mediante proceso "e-coat", para proteger el producto contra corrosión.

## TAILOR BLANKS / TUBES

### Justificación

Aunque esta tecnología no es nueva en la industria automotriz, sí es una tecnología desconocida para el área de chasis de camionetas, o estructuras inferiores vehiculares. Esta actualmente no se usa en Metalsa.

Principalmente usada en el área de "Body in white" de la industria automotriz, consiste en unir placas de materiales de distintos espesores y/o propiedades, por medio de soldadura láser, para después formar las placas resultantes por procesos de estampado. De esta manera, se logra mayor resistencia en las áreas en que realmente se necesita, sin incrementar el peso o el costo de la estructura, ya que el proceso de soldadura de las placas antes de formado es más sencillo que el de soldado después de formado.[3, 8, 18, 29, 30]

Este concepto se aplica mucho en los componentes estampados de las estructuras que forman la cabina del automóvil, sobre todo en los lugares en que se requiere controlar la absorción de energía de impacto y en las zonas críticas donde se requiere reforzar el habitáculo.

Con las nuevas regulaciones de seguridad en USA, se pide a los chasis de camionetas que lleven a cabo no sólo las funciones tradicionales de proveer al vehículo de mayor resistencia a flexión y torsión para sus labores pesadas, sino que también lleven a cabo funciones de absorción de energía de impacto para que los pasajeros viajen más seguros.[18, 19]

Además, los clientes buscan reducir el peso del vehículo para dar espacio a otros elementos del vehículo y/o reducir consumo de gasolina, por lo que el enfoque de poner resistencia sólo donde se necesita, nos puede ayudar a cumplir con este aspecto, sin impactar en el costo del producto final.[18, 19]

Como veremos más adelante, este proceso ayuda en la reducción de uso de área para manufactura, comparado con el proceso tradicional actual. Dentro de este contexto, esta tecnología puede ser muy atractiva para Metalsa, ya que actualmente se tiene el problema de soportar el crecimiento de sus ventas debido a la reducción de su área disponible de producción, por lo que para competir en nuevos proyectos, necesitaría evaluar la compra de otros terrenos para albergar la fabricación de los nuevos productos.

**Proceso**

A continuación se muestra una figura que describe el proceso el cual reseñamos brevemente en la sección anterior.

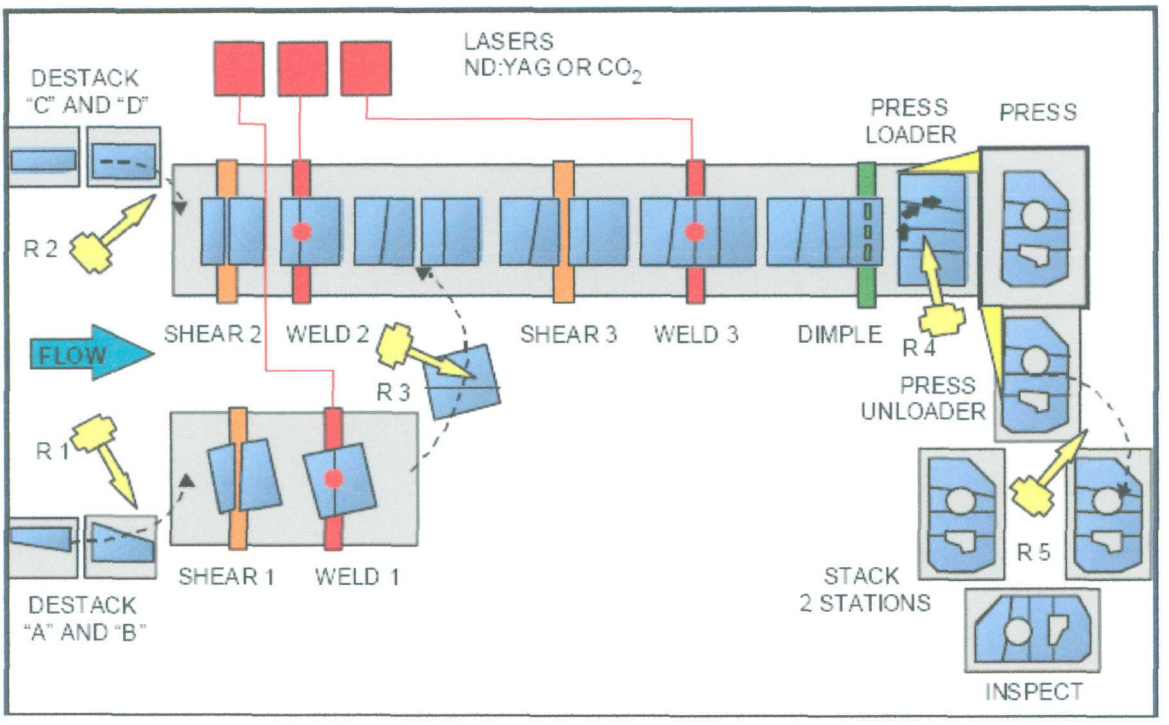



Figura 2[29] : Proceso Tailor Blank

Descripción del proceso

1. Robots R1 y R2 alimentan cada uno las dos placas de metal a unir en las cortadoras Shear 1 y Shear 2 (Placas de distinto espesor o propiedades).
2. Las cortadoras Shear 1 y Shear 2 des-orillan el material, dejando la superficie adecuada para unir los pares de placas.
3. Un transfer mueve las placas ya des-orilladas a las celdas de soldadura Weld 1 y 2.
4. Las celdas de soldadura Weld 1 y 2 unen las placas por medio de soldadura láser.
5. El robot R3 toma el Tailor Blank de la soldadora Weld 1, y lo acomoda en el transfer.
6. El tranfer pone los Tailor Blanks 1 y 2 en la Shear 3, y se desorillan en el perfil a unir.
7. LA soldadora Weld 3 une los Tailor Blank 1 y 2.
8. El transfer pone el Tailor Blank completo en la máquina Simple, que pone unos formados para facilitar el manejote blancos cuando se colocan en la tarima.
9. El robot R4 pone el Tailor Blank en la prensa, donde el blanco es cortado a su forma final.
10. El robot R5 almacena el producto terminado

Figura 3[29]: Ejemplos de Tailor Blanks

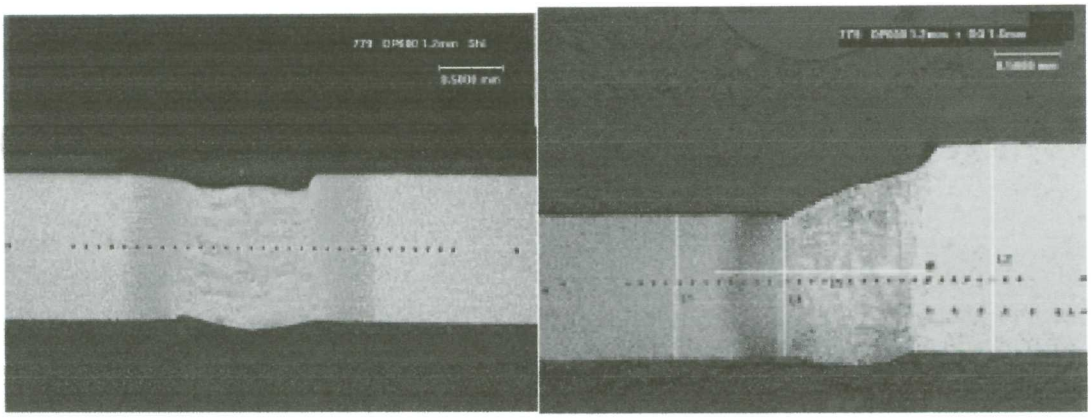


Figura 4[18]: Soldadura típica Tailor Blank

El tipo de soldadura que se usa en este proceso es láser, para evitar que se agregue material en el blanco resultante, que podría incrementar el peso del mismo, y además de que es el único proceso de soldadura que reduce al mínimo la afectación por el calor inducido en el material, minimizando el efecto en el proceso de formado del banco. Otra característica es que independientemente del tipo de acero, sólo requiere ajustes mínimos en la potencia del láser para poder soldar las piezas.

Lo negativo de este proceso de soldadura, es que requiere un control riguroso de la calidad de los extremos de las placas a soldarse, por lo que regularmente, estos equipos requieren una estación de pre-proceso de las orillas a cortar, donde se corrige cualquier defecto de la zona a soldar. Esto implica mayor inversión de equipo, mantenimiento, consumibles y de gente si el proceso es manual.

Para el caso de los Tailor Tubes, después de fabricar el Tailor Blank, el mismo se tiene que procesar por un equipo que forma la placa en tubo (por medio de una prensa), y después suelda los extremos de la placa formada, para cerrar el tubo. Como en el proceso de Tailor Blank, los extremos del tubo a soldar se tienen que re-trabajar para poder ser soldados y hacer el tubo. La siguiente gráfica muestra este proceso.

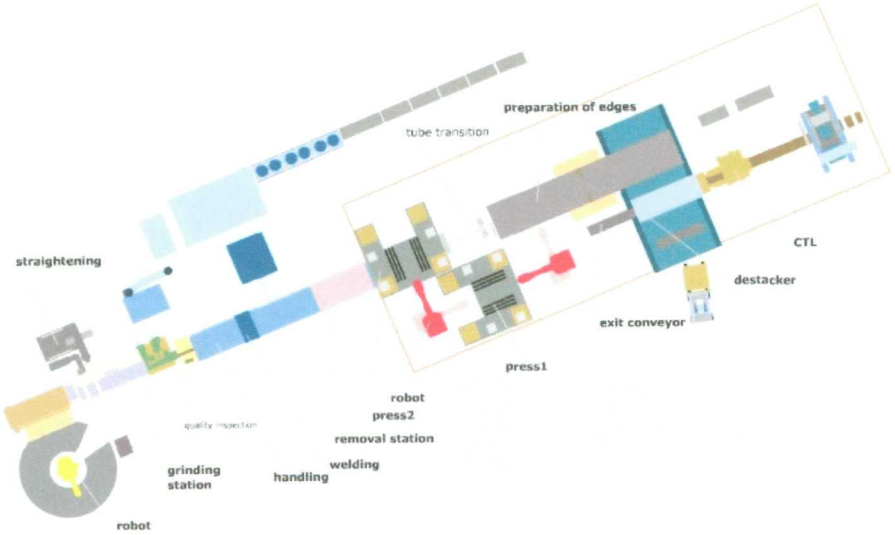



Figura 5[16, 35]: Proceso Tailor Tube

Descripción del proceso

1. En la zona Destacker se alimentan los blancos a formar en tubos, ya sean blancos TB, o alimentados directamente de rollo (CTL)
2. El destacker alimenta los blancos al equipo de desorillado, para preparar los extremos a soldar (Preparation of edges)
3. El primer robot alimenta el blanco desorillado en la primera prensa, donde el blanco inicia su transformación a forma cilíndrica, cónica, o la forma deseada.
4. El segundo robot traslado el blanco semi-formado, a la segunda prensa para terminar de forma el blanco en perfil tubular.
5. La Renoval Station traslada el blanco ya formado hacia el área de soldadura.
6. La Welding Station suelda el perfil formado, terminando el proceso de fabricación del perfil tubular
7. El perfil tubular pasa a la estación de inspección de soldadura.
8. El perfil tubular pasa a la estación de decapado de la soldadura (si acaso aplica)
9. Finalmente llega a la estación de enderezado (si aplica), para luego ser retirado por un robot y colocado en un contenedor de almacenamiento

Figura 6[6, 16]: Tubos hechos con proceso Tailor Tube

Ventajas:

- No usa material de aporte, por lo que se economiza en peso, comparado con soldadura tradicional.
- Hacer la misma soldadura en proceso tradicional, implica inversión de herramental, y un equipo de soldadura de proyección láser muy complejo, debido a la necesidad de soldar dos piezas ya formadas a tope..
- Reduce número de partes, generando ahorros en logística.
- Reduce herramentales (por lo tanto, reduce tiempo de uso de prensas, herramentales, set-up , y uso de área para sub-ensambles)
- Permite soldar distintos tipos de aceros sin muchas complicaciones.
- Evita los sobrepesos generados por el empalme de material requerido para el proceso de soldadura por proyección, o del tipo MIG.
- En el caso de tubos, tienen mejores propiedades de expansión (6 – 8% más), debido a la naturaleza del proceso de formado (El roloformado roba mucho de la propiedad de expansión del material original).
- En el caso de tubos, el equipo puede hacer no sólo tubos cilíndricos o de sección transversal constante, sino también cónicos.
- Uso del peso y materiales de alta resistencia donde verdaderamente se necesita.
- Flexibilidad.

Desventajas:

- Requiere inversión de equipo especializado y caro para fabricar los blancos.
- La tecnología láser no es muy conocida en México.
- El proceso requiere un re-trabajo en los extremos, que no agrega valor al producto, y sí es costoso.
- Actualmente, se usa en aplicaciones cuyos espesores de acero máximo son 3 mm., y en el chasis, regularmente se trabaja con calibres de 2.5 a 5 mm.
- Proceso lento para fabricación de tubos.

**Situación Del Mercado** [3 – 20, 28 – 31]

- En continuo crecimiento
- Principalmente aplicado a la estructura de cabina del coche, apenas inicios en camionetas.
- Europa aventaja en integración de TB en nuevos autos (5% en 1997).
- Las razones de crecimiento son levemente mayores en Norteamérica que en Europa.
- Hay otro tipos de unión TB en Europa, aparte del láser: Mash welding (tipo resistencia eléctrica, con presión), pero no es tan fuerte como la del láser.
- En Norteamérica existen principalmente compañías que hacen los blancos para los estampadores. En Europa la situación es más mixta.
- La principal razón del desarrollo del Tailor Blank es reducir peso.
- Potenciales beneficios
    - Menos dados
    - Menos números de partes.
    - Menos soldaduras
    - Menores costos de manufactura.
    - Mejor uso del acero
    - Reducción de peso.
    - Mayor precisión dimensional
    - Mayor integridad estructural.
    - Mayor seguridad
- Su uso se incrementará en distintas aplicaciones, debido a la reducción en tooling y en costos operativos.
- Su mayor potencial reside en áreas donde se requieren distintos espesores y resistencia de material.
- Honda de Japón fue el primero en usar un tipo de TB en autos, basado en soldadura TIG.
- Volvo fue el primer OEM europeo en usar TB, del tipo mash seam, en 1979, para cuestiones de seguridad en los largueros frontales. Audi fue el primero en usar TB con láser, en el techo de sus vehículos en 1985, debido a limitantes de longitud de soldadura del Mash seam.
- En Japón, Toyota desarrolló TB con soldadura con material de aporte, esto para evitar el proceso de re-afilado típico de la TB láser tradicional. Debido a esto, puede tener mayor flexibilidad a la hora de diseñar el proceso de soldadura TB, sin tener que estar sujeto al flujo de reafilado primero, y puede hacer los blancos con procesos de estampado tradicional.
- El primer vehículo en Norteamérica con TB fue un lexus 1985
- GM fue el primer fabricante de América en integrar TB, en 1990.
- En Norteamérica, AO Smith trabajó con TB para estructuras de camionetas y camiones, pero hechas con soldadura de Rayo eléctrico (Electrical Beam), debido al espesor del material (3 – 5 mm), hasta 1993. Actualmente, el mercado trabaja principalmente con láser.

- Dic 2000. Corus pone en el mercado los primeros tubos Tailor Blank, diseñados para hidroformado. Debido a su proceso de formado, permite un incremento entre 6 y 8% de expansión comparado con los tubos roloformados, además de permitir flexibilidad en cuanto a espesores y variación en diámetros.
- Dic 2003. Corus entrega Tailor Blanks de aluminio (distinto espesor y resistencia) para el Lambourghini Gallardo.
- Los nuevos vehículos europeos incluyen un promedio de 15% de componentes de acero estructural hechos a partir de TB de acero, y la tendencia en lo que resta de la década es de integrar entre 25 y 30% de componentes con esta tecnología.
- Sólo existen 7 compañías que construyen equipo para hacer TB en el mundo.
- En Norteamérica las compañías que venden TB son independientes, que venden principalmente a OEM (Tier 1), en Europa, las compañías de acero tienden a vender los TB, como una búsqueda de mayor valor agregado a sus productos. En Japón, las OEM solían tener sus equipos de TB, pero esa tendencia empieza a revertirse.
- TB Láser se han vuelto la mayoría, debido a su facilidad de procesar productos recubiertos.
- Automóviles económicos como el Corsa y el Polo llevan componentes TB.
- Soudronic usa un sistema de "aplanado" en las orillas de los blancos, con lo que mueve el material del blanco de mayor espesor hacia el blanco de menor espesor, llenando el espacio a soldar.
- En Europa, se espera un crecimiento de 10% por año en el mercado de los TB. (Del 2002 al 2007). En Norteamérica es cerca del 20% anual
- El entrenamiento es extensivo y clave en los operadores de estos equipos, tanto para su uso y mantenimiento, como para cuestiones de calidad y ajustes.

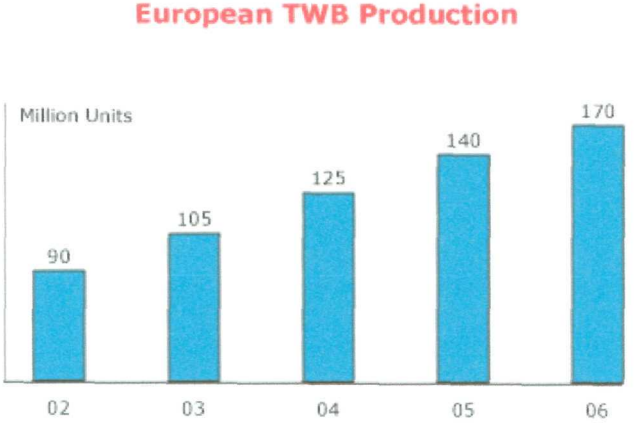



Figura 7[8, 18]: Producción TB Europa

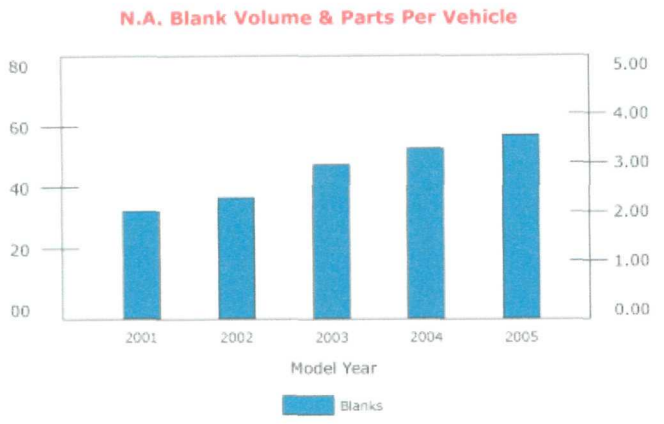



Figura 8[8, 18] : Producción TB NA

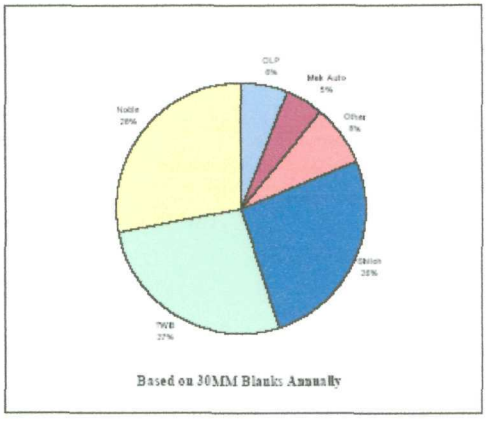



Fig 6: Major Tailored Blank Welding Suppliers in N. America. More than 90% using some form of Precision Edge Preparation for dimensional accuracy and close fit-up of parts when welding medium to long, linear blanks.

Figura 9[29]: Participación de mercado TB de los principales proveedores

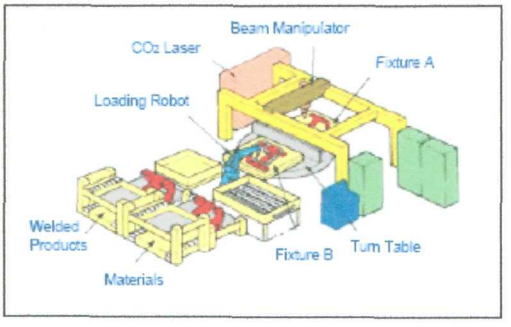



Fig 9: Layout Of Laser Blank Welding Line at Toyota In Japan.

Figura 10[29]: Lay-out de línea TB en Toyota, Japón

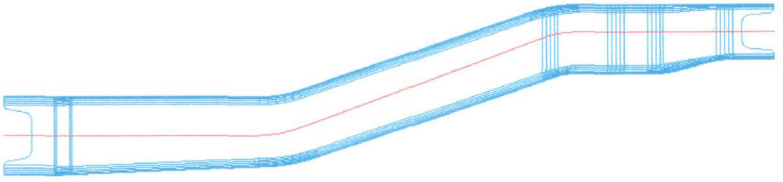
## POTENCIALES APLICACIONES

Tomando en cuenta sus ventajas, donde pueden ser de mayor ayuda los TB es en los largueros y en los travesaños, para reducir el peso del chasis, y hacerlo resistente donde realmente se requiera.

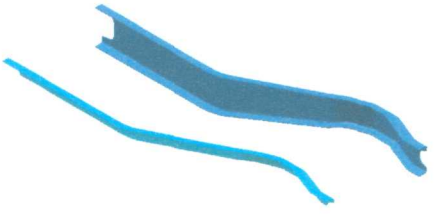
Procederemos a hacer un análisis de costos y beneficios en un componente de larguero, para ver si es conveniente esta tecnología desde el punto de vista económico, comparado con el proceso actual.

Los componentes a analizar son los llamados Larguero Kick-up. El análisis tomará como base, los costos de manufactura en los dos procesos actuales: Estampado e Hidroformado. Estas con las características de dichos largueros.

Larguero Kick Up:
Material: Tubo cilíndrico de Acero 35 KSI Esfuerzo de cedencia.
Espesor: 3.5 mm
Peso: 53.6 Libras
Procesos: Roloformado, e Hidroformado



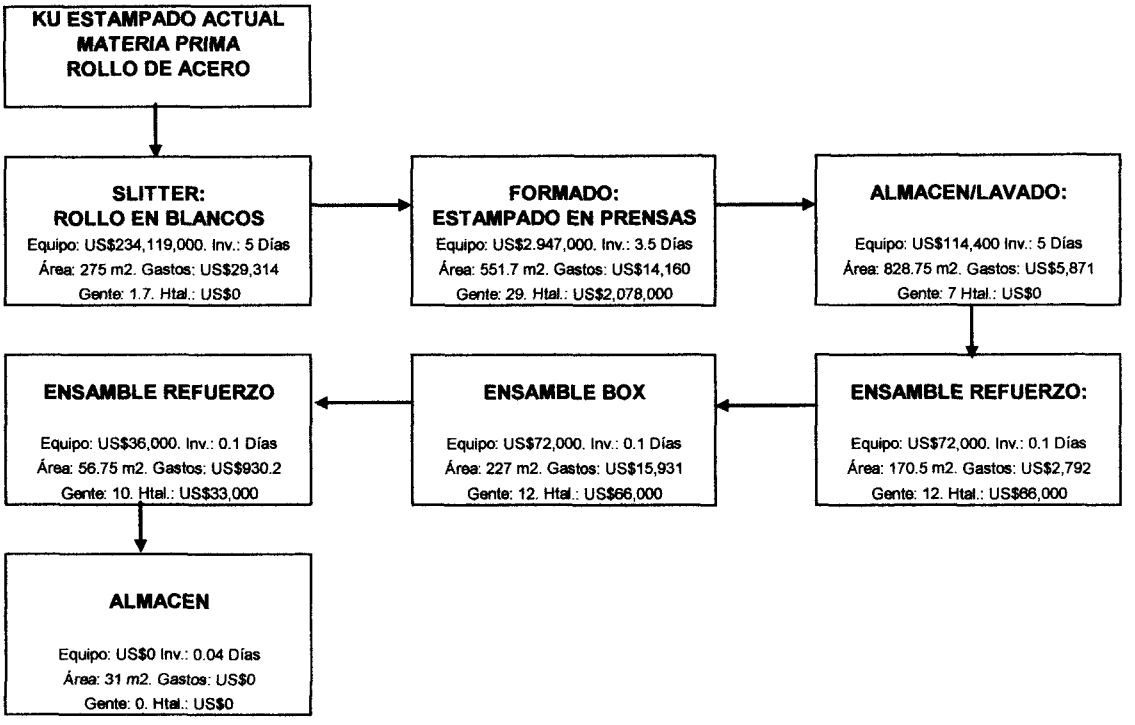
Larguero Kick-up Estampado:
Material: dos piezas de Acero de 70 KSI esfuerzo de cadencia, soldadas entre sí para formar una caja. Por dentro lleva un refuerzo en el patín superior del ensamble del mismo tipo de material, para dar mejor funcionamiento en impacto.
Espesor de Piezas Kick-up: 3.2 mm
Peso de las piezas Kick-up: 22.3 lbs cada una
Espesor de Refuerzo: 2.2 mm
Peso del refuerzo: 5.5 lbs
Lbs/in soldadura: 0.01
Peso total del ensamble: 22.3*2+5.5+(lbs/in de soldadura)*(1794*2+900)/25.4= 52 lbs



**Costos Escenario Actual Estampado**

Supuestos:

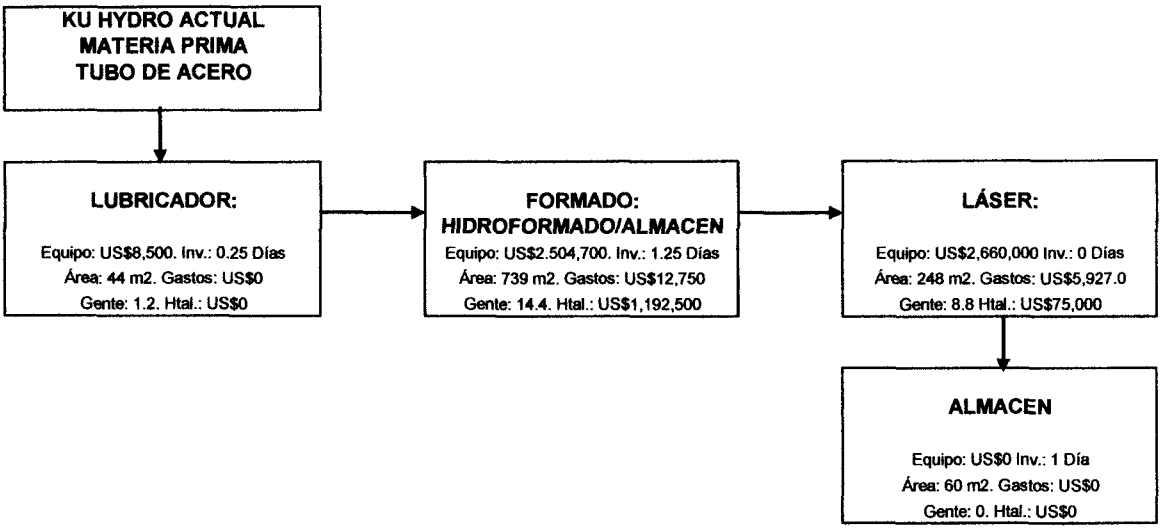
- Todas las cifras manejan la manufactura de un Kick-up (Las camionetas RAM, de donde se tomaron los datos, tiene dos)
- Producción Mensual: 23,833 Kick-ups
- Duración proyecto: 7 años
- Costo / operador: US$15,000 (Referencia Metalsa)
- Costo/metro cuadrado: US$650 (Referencia Metalsa)




- Materia Prima (por Subensamble KU): 65.3 lbs (50.1 lbs peso neto, sin soldadura)
- Precio Materia Prima: US$14.37
- Gasto mensual: US$342,480.21
- Desperdicio de material: 30%.
- Área de uso (Recibo, Formado, Almacén, Ensamble, Producto terminado): 2140 $mts^2$.
- Gastos Operativos (mensual): US$62,500+US$6,488(Blanking Refuerzo)=US$ 68,988
- Personal: 72 personas.
- Equipos: US$3,475,000 en activos usados.
- Tiempo Material en proceso: 13.84 días.
- Herramentales: US$2,243,000

Gasto anual:
(342,480.21*12+2140*650+68988*12+72*15000+3,475,000/7+2,243,000/7)=
**US$8,225,476**

## Costo Escenario Actual Hidroformado



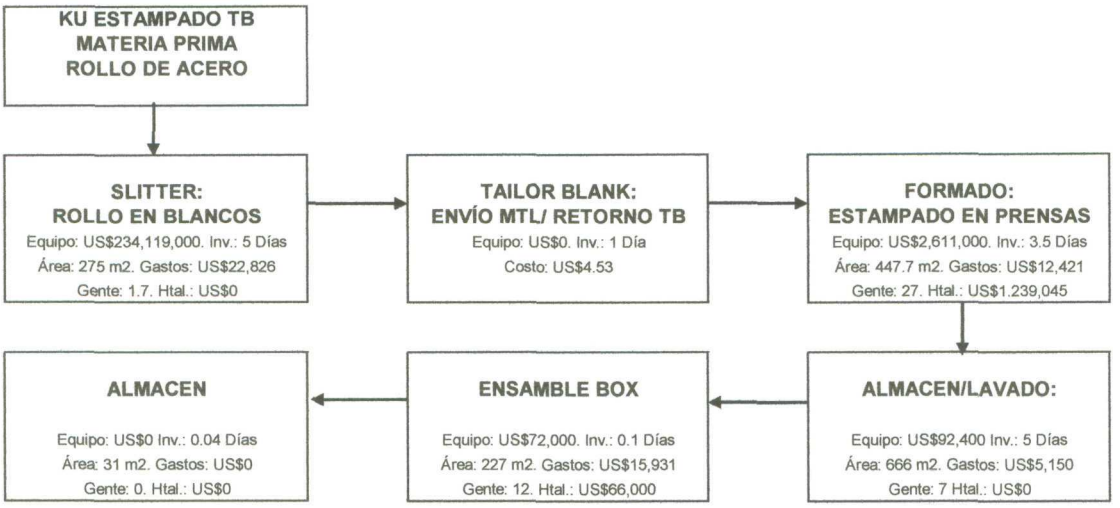

- Materia Prima: 56.13 lbs (53.6 lbs peso neto, sin soldadura)
- Precio Materia Prima (como tubo): US$15.31
- Gasto Mensual: US$364,883.23
- Desperdicio de material: 4.7%.
- Área de uso (Recibo, Formado, Almacén, Ensamble, Producto terminado): 1091 $mts^2$.
- Gastos Operativos (mensual): US$23,630
- Personal: 25 personas.
- Equipos: US$5,172,000 en activos usados.
- Tiempo Material en proceso: 2.5 días.
- Herramentales: US$1,285,000

Gasto Anual:

=(364883.23*12+1091*650+23630*12+25*15000+5172000/7+1285000/7)=
**US$6,668,737**

**Propuesta Tailor Blank Estampado Outsourced**

Eliminar el uso del refuerzo, al hacer uno de los componentes del KU, una pieza de dos espesores por medio de Tailor Blank. El servicio del proceso Tailor Blank sería contratado con una compañía que ya tiene experiencia en este proceso, ubicada cerca de Metalsa (Saltillo)




- Materia Prima (por Subensamble KU): 63.6 lbs (50.1 lbs peso neto, sin soldadura)
- Precio Materia Prima: US$14
- Costo Tailor Blank (FOB Metalsa): US$4.53 por pieza
- Gasto Mensual material Prima: US$441,625.49
- Desperdicio de material: 30%.
- Área de uso (Recibo, Formado, Almacén, Ensamble, Producto terminado): 1647 $mts^2$.
- Gastos Operativos (mensual): US$56,328.77+US$6,488(Blanking Refuerzo): US$62,816
- Personal: 47.7 personas.
- Equipos: US$3,000,000 en activos usados.

- Tiempo Material en proceso: 14.64 días.
- Herramentales: US$1,300,000

Gasto Anual
=(441625.49*12+1647*650+62816*12+47.7*15000+3000000/7+1300000/7)=
**US$8,453,634**

Trasladando las cifras a montos anuales, la diferencia de costos anual entre un proceso y otro es de US$ 228,158 más caro el proceso Tailor Blank, con una reducción de peso por la ausencia de soldadura de refuerzo, de 0.35 lbs.

Esto nos dice, que a pesar de las evidentes ventajas en cuanto a personal, uso de área, y reducción en uso de inversiones, el costo del proceso es muy alto como para justificarse en esta aplicación en particular. Para el caso de outsourcing, o se negocia con el proveedor un mejor precio, o se busca otra área del chasis que sí ofrezca ventajas. Tal vez una razón por la que este escenario no funcionó, es que no se buscó una reducción de peso en el componente (Sólo se eficientizó el uso de material).

CASO DP600

Para comprobar si ese proceso reditúa en ahorros al eficientizar el peso del chasis, vamos a recurrir a reducir el peso del componente, al cambiar el material del refuerzo por uno de DP600.

Este material tiene una resistencia de hasta 85 KSI después de formado. El material original tenía 70 KSI. Tomando como base la regla de relación de espesor de material con base a la resistencia del mismo de la compañía SSAB Swedish Steel LTD

$$\frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{Re_1}{Re_2}}$$

Obtenemos que el espesor del refuerzo se puede reducir de 5.4 mm a 4.9 mm. Eso reditúa en una reducción de peso del subensamble de 1.25 lbs. Sin embargo este tipo de acero es 12% más caro que el acero base.

El único factor afectado sería el costo de materia prima, que debido a la reducción de peso y al aumento en el costo del acero DP600 en el refuerzo, nos da un costo de materia prima de:

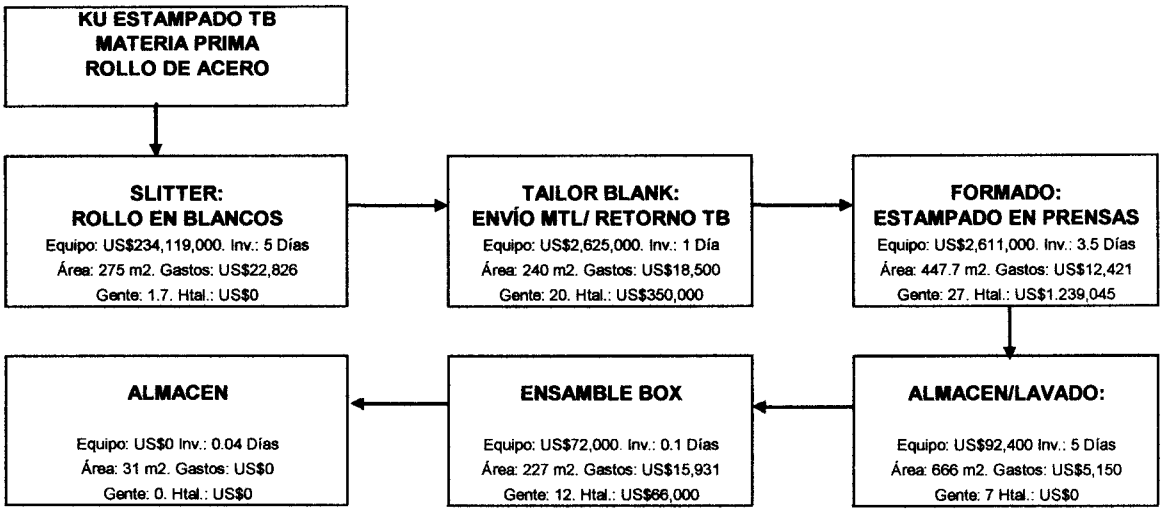
$=(Materia Prima 70 KSI)*($/lb 70 KSI)+ (Materia Prima DP600)*($/lb DP600)
$=(47.58*0.22)+(12.25*0.2465)= US$13.49

Sustituyendo en la fórmula anterior, obtenemos un costo por mes de: **US$8,307,775.63,** el cual es todavía más alto que el costo base.

**Propuesta Tailor Blank Estampado En Metalsa.**

El equipo necesario para llevar a cabo la manufactura de los Tailor Blanks tiene un costo aproximado, instalado y funcionando en Metalsa, de US$5,625,000. Este tipo de equipos tienen una vida de 15 años, por lo que se cargaría a este proyecto serían el costo de 7 años, por lo que la inversión proporcional sería de US$2,635,000.

El proceso se desarrollaría de la siguiente manera




- Materia Prima (por Subensamble KU): 63.6 lbs (50.1 lbs peso neto, sin soldadura)
- Precio Materia Prima: US$14
- Gasto Mensual material Prima: US$333,662
- Desperdicio de material: 30%.
- Área de uso (Recibo, Formado, Almacén, Ensamble, Producto terminado): 1887 $mts^2$.
- Gastos Operativos (mensual): US$56,328.77+US$6,488(Blanking Refuerzo)+US$18500 (Operación TB): US$81,316.77
- Personal: 67.7 personas.
- Equipos: US$5,265,000 en activos usados.
- Tiempo Material en proceso: 14.64 días.
- Herramentales: US$1,650,000

Gasto Anual

=(333662*12+1887*650+81316.77*12+67.7*15000+5265000/7+1650000/7)=
**US$8,209,625**

Trasladando las cifras a montos anuales, la diferencia de costos anual entre un proceso y otro es de US$ 15,823 más barato el proceso Tailor Blank, con una reducción de peso por la ausencia de soldadura de refuerzo, de 0.35 lbs., comparado con la propuesta original de soldadura de refuerzo.

Con esto se puede concluir que el invertir en Tailor Blank da beneficios contra comprar el servicio bastante palpables (US$243,981 al año, US$1,707,867 durante la vida del proyecto). Mas hay que tomar en cuenta que la inversión es bastante alta, y ese es un riesgo financiero que se debe evaluar, sobre todo que la verdadera ganancia, comparada con el proceso actual, es de sólo US$15,823 al año, lo cual tal vez no justifique el riesgo de la inversión.

Sin embargo, al poner el caso del acero DP600, este ahorro aumenta a US$161,681.37 por año, por lo que esta aplicación tiene sentido económico si además de incluír el proceso dentro de Metalsa, se buscan ahorros en peso del material.

Sólo se justificaría una inversión de esta magnitud, por razones estratégicas (la tendencia del mercado en esa dirección), y que no se pueda llegar a acuerdos con proveedores.

Lo que se sugiere en esta situación es establecer asociaciones con los proveedores, que ya tienen el activo y es su core business, de manera que se pueda llegar a un acuerdo ganar-ganar. Ellos tendrían una estabilidad mayor al Metalsa comprometerse a un acuerdo de largo plazo, y Metalsa obtendría un mejor costo del servicio, que podría ofrecer competitivamente a sus clientes si es necesario, y enfocarse a su "core", que es el proceso de ensamble y producto terminado[32, 33]. Ejemplo de esto es el caso del modelo Fusión, de Ford, que actualmente es construido en Sonora. El proveedor de Tailor blanks TWB llegó a un acuerdo con su cliente, de manera que se instaló en su planta, evitando el desembolso en inversión de terrenos y servicios, a cambio de un precio muy competitivo de sus productos a su cliente, cuyo producto es un ensamble estampado.

**Propuesta De Formado Tubular Outsourced Para Hidroformado**

Para este apartado de la evaluación, se van a medir diferentes parámetros a los de estampado, el primero es la evaluación del proceso de formado del tubo, y su impacto en costo

Sabemos que el proceso de formado del tubo por proceso estampado permite mayor expansión final en el tubo, que el tradicional proceso de roloformado. Ahora vamos a evaluar la situación de costos.

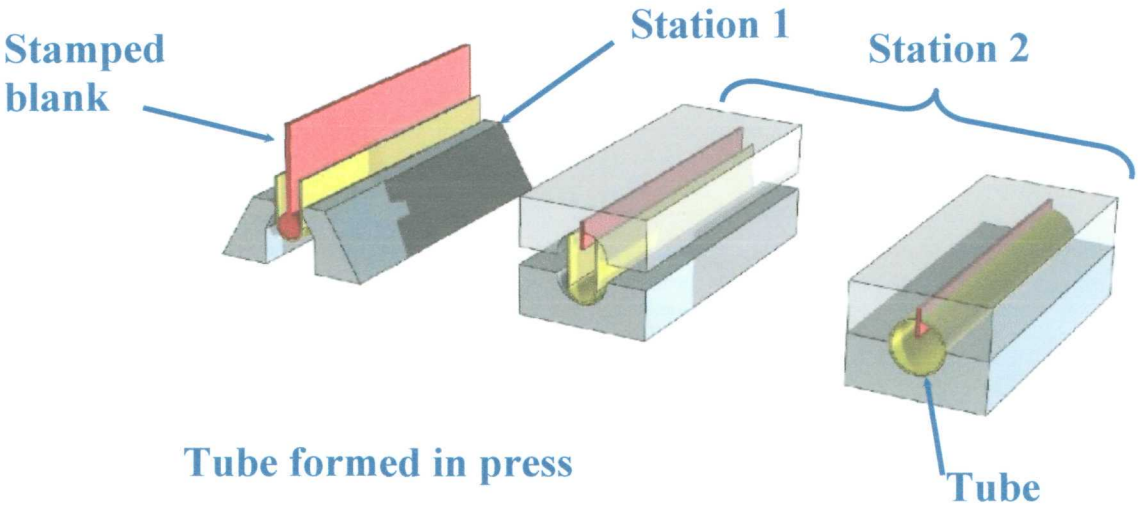
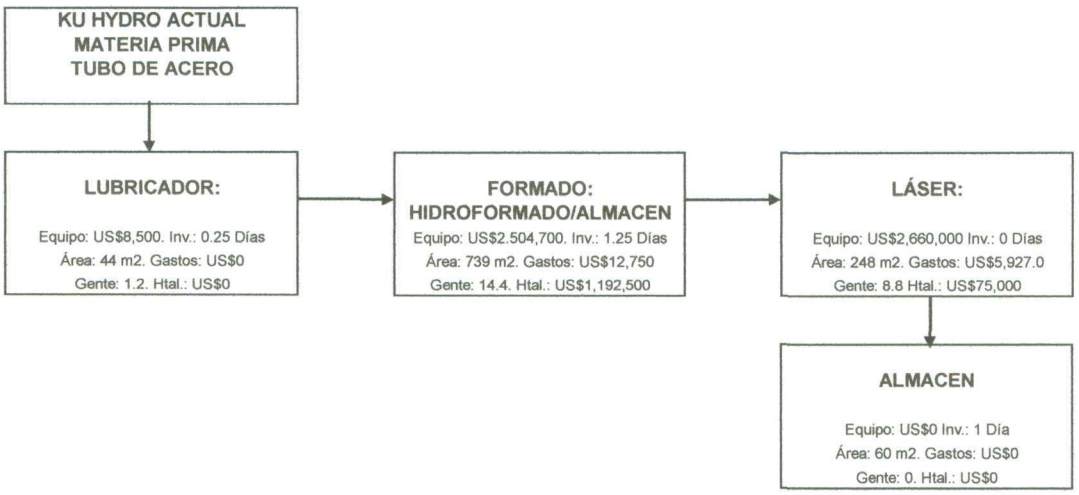



Figura 11[18, 35]: Proceso formado de tubo por prensa

Costo Escenario Formado Estampado Del Tubo




- Materia Prima: 56.13 lbs (53.6 lbs peso neto, sin soldadura)
- Precio Materia Prima (como acero): US$10.1
- Costo Blanking: US$2.78
- Costo Formado y Soldado de tubo: US$ 2.00

- Gasto Mensual: US$354,635.04
- Desperdicio de material: 4.7%.
- Área de uso (Recibo, Formado, Almacén, Ensamble, Producto): 1091 $mts^2$.
- Gastos Operativos (mensual): US$23,630
- Personal: 25 personas.
- Equipos: US$5,172,000 en activos usados.
- Tiempo Material en proceso: 2.5 días.
- Herramentales: US$1,285,000

Gasto Anual:
=(354635.04*12+1091*650+23630*12+25*15000+5172000/7+1285000/7)=
**US$6,545,759**

Esto nos da una diferencia de costos de casi US$123,000 en ahorros anuales con respecto al proceso actual, además de un producto con mayor flexibilidad para diseño de piezas, y un proceso más robusto. Además, este proceso te permite hacer no sólo tubos cilíndricos y de espesor uniforme, sino también tubos cónicos y de espesor variable, para poner material donde realmente se requiere.

DP600

Si buscamos reducir el peso del chasis, usando un material de mayor resistencia como el DP600, veamos como se comporta el proceso en costos.

Cabe mencionar que se ha intentado trabajar con este material en hidroformado, a partir de tubos roloformados, pero se tuvo un porcentaje de scrap de 25% debido a problemas de expansión, lo cual no lo hace factible para producción en serie, pero nos da una idea de que al tubo usado le faltó poco en propiedades para hacer un proceso robusto (algo que se puede lograr con los tubos formados en prensa, ya que este proceso permite mayor expansión del material)[5, 6, 35].

Aplicando la fórmula anteriormente vista de relación espesor/resistencia de material, nos da que el espesor del material base, podría bajar hasta 2.75 mm.

El único factor afectado sería el costo de materia prima, que debido a la reducción de peso, y al aumento en el costo del acero DP600 en el refuerzo, nos da un costo de materia prima de:

$=(Materia Prima DP600)*($/lb DP600)
$=(44.1*0.2465)= US$10.87

El costo del blanking se define en base al peso, y como este bajó, también se reduce el costo a US$ 2.18. Sustituyendo en la fórmula anterior, obtenemos un costo anual de: **US$6,594,378**, el cual es aún más bajo que el costo base. Esto nos dice, que mediante este proceso (de formado tubular outsourced para hidroformado), se podría dar una opción de menor peso y menor costo al cliente, con mayor resistencia.

**Propuesta Tubo Hidroformado Tailor Blank DP600**

Ahora, supongamos que queremos hacer una propuesta para trasladar la propuesta base de estampado (Kick-up con refuerzo interno), a una propuesta hidroformada, sabiendo que en este proceso se están visualizando algunos ahorros.

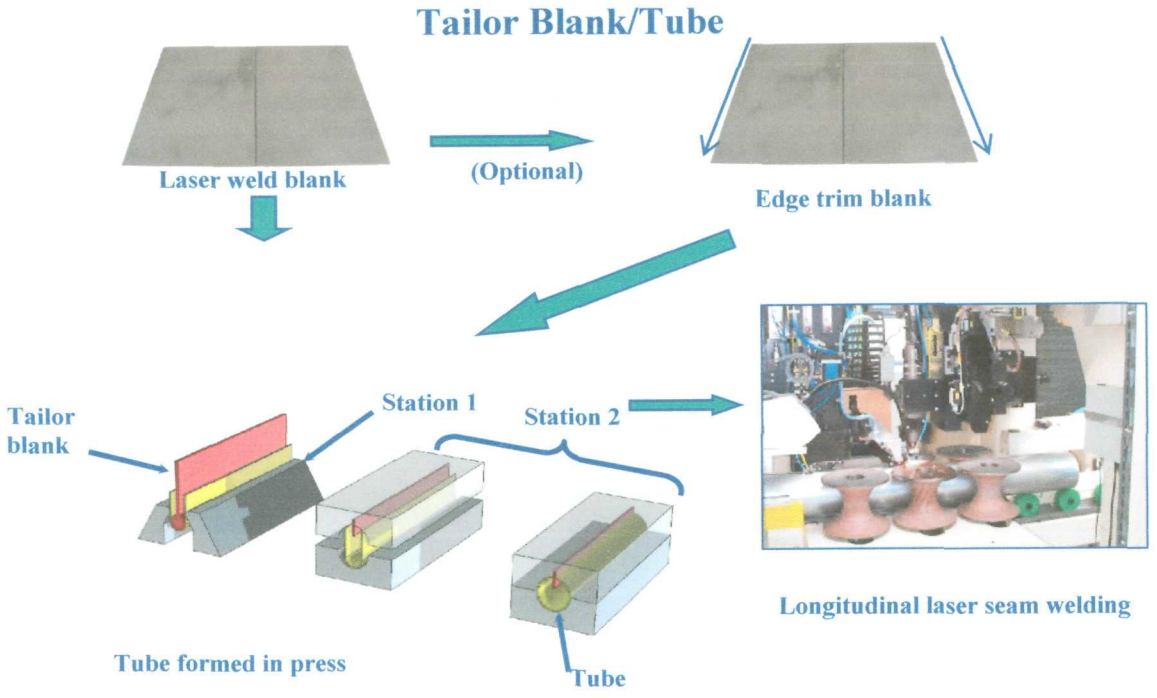
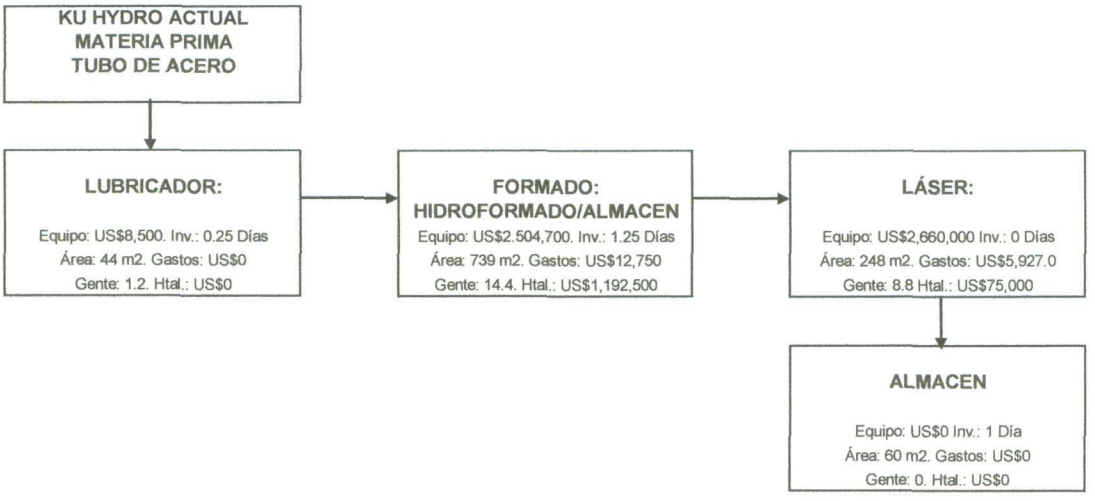



Figura 12[16, 35]: Proceso Taylor Tube

La propuesta hidroformada estaría hecha en DP600 en su totalidad, con diferencias en espesor debido a su mayor resistencia.




- Espesor base: 2.9 mm

- Espesor zona refuerzo: 4.9 mm
- Materia Prima tubo base: 42.53 lbs (40.51 lbs peso neto)
- Materia prima zona refuerzo: 5.25 lbs (5 lbs peso neto)
- Precio Materia Prima (como acero): US$11.77
- Costo Blanking: US$2.365
- Costo Tailor Blank: US$4.53
- Costo Formado y Soldado de tubo: US$ 2.00
- Gasto Mensual: US$492,508.95
- Desperdicio de material: 4.7%.
- Área de uso (Recibo, Formado, Almacén, Ensamble, Producto terminado): 1091 $mts^2$.
- Gastos Operativos (mensual): US$23,630
- Personal: 25 personas.
- Equipos: US$5,172,000 en activos usados.
- Tiempo Material en proceso: 2.5 días.
- Herramentales: US$1,285,000

Gasto Anual:

=(494,508.95*12+1091*650+23630*12+25*15000+5172000/7+1285000/7)=
**US$8,224,246**

Esto nos arroja como resultado un ahorro muy diminuto anual (menos de US$1,300 anuales) con respecto al proceso actual de estampado con refuerzo interno, pero un importante ahorro en peso por Kick-up de 6.5 libras (13 libras por vehículo), además de liberar mucho más área (50% menos uso de área), recursos (66% menos gastos), y personal (66% menos personal) en la planta para otros proyectos o actividades. A continuación se muestra una tabla con el resumen de los escenarios revisados.

| ESCENARIOS | COSTO ANUAL | DIFERENCIA vs REFERENCIA COSTO (%) | PESO (LBS) | DIFERENCIA vs REFERENCIA PESO (%) |
|---|---|---|---|---|
| Estampado Tailor Blank Outsource | $ 8,453,634.00 | 3% | 50.1 | -4% |
| Estampado Tailor Blank Outsource DP600 | $ 8,307,775.63 | 1% | 48.9 | -6% |
| *Estampado Actual (Referencia)* | *$ 8,225,476.00* | 0% | *52.0* | 0% |
| **Hidroformado Tailor Blank, Tubo Formado En Prensa DP600** | **$ 8,224,246.00** | **-0.01%** | **45.5** | **-12%** |
| **Estampado Tailor Blank Metalsa** | **$ 8,209,625.00** | **-0.19%** | **50.1** | **-4%** |
| | | | | |
| *Hidroformado Actual (Referencia)* | *$ 6,668,737.00* | *0%* | *53.6* | *0%* |
| **Hidroformado, Tubo Formado En Prensa DP600** | **$ 6,594,378.00** | **-1%** | **44.1** | **-18%** |
| Hidroformado, Tubo Formado En Prensa | $ 6,545,759.00 | -2% | 53.6 | 0% |

En esta tabla, podemos observar rápidamente los casos en los que se pueden obtener reducciones de peso y de costo. Estos casos son en los que se invierte en la manufactura de TB dentro de Metalsa, y que logren reducciones de peso, en el caso de estampado. Para el caso de hidroformado, aun y cuando el servicio se compra con un proveedor, los ahorros en peso y en costos se mantienen.

## RECOMENDACIONES CON BASE EN EL ANÁLISIS ECONÓMICO

Como pudimos ver en los distintos escenarios, parece ser que el apostar a la tecnología de Tailor Blank en los componentes de estampado sería una decisión regida estrictamente por una cuestión de estrategia, ya que económicamente no parece proveer de ahorros que justifiquen una alta inversión, a menos que vayan de la mano en ahorro en peso con materiales especiales como el DP600. Se recomienda explorar la posibilidad de que los proveedores existentes, al especializarse, puedan dar mejores costos que los calculados aquí. O desarrollar condiciones para que los mismos puedan ofreces precios más competitivos (relaciones a largo plazo, instalaciones en la planta de Metalsa, etc).[33]

En cuanto a hidroformado, la conclusión puede ser distinta. Se pudo ver en los análisis, que en todos los casos se presentan ahorros en costos, y que además se encuentran unas virtudes del producto en cuanto a formabilidad que permiten ampliar el espectro de diseño de componentes con estos tubos, agregando a esto que se logran importantes reducciones de peso, incrementos en resistencia, a través de una operación más esbelta, con menos recursos de la empresa, sin necesidad de invertir en equipos. Tomando como base los resultados del análisis de estampado, en el que invertir reducía costos, es factible asumir que en el caso de hidroformado se pueden lograr aún más ahorros al invertir.

Sin embargo, en ninguno de los dos casos se puede llegar a una conclusión definitiva, sin analizar a detalle como esta tecnología satisface las necesidades del cliente (puede que existen otras necesidades que se puedan lograr con esta tecnología que todavía no conocemos, o que no se estén alcanzando), y sin saber a ciencia cierta el estado de esta tecnología. ¿Está en su infancia o en su madurez? ¿Hay espacio para desarrollo y patentes? ¿O es sólo una moda pasajera?

Estas preguntas se buscarán contestar en la segunda etapa de este proyecto, usando la metodología de TRIZ para ubicar el estado de la tecnología en la curva de madurez y desarrollo, y de Patrones de Evolución del chasis para buscar definir el futuro del mismo. Con esta información, se analizará si la estrategia conveniente es invertir y desarrollar, o trabajar con proveedores.

## PATRONES DE EVOLUCIÓN

### Definición De TRIZ

TRIZ es el acrónimo en ruso de "Teoría Inventiva de solución de problemas", y fue desarrollado por Genrich Altshuller y sus colegas en la antigua Unión Soviética desde 1946, y ahora se desarrolla y practica en todo el mundo.[21, 22]

La investigación TRIZ inició bajo la hipótesis de que hay principios universales de inventiva, que son las bases para innovaciones creativas que permiten el avance de la tecnología, y que si estos principios pueden ser identificados y codificados, pueden ser enseñados a la gente para hacer el proceso de invención más predecible. La investigación ha avanzado en varias etapas a través de los últimos 50 años.[21, 22] Más de 2 millones de patentes se han examinado, clasificándolas por nivel de inventiva, analizándolas, de lo cual se derivó un conjunto de principios de innovación. Los tres principales descubrimientos de esta investigación son:

1. Problemas y soluciones se repiten a través de distintas industrias y campos científicos.
2. Los patrones de evolución técnica se repiten a través de distintas industrias y campos científicos.
3. Las innovaciones se componen de principios científicos que se desarrollaron en otros campos o aplicaciones.[21, 22]

Las herramientas TRIZ usan estos tres principios para crear y mejorar productos, servicios y sistemas, y son aplicadas en miles de empresas a nivel mundial para estimular la innovación (Ford, Motorola, Procter & Gamble, etc.)

De entre todas las herramientas TRIZ para solución de problemas, nos enfocaremos en aquellas que nos pueden ayudar a definir en qué estado o fase de desarrollo se ubica la tecnología Tailor Blank.

**Herramientas Triz Para Definir Patrones De Evolución En Sistemas Tecnológicos Y Productos.**

Varias de las herramientas de TRIZ se enfocan a resolver problemas durante el desarrollo del producto, tales como "los 40 principios" para solucionar contradicciones técnicas, o el concepto de "Idealidad". Además, el TRIZ ofrece herramientas para determinar el estatus y el futuro de una tecnología determinada.

En su análisis de patentes de distintas tecnologías, Altshuller reconoció 8 patrones de cómo los sistemas se desarrollan con el tiempo.

1. Evolución en etapas: Mapeo de Madurez tecnológica
2. Evolución hacia lo ideal.
3. Desarrollo no-uniforme de los elementos del sistema. (Análisis del sistema tecnológico en el pasado, presente y futuro)
4. Evolución hacia un creciente dinamismo y control.
5. Incremento de complejidad, después simplicidad (reducción)
6. Evolución con componentes acoplados y no-acoplados.
7. Evolución hacia un nivel micro e incremento en el uso de campos.
8. Evolución hacia una menor participación del hombre

Estos ocho patrones se pueden usar en forma individual para analizar de donde viene una tecnología, y generar ideas acerca de hacia donde evolucionará en el futuro.

El enfoque TRIZ es estructurado y sistemático, lo cual nos permite asegurar un análisis lo más objetivo posible de un sistema tecnológico desde el pasado hacia el futuro. Incluso, la metodología de predicción tecnológica del TRIZ produce ideas innovativas para el desarrollo de nuevos productos (chasis) basándose en el estatus de la tecnología del producto en el mercado. [22 – 24]

Para este trabajo, usaremos las primeras tres herramientas para determinar el estatus de la tecnología Tailor Blank, proyectar hacia donde se podría dirigir, y poder visualizar alguna intersección con el desarrollo del chasis como producto en el futuro.

## CURVA DE MADUREZ DE TECNOLOGÍAS

Globalmente, podemos diferenciar cinco fases o estados diferentes en el desarrollo de la tecnología:

1. **Emergente**. La tecnología parece prometedora
2. **Crecimiento**. La tecnología va madurando haciéndose más útil
3. **Madurez**. Ha alcanzado su nivel de rendimiento adecuado para su incorporación a todo tipo de proyectos
4. **Saturación**. No es posible mejorar más su rendimiento
5. **Obsolescencia**. Tras un periodo en saturación, la tecnología se hace obsoleta porque el rendimiento comparativo con otra posible tecnología competidora la convierte en perdedora [11]

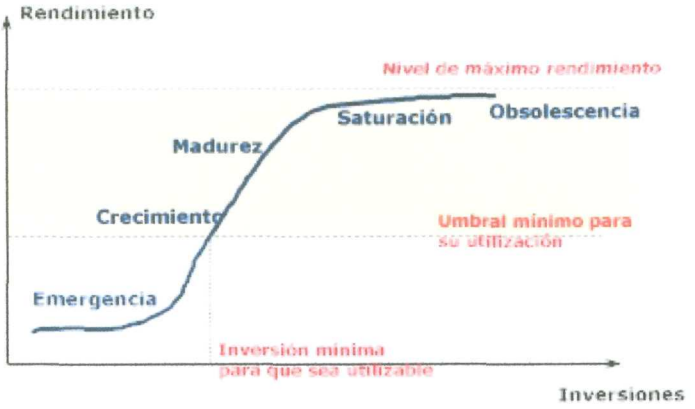



Figura 10[11]: Curva S

La figura representa una típica **"curva en S"** que generalmente surge cuando se representa la evolución del rendimiento obtenido en un dominio de aplicación con el uso de una tecnología que se obtiene con el tiempo o con las inversiones realizadas (en la figura se indican las inversiones). El límite se refiere a nivel óptimo de uso o de máximo rendimiento de la tecnología en cuestión.

Todas las tecnologías presentan una curva de desarrollo en forma de "S" en la que con el tiempo (y las inversiones efectuadas) mejora la productividad obtenida en su aplicación.

Lo que buscamos ahora, es identificar en qué etapa de la curva S se encuentra la tecnología Tailor blank, para asegurarnos de invertir en una tecnología reciente y con futuro, y no en algo que se está volviendo obsoleto.

**Mapeo De Madurez Tecnológica**

Para poder determinar en qué etapa de la curva S se encuentra la tecnología Tailor Blank, Altshuller desarrolló 4 curvas descriptivas, como se muestra en la siguiente figura

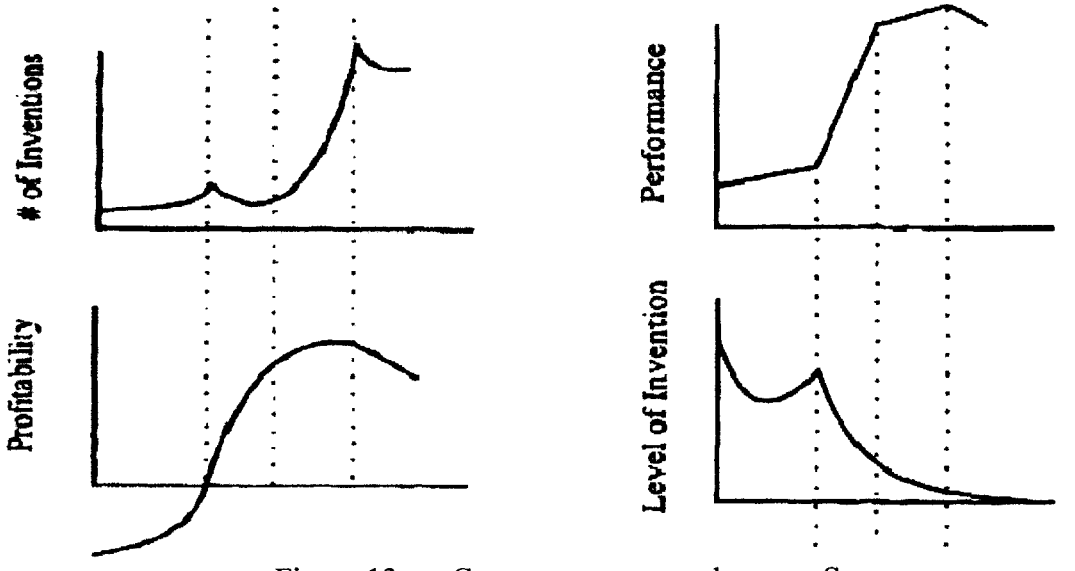



Figura 13[25]: Curvas que generan la curva S

- *Nivel de inventiva con respecto al tiempo.*-Al inicio, casi cada patente es un gran salto en el desarrollo de la tecnología, pero a medida que madura, las patentes son de tipo mejora continua, sin que aporten un gran elemento de ruptura o desarrollo en la tecnología.
- *Número de patentes con respecto al tiempo.*- Al arranque de la tecnología, se desarrollan varias patentes que ayudan a la tecnología a llegar a ser rentable. Una vez así, disminuyen las patentes durante el crecimiento de la tecnología. AL llegar a su madurez, los usuarios ya conocen bien el sistema, y se disparan patentes de bajo nivel de inventiva, y ya en su etapa de saturación empiezan a caer de nuevo.
- *Nivel de desempeño con respecto al tiempo.*- Está es, propiamente dicha, la curva S, refleja, el funcionamiento de una tecnología, hasta llegar a sus límites naturales.
- *Nivel de rentabilidad con respecto al tiempo.*- Antes de la primera etapa, son pérdidas, ya que se está desarrollando la tecnología. Una vez dominada, empiezan a crecer las ganancias. Ya en la etapa de madurez, la competencia empieza a mermar las mismas. Al final, se vuelve un proceso o producto común[27]

Las líneas punteadas reflejan los límites de cada una de las primeras 4 etapas en las que está dividida la curva S (Obsolescencia no se muestra en estas gráficas).

Para llevar a cabo la ubicación de la tecnología de Tailor Blank en la curva S vista previamente, siguiendo la metodología TRIZ, se hizo una búsqueda en la base de datos de la Oficina de Patentes de Estados Unidos, iniciando en el año en el que se localizó la

primera patente relacionada con soldadura de placas de distintos calibres o propiedades (1976) hasta la fecha.

Los criterios de selección para la búsqueda fueron que la patente hablara de los siguientes temas:

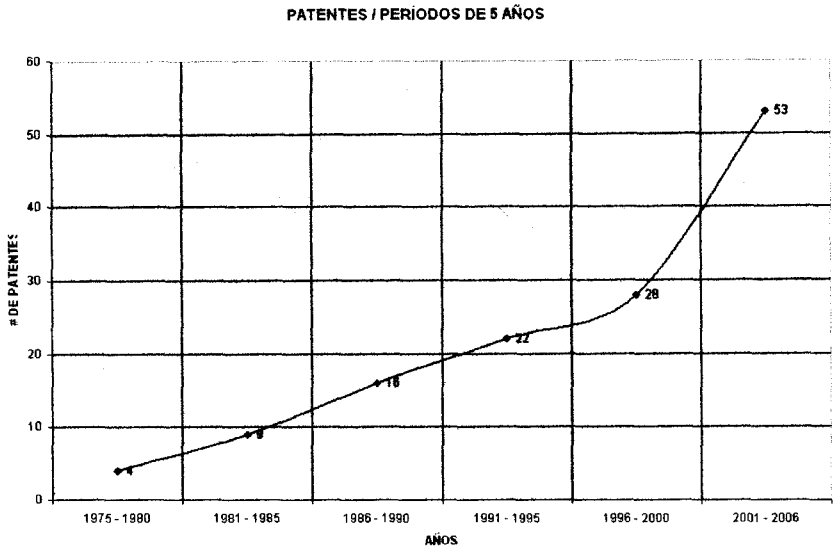
- Soldadura a tope de placas de materiales metálicos por medio de láser
    - De distintas propiedades o naturalezas
    - De distintos espesores
- Soldadura a tope con láser.
- Preparación de extremos de placa para soldadura láser.
- Sistemas de soldadura láser.
- Manejo de material para soldaduras láser.
- Tailor Weld.
- Sistemas de inspección de soldaduras a tope láser.

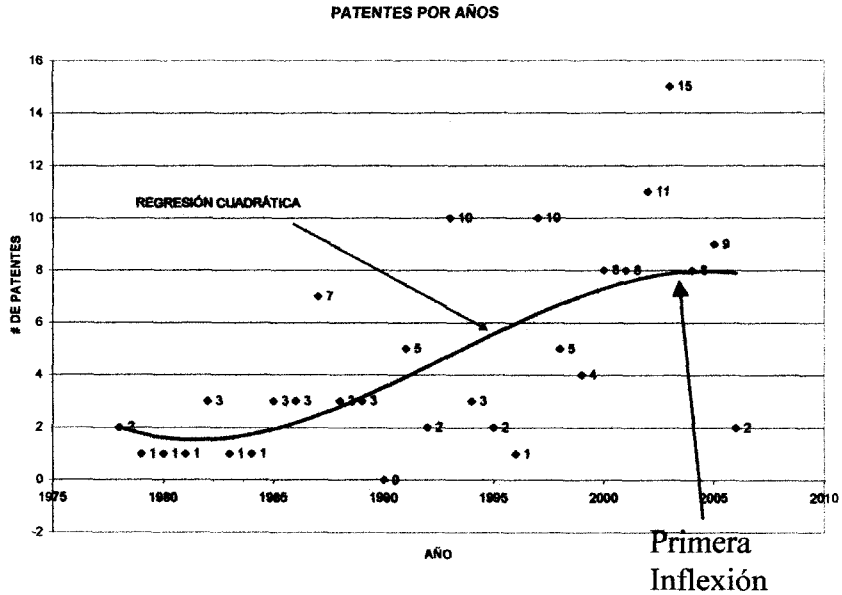
Los resultados arrojaron un total de 421 patentes. Después de analizar cada una de ellas, se dejaron para análisis sólo las que se referían a conceptos que aplican en los equipos de Tailor Blank (aún y cuando la aplicación no fuera netamente automotriz, ya que estas patentes tuvieron efectos y aplicaciones en la industria automotriz), lo cual redujo el número de patentes a 132 (Ver Anexo II).

A partir de estas patentes, se construyeron las siguientes gráficas en las que se descompone la gráfica S.

*Número de Patentes con Respecto al Tiempo.*

Se hicieron dos gráficas, una mostrando la cantidad de patentes por año, y otra mostrando la cantidad de patentes por cada 5 años. Esto para confirmar que los patrones se respetan bajo distintos criterios de fabricación de la curva. La primera tiene agregada una regresión cuadrática a partir de los datos, para poder percibir mejor el patrón de comportamiento de los datos a través del tiempo.




Primera Inflexión

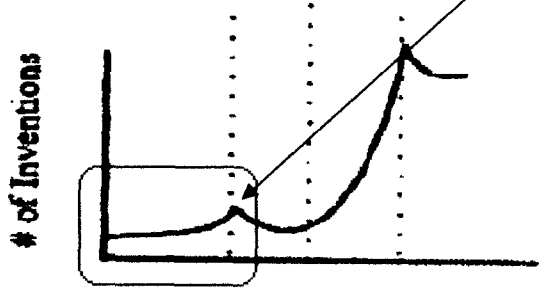



Figura 14: Curvas Cantidad de patentes

La principal diferencia entre ambas gráficas, es que en la gráfica por lustros, se pierde el efecto de la primera inflexión, debido a su carácter acumulativo. Relacionando con la gráfica base de número de patentes en el tiempo, podemos identificar que se ubica en la primera zona. Aunque en la gráfica con regresión cuadrática, parece que la parte de la curva se podría ubicar en la zona 2 y 3, esto no es posible, ya que estamos graficando desde la primera patente, entonces sólo se identifica una inflexión negativa desde el inicio de las patentes, por lo que la ubicación en la primera etapa es la correcta.

*Nivel De Funcionamiento Con Respecto Al Tiempo*

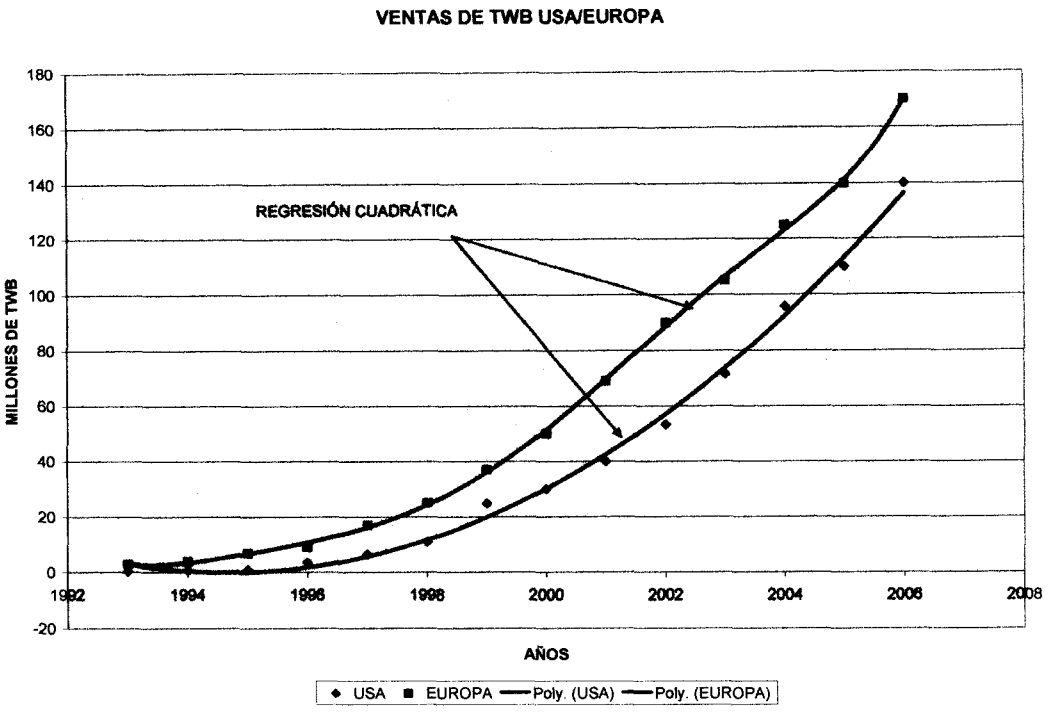
Debido a la dificultad de poder encontrar información confiable en cuanto al desarrollo de una variable que mida el funcionamiento del sistema (Velocidad de soldadura, eficiencia del equipo, espesores, tipos de materiales, etc. Variables con las que se mide el tipo de equipo a comprar cuando se busca un equipo para manufacturar Tailor Blanks), esta gráfica de momento no la vamos a desarrollar. Vamos a ver si las otras dos gráficas coinciden con la primera, entonces asumiremos que el nivel de funcionamiento se ubica en la misma zona.

*Nivel de rentabilidad con respecto al tiempo*

Para medir la rentabilidad de la tecnología, se tomó como referencia la cantidad de blancos vendidos fabricados con esta tecnología, por año, en la industria automotriz, que es la que nos interesa en este momento, y con la que queremos correlacionar los resultados. Sabemos que un mayor número de ventas ni implica o asegura una mayor rentabilidad, mas se va a tomar esta suposición, basándonos en la lógica de plantas manufactureras como Metalsa, en la que equipos que envuelven gran inversión (como las prensas), requieren tener grandes ventas de su producto para ser rentable.

Las ventas se rastrearon a partir de 1993, que es a partir de cuando se encontró información (Antes de 1990, sólo dos vehículos incluían TB, en sólo un componente del vehículo)

Se muestran las ventas tanto de USA como de Europa. Básicamente, en USA se muestra un rezago constante en las ventas de TB comparado con Europa. Esto se puede deber a que Europa tiene más tiempo lidiando con restricciones de peso en su vehículos, y de poner sólo la resistencia y material en las zonas que requiere, debido a que los precios de la gasolina siempre han sido altos, comparados con USA.



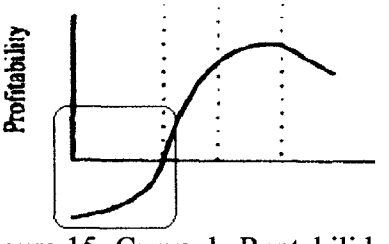




Figura 15: Curva de Rentabilidad

Analizando la gráfica de ventas, con las de rentabilidad, podemos ubicarla también en la primera etapa de la curva. Esto nos dice que ya estamos entrando en la zona de rentabilidad de la tecnología, después de que se desarrollan conceptos y patentes que la vuelven más manejable y controlable.

*Nivel De Inventiva Con Respecto Al Tiempo*

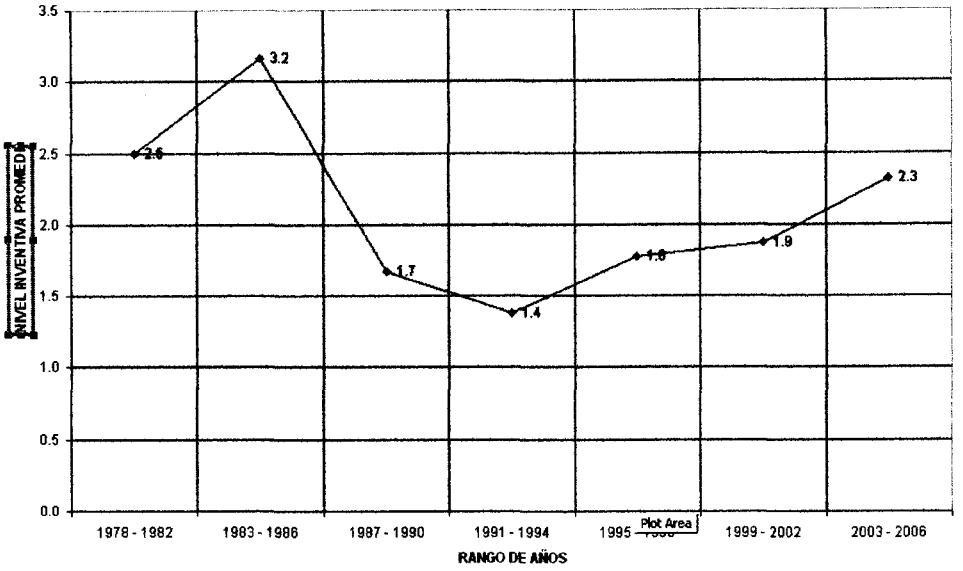
Para esta gráfica, se evaluó cada una de las 132 patentes seleccionadas, y se le asignó un número de 1 al 5, de acuerdo a la siguiente escala tomada del Apéndice 1 del artículo "Application of TRIZ to Technology Forecasting.Case Study: Yarn Spinning Technology". Escrito por Severine Gahide.

- Nivel 1: Solución estándar
    - Toma menos de 10 intentos el encontrar la solución correcta.

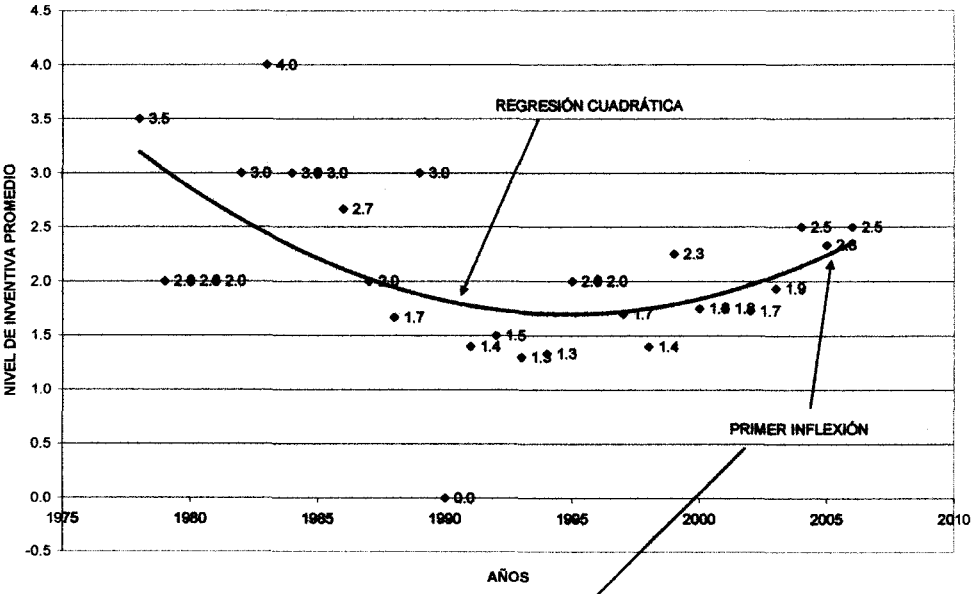
    - La solución se encuentra dentro del campo de trabajo del ingeniero. Es una pequeña extensión o mejora de un sistema existente, que no sufre un cambio mayor
    - No tiene influencia o consecuencia en la ciencia.
- Nivel 2: Cambio de un sistema
    - Toma menos de 100 intentos el tener éxito.
    - La solución requiere negociar algo del sistema original. Hay mejoras, pero se compromete el funcionamiento de algo más. El sistema es ligeramente modificado, incluyendo algunas nuevas características que llevan a mejoras definitivas
- Nivel 3: Innovación.
    - Requiere de varios cientos de pruebas para poder tener éxito.
    - La solución está fuera del campo de ingeniería o desarrollo de la tecnología actual. Una contradicción inventiva es resuelta dentro del sistema, frecuentemente a través de la introducción de un elemento totalmente nuevo.
- Nivel 4: Invento.
    - Miles de pruebas necesarias.
    - La solución se encuentra en la ciencia, no en la tecnología, dentro de fenómenos físicos o químicos casi nunca usados.
- Nivel 5: Descubrimiento.
    - La solución se basa en un fenómeno recientemente descubierto.
    - Es único, tendrá una gran influencia en la ciencia, y tendrá miles de patentes derivadas del mismo.

La evaluación se llevó a cabo por personal involucrado en la venta de Tailor Blanks (1), y de personal que vende equipos que fabrican Tailor Blanks (1), y el autor de este documento. El resultado por año mostrado es el valor promedio de los valores obtenidos por cada patente.

**NIVEL DE INVENTIVA PROMEDIO**




**NIVEL DE INVENTIVA POR AÑO**



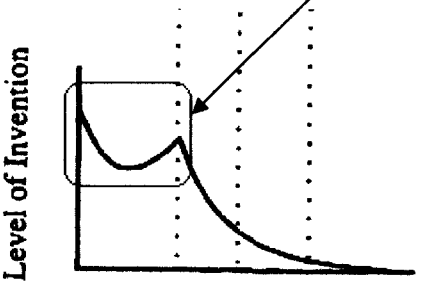



Figura 16: Curvas de Nivel de Inventiva

Se muestran dos gráficas, una con los resultados obtenidos por lustros (el promedio de los cinco años), y por año (el promedio del nivel de inventiva de las patentes de ese año), esto para validar que las tendencias obtenidas se repitan bajo distintos criterios.

Como podemos observar, se muestra una curva que cae y luego vuelve a subir, típica de la primera etapa de desarrollo en el nivel de inventiva.

Observando las tres gráficas obtenidas del análisis de patentes y del mercado, podemos darnos cuenta que esta tecnología se encuentra apenas pasando a la etapa de crecimiento.

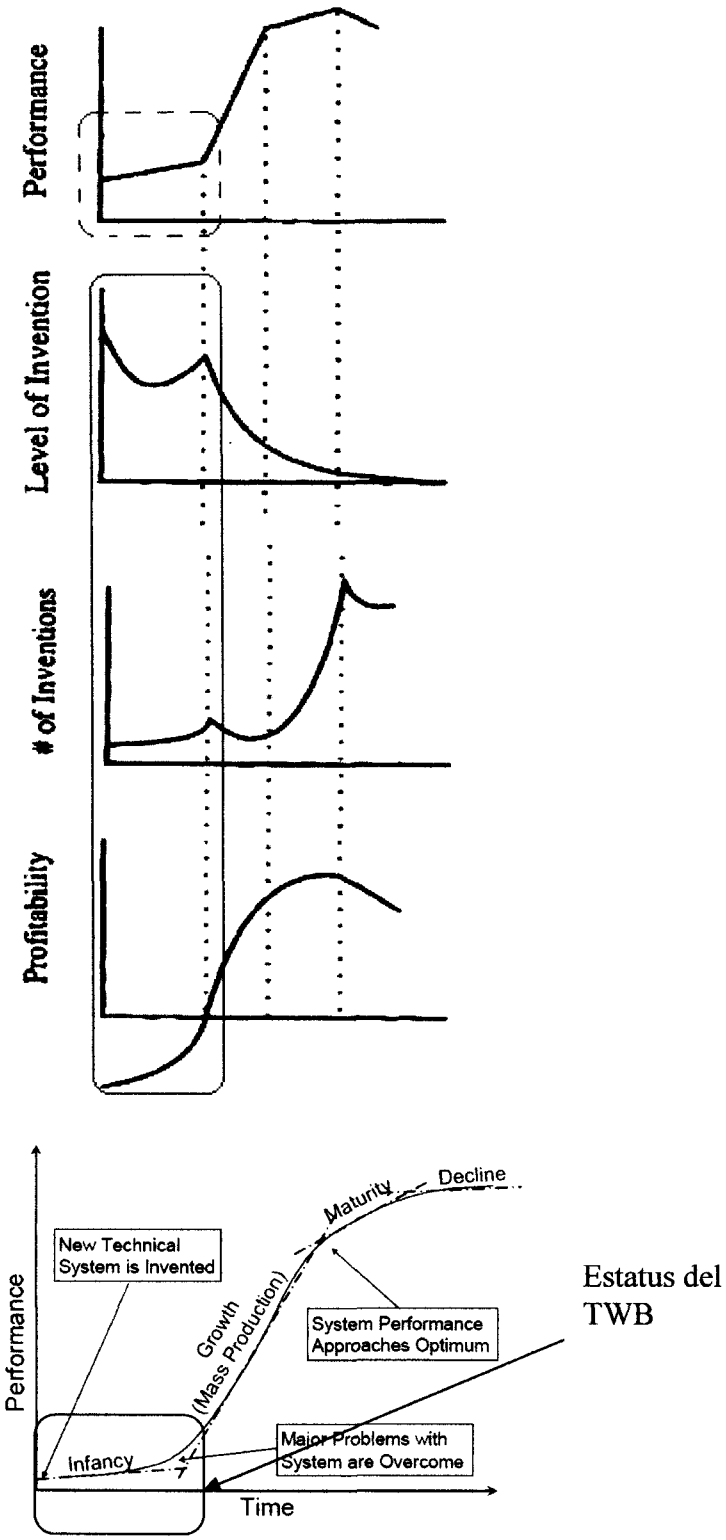



Figura 17: Ubicación En la Curva S

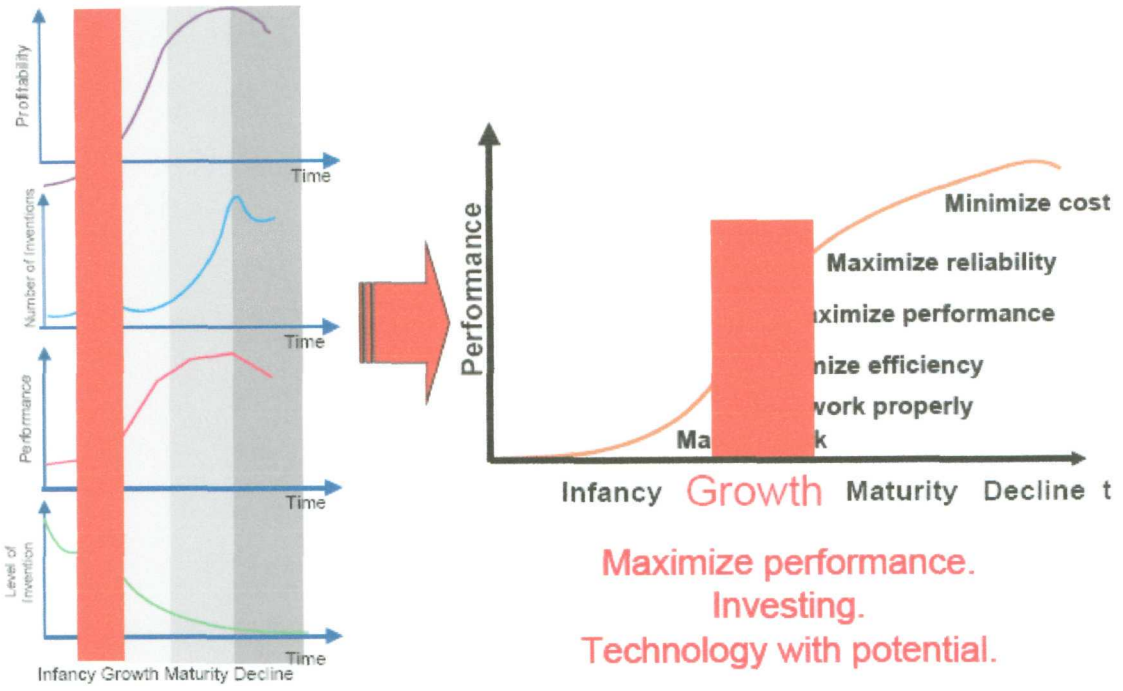



Figura 18[21]: Ubicación en la curva S

Con los resultados obtenidos en los tres gráficos, podemos concluir que en la gráfica de funcionamiento estamos en la misma área, sobre todo tomando que la gráfica de funcionamiento tiene la misma forma de la gráfica S de tecnología.

Tomando en cuenta que el TB se encuentra en la etapa de crecimiento, y que en el estudio económico se encontraron ahorros y ventajas en cuanto a flexibilidad, ahorros en peso y mejoras en funcionamiento, la integración de esta tecnología se vuelve una opción atractiva.

Pero todavía es necesario saber si esta es la única tecnología que puede hacer la función que actualmente logra en la industria automotriz (poner la masa y resistencia en el lugar que realmente se requiere del automóvil, reduciendo peso y disminuyendo uso de combustible),

Para esto, continuaremos ahora con la siguiente herramienta de patrones de evolución del TRIZ: Evolución hacia lo ideal.

**Interpretación Alternativa Mapeo De Madurez Tecnológica**

Una posible desventaja del proceso de mapeo de madurez tecnológica usando las herramientas TRIZ, es tener una posible interpretación equivocada de los datos, ya que estos pueden ser presentados de una manera distinta, dependiendo del criterio del evaluador. Esto nos puede llevar a conclusiones erróneas con respecto al análisis de la tecnología.

En este apartado, vamos a revisar una interpretación alterna de los datos, y ver si todavía arroja los mismos resultados, o nos dice algo distinto.

*Número de Patentes con Respecto al Tiempo.*

A continuación, se muestra la misma gráfica de número de patentes por año, que se presento anteriormente en el proyecto (Figura 12), pero ahora seccionando los datos en lapsos de diez años, de manera que la gráfica resultante es una unión de varias pequeñas gráficas. Con este método, podemos ver las pequeñas tendencias a lo largo de la gráfica.

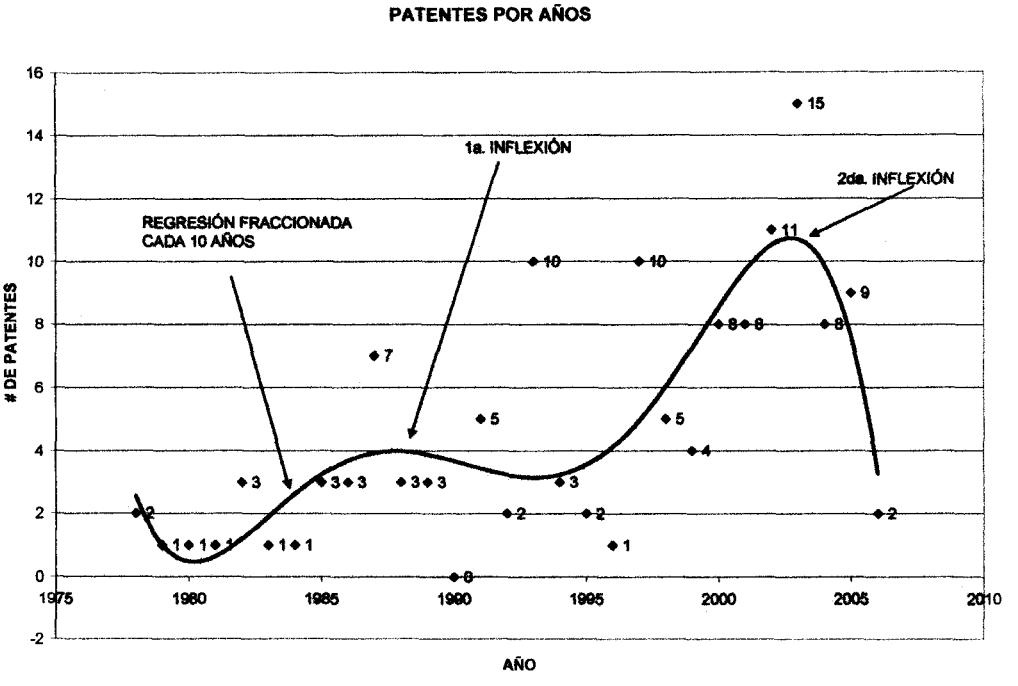



Figura 22: Curva Cantidad de patentes

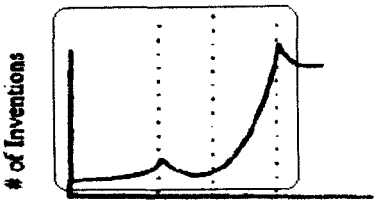



Figura 23: Ubicación en curva de cantidad de patentes

Al agrupar los datos representados, obtenemos una gráfica distinta a la que obtuvimos anteriormente. Esta gráfica mostrada en la figura 22 presenta un patrón con dos inflexiones marcadas, lo cual, al referenciar en la gráfica base para número de patentes, nos dice que estamos ubicados en la tercera zona de la curva S, es decir, ya en la zona de término de la tecnología.

Vamos a ver que obtenemos en las siguientes gráficas.

*Nivel De Funcionamiento Con Respecto Al Tiempo*

Aquí vamos a tomar la misma posición que en el análisis anterior: ante falta de información, ubicaremos esta gráfica en base a los resultados de las otras tres.

*Nivel De Rentabilidad Con Respecto Al Tiempo*

Aquí lo que vamos a cuestionar, respecto al análisis original, es la validez del parámetro ventas como una referencia para caracterizar la rentabilidad. Mayores ventas no quieren decir mayor rentabilidad, aunque se puede afirmar que a mayores ventas, los equipos usados en la fabricación de Tailor Blanks son más rentables.

Podríamos tomar como parámetro la cantidad de piezas Tailor Blank por vehículo, la cual de acuerdo a la figura # 5, está creciendo linealmente con respecto al tiempo. Esto quiere decir que los usuarios finales, los OEM, están encontrando rentable el uso de los Tailor Blank, por lo que habrá mayor demanda, y eso automáticamente impacta en la rentabilidad del producto, y de sus fabricantes.

Además, la manera en que se comportan los datos, no le afecta en absoluto la agrupación de datos en décadas, por lo que esta gráfica quedará igual.

*Nivel De Inventiva Con Respecto Al Tiempo*

Volvemos a presentar la figura # 14 que habíamos obtenido anteriormente, pero ahora hacemos lo mismo que se hizo en la figura 22, seccionar los datos a graficar por décadas, y unir todas las gráficas resultantes, para obtener un nuevo patrón de curva.

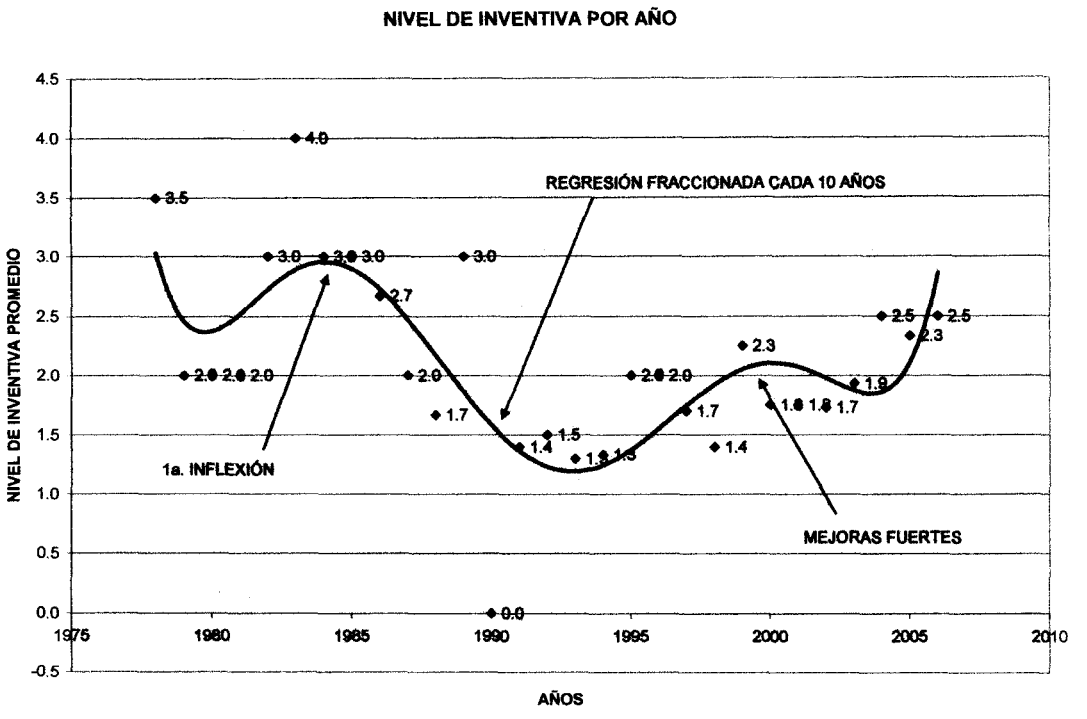



Figura 24: Curva de Nivel de Inventiva

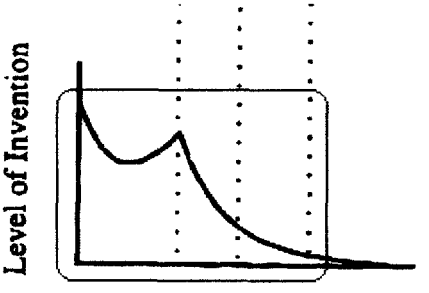



Figura 25: Ubicación en Curva base

En la figura 24 podemos ver ahora una curva patrón muy distinta a la obtenida originalmente. Podemos identificar una 1ª. Inflexión muy al inicio de la misma, para luego tener una caída pronunciada, como en la gráfica base de la Figura 25. Las inflexiones al final las identifico como mejoras importantes al proceso, pero no estoy muy convencido de que realmente se refleje una tercera etapa en esta gráfica, pero sirve como ejemplo de cómo una gráfica puede verse completamente distinta, de acuerdo al criterio elegido por el analista.

Después de volver a generar las gráficas para mapeo de tecnología, cambiando el criterio de análisis de datos, obtenemos lo siguiente:

- Una gráfica parece ubicarse en la etapa 3 de la curva S (Número de patentes)
- De otra no tenemos datos (Performance)

- De la tercera, el cambio no tiene efecto alguno en su despliegue, pero hay dudas acerca de qué tan válido es este parámetro para medir rentabilidad (Rentabilidad)
- Y la cuarta muestra efectos no típicos de la gráfica base, que la hacen difícil de ubicar.

Por lo que con los resultados obtenidos bajo este criterio de representación gráfico no arrojan resultados tan concluyentes como en el mostrado anteriormente en este trabajo, además de que el resto de las herramientas TRIZ usadas, respaldan el resultado del primer análisis.

Sin embargo, era importante desarrollar esta alternativa, como ejercicio y comprobación de la gran diferencia en resultados que puede generar este procedimiento de análisis de tecnología, de acuerdo a la persona, su experiencia tanto en el área automotriz como con el proceso a analizar, y los criterios usados en su aplicación.

**Evolución Hacia Lo Ideal**

Para poder llevar a cabo este proceso, primero necesitamos identificar las necesidades y ventajas que cubre el proceso en forma atractiva, y los problemas y desventajas que presenta el mismo

Funciones útiles:

- Aplicar mayor resistencia en las áreas que realmente se necesita.
- Reducir peso
- Reducir costo del producto final (chasis, uni-body, etc.).
- No usa material de aporte, por lo que se economiza en peso, comparado con soldadura tradicional.
- Hacer la misma soldadura en proceso tradicional, implica inversión de herramental, y un equipo de soldadura de proyección láser muy complejo.
- Reduce número de partes, generando ahorros en logística.
- Reduce herramentales (por lo tanto, reduce tiempo de uso de prensas, herramentales, set-uso, y uso de área para sub-ensambles)
- Permite soldar distintos tipos de aceros sin muchas complicaciones.
- Evita los sobrepesos generados por el empalme de material requerido para el proceso de soldadura por proyección, o del tipo MIG.
- En el caso de tubos, tienen mejores propiedades de expansión (6 – 8% más), debido a la naturaleza del proceso de formado (El roloformado roba mucho de la propiedad de expansión del material original).
- En el caso de tubos, el equipo puede hacer no sólo tubos cilíndricos o de sección transversal constante, sino también cilíndricos.
- Flexibilidad.

Áreas de Oportunidad

- Requiere inversión de equipo especializado y caro para fabricar los blancos.
- La tecnología láser no es muy conocida en México.
- El proceso requiere un re-trabajo en los extremos, que no agrega valor al producto, y sí es costoso.
- Actualmente, se usa en aplicaciones cuyos espesores de acero máximo son 3 mm, y en el chasis, regularmente se trabaja con calibres de 2.5 a 5 mm.
- Proceso lento para fabricación de tubos.

Entonces, una opción ideal sería un equipo que pudiera hacer componentes de distintos espesores o materiales con equipos tradicionales, sin láser o sin soldadura alguna, que no requiera retrabajos en los extremos a unir o que no tenga que unir extremos, con capacidad de manejar componentes con espesores mayores a 3 mm, y que lo haga de manera rápida.

Haciendo algo de investigación, se obtuvieron distintos procesos que no son exactamente el mismo tipo de producto, pero que buscan en cierta forma hacer las mismas funciones útiles del TB (ver listado superior).

Espuma Estructural

Esta solución se basa en la inyección de espuma diseñada especialmente para absorber energía en situaciones de impactos, y para proveer de mayor rigidez a estructuras automotrices, con menor peso que aplicar refuerzos de acero, y evitando la inversión en herramentales y en procesos de prensado, además de no requerir procesos de soldadura, y su proceso de aplicación lo hace flexible a cambios de ingeniería. Se usa ampliamente en la carrocería de automóviles, y se puede inyectar en cualquier tipo de material.

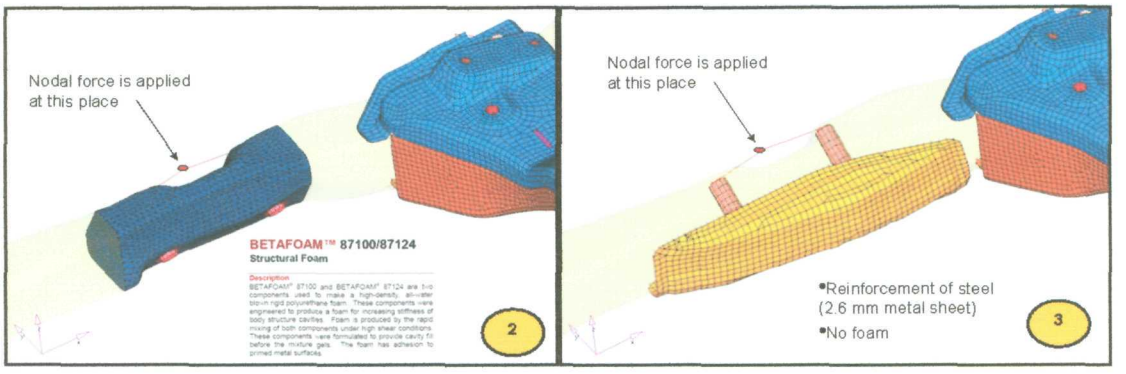



Figura 19[2]: Ejemplo uso de espuma

El problema con esta solución, es que en algunos casos, el material es muy caro. Sólo se justifica cuando se reduce una cantidad importante de piezas y de peso, y sólo aplica en áreas pequeñas y huecas, no se puede aplicar en áreas expuestas. Además, genera algunos problemas en el diseño del proceso de ensamble, ya que la espuma se puede incendiar con la soldadura.

Tailor Rolled Blanks

Esta solución es una competencia directa del TB, ya que hace exactamente lo mismo que el TB, pero sin soldar y sin agregar un proceso extra, como en el caso del TB, que primero se requiere hacer blancos por prensa, y luego arreglar los extremos. Esta solución se lleva a cabo en el proceso de rolado de la placa, en donde se manipulan los rollos formadores del espesor de placa, de manera que el espesor de la lámina varía de acuerdo a un patrón deseado.

Figura 20[5, 35]: Línea para producir Tailor Rolled Blanks

Las principales limitantes, es que sólo puede trabajar rollos de 1400 mm de ancho, no puede trabajar otro material que no sean aceros al carbón (Mild & HSLA), ni aluminio. La transición de espesor toma al menos 10 mm, lo cual afecta a cuestiones de peso y funcionamiento.

Este ejercicio nos ha ayudado a identificar otras tecnologías que eliminan algunas de las áreas problemas del TB, pero también muestran ciertas limitaciones que el TB ya ha superado. De esta manera, sabemos a qué se debe enfocar el desarrollo tecnológico del TB una vez que se decida adoptarla como parte de la estrategia tecnológica. También nos ha servido para darnos cuenta que estas tecnologías pueden en algún momento dado superar sus limitantes, y verse como un peligro para el TB, por lo que sería conveniente analizar más a fondo el grado de desarrollo de las mismas, para poder ubicar sus curvas de tecnología, relativa a la del TB

**Desarrollo No-Uniforme De Los Elementos Del Sistema. (Análisis Del Sistema Tecnológico En El Pasado, Presente Y Futuro)**

Este análisis se genera a partir de la revisión de las patentes del TB, del estudio de mercado, y de su desarrollo a través de la historia. Lo que se busca definir es si su patrón de evolución se dirige en la dirección correcta para el producto que Metalsa fabrica: chasis.

En este análisis, se genera una tabla dividida en 4 columnas y al menos tres divisiones para los renglones. En los renglones, listamos lo que se conoce como Supersistema, sistema y subsistema. El sistema es el proceso o tecnología en revisión, el TB. El Supersistema es una aplicación del sistema analizado: carrocerías, chasis. En este caso, nos vamos a enfocar a chasis ya que es el producto final de interés de Metalsa. Subsistema son los distintos componentes del proceso TB, de preferencia componentes críticos, que sean áreas de oportunidad del proceso.

En las columnas, la información se divide en Pasado, Presente y Futuro del Supersistema, sistema y subsistemas analizados. A partir de la información que se recopile del pasado y presente de los sistemas, se busca proyectar un futuro, basado un poco en lo que se vio en la investigación de mercado y en los limitantes actuales.

| | Pasado | Presente | Futuro |
|---|---|---|---|
| **Super-sistema** | **Chasis Abierto** | **Chasis Cerrado** | **Unibody, Chasis structural (Ridgeline, Rampage Cayenne/Tuareg)** |
| | En todos los vehículos | Camionetas, SUV´s | Camionetas, Crossovers |
| | Estampados, MIG, Cera.<br>Ensamble en línea | Estampados, Hidroformado, Roloformado, Doblado CNC, Corte Láser, Centros de maquinado, Soldadura MIG, E-coat | Estampados, Hot gas forming & Stamping, roloformado, Doblado CNC, Corte láser, maquinado láser. Soldadura láser, friction weld, spot weld, Tailor blank |
| | | Ensamble en línea | Ensamble modular/Flexible |
| | Aceros 1010/1008 | Aceros 1010/1008, HSLA, Tubos. | Aceros UHSS/AHSS (Dual phase,TRIP, TWIP, X-IP Boron).<br>Aluminio, Compuestos |
| | Muchos chasis, muchos | Un chasis, muchos modelos y vehículos | No Chasis, cada modelo con estructura particular |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | modelos | | |
| **Sistema** | **TWB Mash Seam** | **TWB Laser** | **TRB, Espuma Estructural, Láser remoto/ adhesivos** |
| | Material Traslapado | Material a tope | Sin unión |
| | Proceso lento, una sola soldadura | Rápido, varias soldaduras | Varias soldaduras, varias locaciones simultáneas |
| | Material muy Delgado, | Hasta 3 mm de espesor | Sin límite |
| | Sólo aceros al carbón, mismo espesor | Aceros UHSS, aluminio, Distintos materiales y espesores | Compuestos |
| | Sólo placas | Placas, tubos | Ensambles de vehículos |
| **Subsistema** | Electricidad/ MIG | Láser | Adhesivos, refuerzos sintéticos. |
| | Pruebas destructivas, selectiva, fuera de línea | Inspección en línea, no destructiva, 100% | 100% confiabilidad |
| | Soldaduras lineales, en un eje | Soldaduras curvas, en tres ejes | 6 ejes, en zona de ensamble |
| | Con material de aporte | Sin material de aporte | Sin consumo de energía |
| | Baja potencia, bajo enfoque | Alta potencia, fino enfoque | Baja potencia, fino enfoque |
| | Sin preparación de orillas | Con preparación de orillas | No requiere |

Matriz de Patrones de Evolución del Tailor Blank[1 – 20, 23, 28 – 31]

De acuerdo a la investigación, los principales motivadores de cambios en la forma de construcción de los chasis son:

- Seguridad.- Los carros ya tienen más de 20 años cumpliendo requisitos de producción, tal vez a ello se debe la aplicación inicial de TB en esta área. Las camionetas están apenas empezando a ser exigidas en aspectos de seguridad (invasión a cabina restringida, pruebas de volteo, impacto frontal y trasero),

ocasionando que se interesen en tecnologías como el hidroformado, el TB y similares para cumplir con estos requisitos.

- Ambientales.- La meta de las camionetas, por ley, es un consumo de 22.2 millas por galón para el 2007. Esto ocasiona que los fabricantes busquen formas de reducir peso sin sacrificar seguridad.
- *Performance*.- El cliente se ha vuelto más conocedor del producto (carros, camionetas), y busca que la camioneta que compre, no sólo sea buena para el trabajo fuera de las carreteras, sino que también sea cómoda para su manejo diario en carretera, ya que es su mismo vehículo para paseo y diversión. Esto esta ocasionando que los fabricantes busquen la forma de dar a sus clientes lo que buscan, alejándose del manejo rudo de un vehículo con chasis (aunque más resistente y sencillo de diseñar), y acercándose a los vehículos de arquitectura unibody (tipo carros), pero reforzados con materiales de alta resistencia (UHSS, DP, TRIP, TWIP, BORON), los cuales son fácilmente soldados por el TB . Se anexan unas fotografías de vehículos utilitarios y camionetas con esta arquitectura (La Ridgeline, de Honda, y la Cayenne/Tuareg, de Porsche/VW).

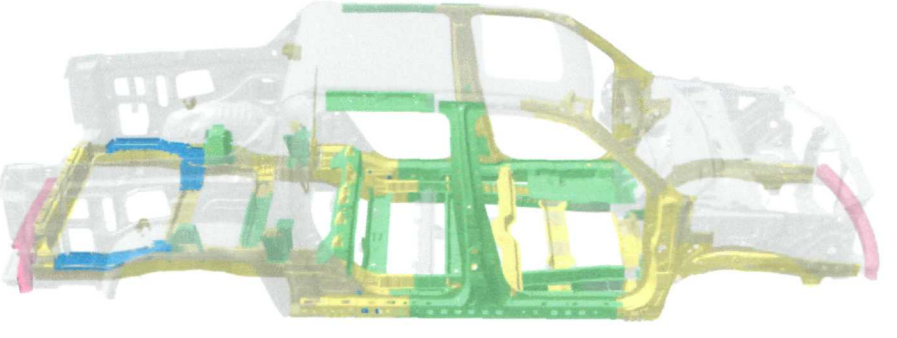


Figura 21[18, 20].-RIDGELINE (HONDA)

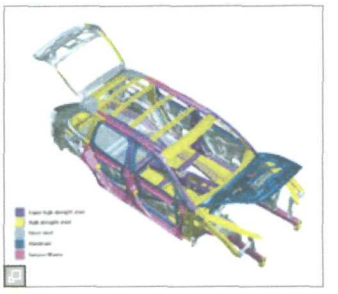


Figura 22[18, 20].- CAYENNE/TUAREG (PORSCHE/VW)

Estos vehículos tienen un uso intensivo de TB en sus plataformas. Anexo otra ayuda visual de un componente para chasis, que ya requiere el uso de TB (no se puede manejar el cliente ni el producto completo, por razones de confidencialidad).

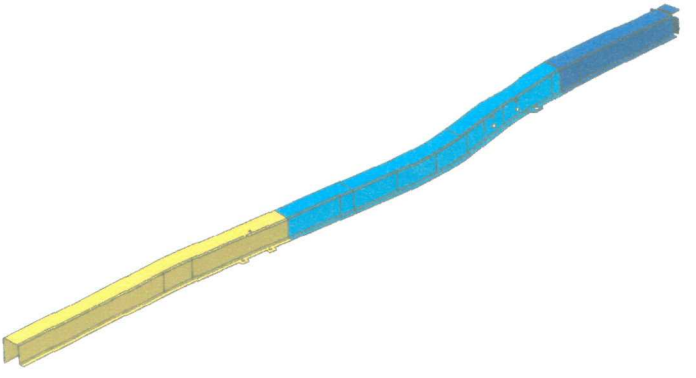


Figura 23[2]: Larguero con Tailor Blank

La tendencia en el proceso Tailor Blank (TB) es hacia la eficiencia, seguridad, confiabilidad y flexibilidad, típico de una tecnología en la etapa de crecimiento. El principal motivador de estos cambios es la rentabilidad, hacer que el producto sea atractivo al cliente, y que genere las ganancias a los productores de blancos y equipos.

Lo que vemos en la tabla de evolución de patrones, es que básicamente el sistema y sus subsistemas van más avanzados que el Supersistema en cuestión (Chasis), por las razones manejadas anteriormente, en relación de que el TB se desarrolló debido a que la industria de los carros ya tenía que cumplir con una serie de requisitos que los fabricantes de camionetas no tenían cumplir, sino hasta en forma reciente.

A partir de los escenarios de evolución de la tabla, generamos un escenario del futuro de chasis, y del TB.

- Los chasis van a sufrir una transformación total con respecto a los productos actuales.
    - Materiales (Aceros de muy alta resistencia, delgados y estructura distinta)
    - Procesos de unión (Debido a la estructura de los nuevos materiales, necesitas procesos de unión que afecten con calor lo menos posible)

    - Sistemas de ensamble (Debido a los procesos de unión)
    - Volúmenes y modelos
- Algunos productos ya no tendrán chasis, serán unibodies.
- Ambas alternativas, muy seguramente usarán TB porque:
    - Manejan aceros cuya eficiencia depende de soldaduras láser (reducida zona afectada de calor).
    - Es una tecnología muy usada en Unibodies, Spaceframes y materiales delgados.
    - Su adaptación al área de chasis estructurales y unibodies de camionetas no será tan compleja
    - La tecnología TB seguirá mejorándose, por lo que podrá manejar los calibres que se usan en camionetas.
    - LA presión a ser más eficiente en uso de gasolina, y en mejoras de seguridad, seguirá creciendo.
- Otras tecnologías madurarán lo suficiente para competir con TB en áreas que no lo hacen ahora
    - Las espumas serán más ligeras, más resistentes, y más baratas.
    - El proceso Tailor Rolled Blank se podrá extender en longitud de rollo, y para aceros UHSS
    - Esto tomará un tiempo considerable, ya que estas tecnologías no están tan arraigadas en los vehículos como el TB (El Tailor Rolled Blank está en etapa de arranque de producción).

## CONCLUSIONES

En la primera etapa de este proyecto, pudimos concluir que era conveniente trabajar con la tecnología Tailor Blank, ya sea comprándose equipo o mediante asociación con compañías cercanas que ya lo manejen, debido a los ahorros marginales que se obtenían en el caso de estudio de estampado, y en los ahorros significativos obtenidos para hidroformado. Esto aparte de los ahorros en peso, y del uso correcto del material donde se necesita.

Después de terminar la segunda etapa, reforzamos la idea de entrar o invertir en esta tecnología, ya que se encuentra en los inicios de su madurez, lo que da espacio a seguir desarrollándola tecnológicamente, y obtener la mayor rentabilidad posible.

Además, como pudimos ver en los patrones de evolución, el futuro de los chasis se dirige al uso de aceros UHSS, y a estructuras totalmente distintas a lo que manejamos actualmente, cuyo manejo en procesos de unión, requerirá el uso de una tecnología ya probada en este tipo de material como el Tailor Blank, y no el proceso actual de MIG, el cual podría quedar obsoleto (debido a su inherente manejo de calor, y a que trabaja con espesores mayores a los que se prevén en el futuro de los chasis). Esto valida la hipótesis manejada al inicio de este documento, en cuanto a la importancia de este proceso en el plataformas futuras de chasis

Aunque no hay que perder de vista los proceso vistos aquí como sustitutos del Tailor blank, así como tras tecnologías las cuales no se vieron aquí. Hay que tomar en cuenta que las tecnologías tienen un tiempo de vida más corto, debido a la rapidez con la que se suceden nuevos descubrimientos y desarrollos.

En resumen, el Tailor Blank luce como una tecnología crítica para el futuro de Metalsa, debido a las tendencias del mercado de camionetas en cuanto a seguridad, consumo de combustible, y las tendencias de diseño de las nuevas camionetas y vehículos utilitarios, los cuales incluyen el manejo de aceros UHSS y estructuras con materiales más delgados, los cuales hacen prácticamente imposible el uso de la soldadura MIG que actualmente se maneja.

Esto valida la hipótesis empleada al inicio de este trabajo. Los análisis hechos arrojaron la información suficiente para definir a la tecnología Tailor Blank como clave para el futuro de Metalsa, por lo que es estratégico que se implemente el uso de la misma, ya sea a través del estudio, desarrollo e inversión del Tailor Blank en Metalsa ( Generando un Frente tecnológico de este proceso, se puede definir la extensión del desarrollo del mismo), o llevando a cabo una asociación con algún proveedor, que reduzca los costos del proceso, y permita un flujo de información en ambos sentidos que permita una integración exitosa.

## REFERENCIAS


1) www.metalsa.com.mx, Site en internet de Metalsa S. de R.L..

2) Intramet (Red interna de Metalsa)

3) Tailored blanks come on strong. Automotive Manufacturing & Production, May, 1997 by Al Wrigley

4) http://www.a-sp.org/database/custom/twbmanual/printsection.asp?hid=9

5) www.corusgroup.com, Compañía fabricante de acero, localizada en Holanda e Inglaterra..

6) www.soudronic.com, Compañía fabricante de equipos para la producción de Tailor Blanks, localizada en Suiza.

7) Tailor Welding in Europe. By David. A. Belforte. http://ils.pennnet.com/Articles/Article_Display.cfm?Section=Archives&Subsection=Display&ARTICLE_ID=149692

8) www.worldautosteel.org, Organización de acereros que busca desarrollar y mantener el uso del acero en el automóvil.

9) www.ulsab-avc.org, Organización de acereros que busca desarrollar y mantener el uso del acero en el automóvil.

10) www.servorobot.com, Compañía que fabrica componentes de equipos para fabricar Tailor Blanks.

11) http://www.getec.etsit.upm.es/docencia/gtecnologia/gtecnologia.htm, Site de información de temas variados.

12) http://www.triz-journal.com/. Site con información y reportes del uso de TRIZ en distintas aplicaciones

13) www.dow.com, Compañía química que desarrolla adhesivos y espumas para la industria automotriz.

14) www.noble.com, Compañía líder en la venta de Tailor Blanks, localizada en USA.

15) www.waynetrail.com, Compañía fabricante de equipos para la producción de Tailor Blanks, localizada en USA.

16) www.weil-engineering.de, Compañía fabricante de equipos para la producción de Tailor Blanks, localizada en Alemania

17) www.automotivenews.com, Site de la revista del mismo nombre, con información relacionada con el mercado y tendencias de la industria automotriz

18) Dual Phase Steel Applications in Tailor Welded Blank Technology. Alex A. Konieczny. www.autosteel.org

19) Applications of AHSS & Hot Stampings in Automotive Structures. Frank A. Horton. Arcelor Auto Symposium, Cannes 2005

20) The Frame of the Future? Christopher A. Sawyer. Automotive Design & Production, Enero 2004.

21) TRIZ on Rapid Prototyping: -a case study for technology foresight. Jörg Stelzner, Carlos Palacios, Tobias Swaton

22) The Application of TRIZ to Technology Forecasting. A Case Study: Brassiere Strap Technology. Kim Lovel, Chad Seastrunk, Timothy Clapp. College of Textiles, North Carolina State University, Raleigh, USA

23) Study of Effective New Product Development Activities through Combination of Patterns of Evolution of Technological Systems and VE. THE SANNO INSTITUTE OF MANAGEMENT. Senior Researcher, Manabu Sawaguchi. Marzo 2001.

24) Strategic TRIZ and Tactical TRIZ: Using the Technology Evolution Tools. Ellen Domb. This article was first published in Izobretenia, The Journal of the Altshuller Institute, October, 1999.

25) Application of TRIZ to Technology Forecasting.Case Study: Yarn Spinning Technology. Severine Gahide. http://www4.ncsu.edu/~sgahide/cv.html

## GLOSARIO

BIW.- "Body in White", que se refiere a la estructura metálica base de los vehículos, sobre la cual se ensambla el resto del automóvil.

CNC.- "Computer Numerical Control", para describir equipo de maquinado o de formado que es manejado por programación computacional.

CTL.- "Cut to Lenght", corte a la medida.

DP600.- Nombre de un material de acero. DP viene de "Dual Phase", que se refiere a la naturaleza de la estructura granular del material debido al proceso de formado al cual es sujeto. El número 600 define La máxima resistencia última que puede lograr el material en pruebas de tensión, medido en megapascales.

FOB.- "Free on Board", Libre a bordo, término de logística para definir punto de entrega de un producto o servicio.

HSLA.- "High Strength Low Allow", denominación de los aceros para estampado, basados en carbón, cuya resistencia la cedencia es mayor a 50 KSI.

KU.- Acrónimo del componente "Kick-Up" de los chasis de camionetas

MIG.- "Metal Inert Gas", es como se conoce tradicionalmente al proceso de Soldadura de arco eléctrico protegido por gas, con electrodo consumible..

OEM.- "Original Equipment Manufacturer", fabricante de equipos originales, es como se les conoce a las armadoras automotrices en la industria automotriz.

Spaceframe.- Estructura de base de un vehículo motriz, diseñado para proveer estabilidad mecánica y soportar cargas, en el cual se montan el resto de los componentes del vehículo. El chasis es en esencia un tipo de spaceframe.

SUV.- "Sport Utility Vehicle", vehículos basados en camionetas o automóviles, pero con cabina para 5 o más personas, y sin caja de carga. Diseñadas para trabajo ligero o pesado a campo traviesa.

TB.- "Tailor Blank", o blanco de metal hecho a la medida.

TIG.- "Tungsten Inert Gas", Es como se conoce tradicionalmente al proceso de Soldadura de arco eléctrico protegido por gas, con electrodo de Tungsteno no consumible.

TRB.- "Tailor Rolled Blank", acero de distintos espesores y resistencias, obtenida a partir del proceso de rolado de acero.

TRIP.- "Transformation Induced Plasticity Steel", Acero UHSS que incrementa su resistencia mientras es sujeto a algún proceso de deformación, gracias a la transformación de la estructural granular del material en distintas fases.

TRIZ.- acrónimo en ruso de "Teoría Inventiva de solución de problemas

TWB "Tailor Welded Blank", o blanco de metal soldado hecho a la medida.

TWIP.- "Twinning Induced Plasticity Steels", aceros UHSS que se endurecen gracias al fenómeno de gemelización ("Twinning") de la estructura granular durante la deformación del material, creando muy alta resistencia en el mismo a medida que se deforma, con propiedades de elongación muy altas.

UHSS/AHSS.- "Ultra High Strength Steels / Advanced High Strength Steels", aceros avanzados cuya resistencia es mayor a 70 KSI y cuyas propiedades de formado son mejores que los aceros HSLA debido a tratamientos térmicos especiales.

Unibody.- Técnica de construcción que usa la capa externa del objeto o vehículo motriz para soportar algo o la mayoría de las cargas en el mismo (lo opuesto a Spaceframe).

USA.- "United States of America" , Estados Unidos de América.

X-IP.- Acero en fase de desarrollo, combinación de aceros Ferrítico, bainíticos con TWIP.

# ANEXO I: LISTADO DE PATENTES USADO EN EL ESTUDIO[36]

| NUMERO PATENTE/ APLICACIÓN | NOMBRE | FECHA | NIVEL INVENTIVA |
|---|---|---|---|
| 4,121,087 | Laser welding | 17-Oct-78 | 4 |
| 4,127,761 | Method and apparatus for controlling laser welding | 28-Nov-78 | 3 |
| 4,162,390 | Laser welding chamber | 24-Jul-79 | 2 |
| 4,237,364 | Welding tool and method | 2-Dec-80 | 2 |
| 4,326,118 | Laser beam welding apparatus | 20-Apr-82 | 3 |
| 4,330,699 | Laser/ultrasonic welding technique | 18-May-82 | 4 |
| 4,358,658 | Laser weld jig | 9-Nov-82 | 2 |
| 4,419,562 | Nondestructive real-time method for monitoring the quality of a weld | 6-Dec-83 | 4 |
| 4,461,946 | Apparatus for clamping an assembly of parts for laser welding | 24-Jul-84 | 3 |
| 4,501,950 | Adaptive welding system | 26-Feb-85 | 4 |
| 4,514,613 | Method of an apparatus for welding together metal components | 30-Apr-85 | 3 |
| 4,527,040 | Method of laser welding | 2-Jul-85 | 2 |
| 4,577,088 | Method of laser butt welding | 18-Mar-86 | 3 |
| 4,626,651 | Apparatus for butt welding steel strips by using a laser beam in a steel strip-processing line | 2-Dec-86 | 2 |
| 4,633,057 | Laser welder fault detector | 30-Dec-86 | 3 |
| 4,634,832 | Laser-beamwelding | 6-Jan-87 | 3 |
| 4,644,129 | Apparatus and method for edge welding sheet metal | 17-Feb-87 | 2 |
| 4,658,110 | Method and apparatus for welding | 14-Apr-87 | 2 |
| 4,682,002 | Method of laser welding sheet metal protected by low-vaporizing-temperature materials | 21-Jul-87 | 2 |
| 4,684,779 | Laser welding metal sheets with associated trapped gases | 4-Aug-87 | 1 |
| 4,694,137 | Laser welding head for sleeve-to-tube welding | 15-Sep-87 | 2 |
| 4,737,612 | Method of welding | 12-Apr-88 | 2 |
| 4,751,365 | Method for butt welding two pieces of different metal, particularly pieces of medium or high carbon content steel, with a laser beam | 14-Jun-88 | 2 |
| 4,831,233 | Optically controlled welding system | 16-May-89 | 4 |
| 4,835,357 | Sheet metal laser welding | 30-May-89 | 2 |
| 4,855,564 | Laser beam alignment and transport system | 8-Aug-89 | 3 |
| 4,988,845 | Device to cut and butt-weld bands or metal sheets having limited dimensions | 29-Jan-91 | 1 |
| 4,992,643 | Method and device for controlling plume during laser welding | 12-Feb-91 | 1 |
| 4,995,087 | Machine vision system | 19-Feb-91 | 2 |
| 5,038,016 | Laser welding monitoring system and method | 6-Aug-91 | 2 |
| 5,049,720 | Laser welding apparatus with sky window | 17-Sep-91 | 1 |
| 5,142,119 | Laser welding of galvanized steel | 25-Aug-92 | 1 |
| 5,147,999 | Laser welding device | 15-Sep-92 | 2 |
| 5,179,261 | Split beam laser welding system | 12-Jan-93 | 1 |
| 5,183,992 | Laser welding method | 2-Feb-93 | 2 |
| 5,187,346 | Laser welding method | 16-Feb-93 | 2 |
| 5,190,204 | Laser butt-welding device and method | 2-Mar-93 | 1 |
| 5,190,207 | Method for welding rectangular tubes | 2-Mar-93 | 1 |
| 5,245,156 | Method of laser-welding metal sheets having different thicknesses | 14-Sep-93 | 1 |
| 5,249,727 | Weld penetration depth inspection | 5-Oct-93 | 1 |
| 5,250,783 | Method of laser-welding metal sheets having different thickness | 5-Oct-93 | 1 |
| 5,264,678 | Weld-bead profilometer | 23-Nov-93 | 1 |
| 5,268,556 | Laser welding methods | 7-Dec-93 | 2 |

| NUMERO PATENTE/ APLICACIÓN | NOMBRE | FECHA | NIVEL INVENTIVA |
|---|---|---|---|
| 5,324,913 | Method and apparatus for laser welding | 28-Jun-94 | 1 |
| 5,343,010 | Process for seam welding of sheet metal blanks | 30-Aug-94 | 1 |
| 5,371,337 | Welding process and apparatus | 6-Dec-94 | 2 |
| 5,389,761 | Method and apparatus for cleaning metal pieces prior to resistive seam welding or laser lap seam welding | 14-Feb-95 | 2 |
| 5,451,742 | Laser welding method | 19-Sep-95 | 2 |
| 5,519,184 | Reusable laser welded hermetic enclosure and method | 21-May-96 | 2 |
| 5,591,358 | Apparatus for clamping and laser welding | 7-Jan-97 | 1 |
| 5,591,360 | Method of butt welding | 7-Jan-97 | 1 |
| 5,595,670 | Method of high speed high power welding | 21-Jan-97 | 3 |
| 5,601,736 | Butt welding process using high density energy beam | 11-Feb-97 | 2 |
| 5,624,585 | Method and apparatus for welding material by laser beam | 29-Apr-97 | 1 |
| 5,630,269 | Method for fixturing abutted sheet metal parts for welding | 20-May-97 | 1 |
| 5,648,619 | Arrangement for inspection of welded plate sections | 15-Jul-97 | 1 |
| 5,651,903 | Method and apparatus for evaluating laser welding | 29-Jul-97 | 2 |
| 5,674,415 | Method and apparatus for real time weld monitoring | 7-Oct-97 | 3 |
| 5,681,490 | Laser weld quality monitoring system | 28-Oct-97 | 2 |
| 5,760,365 | Narrow gap laser welding | 2-Jun-98 | 1 |
| 5,780,802 | Process for machining and butt-welding at least one edge of a sheet metal plate | 14-Jul-98 | 1 |
| 5,814,786 | System and method for laser butt-welding | 29-Sep-98 | 2 |
| 5,823,417 | Laser pressure foot | 20-Oct-98 | 2 |
| 5,859,402 | Process for the welding of work pieces with laser beams | 12-Jan-99 | 2 |
| 5,941,110 | Adaptive method and apparatus for forming tailor welded blanks | 24-Aug-99 | 2 |
| 5,951,889 | System and method for laser welding | 14-Sep-99 | 2 |
| 5,961,859 | Method and apparatus for monitoring laser weld quality via plasma size measurements | 5-Oct-99 | 3 |
| 6,010,182 | Vehicle chassis and body construction | 4-Jan-00 | 3 |
| 6,023,044 | Control method in multi-layer welding | 8-Feb-00 | 1 |
| 6,024,273 | Method and system for determining weld bead quality | 15-Feb-00 | 3 |
| 6,034,343 | Hybrid welding apparatus | 7-Mar-00 | 2 |
| 6,060,685 | Method for monitoring laser weld quality via plasma light intensity measurements | 9-May-00 | 2 |
| 6,087,619 | Dual intensity multi-beam welding system | 11-Jul-00 | 2 |
| 6,116,829 | Apparatus for machining at least one edge of at least one sheet metal plate | 12-Sep-00 | 1 |
| 6,140,601 | Laser-welded steel pipe and method therefore | 31-Oct-00 | 1 |
| 6,153,853 | Laser beam welding apparatus | 28-Nov-00 | 2 |
| 6,184,987 | Process for detecting and correcting a misalignment between a fiber cable and a light source within a fiber module | 6-Feb-01 | 3 |
| 6,188,041 | Method and apparatus for real-time weld process monitoring in a pulsed laser welding | 13-Feb-01 | 2 |
| 6,211,483 | Multiple beam laser welding apparatus | 3-Apr-01 | 2 |
| 20010008231 | Apparatus and control system for laser welding | 19-Jul-01 | 1 |
| 6,281,472 | Method and process gas for laser welding metal workpieces | 28-Aug-01 | 1 |
| 6,288,359 | Welding device for two work pieces to be joined together by a weld seam which is closed in itself | 11-Sep-01 | 1 |
| 6,308,882 | Method for joining ductile iron and steel | 30-Oct-01 | 1 |
| 6,329,635 | Methods for weld monitoring and laser heat treatment monitoring | 11-Dec-01 | 2 |

| NUMERO PATENTE/ APLICACIÓN | NOMBRE | FECHA | NIVEL INVENTIVA |
|---|---|---|---|
| 20020008089 | Light guide for laser welding | 24-Jan-02 | 2 |
| 6,344,625 | Method and apparatus for monitoring the size variation and the focus shift of a weld pool in laser welding | 5-Feb-02 | 2 |
| 6,399,915 | Method and apparatus for determining quality of welding at weld between working material pieces | 4-Jun-02 | 3 |
| 6,403,918 | Laser welding system | 11-Jun-02 | 2 |
| 6,416,051 | Sheet guiding device and method of production | 9-Jul-02 | 1 |
| 6,441,335 | Process for beam-welding two members different in hardness | 27-Aug-02 | 2 |
| 6,444,947 | Method and device for laser beam welding | 3-Sep-02 | 2 |
| 6,452,131 | Apparatus and control system for laser welding | 17-Sep-02 | 1 |
| 6,453,752 | Fixture for testing shear strength in tailor welded blanks | 24-Sep-02 | 2 |
| 6,455,803 | Laser welding system | 24-Sep-02 | 1 |
| 6,462,299 | Method of joining strips in a steel strip continuous processing line | 8-Oct-02 | 2 |
| 6,479,786 | Laser welding system | 12-Nov-02 | 1 |
| 6,521,861 | Method and apparatus for increasing welding rate for high aspect ratio welds | 18-Feb-03 | 3 |
| 6,528,755 | Light guide for laser welding | 4-Mar-03 | 1 |
| 6,528,756 | Laser lap welding process of welding together overlapped plated steel sheets | 4-Mar-03 | 2 |
| 6,531,675 | Laser welding method and apparatus | 11-Mar-03 | 2 |
| 6,555,780 | Method for monitoring the size variation and the focus shift of a weld pool in laser welding | 29-Apr-03 | 3 |
| 6,563,073 | Method of welding metals and apparatus for use therefor | 13-May-03 | 1 |
| 6,603,092 | Hybrid electric-arc/laser welding process, especially for the welding of pipes or motor-vehicle components | 5-Aug-03 | 2 |
| 6,608,285 | Hybrid arc/laser welding with earth contactor position control | 19-Aug-03 | 2 |
| 6,633,018 | Laser welding head with associated roller | 14-Oct-03 | 1 |
| 6,642,474 | Process for the production of multi-thickness and/or multi-material blanks | 4-Nov-03 | 1 |
| 6,646,225 | Method of joining galvanized steel parts using lasers | 11-Nov-03 | 2 |
| 6,657,156 | Laser welding method and laser welding apparatus | 2-Dec-03 | 1 |
| 6,669,379 | Method of attaching optical fiber in alignment with a light source in an optical module | 30-Dec-03 | 3 |
| 6,670,574 | Laser weld monitor | 30-Dec-03 | 1 |
| 6,683,268 | Application of a hybrid arc/laser process to the welding of pipe | 27-Jan-04 | 2 |
| 6,713,713 | Lens to adapt laser intensity for uniform welding | 30-Mar-04 | 4 |
| 6,750,421 | Method and system for laser welding | 15-Jun-04 | 2 |
| 6,770,840 | Method of butt-welding hot-rolled steel materials by laser beam and apparatus therefor | 3-Aug-04 | 2 |
| 6,803,538 | Laser welding system | 12-Oct-04 | 1 |
| 6,807,218 | Laser module and optical subassembly | 19-Oct-04 | 3 |
| 6,815,635 | Use of helium/nitrogen gas mixtures for laser welding tailored blanks | 9-Nov-04 | 3 |
| 6,818,857 | Method and apparatus for welding | 16-Nov-04 | 3 |
| 6,825,442 | Tailor welded blank for fluid forming operation | 30-Nov-04 | 2 |
| 6,852,945 | Laser welding boiler tube wall panels | 8-Feb-05 | 1 |
| 6,861,611 | Weld checking apparatus for laser welding machine | 1-Mar-05 | 2 |
| 6,875,949 | Method of welding titanium and titanium based alloys to ferrous metals | 5-Apr-05 | 3 |
| 6,900,410 | Laser welding processed | 31-May-05 | 1 |
| 6,906,281 | Method for laser welding of metal | 14-Jun-05 | 2 |
| 6,937,329 | Method for detecting and identifying defects in a laser beam weld seam | 30-Aug-05 | 3 |
| 6,940,036 | Laser-plasma hybrid welding method | 6-Sep-05 | 4 |

| NUMERO PATENTE/ APLICACIÓN | NOMBRE | FECHA | NIVEL INVENTIVA |
|---|---|---|---|
| 20050200164 | Automotive vehicle body having tailor welded blanks | 15-Sep-05 | 2 |
| 6,957,848 | Engineered welded blank | 25-Oct-05 | 2 |
| 6,965,091 | Pressing device | 15-Nov-05 | 3 |
| 6,998,569 | Apparatus and method for regulating the weld seam position during laser welding of a butt-jointed workpiece | 14-Feb-06 | 3 |
| 20060034580 | Waveguide apparatus and method for laser welding | 16-Feb-06 | 2 |

## ANEXO II.- EJEMPLO DE ANÁLISIS DE NIVEL DE INVENTIVA EN PATENTES

Como se mencionó en el trabajo, los valores de nivel de inventiva por año graficados son el resultado promedio de los valores nivel de inventiva de cada una de las patentes, de acuerdo a la evaluación de cada uno de las personas involucradas en el análisis de las patentes.

Esta evaluación se hizo basada en la tabla de niveles mostrada también previamente en este trabajo.

- Nivel 1: Solución estándar
    - Toma menos de 10 intentos el encontrar la solución correcta.
    - La solución se encuentra dentro del campo de trabajo del ingeniero. Es una pequeña extensión o mejora de un sistema existente, que no sufre un cambio mayor
    - No tiene influencia o consecuencia en la ciencia.
- Nivel 2: Cambio de un sistema
    - Toma menos de 100 intentos el tener éxito.
    - La solución requiere negociar algo del sistema original. Hay mejoras, pero se compromete el funcionamiento de algo más. El sistema es ligeramente modificado, incluyendo algunas nuevas características que llevan a mejoras definitivas
- Nivel 3: Innovación.
    - Requiere de varios cientos de pruebas para poder tener éxito.
    - La solución está fuera del campo de ingeniería o desarrollo de la tecnología actual. Una contradicción inventiva es resuelta dentro del sistema, frecuentemente a través de la introducción de un elemento totalmente nuevo.
- Nivel 4: Invento.
    - Miles de pruebas necesarias.
    - La solución se encuentra en la ciencia, no en la tecnología, dentro de fenómenos físicos o químicos casi nunca usados.
- Nivel 5: Descubrimiento.
    - La solución se basa en un fenómeno recientemente descubierto.
    - Es único, tendrá una gran influencia en la ciencia, y tendrá miles de patentes derivadas del mismo.

El objetivo de este anexo, es mostrar un ejemplo de cómo se llevó a cabo este análisis en las patentes encontradas para este trabajo.

El ejemplo que vamos a tomar, es el análisis a la patente # 5823417: Laser Pressure Foot, desarrollada por Jeffrey Don Jonson, y documentada el 20 de Octubre de 1998.

A continuación se muestran gráficos del componente desarrollado en esta patente. Básicamente, es un mecanismo adaptado a una cabeza de soldadura láser (Ruedas de presión), cuyo fin es aplicar presión en las placas a soldar, de manera que reduzca o elimine el espacio entre las mismas, permitiendo un mayor control de la calidad de la soldadura.

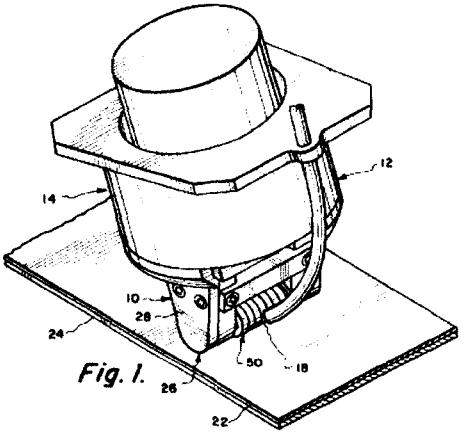



Figura 24: Cabeza de soldaura láser, con dispositivo de patente montado[36]

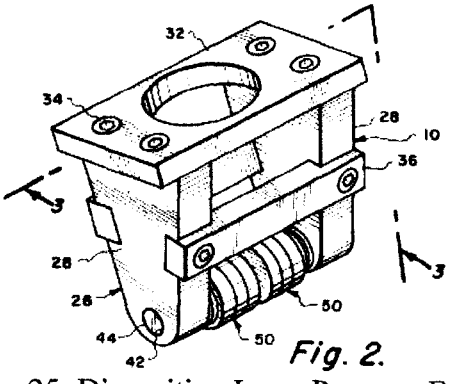



Figura 25: Dispositivo Laser Pressure Foot[36]

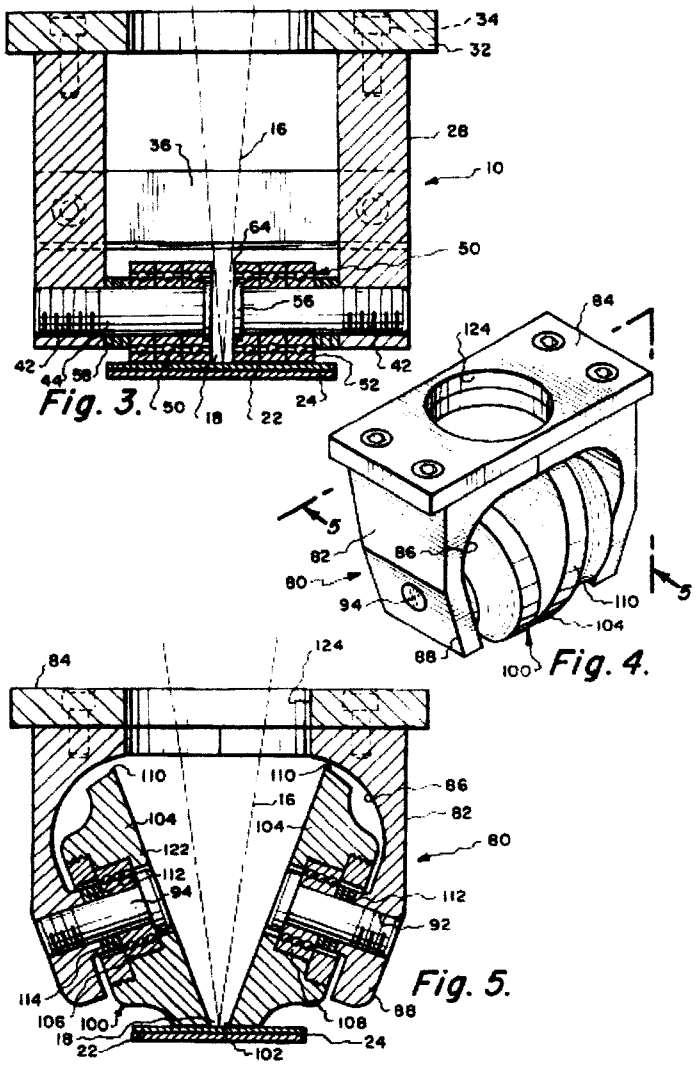



Figura 26: Vistas transversales del dispositivo, que muestran el paso del rayo láser a través del mismo. [36]

Volviendo a la escala de referencia, puedes descartar que sea de nivel 5 ni 4, ya que no implica el uso de un fenómeno descubierto recientemente, ni usa algún fenómeno físico de poco uso.

Tampoco es nivel 3, ya que la solución no está fuera del campo en la que se desarrolla la tecnología. Lo que se está haciendo con esta patente, es mejorar el sistema de sujeción y localización del proceso, relocalizando los clamps o sujetadores de las placas a soldar, en la cabeza de soldadura.

De entre el nivel 2 o 1, tomamos el nivel dos, ya que el sistema es ligeramente modificado, al incluir el dispositivo en la cabeza de soldadura, y sí implica mejoras en el proceso, al eliminar el espacio entre placas. Aunque compromete otra parte del sistema,

ya que ahora necesita que el dispositivo donde se monta la cabeza de soldadura láser sea capaz de ejercer presión vertical para eliminar el espacio entre placas, lo cual genera un grado de libertad antes inexistente, que implica que el láser se tenga que enfocar.

Análisis de este tipo se llevaron a cabo en cada una de las 132 patentes listadas. Todas ellas se tuvieron que leer y entender para poder concluir el nivel adecuado. Cabe señalar que las personas involucradas en el análisis no dieron siempre el mismo nivel de inventiva a todas las patentes. En esos caso, se tomó el valor que más se repitiera de las evaluaciones.

Como se puede concluir, el análisis de nivel de inventiva de las patentes, se tiene que llevar a cabo por personal involucrado en la tecnología, producto y/o proceso a analizar, para poder hacer un uso efectivo de los criterios de evaluación.

A continuación, se muestra una evolución del concepto que se analizó en la patente anterior, en la cual el dispositivo que ejerce presión se monta en forma independiente de la cabeza de soldadura láser, eliminando el problema de ajuste de enfoque. Presenta aparte una evolución, en el sentido que se aplica la fuerza, ya que lo hace desde ambos lados de las placas a a soldar (En la gráfica, es el equipo que se le nombra SOUKA).

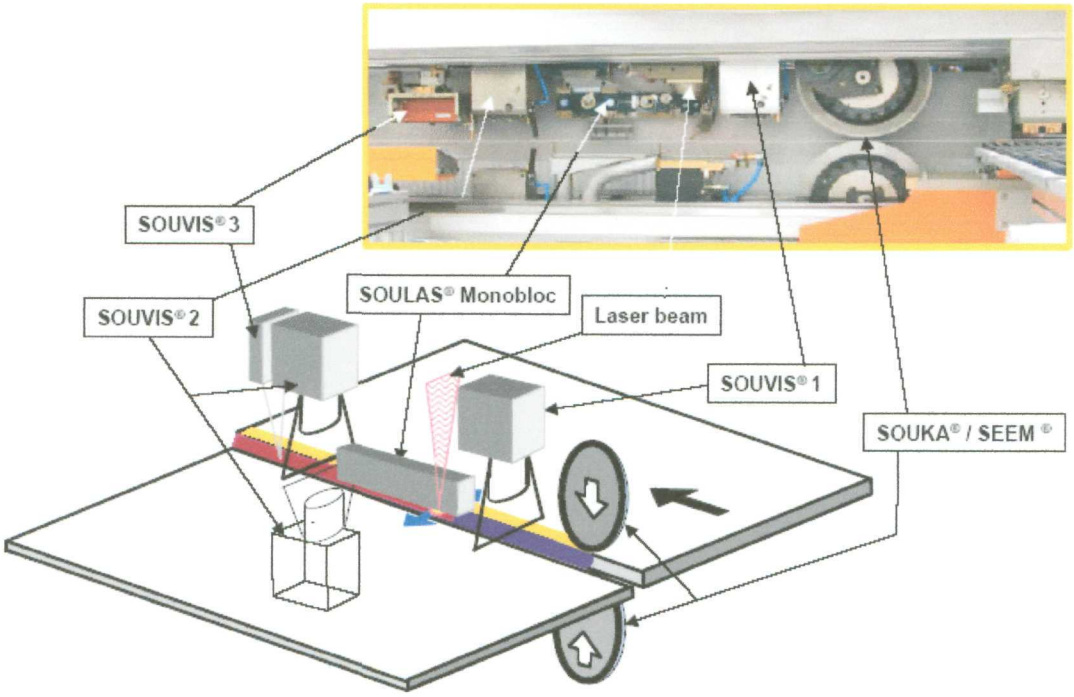



Figura 27: Sistema de soldadura láser para un equipo Tailor Blank, marca Soudronic[6, 35]