



Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales

Escuela de Ingeniería Industrial



## Industrialización Celda de Producción Intercooler en Planta DENSO Córdoba

***DENSO***

DENSO MANUFACTURING ARGENTINA S.A.

Autores

GUMA, MANUEL  
LUCIANO

Matrícula

200104453-2

Tutor

ING. GONZALEZ  
CONDE, JORGE

CÓRDOBA, Agosto 2014

## Resumen

El presente Proyecto Integrador resume las tareas desarrolladas en el proceso de industrialización de una isla de montaje destinada a ensamblar un intercambiador de calor, llamado INTERCOOLER, para uso en el vehículo utilitario TOYOTA Hi-Lux; incluyendo desde el análisis de factibilidad técnico/económico hasta la entrega al cliente del primer lote productivo.

Este proceso se desarrolló en la planta DENSO Manufacturing Argentina SA, con sede en la ciudad de Córdoba.

El autor del presente Trabajo Integrador hizo las veces de Líder de Proyecto. La empresa DENSO Manufacturing Argentina SA confió en su preparación, sus ganas, sus ambiciones y entusiasmo designándolo al frente de este ambicioso proyecto.

El desarrollo del presente trabajo siguió los lineamientos básicos de DENSO Manufacturing Argentina SA en cuanto a Gestión de Proyectos. El gran desafío del autor fue encontrar el sincronismo ideal entre la formación académica que brinda el currículo del Ingeniero Industrial y el dinamismo real de una fábrica en funcionamiento que precisaba industrializar el ensamble de un nuevo producto.

A lo largo de este trabajo, el lector se encontrará con un recorrido exhaustivo por muchas de las asignaturas que forman parte del plan de estudio de la Carrera Ingeniería Industrial, algunas explícitamente mencionadas y en otros casos utilizadas como soporte a tareas principales. Aun sin hacer alusión directa a cada una de las materias del currículo, fue necesario consultarlas para gestionar con éxito el Proyecto de Industrialización del Intercambiador de Calor INTERCOOLER.

## **Abstract**

This Academic Work shown the main activities developed in the industrialization process of an assembly island for a heating exchanger named INTERCOOLER. This product is used by pick-up TOYOTA Hi-Lux. The Project includes from the technical/economic feasibility analysis to the delivery of the first production lot to the customer.

The Project has been developed inside DENSO Manufacturing Argentina SA plant, located at Córdoba city.

The author of this Academic Work was the Project Leader of the project. The company DENSO Manufacturing Argentina SA trusted on his formation, good disposal, ambitions and eagerness naming him in front of this ambitious Project.

This Project has followed the basics guidelines of DENSO Project Management concepts. The challenge of the author was find the ideal balance between the Industrial Engineer education program and the real dynamism of an operative industry where is necessary introduces a new assembly process.

Along of this Work the reader will find an exhaustive trip by many subjects of the curriculum of an Industrial Engineer, some ones directly mentioned an others used as support of main activities. Even if there are not mentioned directly on this Academic Work, it's were necessaries for consultation in order to manage properly the Heating Exchanger industrialization Project.

# Índice

➤ Portada	
➤ Resumen	
➤ Abstract.	
➤ Índice.....	IV
➤ Referencias.....	VII
➤ Prólogo del Autor .....	1
➤ Presentación de la empresa.....	5
➤ Conceptos importantes para interpretar correctamente el presente Proyecto Integrador .....	8
○ ¿Qué es un intercooler?.....	8
○ Principales ventajas del turbo .....	9
○ Desventajas del turbo.....	10
○ ¿Qué es el agrafado?.....	10
○ ¿Qué es un intercambiador de calor? .....	11
○ Concepto de calor, temperatura y energía térmica.....	12
➤ <b>Capítulo 1.</b>	
○ Introducción.....	15
○ Objetivos.....	17
➤ <b>Capítulo 2. Análisis de factibilidad</b> .....	19
○ Datos del Departamento de Ingeniería de Proceso.....	21
➤ <b>Capítulo 3. Cronograma de desarrollo del proyecto</b> .....	24
○ Generalidades.....	24
○ Proyecto INTERCOOLER.....	24
➤ <b>Capítulo 4. Definición de Fuentes de Suministro. Listado de Materiales</b> .....	34
➤ <b>Capítulo 5. Flujograma y AMFE</b> .....	39
○ Flujograma.....	39
○ FMEA Process (AMFE: Análisis de Modos de Falla y sus Efectos)..	40
• Objetivo del AMFE.....	41
• Concepto Cliente.....	42

•	AMFE – Descripción General.....	42
•	Metas del AMFE.....	49
•	Puntos de corte.....	50
•	Objetividad/Subjetividad en la aplicación del AMFE.....	50
•	Bibliografía utilizada.....	50
➤	<b>Capítulo 6. Máquinas de agrafado DNBR. Desarrollo, entrega e instalación</b> .....	51
○	Conexiones eléctricas y neumáticas para las agrafadoras.....	57
○	Bibliografía utilizada.....	58
➤	<b>Capítulo 7. Desarrollo de Máquinas en Argentina</b> .....	59
○	Conexiones eléctricas y neumáticas para las agrafadoras.....	65
○	Bibliografía utilizada.....	65
➤	<b>Capítulo 8. Aprobación de muestras DNJP</b> .....	66
➤	<b>Capítulo 9. Disposición del Espacio (Lay Out)</b> .....	69
○	Abastecimiento de material.....	72
○	Retiro del producto terminado.....	74
○	Mantenimiento.....	74
○	Circulación peatonal.....	75
○	Bibliografía utilizada.....	76
➤	<b>Capítulo 10. Preparación del Plan de Control</b> .....	77
○	Bibliografía utilizada.....	79
➤	<b>Capítulo 11. Hojas de Proceso</b> .....	80
○	Bibliografía utilizada.....	81
➤	<b>Capítulo 12. Cargar estructura del producto en el Sistema</b> .....	82
○	Bibliografía utilizada.....	82
➤	<b>Capítulo 13. Definición de Embalajes. Cliente y Proveedores</b> .....	83
○	Bibliografía utilizada.....	84
➤	<b>Capítulo 14. Entrenamiento del Personal</b> .....	85
○	Bibliografía utilizada.....	85
➤	<b>Capítulo 15. Finalización del Proceso de Industrialización</b> .....	86
➤	<b>Capítulo 16. Análisis complementarios del proyecto</b> .....	88
○	Grupo de trabajo, seguimiento de reuniones.....	89

○ Logística de abastecimiento.....	93
• Gestión FIFO.....	97
○ Bibliografía utilizada.....	97
➤ <b>Conclusiones</b> .....	99
➤ <b>Bibliografía</b> .....	103
➤ <b>Anexos</b> .....	104

## Referencias (Acrónimos y palabras no incluidas en DREA)

**1A:** Evento que exige el cliente para cumplir con un evento interno de montaje del vehículo. El montaje de estos productos (cantidad reducida entre 3 y 8 INTERCOOLER) debe realizarse con las herramientas y máquinas definitivas del proceso (proceso definitivo);

**AMFE:** Análisis del Modo de Fallas y sus Efectos. Herramienta utilizada para prever de manera preventiva y proactiva los potenciales problemas que pueden encontrarse en el diseño de un producto/proceso (AMFE de producto / AMFE de proceso) y tomar acciones para evitar que ocurra el modo de falla, evitar su efecto y/o mitigar el efecto.

**BILL OF MATERIAL = DISTINTA BASE = LISTA BASICA DE MATERIALES:** Lista de componentes mostrada usualmente en forma de árbol donde el nivel 0 (cero) es el producto terminado y los distintos subniveles (1, 2, 3, 4) muestran la estructura de conjuntos, subconjuntos y componentes a último nivel que se compran a los proveedores.

**CAB:** Por sus siglas en inglés Controlled Atmosphere Brazing. Proceso de producción donde dos materiales se sueldan en el interior de un horno donde la temperatura, presión y composición de la atmósfera (normalmente inerte) se mantienen controladas dentro de un rango de parámetros ideales.

**CONTO LAVORO:** Decisión estratégica de compras donde el cliente entrega el material de su propiedad a una empresa para que su elaboración y/o producción. Luego esta empresa debe entregar el producto elaborado y/o producido al cliente. La empresa proveedora presta el servicio de elaboración y/o producción del componente, subconjunto o conjunto y guarda del material durante el período que este se encuentre dentro de su predio. En todo momento la propiedad del material es del cliente.

### **DISTINTA BASE = BILL OF MATERIAL = LISTA BASICA DE MATERIALES**

**DREA:** Diccionario de la Real Academia Española

**DNAR:** DENSO Manufacturing Argentina SA

**DNBR:** DENSO Curitiba

**DNJP:** Nippon DENSO (casa matriz - Japón -)

**DNTH:** DENSO Tailandia

**DNTS:** DENSO Thermal System Spa (Italia)

**ESTRUCTURA DEL PRODUCTO:** Listado de todos los componentes que abarcan el producto desde el nivel 0 (producto terminado) hasta su último nivel, independientemente de la verticalización que posea la planta. O sea, si bien el listado de Materiales puede ser diferente para dos fábricas, si el producto es el mismo su estructura será siempre la misma para diferentes plantas.

**FMEA:** Por sus siglas en Inglés Failure Mode and Effects Analysis. AMFE.

**HVPT:** por sus siglas en inglés High Volume Production Trial: Prueba de alto volumen productivo. evento que se realiza para verificar la capacidad de producción del proveedor (cantidad y calidad); Es importante aclarar que si bien es una exigencia del cliente, DENSO posee la costumbre de realizar este tipo de eventos;

**IC:** INTERCOOLER: Intercambiador de calor usualmente utilizado como inter enfriamiento entre dos etapas de compresión.

**Joint Venture:** Tipo de acuerdo comercial de inversión conjunta a mediano/largo plazo entre dos o más personas jurídicas (empresas).

**KANBAN:** Método de gestión de abastecimiento y producción mediante tarjetas ideado por TOYOTA.

**LVPT:** Por sus siglas en inglés Low Volume Production Trial. Prueba de bajo volumen productivo. Evento que se realiza para detectar de manera temprana problemas que afecten la calidad del proceso. Es importante aclarar que si bien es una exigencia del cliente, DENSO posee la costumbre de realizar este tipo de eventos; VII

**OTS:** por sus siglas en inglés One Trial Sample. Prueba de una muestra. Evento que exige el cliente para cumplir con un evento interno de montaje del vehículo. El montaje de estos productos (cantidad reducida entre 1 y 5 INTERCOOLER) debe realizarse con las herramientas definitivas, pero no necesariamente con el proceso definitivo;

**PPAP:** por sus siglas en inglés Production Part Approval Process. Consiste en todo el proceso de aprobación de partes definido por una empresa dentro de su Manual de Calidad. La documentación del PPAP queda debidamente archivada en el departamento de Calidad e incluye todos los documentos, registros, eventos, análisis y/o chequeos necesarios para demostrar la capacidad cualitativa y cuantitativa de una empresa para proveer un/os componente/s.

**RFQ:** Por sus siglas en inglés Request For Quotation. Pedido de cotización. Invitación oficial a cotizar un componente desde compras hacia los proveedores. La documentación que suele acompañar esta invitación son: especificaciones técnicas del producto, volúmenes productivos, especificaciones logísticas de entrega de material, diseños, normas de aplicación, condiciones comerciales, entre otras.



**Saldo brazato:** Proceso de producción de intercambiadores de calor realizados dentro de un horno bajo atmósfera controlada (CAB – Controlled atmosphere Brazing).

**SOP:** Por sus siglas en inglés Start Of Production. Fecha de inicio producción del cliente;

**TASA:** TOYOTA Argentina SA

**TMC:** TOYOTA MOTOR COMPANY (Casa Matriz TOYOTA – Japón -)

**VERTICALIZACIÓN:** se refiere al desarrollo de nuevos procesos dentro de la fábrica que permitan producir nuevos componentes, subconjuntos y/o conjuntos. Una fábrica tendrá mayor nivel de verticalización si su lista básica de materiales se encuentra más desagregada hacia el último nivel de la estructura del producto (ver definiciones de lista básica y estructura del producto).

**VERTICALIZACION REGIONAL:** desarrollo de proveedores a nivel regional que pueden producir componentes, subconjuntos y/o conjuntos. Esto ayuda a prescindir de la compra de piezas a proveedores en sectores remotos del globo terráqueo, logrando grandes beneficios debido a la cercanía de proveedores.



## Prólogo del Autor

Para el éxito de un Proyecto es necesario comenzar organizado, conociendo los recursos disponibles (Humanos, Económicos, Institucionales, de Comunicación, etc.), el tiempo de desarrollo, al menos en un 80%<sup>1</sup> a lo que se desea llegar y principalmente teniendo bien definido quién es la persona para la toma de decisiones ante la necesidad de resolver diferentes situaciones problemáticas. Estas situaciones problemáticas suelen ser el 20% de incertidumbre restante. Dependiendo de la magnitud de cada una de éstas, puede haber distintas jerarquías para la toma de decisiones.

Todo proyecto debe poseer una secuencia teórica de tareas, muchas de ellas relacionadas directamente entre sí y cada una de éstas debe finalizarse para dar por concluido el proyecto. Sin embargo, en ocasiones suelen darse por terminadas etapas importantes (hitos) sin haberse finalizado el 100% de las tareas.

Desde esta teórica secuencia de trabajos, el Líder del Proyecto debe tener presente que difícilmente la concatenación definida se cumplirá en un todo, y el desarrollo real del proyecto se desviaría sustancialmente de lo planeado sin un seguimiento y control estricto con la frecuencia que amerite cada tarea.

Luego de la experiencia adquirida en cuanto a Gestión de Proyectos, ya sea como líder o como colaborador, el autor define la hipótesis de que existen dos idiosincrasias de gestión de proyectos muy diferentes; aun cuando las dos utilizan y pregonan los mismos conceptos y metodologías para la formulación, control y seguimiento de proyectos. El autor las denomina “comportamientos para la gestión de proyectos”.

Mientras uno de estos comportamientos posee un periodo de planificación y diseño del proyecto prolongado y exhaustivo (en ocasiones solo es prolongado porque así lo definen las condiciones de contorno pero no porque realmente el proyecto lo amerite), dejando pocas cuestiones al azar y manteniendo constantes las decisiones tomadas en el período de planificación; el otro es dinámico y con una etapa de planificación y diseño del proyecto acotado que obliga a realizar actualizaciones en la etapa de ejecución (en ocasiones el período de planificación y diseño es acotado porque es necesario cumplir con un objetivo de tiempos, colocando en segundo plano las demás restricciones y condiciones de contorno del proyecto).

---

<sup>1</sup> el porcentaje del 80% es relativo y solo se explicita este valor para dar una idea de que es necesario conocer en gran medida el objetivo final para lograr el éxito del proyecto;

¿Por qué esta diferencia tan marcada? ¿Por qué si utilizan los mismos conceptos teóricos la gestión del proyecto es tan diferente?

Las razones que dan respuesta a estas preguntas son tres:

- factores culturales e históricos de las personas que gestionan el proyecto y/o de la empresa donde se desarrolla el proyecto;
- incidencia de los factores externos en la gestión de proyectos: macroeconomía del país o región, exigencias y necesidades del cliente, cultura e historia del cliente, entre otras;
- exigencias y necesidades de los entes públicos y/o privados con incumbencias por cuestiones geográficas o temporales sobre el proyecto;

Aun así, lo que el autor desea recalcar es que si se cumplen las premisas básicas definidas en el primer párrafo de este prólogo, ambas gestiones llegan al objetivo general común en las organizaciones con fines de lucro, la rentabilidad de la empresa.

Tal vez sea un poco confuso y contradictorio en el caso del segundo comportamiento de gestión de proyectos decir que se necesita tener al menos un 80% del proyecto definido y luego en el quinto párrafo comentar que éste necesita actualizaciones. Sin embargo, para este segundo tipo de comportamiento los proyectos que inician con menos de un 80% del proyecto definido tienden a fracasar y para lograr su éxito es necesario una nueva etapa de planificación, también acotada (y dentro de estas empresas muy acotadas ya que el proyecto se encuentra en curso), donde se redefinan los plazos, los recursos y si es necesario la persona para la toma de decisiones. Es como recomenzar un proyecto dentro de otro proyecto.

Esta re planificación debe devolver al Proyecto una definición mayor al 80% de lo que se desea llegar. Nuevamente, si no se cumple esta premisa el proyecto tiende a fracasar entrando nuevamente en una etapa de re planificación. Así será de manera iterativa hasta lograr el 80% del proyecto definido o hasta cancelarlo.

El autor insiste en que ambas gestiones de proyectos son exitosas y cumplen con las expectativas y objetivos globales.

En el primer comportamiento para la gestión de Proyectos, muchos emprendimientos mueren, se cierran en la etapa de formulación y evaluación del proyecto o sufren cambios que extienden la fase de planificación; mientras que en el segundo los emprendimientos comienzan y en el periodo de ejecución se reformulan para lograr este mínimo del 80%.

La ventaja de la alta probabilidad de éxito del número relativamente reducido de proyectos del primer tipo de gestión, es comparable con la ventaja competitiva de adaptación al mercado que brinda el segundo tipo de gestión.

Mientras que el primero posee la ventaja de ejecutar proyectos con alto nivel de rentabilidad; las pérdidas que se generan por las continuas etapas de re planificación en el segundo se sobre compensan con la capacidad de responder de manera rápida a las fluctuaciones del mercado. Finalmente, ambos sistemas resultan rentables.

## Ejemplificándolo

Comportamiento de gestión de proyectos “conservador”:

- de los proyectos que se evalúan, solo se ejecuta un bajo porcentaje ( $\%_1$ ) ;
- etapa de planificación de “n” meses;
- inversión en etapa de planificación de “N\$”,
- el proyecto se ejecuta con una alta probabilidad de éxito ( $P_1$ );
- se ejecuta en “m” meses,
- Inversión de ejecución del proyecto “M\$”;

Comportamiento de gestión de proyectos “arriesgado”,

- de los proyectos que se evalúan, se ejecuta un alto porcentaje ( $\%_2$ );
- etapa de planificación de “j” meses; ( $j < n$ )
- inversión en esta etapa de “J\$” ( $J < N$ );
- El proyecto se ejecuta con una menor probabilidad ( $P_2$ ) de éxito;
- Los proyectos, propio de sus re planificaciones, duran más meses en etapa de ejecución y se eroga más dinero;
- etapa de ejecución, propia de las re planificaciones, “k” meses ( $k > m$ ),
- Inversión de ejecución del proyecto “K\$” USD ( $K > M$ );

## Hipótesis

### Duración del proyecto total (meses):

$$n+m = j+k$$

### Cumplimiento global de Objetivos (\$/año)

$$\%_1 * P_1 * (N\$/n * 12 + M\$/m * 12) = \%_2 * P_2 * (J\$/j * 12 + K\$/k * 12)$$

$$\% * \% * (\$/mes * mes/año + \$/mes * mes/año) = \$/año$$

Ambos comportamientos para la gestión de proyectos cumplen los objetivos globales, de manera muy diferente pero utilizando los mismos conceptos, herramientas y metodologías para la gestión de proyectos.



## Presentación de la empresa

DENSO Manufacturing Argentina SA, en la actualidad es una empresa que posee una participación accionaria de DNJP (Nippon Denso - Japón) del 74% y 26% de DNTS (Denso Thermal System Spa – Torino ITA).

En el año 1996, con la instalación de Fiat en Córdoba, la división de Sistemas térmicos de DENSO decide realizar un Joint Venture con Magnetti Marelli para la fabricación de equipos y componentes de aire acondicionado para vehículos en la ciudad de Córdoba, creando Magnetti Marelli-DENSO Sistemas térmicos.

En el año 1998 se ejecuta la primera ampliación de la planta con la llegada de la tecnología POLARIS, condensadores conformados principalmente por procesos mecánicos, lo que fue por muchos años el principal producto de la empresa.

En el año 2001, DENSO acompaña la modificación del vehículo utilitario Hi-lux de la firma TOYOTA, comenzando a ensamblar los equipos de aire acondicionado y ventilación/calefacción.

En el año 2002 DENSO compra el paquete accionario de Magnetti Marelli Sistemas Térmicos por lo que Magnetti Marelli-DENSO se transforma en la actual DENSO Manufacturing Argentina SA.

En el año 2005, DENSO acompaña el proyecto IMV de la firma TOYOTA, lo que significó un punto de inflexión en cuanto a la posición de la empresa en el mercado. Se amplió la capacidad productiva en inyectoras de plástico y se incorporaron nuevos productos como el filtro de aire, mangueras del sistema de refrigeración motor y acondicionamiento de aire, tubos del sistema de aire acondicionado, además de la modificación de la línea de ensamblado para los equipos de aire acondicionado, ventilación/calefacción y los nuevos climatizadores (sistema de aire acondicionado automáticos de compresión variable).

En el año 2008 comienza la segunda expansión de la planta de Córdoba, la cual es motivada por la necesidad de actualizar la tecnología de producción de condensadores, ya que el mercado automotriz mostraba una marcada tendencia hacia el condensador “saldo brazato”, el cual posee como principal proceso productivo la soldadura en hornos de atmósfera controlada, usualmente conocida en DENSO como tecnología “NOCOLOK”.

En 2009 inicia la producción de condensadores NOCOLOK y en junio de 2010 se formaliza la inauguración de dicha expansión.

A continuación un breve gráfico que intenta mostrar cronológicamente los principales hitos comerciales de la empresa.

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Building</b>	o- Start	o- Inauguration		o- First Expansion											o- Second Expansion
<b>HVACs</b>		o- Toyota Hilux o- Palio 178		o- Fiat Marea		o- New Hilux	o- Peugeot 206		o- Peugeot 307		o- Toyota IMV		o- Blower C4 o- Palio/Siena		
<b>Condenser</b>				o- Fiat Marea	o- Fiat Palio	o- Fiat Scudino	o- Fiat Uno o- F4R			o- Universal				o- Punto	o- Nuevo Uno
<b>Heater Core</b>		o- Fiat 178		o- Fiat Marea	o- Fiat 178 RST	o- Renault Clio	o- Fiat Scudino						o- Fiat Punto		

Fig. A – Principales hitos

Un claro reflejo del crecimiento de la empresa es conocer su “head Count” año a año. Como se puede visualizar en el siguiente gráfico, entre 2002 y 2011 la cantidad de personal se ha cuadruplicado.

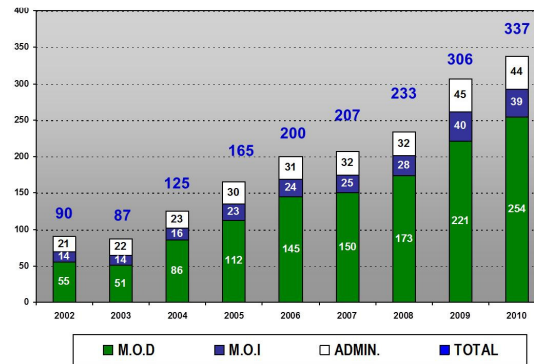


Fig. B – Head Count

DENSO es una empresa que en el transcurso de su historia ha cosechado numerosos premios y reconocimientos, los más importantes se listan cronológicamente en el siguiente gráfico.



Fig. C – Premios y reconocimientos



A continuación se muestra en un simple esquema cuales son los componentes que se producen en la división Sistemas Térmicos de DENSO. Debajo cuáles en planta Córdoba.

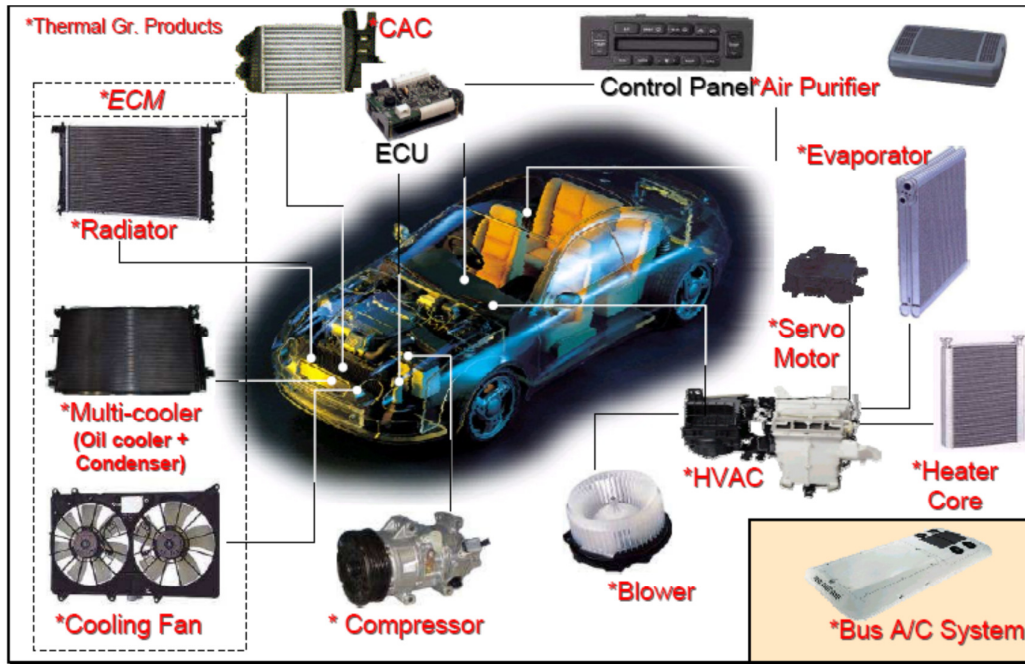


Fig. D – Principales productos de la división Sistemas Térmicos

Product	TOYOTA	HONDA	FIAT	PEUGEOT	RENAULT	Intergroup
HVAC Manual	●	●	●	●	●	
HVAC Auto	●	●		●		
Heaters	●		●	●	●	
Blowers			●	●	●	
Cockpit			●			
Condenser			●		●	●
Intercooler	●					
Heater core						●
Air cleaner	●					
Reserve tank	●					
Esthetic components	●					
HVAC control panel						●
Compressor Pulley	●					

Fig. E – Productos y Clientes

## Conceptos importantes para interpretar correctamente el presente Proyecto Integrador

“La combustión es una reacción de oxidación-reducción en la que el oxígeno se combina rápidamente con materiales oxidables en reacciones muy exotérmicas” (WHITTEN, *et.al.*, s.f., p233).

Respecto a la combustión de gasolina comercial, la relación estequiometría teórica está comprendida entre 14,7 y 15,1 dependiendo del tipo y calidad de la gasolina (es decir, unos 15 kg de aire por cada kilogramo de gasolina). Sin embargo, dicha condición se cumple sólo en el caso de reacción en condiciones teóricas o ideales.

Es lógico pensar que si dentro del cilindro de un motor la masa de aire es baja en relación a la masa de gasolina no todo el hidrocarburo podrá quemarse y una parte quedará sin quemar o parcialmente quemada, reduciendo la conversión de energía química en energía cinética (menor potencia del motor). Además, son productos de la combustión incompleta gases contaminantes generadores del efecto invernadero y/o lluvia ácida (CO, HC, SO<sub>x</sub> y/o NO<sub>x</sub>).

Hay que recordar que la combustión nunca es completa, independientemente de la relación aire/combustible, puesto que la reacción nunca se desarrolla en condiciones ideales.

En cuanto a la contaminación, es fundamental emplear mezclas con relaciones superiores o iguales a la estequiometría.

“... la combustión incompleta de hidrocarburos da productos indeseables, monóxido de carbono y carbono elemental (hollín), que contaminan el aire.” (WHITTEN; *et.al.*, s.f., p233).

“... todos los combustibles fósiles también tienen impurezas no hidrocarbonadas indeseables que arden para producir óxidos que actúan como contaminantes adicionales del aire...” (WHITTEN; *et.al.*, s.f., p234).

- **¿Qué es un INTERCOOLER? - Conceptos del turbo e INTERCOOLER.** (Ver también ANEXO N);

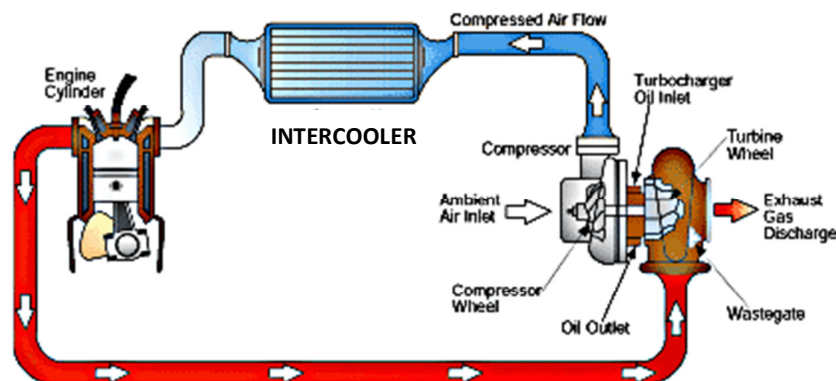


Fig. F - Esquema funcionamiento sistema Turbo-INTERCOOLER

Dentro de los conceptos referidos a vehículos, el INTERCOOLER es un intercambiador de calor que disminuye la temperatura del aire comprimido por el turbocompresor con el fin de incrementar la masa de aire que ingresa a los cilindros del motor.

Un turbo es un compresor accionado por los gases del escape, cuya misión fundamental es comprimir el aire de admisión, para de este modo incrementar la cantidad de aire que entra en los cilindros del motor en la carrera de admisión, permitiendo que se quemara eficazmente más cantidad de combustible. Este dispositivo ha sido proyectado para aumentar la eficiencia total del motor.

El sistema INTERCOOLER consiste en un intercambiador de calor en el que se introduce el aire que sale del turbocompresor para enfriarlo antes de introducirlo en los cilindros del motor. Al enfriar el aire disminuye su densidad por lo que para el mismo volumen de los cilindros se puede introducir mayor masa de aire y así aumentar la cantidad de combustible que se quemará eficazmente.

A su vez, debido a la compresión en dos etapas con inter enfriamiento se logra menor trabajo total de compresión, reduciendo la exigencia del motor.

La densidad del aire aumenta al disminuir la temperatura ( $n \cdot V = P / (R \cdot T)$ ). A esta relación se la denomina ecuación de los gases ideales (WHITTEN; *et.al.*, s.f., p406). Eso quiere decir que en un volumen dado cabe más aire frío que aire caliente.

- **Principales ventajas del Turbo e INTERCOOLER**

Dado que el turbo es activado por la energía del gas de escape, que en su vertido al exterior es desperdiciada, un motor turboalimentado ofrece muchas ventajas sobre los del tipo convencional. Un turbo puede incrementar la potencia de un motor Diesel<sup>1</sup> en un 35% por encima de la versión estándar. Además la carcasa de la turbina actúa como un conjunto de absorción del ruido de los gases de escape del motor. Del mismo modo, la sección del compresor reduce el ruido de admisión producido por los impulsos en el colector de admisión.

*“El trabajo requerido para comprimir un gas entre dos presiones especificadas puede disminuirse al efectuar el proceso de compresión en etapas y enfriar el gas entre ellas (compresión en etapas múltiples con interenfriamiento)” (ÇENGEL; BOLES, 2001, p482).*

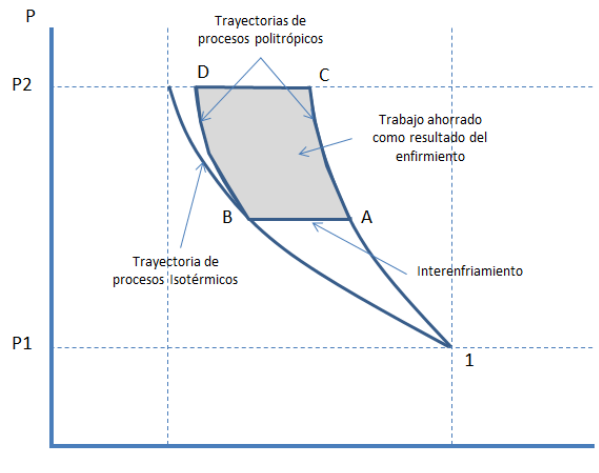


Fig. G – Comparación de entradas de trabajo en un compresor de una sola etapa (1AC) y un compresor de dos etapas con inter enfriamiento (1ABD)

En la figura superior se puede visualizar que el trabajo total para un proceso de compresión (área debajo de la curva) desde P1 hasta P2 posee su mínima expresión cuando el proceso es isotérmico.

Añadiendo etapas de compresión con inter enfriamiento se tiende a un proceso de compresión isotérmico.

<sup>1</sup>en honor a Rudolph Diesel quien en 1890 propuso el primer motor a encendido por compresión)

- **Desventajas del turbo**

Cuando se lleva el vehículo a un régimen de revoluciones por minuto bajo, los gases de escape se reducen considerablemente y esto provoca que el turbo apenas trabaje. La respuesta del motor entonces se torna de baja eficiencia salvo que se utilice una marcha convenientemente corta que aumente el régimen de giro. También, el mantenimiento del motor con turbo es más exigente que el de un motor estándar ya que requieren un aceite de mayor calidad y cambios de aceite más frecuentes, dado que éste se encuentra sometido a condiciones de trabajo más duras al tener que lubricar la turbina y el compresor frecuentemente a muy altas temperaturas. Los motores turboalimentados requieren mejores materiales y sistemas de lubricación y refrigeración más eficaces.

- **¿Qué es el agrafado?**

La primera operación del proceso de montaje del INTERECOOLER es el "agrafado", el cual se divide en dos etapas, el "agrafado corto" y el "agrafado largo".

El agrafado es un proceso mecánico mediante el cual se pliegan dientes metálicos para prensar dos componentes. En el producto INTERECOOLER, el objetivo del agrafado es mantener unidos el cuerpo de aletas (CORE) con el tanque plástico

(TANK LOWER) y el tanque de aluminio (TANK UPPER), logrando hermeticidad en la unión.

Dentro del proceso de montaje definido en DNAR, la operación de agrafado es la etapa más importante y crítica del armado del producto.

En las siguientes figuras se esquematiza el cierre de los dientes de aluminio (agrafado) sobre los tanques.

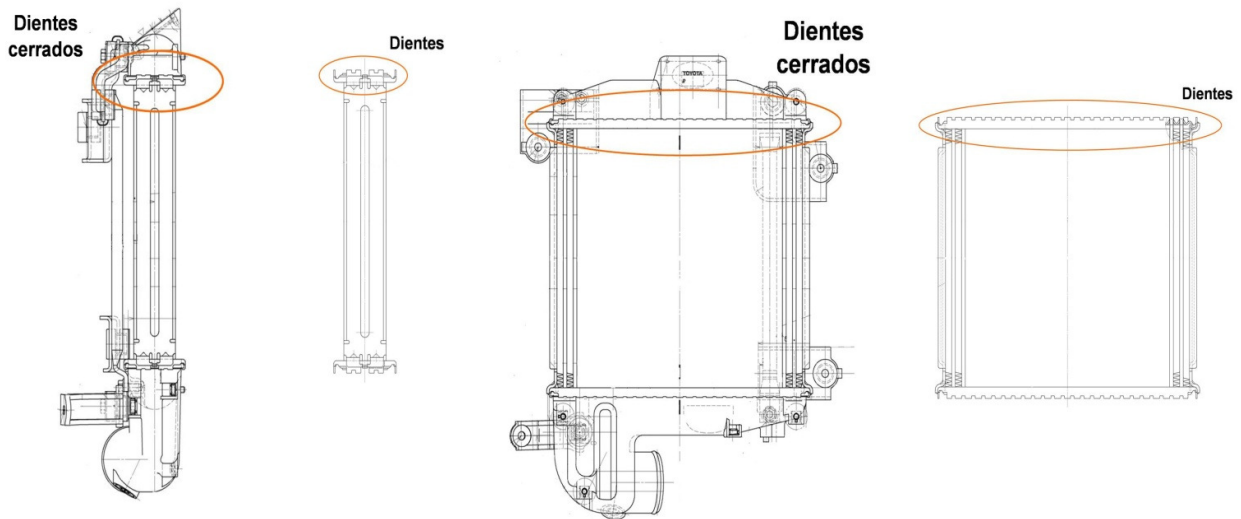


Fig. H - Agrafado



Fig. I - Agrafado

- **¿Qué es un intercambiador de calor? Modos de transferencia de calor en un intercambiador de calor**

Los intercambiadores de calor son dispositivos donde dos corrientes de fluido en movimiento intercambian calor sin mezclarse (ÇENGEL; BOLES, 2001, p198).

El modo de transferencia de calor dentro de un intercambiador de calor es la convección.

En el caso particular del INTERCOOLER es convección forzada ya que se fuerza tanto al fluido interno (aire comprimido por el turbocompresor) como al externo (aire del ambiente) a fluir por el intercambiador de calor.

ÇENGEL; BOLES (2001) indica que la convección es el modo de transferencia de energía entre una superficie sólida y un fluido adyacente que está en movimiento e implica los efectos combinados de la conducción y el movimiento del fluido. Cuanto mayor es el movimiento del fluido, tanto mayor es la transferencia de calor por convección. Ante la ausencia de cualquier movimiento del fluido, la transferencia de calor entre una superficie sólida y el fluido adyacente se da mediante conducción pura.

- **Concepto de calor, temperatura, energía térmica**

La gente leiga suele utilizar de manera indistinta conceptos referidos al calor, temperatura y/o energía térmica sin poseer una noción real del significado de éstos.

La termodinámica define la energía interna de un cuerpo como energía térmica. Una forma de medición de la energía interna puede realizarse mediante un termómetro, o sea que conociendo la temperatura de un cuerpo se posee una relación de su energía interna. La temperatura es una medida de la energía interna de las moléculas.

Cuando debido a una diferencia de temperatura entre dos cuerpos (diferencia de su energía térmica) se realiza una transferencia de energía, se dice que existe una transferencia de calor. El término calor se limita a la transferencia de energía térmica durante un proceso. En termodinámica el término calor significa solo “transferencia de calor”.

El autor extrae algunas citas bibliográficas de publicaciones reconocidas para aclarar algunos conceptos:

“En la vida diaria, con frecuencia nos referimos a la formas sensible y latente de la energía interna como calor y hablamos del contenido de calor de los cuerpos. La termodinámica, sin embargo, se refiere a esas formas de energía como **energía térmica**, para evitar cualquier confusión con la transferencia de calor” (ÇENGEL; BOLES, 2001, p12).

“El calor se define como la forma de energía que se transfiere entre dos sistemas (o un sistema y sus alrededores) debido a una diferencia de temperatura” (ÇENGEL; BOLES, 2001, p93).

“El calor es una forma de energía que siempre fluye espontáneamente del cuerpo más caliente al más frío” (WHITTEN; *et.al.*, s.f., p31)

“El calor es energía en transición que se reconoce solo cuando atraviesa la frontera de un sistema”. (ÇENGEL; BOLES, 2001, p93).

“La temperatura mide la intensidad del calor, la “calentura” o “frialdad” de un cuerpo” (WHITTEN; *et.al.*, s.f., p31)





## CAPITULO 1 – Introducción

La empresa DENSO Manufacturing Argentina SA designa en el autor del presente Trabajo Integrador la Responsabilidad de llevar a cabo el proyecto de industrialización del INTERCOOLER, nombrándolo Líder del Proyecto. A su vez, para lograr el éxito del mismo pone a su disposición un grupo de trabajo interdisciplinario y una cantidad fija de recursos económicos. También define un plazo máximo de ejecución del proyecto.

Grupo interdisciplinario de trabajo:

- Líder de proyecto
- Personal de compras
- Personal de Calidad
- Personal de Logística
- Personal de Producción/Tecnología (Ingeniería de proceso)

Además de estas 4 personas, las cuales son partícipes de las reuniones semanales y junto al líder realizan las actividades y seguimientos inherentes al proyecto, también están las figuras de Ingeniería de Producto y el Depto. Comercial, quienes brindan los inputs para la toma de decisiones y cooperan en el esclarecimiento de dudas.

Por último, una figura superior al grupo de trabajo es el Coordinador de nuevos proyectos, a quién el líder debe presentar avances semanales del estado del proyecto.

Los niveles de decisión dependiendo de la magnitud de la situación problemática son: Líder de Proyecto, Coordinador de Nuevos Proyectos, Presidente DNAR.

El proyecto inicia al evaluar la cúpula directiva la viabilidad del mismo. Una vez aprobada la inversión, la gestión del trabajo queda en manos del líder quién en conjunto con el Coordinador de los proyectos define el grupo interdisciplinario que lo acompañará.

Determinado el producto a industrializar, la viabilidad del proyecto y el grupo de trabajo, comienza la planificación de las tareas confeccionando un Diagrama de Gantt que será la guía hacia una efectiva y satisfactoria ejecución del proyecto.

El trabajo consiste en una gran cantidad de actividades íntegramente relacionadas a las incumbencias profesionales de la carrera Ingeniería Industrial, ya que implica el diseño, desarrollo y seguimiento de máquinas, herramientas y dispositivos; estudio de tiempos, balanceo de línea, confección de documentos de la calidad (AMFE, Plan de control, hojas de proceso, etc.), alinearse a normas de calidad y

medioambientales internacionales (ISO 9001, 14001, OHSAS, etc.), capacitación de personal, análisis de costos, entre muchas otras.

El grupo de trabajo se reúne semanalmente donde se designan actividades a cada sector y se les efectúa seguimiento. De esta manera cada uno de los departamentos involucrados posee actividades específicas:

- Tecnología / Producción:**
- Definir las facilidades necesarias para línea de montaje: herramientas, dispositivos y máquinas,
  - Participar en reuniones de AMFE,
  - Analizar tiempos de montaje y calcular necesidad de MOD (Mano de Obra Directa),
  - Balancear línea de montaje
  - Realizar hojas de proceso,
  - Selección de personal / Capacitación de personal,
- Compras:**
- Desarrollo de proveedores,
  - Asesorar sobre proveedores alternativos para las facilidades de línea de montaje,
  - Análisis de costo del producto,
  - Compra de materiales auxiliares para pruebas de dispositivos y entrenamiento,
  - Compra de componentes para pruebas y entrenamiento,
- Logística:**
- Abastecimiento de materiales de consumo directo e indirecto para prueba y entrenamiento,
  - Seguimiento de situación del arribo de dispositivos, máquinas y herramental,
  - Confección de procedimiento de almacenaje y abastecimiento a línea de montaje de componentes del producto,
- Calidad:**
- Participación en reuniones de AMFE
  - Confección de plan de control
  - Análisis de características críticas y especificaciones de calidad del cliente sobre el producto,
  - Confección de registros de la Calidad (x-r, cartas p, RIP, etc.)

Las listadas arriba son tareas específicas que desarrolla cada sector, mientras que en las reuniones semanales surgen otras actividades puntuales a las cuales se les asigna responsable y fecha límite sin necesidad que sean incumbencias del departamento en el que se desempeña.

El trabajo del grupo finaliza una vez que los dispositivos y máquinas son aceptados por el “Departamento de Producción”, los componentes son aprobados por “Calidad de Aceptación”, el proceso es liberado por el “Departamento de Calidad” y el Cliente manifiesta formalmente su aprobación luego de recibir el lote del HVPT.

## **Objetivos**

El objetivo particular del presente trabajo es el de proyectar, desarrollar e implementar un proceso completo de industrialización para el montaje de un producto llamado INTERCOOLER dentro de la empresa DNAR, el cual nace en el análisis de factibilidad técnico/económico y finaliza con la entrega al cliente del primer lote productivo.

El objetivo general del presente Proyecto Integrador es implementar los conocimientos adquiridos en la Facultad logrando encontrar el sincronismo entre la formación académica y la realidad de una industria.

**Capítulos 2 a 13:**

## **Proyecto Integrador<sup>2</sup>**

---

<sup>2</sup> Cada actividad listada en el cronograma de desarrollo fue objeto de un profundo análisis y desarrollo que de exponerlo en este Proyecto Integrador se precisaría una gran cantidad de apartados, gráficos y detalles que desviarían el objeto principal del autor, mostrar a los Sres. profesores la gestión integral del proyecto de industrialización de la isla de montaje INTERCOOLER y su relación con el currículo de la carrera.





Una vez definido el diseño del producto, cada departamento comienza su parte del trabajo en la definición del análisis de factibilidad:

- Departamento de Ingeniería de Proceso DNAR: capacitaciones pertinentes con el fin de realizar una correcta evaluación de las inversiones y gastos del proyecto;
- Compras/Calidad comenzaron a evaluar los potenciales niveles de verticalización de los componentes;
- Departamento de Finanzas: datos impositivos y financieros.

Toda esta información se devolvió al departamento Comercial quién se encargó de realizar la "Formulación y Evaluación del Proyecto", utilizando herramientas tales como el TIR (Tasa Interna de Retorno), VAN (Valor Actual Neto), Tiempo de Recupero, Análisis de Sensibilidad, entre otras.

Una vez finalizada la evaluación del proyecto, el departamento comercial realiza la oferta técnica/económica formal. Luego de negociada y aceptada la oferta, comienza el proyecto de **"Industrialización celda de producción INTERCOOLER en planta DENSO Córdoba"**

#### • **Datos del Departamento de Ingeniería de Proceso.**

En los proyectos industriales, en la empresa DENSO normalmente el líder del proyecto es un Ingeniero de Proceso (el autor del presente trabajo), por lo que es éste el que debe capacitarse en cuanto a nuevos Know-How por desarrollar.

Luego de viajar a DENSO do Brasil (Curitiba -PA-); el líder del proyecto se encuentra en condiciones de confeccionar un preliminar de Tiempo Ciclo necesario para la producción del INTERCOOLER y definir las inversiones y gastos necesarios.

A continuación se muestran los informes del departamento de Ingeniería de Proceso en la etapa de Análisis de Factibilidad ("*Fig. 2.3: Tiempo Ciclo*" y "*Fig. 2.4: Inversiones*")





# DENSO

## NEW INVESTMENT

<b>Project</b>	INTERCOOLER IMV	<b>Date</b>	11/09/2010
<b>Customer</b>	TASA	<b>By</b>	L. Guma
<b>Line</b>	Nocolok	<b>Rev.</b>	00
<b>Description</b>	Intercooler IMV (Motor EURO 3 & EURO 4) FIRST STEP	<b>Date Rev.</b>	

STD posts	Item	Need	Description	Imported	Unit price	Qty	Price original currency	Currency	Price US\$	Potential supplier	FY purchase
OP-60 Conformadora de aleta	Máquina	NO							0 USD		
	Herramental	NO							0 USD		
	Calibre	NO							0 USD		
	Facilidades	NO							0 USD		
OP-70 Compactadora	Máquina	NO							0 USD		
	Herramental	NO							0 USD		
	Calibre	NO							0 USD		
	Facilidades	NO							0 USD		
OP-73 Fluxado de aleta interna al tubo	Máquina	NO							0 USD		
	Herramental	NO							0 USD		
	Calibre	NO							0 USD		
	Facilidades	NO							0 USD		
OP-75 Fluxado de Core Plate	Máquina	NO							0 USD		
	Herramental	NO							0 USD		
	Calibre	NO							0 USD		
	Facilidades	NO							0 USD		
OP-80 Homo CAB	Máquina	NO							0 USD		
	Herramental	NO							0 USD		
	Calibre	NO							0 USD		
	Facilidades	NO							0 USD		
OP-85 Aspiración Interna post horno	Máquina	NO							0 USD		
	Herramental	NO							0 USD		
	Calibre	NO							0 USD		
	Facilidades	NO							0 USD		
OP-100 Prueba Ateq	Máquina	NO							0 USD		
	Herramental	NO							0 USD		
	Calibre	NO							0 USD		
	Facilidades	NO							0 USD		
OP-105 Agrafado corto y largo	Máquina	YES	Agrafado corto		12000		2000	USD			
	Herramental	NO	Agrafado Largo		12000		2000	USD			
	Calibre	NO									
	Facilidades	YES	Estanteria		2500		500	ARS			
OP-107 Montaje de prisioneros	Máquina	YES	Banco montaje		7500		500	ARS			
	Herramental	YES	Axomillador neumático		10000		1000	ARS			
	Calibre	NO	Llave críque		1000		000	ARS			
	Facilidades	YES	Pantógrafo		10000		1000	ARS			
OP-112 Tampografía	Máquina	YES	Tampografía		15000		1000	ARS			
	Herramental	NO									
	Calibre	NO									
	Facilidades	NO									
OP-117 Aspiración interna+montaje soportes	Máquina	YES	Aspirador		15000		1000	ARS			
	Herramental	YES	Banco montaje soportes		10000		1000	USD			
	Calibre	NO	Tornillería		1000		000	ARS			
	Facilidades	YES	Llave críque		1000		000	ARS			
OP-150 Control final de estanqueidad	Máquina	YES	Estanteria		2500		500	ARS			
	Herramental	NO	Pantógrafo		10000		1000	ARS			
	Calibre	NO									
	Facilidades	NO									
OP-155 Control dimensional final	Máquina	YES	Banco control final		20000		1000	USD			
	Herramental	YES	Dispositivo control final(2 modelos)		10000		1000	ARS			
	Calibre	NO									
	Facilidades	NO									
VARIOS GENERALES	YES	Sierra sin fin (saw machine)			10000		1000	USD			
	YES	Building preparation			20000		1000	USD			
	YES	Gastos preoperativos			50000		1000	USD			
	YES	Varios			10000		1000	USD			
								0 USD			
								0 USD			
								0 USD			
								0 USD			

Página 1

Página 2

2010	0.00 USD
2011	0.00 USD
<b>Total</b>	-----

TAX imported & new machines	1.07
TAX imported & used machines	

USD / ARS	3.93
EUR / ARS	
EUR / USD	1.3

A la izquierda se encuentra la planilla confeccionada acerca de las nuevas inversiones a realizar para la correcta producción y puesta en marcha de la celda de INTERCOOLER. También se detallan los gastos previstos para el correcto desarrollo del proyecto.

El autor hace diferencia entre inversiones y gastos ya que los primeros en general son bienes tangibles y duraderos que se utilizaran en la etapa de producción del INTERCOOLER y serán activados contablemente y se amortizarán en el tiempo. En cambio los gastos suelen ser intangibles que son necesarios para llevar adelante la etapa previa al SOP (ej. capacitaciones, test en muestras para homologación, test para certificación, viajes, etc.) y no suelen ser activados. Las evaluaciones de este tipo de proyectos suelen realizarse en dólares, por lo que es muy importante para la gestión del proyecto tener en cuenta el tipo de cambio. Más teniendo en cuenta que en Argentina suele cambiar la valuación de nuestra moneda en el corto plazo, por lo que la tasa considerada en la etapa de evaluación del proyecto puede ser diferente al tipo de cambio a la hora de hacer efectiva la erogación económica.

Fig.2.4 - Planilla Inversiones INTERCOOLER

## Capítulo 3. Cronograma de desarrollo del proyecto.

- **Generalidades.**

El seguimiento de cualquier proyecto, sea industrial, comercial, doméstico o personal suele realizarse con un listado de actividades relacionadas y/o concatenadas en un gráfico temporal.

Precisamente en el ámbito industrial, suele utilizarse un gráfico denominado "Diagrama de Gantt", en donde se listan las actividades principales de un proyecto en una columna a la izquierda de la página y hacia la derecha se trazan líneas de largo proporcional a la longitud temporal de cada actividad. Cada actividad debe tener un responsable asignado (el responsable puede ser una persona, grupo de personas o todo el grupo), quién será la persona que responderá por la realización o no de dicha actividad en el tiempo definido. Esta persona es la encargada de hacer efectiva dicha tarea.

Una correcta planificación de las tareas es de vital importancia para el éxito del proyecto. Hay que tener los conocimientos y experiencia necesaria para asignar relaciones y concatenaciones entre actividades, ser criterioso para definir lo prolongado de cada actividad y cautos a la hora de eventos desafiantes.

Siempre en un proyecto hay actividades o eventos desafiantes, ya sea por su proximidad en el tiempo como por la magnitud del mismo (sea una presentación abultada de muestras, capacitación muy específica de personal, abastecimiento de productos con logísticas complicadas, etc.), y estará en la experiencia y diplomacia del líder del proyecto saber cuáles son las fechas que pueden cumplirse y cuales deben redefinirse. En la realidad industrial, las exigencias comerciales, políticas y/o estratégicas obligan a cumplir un cronograma ajustado y desafiante, lo que suele llevar implícita una constante reasignación de recursos al proyecto.

- **Proyecto INTERCOOLER.**

Hay muchas formas de realizar un "diagrama de Gantt". Para la gestión de este proyecto se decidió lo siguiente:

- definir los segmentos temporales en semanas, explícitas en 4 cuadros por mes.
- líneas de trazo continuo para el plan teórico temporal de las actividades.
- relleno celeste para representar el período temporal real cuando se realizaron las actividades.
- referencias para el estado (o status) de cada actividad.

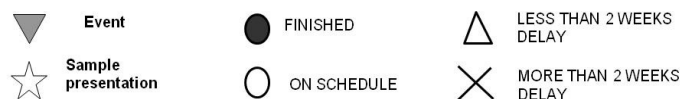


Fig.3.1 - Referencias del cronograma

**Evento (Event):** Evento importante, generalmente de duración no mayor a un día, de carácter inamovible y en la mayoría de los casos definida por el cliente.

**Presentación de muestras (Sample presentation):** Fecha en la cual se debe presentar muestras (componentes, semielaborados o producto terminado), ya sea al cliente o a algún otro ente. Importante aclarar que es la fecha en la cual las muestras son despachadas desde DENSO, por lo que se tiene que tener en cuenta la fecha que el cliente (u otro ente) lo precisa (generalmente esta fecha está relacionada con un evento).

Sobre la anteúltima columna del "Diagrama de Gantt" se encuentra la columna que muestra el "status" o situación de cada actividad:

**EN CRONOGRAMA (ON SCHEDULE):** Significa que la actividad está desarrollándose de acuerdo a lo planeado. Si en la línea de hoy ("today line") aún no comenzó la actividad planeada, entonces se considera que la actividad está "On Schedule".

**FINALIZADO (FINISHED):** Significa que la actividad ya finalizó correctamente, independientemente si estuvo o no retrasada anteriormente.

**DEMORADO MENOS DE 2 SEMANAS (LESS THAN 2 WEEKS DELAYED):** Actividad retrasada menos de 2 semanas. También suele utilizarse este símbolo (triángulo) cuando la actividad está retrasada pero se encuentra bajo control o no condiciona el correcto desarrollo del proyecto.

**DEMORADO MÁS DE 2 SEMANAS (MORE THAN 2 WEEKS DELAYED):** Actividad retrasada más de 2 semanas. También suele utilizarse cuando el incumplimiento del plazo de esta actividad condiciona de manera crítica el correcto desarrollo del proyecto, principalmente amenazando la fecha del siguiente "evento".

Particularmente para confeccionar el "Diagrama de Gantt" de este proyecto existieron algunos datos de entrada que marcaban fechas importantes:

- **Prueba de una muestra (OTS por sus siglas en inglés - One Trial Sample):** Evento que exige el cliente para cumplir con un evento interno de montaje del vehículo. El montaje de estos productos (cantidad reducida entre 1 y 5 INTERCOOLER) debe realizarse con las herramientas definitivas, pero no necesariamente con el proceso definitivo.
- **1A:** Evento que exige el cliente para cumplir con un evento interno de montaje del vehículo. El montaje de estos productos (cantidad reducida entre 3 y 8 INTERCOOLER) debe realizarse con las herramientas y máquinas definitivas del proceso (proceso definitivo).
- **Prueba de bajo volumen productivo (LVPT por sus siglas en inglés: Low Volumen Production Trial):** Prueba de baja producción. Evento que se realiza para detectar de manera temprana problemas que afecten la calidad del proceso. Es importante aclarar que si bien es una exigencia del cliente, DENSO posee la costumbre de realizar este tipo de evento.
- **Prueba de alto volumen productivo (HVPT (por sus siglas en inglés High Volumen Production Trial):** Prueba de alta producción; evento que se realiza para verificar la capacidad de producción del proveedor (cantidad y

- calidad); Es importante aclarar que si bien es una exigencia del cliente, DENSO posee la costumbre de realizar este tipo de eventos.
- **Inicio de Producción (SOP por sus siglas en Inglés Start Of Production):** Fecha de inicio producción del cliente.
  - **2ª Reunión de Revisión del Diseño (2<sup>nd</sup> DR meeting):** Reunión interdisciplinaria e inter-company entre DENSO Argentina y DENSO Japón para compartir el status del proyecto desde el punto de vista del proceso. Las áreas que participan en esta reunión son Ingeniería de producto, Ingeniería de proceso, Calidad, Logística, Producción, Compras y Mantenimiento. Es importante aclarar que la 1ª Reunión de Revisión del Diseño (1<sup>st</sup> DR meeting) es sobre Diseño de producto por lo que no tiene incumbencia en el proyecto de industrialización, ya que el producto ya fue definido en una etapa anterior (producto en producción en otras DENSO del mundo).
  - **2ª Reunión de Calidad (2<sup>nd</sup> QA meeting):** Reunión que se realiza entre los departamentos de Calidad de DENSO Argentina y DENSO Japón para compartir la situación del proyecto desde el punto de vista desde calidad del producto. Esta reunión se realiza para confirmar que el proceso de producción/montaje de un producto localizado en distintas partes del mundo no afecta los estándares de calidad DENSO. Esta reunión suele realizarse luego de la aprobación de la prueba de alta producción (HVPT).
  - **Período vacacional austral:** En la confección del "Diagrama de Gantt" hubo que tener en cuenta el período vacacional, ya que las tareas suelen verse afectadas por el período estival.
  - **Período vacacional Boreal:** Este proyecto precisa el soporte de DENSO Japón, el cual se encuentra en el hemisferio Norte, por lo que el período estival es entre Julio y Agosto.

Un concepto importante en el seguimiento del proyecto a través de un cronograma del tipo "Diagrama de Gantt" es el de "LINEA DE HOY" (TODAY LINE). Periódicamente se realizan seguimiento del proyecto tan solo trazando una línea vertical en la fecha del día y visualizando cuales tareas deberían estar ya realizadas, cuáles deberían estar realizándose, el avance de éstas y las actividades que deben comenzar a realizarse en el corto plazo. Esta línea vertical se denomina "LINEA DE HOY" (TODAY LINE) y permite conocer en cualquier fecha el estado de cada actividad: EN CRONOGRAMA (ON SCHEDULE); TERMINADO (FINISHED); DEMORADO MENOS DE 2 SEMANAS (LESS THAN 2 WEEKS DELAYED), DEMORADO MÁS DE 2 SEMANAS (MORE THAN 2 WEEKS DELAYED).

En la siguiente página se muestra el Cronograma del proyecto INTERCOOLER (figura 3.2). Esta misma figura pueden encontrarla en los Anexos para una mejor visualización (ANEXO A):

## GENERAL SCHEDULE

PROJECT : **INTERCOOLER - REVISION 01**

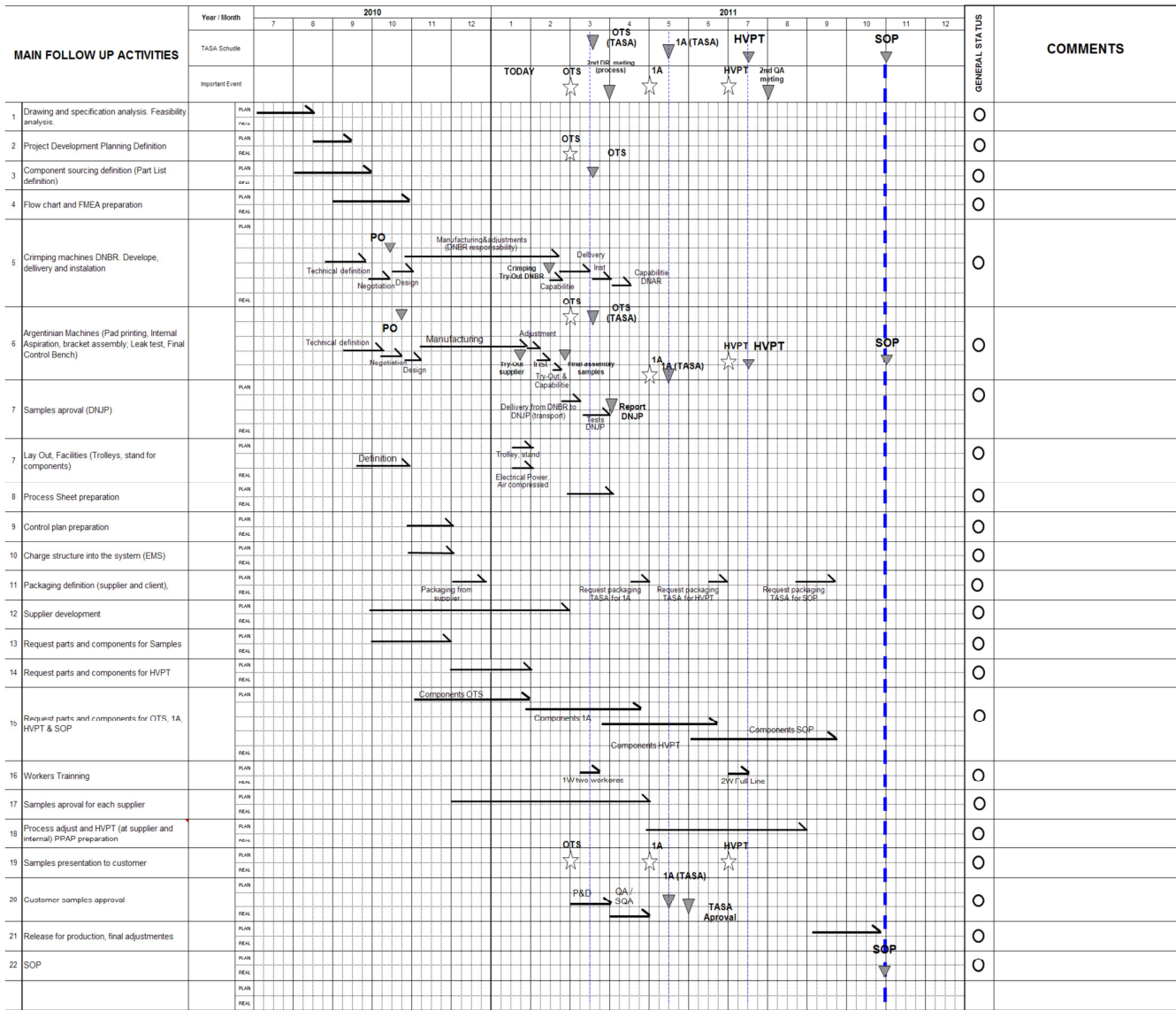
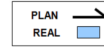


Fig. 3.2 - Cronograma del Proyecto (Revisión 01)

Las tareas listadas en la primera columna del "Diagrama de Gantt" del Cronograma oficial (Revisión 01 - Figura 3.2) son las siguientes:

- Análisis de Factibilidad. Análisis de Diseños y Especificaciones (Drawing and specification analysis. Feasibility analysis):** Esta etapa es previa al proyecto de Industrialización en sí, ya que es cuando se realiza el análisis de los diseños para entender si la empresa posee el Know-how para llevar adelante el proyecto. Básicamente se divide en dos pasos; en primer

lugar el estudio técnico de los diseños del producto, Know-how DNAR y posibles adaptaciones producto/proceso; y en segundo lugar, a partir del análisis del primero, la formulación y evaluación económica/financiera del proyecto.

- **Definición del Cronograma del Proyecto (Project Development Planning Definition):** Luego de tener el producto claramente definido y con la información de los principales eventos del cliente, casas matrices (DNTP y DNJP) e internos; se procede con la confección del cronograma de desarrollo del proyecto en sí; justamente el objeto de este capítulo.
- **Definición de las fuentes de suministro. Listado de Materiales. (Component Sourcing definition. Part List Definition):** En esta etapa se define el nivel de compra de cada componente, verticalización, nacionalización, desarrollo de proveedores, etc.; o sea es la etapa de definición de la cadena de proveedores (supply chain). En la etapa de Análisis de Factibilidad ya se realiza una primera aproximación del listado de Materiales del producto, sin embargo en éste paso se profundiza en detalle los niveles de compra y sub-ensamble de componentes; siempre analizando que las modificaciones a lo definido en la propuesta económica sea beneficioso tanto para DENSO como para el cliente (hay que tener en cuenta que este tipo de modificaciones en el supply chain ya están plasmadas en el contrato y cualquier modificación debe ser informada y consensuada con el cliente desde el departamento comercial).
- **Flujo grama y AMFE (Flow Chart and FMEA preparation):** Con la definición clara del producto y los niveles de compra de los distintos componentes y subconjuntos se procede con la confección preliminar del flujo grama. Es importante aclarar que es preliminar, ya que luego de analizar el AMFE, pueden surgir modificaciones.  
Con el preliminar de los pasos productivos, se procede al análisis de los modos de falla y sus efectos (AMFE); documento esencial en cualquier proceso productivo para el correcto análisis cualitativo del proceso, con el fin de obtener la máxima eficiencia del mismo (menores pérdidas, mayor producción, en definitiva optimizar la productividad y lograr la satisfacción del cliente).
- **Máquinas de agrafado DNBR. Desarrollo, entrega e instalación (Crimping machines DNBR. Develop, delivery and installation):** En este proyecto, las principales máquinas a desarrollar son unas prensas neumáticas de agrafado; las cuales por una decisión técnica se decidieron fabricar en DENSO do Brasil (DNBR), ubicada en Curitiba-PA-. Esta etapa muestra los tiempos para el desarrollo de las máquinas, envío e instalación en DNAR.
- **Máquinas desarrolladas en Argentina (Argentinean Machines):** Esta etapa muestra los tiempos para el desarrollo de los dispositivos que por una cuestión técnica y económica se decidieron desarrollar en Argentina.
- **Aprobación de muestras DNJP (Samples Approval DNJP):** Esta etapa comprende la entrega y aprobación del producto por parte de la casa matriz en Japón.
- **Disposición e planta. Instalaciones Industriales Generales (Lay Out, Facilities):** Con la definición del proceso y un pre-diseño de las máquinas necesarias se puede proceder con la confección del nuevo Lay Out del sector

- introduciendo la isla de producción INTERCOOLER. También con el pre-diseño de las máquinas puede dimensionarse las necesidades de los distintos servicios industriales (electricidad, aire comprimido, etc.).
- **Preparación del Plan de Control (Control Plan Preparation):** Una vez confeccionado el AMFE se procede al listado de controles que se realizará en el proceso productivo, éste es justamente el Plan de Control del proceso de producción del INTERCOOLER. Es necesario como dato de entrada el AMFE.
  - **Hojas de proceso (Process Sheet preparation):** Las hojas de proceso son una descripción paso a paso de las operaciones que debe realizar el operador en cada puesto para la correcta producción del INTERCOOLER. Es importante como dato de entrada el plan de control.
  - **Cargar Listado de Materiales en el sistema (Charge structure in the System):** Una vez definido el producto, desarrollado proveedores locales y el nivel de verticalización, se procede a la carga en el sistema de producción/logística la lista de materiales. Esta lista puede modificarse a lo largo del desarrollo del proyecto por lo que debe revisarse antes del SOP (ejemplo de modificación: desarrollo de proveedor, verticalización de componente, etc.).
  - **Definición de embalajes. Cliente y proveedores (Packaging definition. Supplier and customer):** Esta etapa contempla la definición del embalaje del producto final desde DNAR hacia el cliente, como así también la definición de los embalajes de componentes desde los proveedores hacia DNAR.
  - **Desarrollo de proveedores (Supplier development):** En la oferta técnica/económica al cliente se presentó un cierto nivel de verticalización y localización regional de componentes. Es necesario que el líder del proyecto posea una voz en el cronograma del proyecto para controlar el avance del desarrollo de los proveedores.
  - **Solicitud de componentes para muestras (Request parts and components for samples):** Esta etapa comprende las actividades del departamento de compras y logística para la provisión de componentes para realizar las muestras a enviar a DNJP para homologación del producto.
  - **Solicitud de componentes para eventos (Request parts and components for events):** Esta etapa comprende las actividades del departamento de compras y logística para la provisión de componentes para los eventos OTS, 1A, LVPT y HVPT.
  - **Entrenamiento del personal (Workers training):** Esta etapa se refiere al entrenamiento del personal (Jefe de producción, Ingeniero de proceso, Team Leader y operarios).
  - **Aprobación de muestras de proveedores (Samples approval from each supplier):** En lo que respecta al desarrollo de proveedores, es necesario que éstos presenten muestra/s de el/los componente/s desarrollado/s y DNAR debe emitir la debida aprobación de la/s pieza/s.
  - **Ajustes del proceso y HVPT interno y de proveedores. PPAP (Process adjustments and HVPT suppliers and internal, PPAP preparation):** Esta etapa incluye los ajustes realizados en la línea de producción, en el abastecimiento logístico o en los controles de calidad. Normalmente los ajustes son posteriores al LVPT (dónde suelen encontrarse los problemas de producción, logística y/o calidad) y deben estar finalizados para el HVPT. Esta

- etapa también incluye la preparación de todos los documentos necesarios del PPAP, entre los cuales se encuentra el resultado del HVPT.
- **Presentación de muestras al cliente (Samples presentation to customer):** Esta etapa comprende las entregas de muestras definidas por el cliente (OTS, 1A, LVPT, HVPT).
  - **Aprobación de muestras entregadas al cliente (Customer Samples Approval):** Esta etapa comprende la aprobación de las muestras enviadas en el punto anterior.
  - **Liberación del proceso para producción (Realease for production):** Es el período final en el que se realizan todos los ajustes técnicos de los dispositivos y máquinas. En esta etapa se procede principalmente a la confección de planillas por parte de calidad; también suele utilizarse como un período pulmón para amortiguar cualquier imprevisto.
  - **Inicio de la producción (SOP):** Esta etapa comprende la fecha de inicio de producción en DNAR para cumplir con la fecha de inicio de producción del cliente.

Un ejemplo de seguimiento del proyecto (ver figura 3.3) se muestra con una vista del cronograma de desarrollo trazando la línea vertical sobre el día de la fecha ("LINEA DE HOY" en anaranjado) y comparando cuales tareas deberían estar realizadas y cuales en desarrollo contra las tareas que efectivamente ya fueron realizadas y cuales están en desarrollo. Luego se categoriza la situación de cada actividad en la columna "SITUACION GENERAL" (GENERAL STATUS) con el símbolo que denote el estado de la misma (*Fig. 3.1 - Referencias del cronograma*).

Esta misma figura pueden encontrarla en los Anexos para una mejor visualización (ANEXO B):









## **Capítulo 4. Definición de las fuentes de suministro. Listado de Materiales. (Component sourcing definition) (Part List Definition)**

Como se comentó anteriormente, el diseño del INTERCOOLER se encuentra definido ya que se trata de un producto en producción en otras plantas DENSO del mundo y a su vez se explicó que el cliente no admite cambios en el mismo.

Por estas razones la estructura del producto hasta su mayor nivel de desagregación ya está definida desde el departamento de diseño de la casa matriz (DNJP) pero el listado de materiales dependerá de los componentes que pueda verticalizar DNAR.

A su vez, la verticalización regional se definirá a partir de los distintos proveedores que puedan desarrollarse en la región, ya sea en Córdoba, Argentina o países sudamericanos.

Domínguez Machuca, *et.al.* (1995, p127) afirma que el listado de Materiales es una descripción clara y precisa de la estructura que caracteriza la obtención de un determinado producto, mostrando claramente:

- Los componentes que lo integran;
- Las cantidades necesarias de cada una de ellos para formar una unidad del producto en cuestión;
- La secuencia en que los distintos componentes se combinan para obtener el artículo final.

A continuación se muestra el "Listado de Materiales" de DNBR, el cual fue el punto de partida para la confección del "listado de Materiales de DNAR":

**PRODUCT STRUTURE - INTERCOOLER IMV**

LEVEL	PART NUMBER	DESCRIPTION	SUPPLIER	QTY.
1		INTERCOOLER IMV	INTERNAL	1
2		INTERCOOLER IMV	INTERNAL	1
3		INTERCOOLER IMV	INTERNAL	1
4		CORE	INTERNAL	1
5		BRAZING, PROCESS TIME	INTERNAL	1
5		BRACKET, LH	METALURGICA SAKAGUGHI	2
6		ALUMINUM FIN, TO BRACKET LH	TOYOTA TSUSHO CORPORATION	0.374
5		PLATE	DENSO CORPORATION	2
5		FIN (49D) IMV	INTERNAL	25
6		ALUMINUM FIN LIG 0,07X0,49MM	TOYOTA TSUSHO CORPORATION	0.425
5		TUBE	DENSO CORPORATION	24
4		TANK, UPR	INTERNAL	1
5		TANK UPR, 1W IMV	INTERNAL	1
6		LINGOTE ALUMINUM ADS 16	METALUR BRASIL	0.542
4		TANK, LWR	PECVAL INDUSTRIAL - BRAZIL	1
4		BRACKET B	METALURGICA SAKAGUGHI	1
4		BRACKET B	METALURGICA SAKAGUGHI	1
4		SUPPORT SUB-ASSY B	INTERNAL	1
5		SUPPORT SUB-ASSY B	DENSO CORPORATION	1
5		BUSHING	IND. ARTEF. BOR	1
5		BUSH	DENSO CORPORATION	1
4		PACKING	DENSO CORPORATION	1
4		PACKING	DENSO CORPORATION	1
4		BOLT	DENSO CORPORATION	2
4		BOLT	DENSO CORPORATION	3
4		CAP	P.PLAS IND. E C	1
4		CAP	P.PLAS IND. E C	1
4		BOLT	DENSO CORPORATION	2
3		PACKING, WATER SEAL	METALURGICA SAKAGUGHI	1
3		SENDER ASSY, TEMPERATURE	DENSO CORPORATION	1
3		NOCOLOK FLUX	SOLVAY CHEMICAL	0.022

Fig. 4.1 - Listado de Materiales DNBR (Formato DNBR)

**NOTA:** No se proporciona códigos de componentes debido a la política de confidencialidad de la empresa DNAR.

**Distinta base INTERCOOLER  
UTE Nocolok**

Realizó L. Guma  
Fecha 30/06/2010

Origen	Código	Descripción	Nivel	Uso	
		INTERCOOLER IMV	1	1	UN
		INTERCOOLER IMV	2	1	UN
		INTERCOOLER IMV	3	1	UN
		CORE	4	1	UN
	1	BRAZING, PROCESS TIME	5	1	UN
		BRACKET, LH	5	2	UN
		ALUMINUM FIN, TO BRACKET LH	6	0.374	KG
		PLATE	5	2	UN
		FIN (49D) IMV	5	25	UN
		ALUMINUM FIN LIG 0,07X0,49MM	6	0.425	KG
		TUBE	5	24	UN
		TANK, UPR	4	1	UN
		TANK UPR 1W IMV	5	1	UN
		LINGOTE ALUMINUM ADS 16	6	0.542	KG
		TANK, LWR	4	1	UN
		BRACKET B	4	1	UN
		BRACKET B	4	1	UN
		SUPPORT SUB-ASSY B	4	1	UN
		SUPPORT SUB-ASSY B	5	1	UN
		BUSHING	5	1	UN
		BUSH	5	1	UN
		PACKING	4	1	UN
		PACKING	4	1	UN
		BOLT	4	2	UN
		BOLT	4	3	UN
		CAP	4	1	UN
		CAP	4	1	UN
		BOLT	4	2	UN
		PACKING, WATER SEAL	3	1	UN
		SENDER ASSY. TEMPERATURE	3	1	UN
		NOCOLOK FLUX	3	0.022	KG

Fig. 4.2 - Listado de Materiales DNBR (Formato DNAR)

**NOTA:** No se proporciona códigos de componentes debido a la política de confidencialidad de la empresa DNAR.

En una primera etapa, también aludiendo a los tiempos ajustados del proyecto y la negativa del cliente a presentar cambios de cualquier tipo, deben buscarse proveedores ya certificados que abastezcan en otras DENSO del mundo los mismos componentes. Este INTERCOOLER se fabrica en DENSO do Brasil (Curitiba) y DENSO Tailandia (DNTH) por lo que personal de compras junto con logística comenzaron los contactos con los proveedores de estas plantas hermanas. Haciendo evaluaciones económicas y colocando en la balanza el precio del producto, el costo de traslado del mismo, las limitaciones de exportación, entre otras; se definió el listado de Materiales de DNAR para SOP (figura 4.3) teniendo en cuenta lo siguiente:

- La inversión y tiempos para industrializar el proceso de soldado bajo atmósfera controlada del cuerpo de aletas (CORE) no es rentable debido a la

baja demanda de INTERCOOLER, por lo tanto es conveniente comprar el CORE soldado desde plantas hermanas, ya sea DNBR (Curitiba); DNTH (Tailandia) o Japón (DNJP) - ver remarcado en azul la figura 4.2 -

**NOTA: El NOCOLOK FLUX es parte del CORE, el listado de Materiales de DNBR lo presenta por separado pero es un componente más del subconjunto CORE.**

- La inversión y tiempos para industrializar o regionalizar el proceso de inyección del tanque de aluminio (Tank upper) no es rentable debido a la baja demanda de INTERCOOLER, por lo tanto es conveniente comprar el tanque de aluminio mecanizado desde plantas hermanas, ya sea DNBR (Curitiba); DNTH (Tailandia) o Japón (DNJP); - ver remarcado en azul la figura 4.2 -
- Se evalúa a futuro verticalizar el proceso de inyección plástica del TANK LOWER ya que DNAR posee máquinas de inyección plástica. En el caso de que aumente la demanda por encima del 30% se volvería rentable - ver remarcado en rojo la figura 4.2 -
- Se evalúa a futuro verticalizar el proceso de estampado y soldado de soporte metálico. En el caso de que aumente la demanda por encima del 30% se volvería rentable - ver remarcado en rojo la figura 4.2 -
- Se evalúa a futuro nacionalizar el proceso de fabricación de bujes de goma. En el caso de que aumente la demanda por encima del 30% se volvería rentable - ver remarcado en rojo la figura 4.2 -

**Distinta base INTERCOOLER  
UTE Nocolok 408W**

Realizó L. Guma  
Fecha 18/03/2011

Origen	Código	Descripción	Nivel	Uso
		INTERCOOLER ASSY	0	
		INTERCOOLER ASSY	1	1 PZ
		CORE SUB-ASSY (408W)	2	1 PZ
		TANK, UPR (408W)	2	1 PZ
		TANK, LWR (I/C 408W)	2	1 PZ
		SUPPORT SUB-ASSY, B	2	1 PZ
		SUPPORT SUB-ASSY, B	3	1 PZ
		BUSHING	3	3 PZ
		PIPE	3	3 PZ
		SUPPORT SUB-ASSY, B	2	1 PZ
		SUPPORT SUB-ASSY, B	3	1 PZ
		BUSHING	3	1 PZ
		PIPE	3	1 PZ
		SUPPORT SUB-ASSY, B	2	1 PZ
		SUPPORT SUB-ASSY, B	3	1 PZ
		BUSHING	3	1 PZ
		PIPE	3	1 PZ
		PACKING	2	1 PZ
		PACKING	2	1 PZ
		BOLT	2	2 PZ
		BOLT, FLANGE	2	3 PZ
		PLATE, CASE	2	1 PZ
		PLATE, CASE	2	1 PZ
		BOLT	2	2 PZ
		SENDER ASSY, TEMPERATURE	1	1 PZ
		PACKING, WATER SEAL	1	1 PZ

Fig. 4.3 - "Listado de Materiales" DNAR para SOP

**NOTA: No se proporciona códigos de componentes debido a la política de confidencialidad de la empresa DNAR.**

Es importante resaltar que no se incluye a Calidad en esta etapa ya que los proveedores son certificados de plantas hermanas. De todos modos Calidad interviene para solicitar toda la documentación de ensayos correspondientes para cada componente a comprar, aceptando los mismos que se hayan presentado a las demás plantas del grupo.

Si bien la estructura de este producto para ambas plantas es la misma (DNBR y DNAR), el listado de Materiales se ve alterado por distintos factores:

- Nivel de verticalización definido en DNAR (ya sea por falta de Know-How o por ser inviable económicamente/tiempos).
- Proveedores que puedan desarrollar cada zona, con los estándares de calidad exigidos por el cliente y/o por DENSO (en caso de existir la alternativa de CONTO LAVORO).
- Las rutas logísticas más favorables.
- Limitaciones de importación impuestas para el ingreso de material en Argentina.

### **Bibliografía utilizada en este capítulo:**

DOMINGUEZ MACHUCA, *et.al.*, 1995, DIRECCION DE OPERACIONES, Madrid (España), McGRAW-HILL



## Capítulo 5. Flujo grama y AMFE (Flow Chart and FMEA preparation)

- Flujo grama

Siguiendo la instrucción de trabajo IT.05.00.01/1/REV3 del manual de la calidad de DENSO, respecto a la elaboración y modificación de Documentos Operacionales e Instrucciones de Trabajo, se procedió a la confección del flujo grama del proceso de montaje. La Instrucción (IT.05.00.01/1/REV3) está orientada principalmente a diagramar flujos para la gestión de actividades administrativas y/o documentales interdisciplinarios, por lo que se hizo uso de la nota al pie de la página 6 de la IT (Instrucción de Trabajo) en cuestión para adaptarla a un proceso productivo: "Aun cuando debe evitarse, se podrán utilizar otros símbolos, siempre que en el procedimiento se indique su significado" (ver Fig. 5.1).

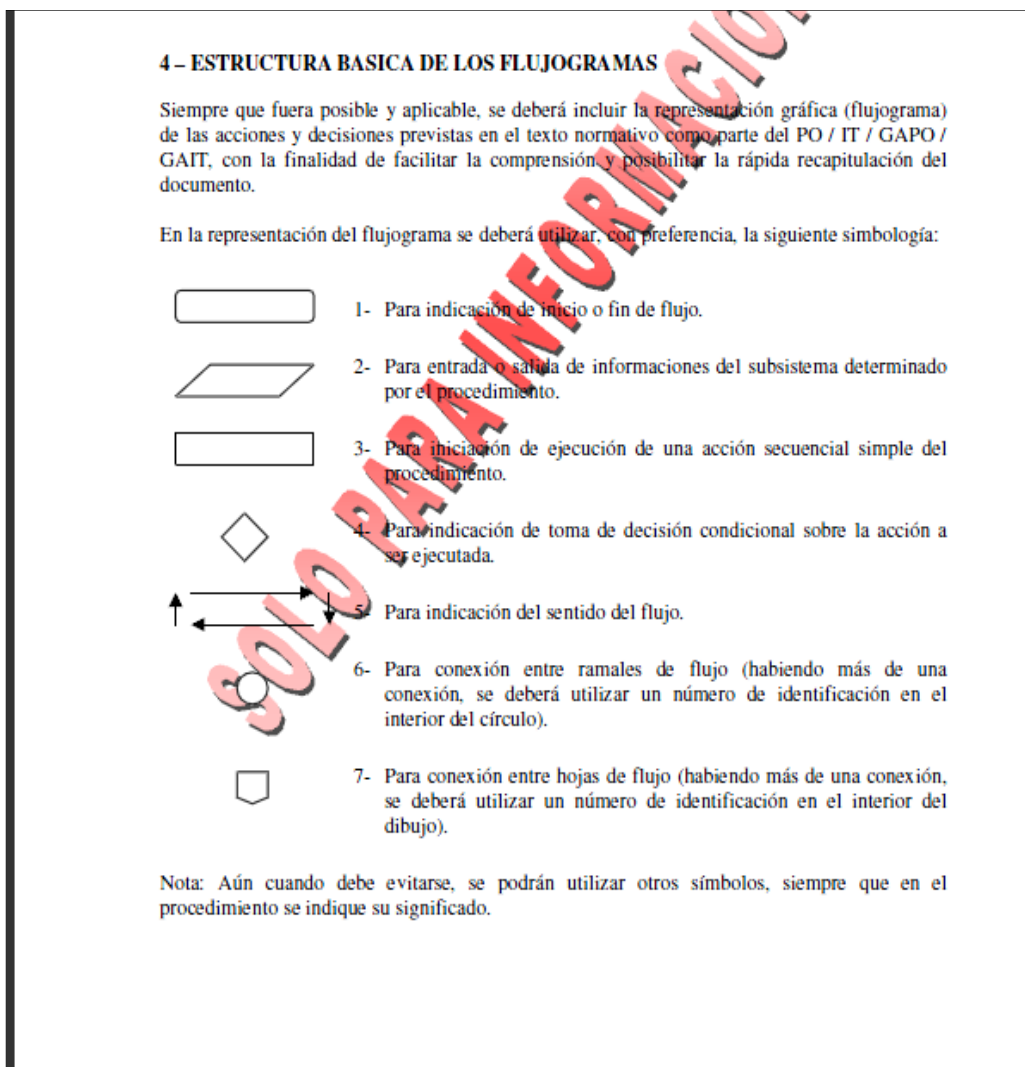


Fig. 5.1.- fragmento de la página 6 de IT.05.00.01/1/REV3

Siguiendo entonces la IT existente, se definieron los siguientes símbolos para la confección del flujo grama (ver Figura 5.2):

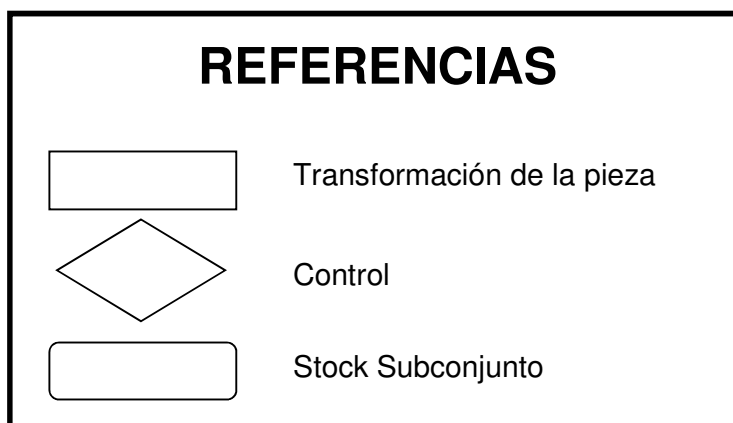


Fig. 5.2 - Referencias de símbolos utilizados en flujo grama

El diagrama realizado (ver Fig. 5.3) se confeccionó con el objetivo de brindar de manera sintetizada y esquemática toda la información necesaria para la comprensión del proceso de montaje del INTERCOOLER. La secuencia de operaciones de montaje de subconjuntos y del conjunto terminado, puestos de control, ingreso de componentes y flujo de re trabajo, son algunas de las actividades plasmadas en el flujo grama del proceso de montaje.

En la confección del flujo grama se profundizó en información básica del proceso que criteriosamente tiene que estar incluida. Al categorizar información como básica, refiere tanto por la simpleza de la misma como por la naturaleza de ser base para la comprensión y desarrollo de actividades ulteriores. Ejemplo claro es incluir en el flujo grama los códigos de los componentes que ingresan al proceso, el puesto donde ingresan, los números de las operaciones, los códigos de subconjuntos ensamblados y código del producto final.

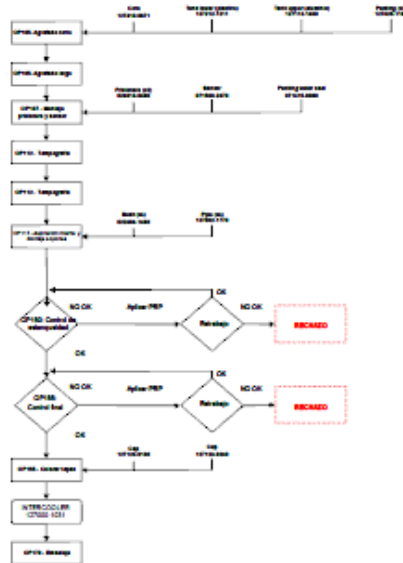
El documento flujo grama también tiene incluida las referencias (tal como lo solicita la IT.05.00.01/1/REV3) y el listado de revisiones. Esto último de mucha utilidad y practicidad a la hora de necesitar conocer la trazabilidad del proceso.

En la hoja también se encuentra explícita la persona que realiza el flujo grama, quien lo aprueba, fecha de emisión, nivel y fecha de revisión; información necesaria en cualquier documento incluido en el Manual de Calidad.

Tanto el original como la copia del flujo grama fueron firmados por el emisor y el aprobador, archivando la primera en la carpeta del proyecto mientras que la segunda se facilita para consulta en línea de montaje, previo sellado con leyenda "COPIA CONTROLADA". Esta copia controlada debe ser, valga la redundancia, controlada según lo definido en el PO (Procedimiento Operacional) de control de documentos del Manual de Calidad de la empresa.

A continuación se muestra la figura 5.3 (flujo grama INTERCOOLER). Esta misma figura pueden encontrarla en los Anexos para una mejor visualización (ANEXO D):

Flujograma  
 INTERCOOLER IMV 326A  
 127000-1031



**REFERENCIAS**

Transformación de la pieza  
 Control  
 Stock Subconjunto

Revisión	Fecha	Descripción	Realizó

Fig. 5.3 -Flujo grama INTERCOOLER

- AMFE: Análisis de modos de falla y sus efectos**

**Objetivo del AMFE**

El objetivo principal del AMFE es evitar que se entregue al cliente un producto defectuoso.

## Concepto Cliente

Dentro del análisis de los modos de falla y sus efectos, el cliente debe entenderse como el proceso inmediatamente siguiente. En algunas bibliografías suele denominarse como cliente interno, pero en el análisis del presente proyecto, se entiende indistintamente como cliente tanto al interno como al externo, sin diferencias en las exigencias de calidad.

## AMFE – Descripción General

Un AMFE de proceso es una técnica analítica utilizada por el equipo responsable de ingeniería de proceso como un apoyo para asegurar, hasta donde sea posible, que los modos de falla y sus causas han sido consideradas y dirigidas. En su más rigurosa forma, un AMFE es un sumario de las experiencias del equipo de ingeniería (incluyendo un análisis de las características que pueden fallar, basados en la experiencia y en procesos similares anteriores). Este sistema proporciona y formaliza la disciplina mental que un ingeniero normalmente debe tener en cualquier proceso de planeación de manufactura. (LANGE, Kevin; *et.al.*, 2001, p35).

El AMFE es una de las herramientas de la calidad más importante y útil. Se trata nada más ni nada menos del análisis de todas las maneras que puede fallar un proceso, impactando sobre la calidad del producto o eficiencia del proceso, intuyendo sus efectos y a partir de un estudio crítico e interdisciplinario, tomar las decisiones que eviten problemas en el proceso de producción, ya sea de calidad o de capacidad productiva.

El AMFE es el documento desde el que nacen los demás documentos y registros de proceso/producción. Desde el AMFE nacen todos los controles y mejoras que haya que realizar al proceso de producción (en este caso montaje), o sea que en el caso que el análisis interdisciplinario surja la necesidad de llevar algún tipo de registro para controlar la calidad del producto, éste nace del AMFE.

Zanazzi (s.f.) recalca que el AMFE es un documento vivo, debe revisarse periódicamente y en los siguientes casos:

- Defecto de calidad o de capacidad productiva en el cliente;
- Cambios en el diseño del producto;
- Cambios en el proceso (Lay Out, secuencia de tareas)

El responsable del proceso tiene la obligación de revisar este documento y volver a cerrar el circuito hasta la capacitación del personal.

El grupo interdisciplinario que participó en la confección del AMFE fue:

- Líder de proyecto (Ingeniero de Proceso);
- Personal de Calidad (persona que viajó a DNBR a conocer el proceso);

- Personal de Logística;
- Personal de Producción (Team leader - persona que viajó a DNBR a conocer el proceso);
- Personal de Mantenimiento (persona que viajó a DNBR a conocer el proceso);

Como datos de apoyo para la confección del AMFE, se obtuvieron los siguientes documentos:

- AMFE de DNBR;
- Plan de control y Hojas de proceso de DNBR;
- Registro de reclamos del cliente de DNBR;

Lamentablemente no se dispuso del AMFE del producto.

La confección del AMFE comienza con el flujo grama y Lay Out de proceso pre definidos, o sea la secuencia de trabajo y la posición de cada puesto de trabajo y flujo de materiales. Se aclara que el flujo grama y Lay Out están pre definidos ya que los datos de salida del AMFE pueden modificar los mismos.

Si bien el Lay Out en el cronograma de desarrollo aparece como una actividad listada posterior al AMFE, cabe aclarar que para confeccionar el presente documento debe al menos hacerse una suposición de cómo será la disposición de las máquinas dentro del establecimiento y cómo será el flujo de materiales.

Todo documento debe estar correctamente identificado, el encabezado de cada documento debe tener explícito el nombre del documento, el número de revisión, el nombre del proceso, número de operación, nombre de la persona responsable, nombre de la persona que confeccionó el mismo, fecha de realización del documento, número de revisión, fecha de revisión, código del producto en cuestión, lugar donde se realizó el documento, cantidad de hojas, etc.

En el formato del AMFE dentro del manual de la Calidad de DNAR en el encabezado y pie de la página se encuentra toda la información útil para trazar la historia del documento.

A continuación se muestra el AMFE confeccionado por el grupo interdisciplinario del Proyecto "Industrialización Celda de Montaje INTERCOOLER" (en los ANEXOS pueden encontrar el documento más legible - Anexo E):

DENSO	FMEA (ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA) DE PROCESO			SISTEMA / COMPONENTE :	INTERCOOLER 408W / 326A					CODIGO DISTINTA BASE:		127000-0564 / 127000-1031																																																
	RESPONSABLE	X	EXISTENTE	OPERACION / MAQUINA :	LINEA DE MONTAJE POST HORNO IC					ESTADO DE MODIFICACION :		REV.00																																																
	ESTABLECIMIENTO DE CÓRDOBA	L. Guma	ESTABLECIM. PROVEEDOR	DNAR	FECHA (Ter. análisis) :	20/10/2010					MODIFICADO FECHA :		Pag. de																																															
	OPERACIONES FASES DEL PROCESO	MODO DE FALLA DEL PROCESO	EFECTOS POTENCIALES DEL MODO DE FALLA	CAUSA DEL MODO DE FALLA	CONTROL DEL PROCESO	PREVENCION	PROB	GRAV	DETEC	IPR	Reactivo / Proactivo	MEDIDAS PARA EL MEJORAMIENTO	RESPONSABILIDAD Y TIEMPOS	IMPLEMENTAC. DE MEJORA Y TIEMPOS	PROB	GRAV	DETEC	IPR																																										
OP117 Armado de subconjunto soportes (x3) - Solo 408W	Confusión de buje goma (solo de modelo 408W a 326A)	Diferencias de stock en logística DNAR	Desatención operador	Visual en producción 100%	Capacitación personal	3	2	7	42																																																			
	Ausencia de buje metálico	Problemas de montaje en cliente	Desatención operador	Visual en producción 100%	Capacitación personal	4	5	7	140	Proactivo	Sensores presencia pieza en control final	L. Guma feb-11	SOP	4	5	2	40																																											
	Buje metálico o de goma al revés	Problemas de montaje en cliente	Desatención operador	Visual en producción 100%	Capacitación personal	4	5	7	140	Proactivo	Sensores presencia pieza en control final	L. Guma feb-11	SOP																																															
OP-105 Agrafado corto y largo	Falta de guarnición de goma	Pérdida de fluido (falta de estanqueidad)	Desatención operador	Visual en producción 100%	Capacitación personal	5	8	8	320	Proactivo	Automatismo en máquina tipo POKA-YOKE	L. Guma feb-11	SOP	2	8	8	128																																											
	Guarnición equivocada (solo modelo 408W)	Pérdida de fluido (falta de estanqueidad)	Desatención operador	Visual en producción 100%	Capacitación personal	6	8	8	384	Proactivo	Automatismo en máquina tipo POKA-YOKE	L. Guma feb-11	SOP	2	8	8	128																																											
	Guarnición equivocada (entre un modelo y otro)	Pérdida de fluido (falta de estanqueidad)	Desatención operador	Visual 100% + Packing de colores	Capacitación personal	6	2	8	96	Proactivo	Señalización en máquina sobre colores de packing según modelo	L. Guma feb-11	SOP	5	2	7	70																																											
	Altura de agrafado muy baja	Rotura de Vaschetta (pérdida de fluido)	PAP máquina	Visual 100% + Prueba estanqueidad	Capacitación personal + Set-up máquina	2	7	4	56																																																			
			Desgaste herramienta	Visual 100% + Prueba estanqueidad	Mantenimiento Preventivo	3	7	4	84	Proactivo	Liberación calidad con calibre (Hacer procedimiento). Consultar método a Proveedor. Análisis pérdida por agrafado para considerar prueba estanqueidad antes de montar	Sosa feb-11	SOP	3	7	3	63																																											
	Altura de agrafado excesiva	Pérdida de fluido (falta de estanqueidad)	PAP máquina	Visual 100% + Prueba estanqueidad	Capacitación personal + Set-up máquina	2	7	4	56	Proactivo	Liberación calidad con calibre (Hacer procedimiento). Consultar método a Proveedor.	Tomeatto mar-11	SOP																																															
			Desgaste herramienta	Visual 100% + Prueba estanqueidad	Mantenimiento Preventivo	3	7	4	84	Proactivo	Liberación calidad con calibre (Hacer procedimiento). Consultar método a Proveedor.	Sosa feb-11	SOP	3	7	3	63																																											
Angulo de agrafado <60°	Pérdida de performance en el tiempo	PAP máquina	Visual en producción 100%	Capacitación personal + Set-up máquina	2	3	8	48																																																				
		Desgaste herramienta	Visual en producción 100%	Mantenimiento Preventivo	3	3	8	72	Proactivo	Control 1hume con método no destructivo control ángulo agrafado (a definir)	Guma / Sosa feb-11	SOP	3	3	7	63																																												
OP-107 Montaje prisionero y sensor	Falta de prisionero	Problemas de montaje en cliente	Desatención operador	Visual en producción 100%	Capacitación personal	4	5	7	140	Proactivo	Sensores presencia pieza en control final	L. Guma feb-11	SOP	4	5	2	40																																											
	Prisionero colocado en alojamiento incorrecto	Problemas de montaje en cliente	Desatención operador	Visual en producción 100%	Capacitación personal	4	5	7	140	Proactivo	Sensores presencia pieza en control final	L. Guma feb-11	SOP	4	5	2	40																																											
	Prisionero con torque incorrecto	Incorrecta fijación en el vehículo	Atomizador neumático mal calibrado	Atomizador con corte al llegar al torque	Crti atomizador 1/15 días	3	7	9	189	Proactivo	Uso de llave criquet calibrada 100%	L. Guma feb-11	SOP	3	7	3	63																																											
			Problemas de presión neumática en línea	Visual alistorio mediante manometro	Mantenimiento Preventivo	5	7	9	315	Proactivo	Uso de llave criquet calibrada 100% + Presostato para liberación de atomizador	L. Guma feb-11	SOP	2	7	3	42																																											
	Falta de arandela metálica	Pérdida de estanqueidad	Desatención operador	Visual en producción 100%	Capacitación personal	4	4	8	128	Proactivo	Objetivación en puesto siguiente	L. Guma feb-11	SOP	4	4	7	112																																											
OP-112 Tampografía	Sensor con torque incorrecto	Pérdida de performance en el tiempo	Incorrecto uso de herramienta de ajuste	Sensibilidad del operador	Capacitación personal	6	3	9	162	Proactivo	Torqumetro con control de torque (señal digital)	L. Guma feb-11	SOP	3	3	2	18																																											
	Rotura de sensor al montaje	Sensor no funciona / Problemas de montaje ficha eléctrica	Desatención operador (zafé de herramienta de ajuste)	Visual en producción 100%	Capacitación personal	5	7	8	280	Proactivo	Objetivación en control final + Crti en banco de funcionamiento sensor	L. Guma feb-11	SOP	5	7	3	105																																											
	Tampografía incorrecta entre modelo 326A y 408W	Identificación de pieza incorrecta en cliente	Desatención operador	Visual en producción 100%	Capacitación personal	7	3	8	168	Proactivo	Automatismo para detectar correcto modelo	L. Guma feb-11	SOP	3	3	8	72																																											
OP-117 Aspiración interna y montaje soportes	Sello ilegible	Identificación de pieza incorrecta en cliente	Sello en mal estado / Falta de tinta / Suciedad en tanque de aluminio	Visual en producción 100%	Capacitación personal	4	3	7	84																																																			
	No se realiza aspirado	Paso de vinil/polo al motor	Desatención operador (olvido de realizar operación)	-	Capacitación personal	4	7	9	252	Proactivo	Automatismo entre máquinas (no arrancar Ateq sin terminar aspirado) + Colocar macho en conector sobre tanque de aluminio + Controlar consumo del Aspirador	L. Guma feb-11	SOP	2	7	8	112																																											
			Incorrecto funcionamiento de la máquina (motor quemado)	Sonoro	Mantenimiento Preventivo	3	7	9	189	Proactivo																																																		
	Prisionero con torque incorrecto	Incorrecta fijación en el vehículo	Atomizador neumático mal calibrado	Atomizador con corte al llegar al torque	Crti atomizador 1/15 días	3	7	9	189	Proactivo	Uso de llave criquet calibrada 100%	L. Guma feb-11	SOP	3	7	3	63																																											
Problemas de presión neumática en línea			Visual alistorio mediante manometro	Mantenimiento Preventivo	5	7	9	315	Proactivo	Uso de llave criquet calibrada 100% + Presostato para liberación de atomizador	L. Guma feb-11	SOP	2	7	3	42																																												
Movimiento del bulón debido a manipuleo			Visual - aleatorno	Capacitación personal	3	7	9	189	Proactivo	Objetivar posición de ajuste	L. Guma feb-11	SOP	3	7	7	147																																												
OP-150 - Control de estanqueidad	No se realiza control de estanqueidad	Pérdida de estanqueidad	Desatención operador	-	Capacitación personal	4	6	9	216	Proactivo	Automatismo entre máquinas (no arrancar tampografía sin comenzar Ateq)	L. Guma feb-11	SOP	2	6	7	84																																											
	Pieza NO OK continúa en proceso	Pérdida de estanqueidad	Desatención operador	-	Capacitación personal	4	6	9	216	Proactivo	Liberación de sello cuando prueba es OK + Retención de pieza NO OK con llave	L. Guma feb-11	SOP	2	6	7	84																																											
OP-155 Control final (colocar tapas)	Olvído de colocar tapa IN ó OUT	Ingreso de suciedad al INTERCOOLER (paso de polo al motor)	Desatención operador	Visual	Capacitación personal	4	7	8	224	Proactivo	Sensores presencia pieza en control final + Objetivación	L. Guma feb-11	SOP	2	7	7	98																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PROBABILIDAD</th> <th colspan="2">GRAVEDAD (INFLUENCIA SOBRE EL CLIENTE)</th> <th colspan="4">POSIBILIDAD DE DETECCIÓN</th> <th colspan="2">INDICE DE PRIORIDAD DEL RIESGO</th> <th colspan="2">PARTICIPANTES</th> <th colspan="2">ENTE</th> </tr> <tr> <th colspan="2">VALUACION PUNTAJE CORRESPONDIENTE</th> <th colspan="2">VALUACION PUNTAJE CORRESPONDIENTE</th> <th colspan="4">VALUACION PUNTAJE CORRESPONDIENTE</th> <th colspan="2">VALUACION PUNTAJE CORRESPONDIENTE (PROB x GRAV x DETECC)</th> <th colspan="2">Guma, L. Sosa, G.</th> <th colspan="2">Tomeatto, A. Tecnología Calidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>REMOTA = 1</td> <td>BAJA = 2-3</td> <td>POCA IMPORTANCIA = 2-5</td> <td>MODERADAMENTE GRAVE = 6-8</td> <td>ALTA = 1</td> <td>MODERADA = 2-5</td> <td>BAJA = 6-8</td> <td>MUY BAJA = 9</td> <td>MIPERCEPTIBLE = 10</td> <td>BAJO = 1-50</td> <td>MEDIO = 50-100</td> <td>ALTO = 100-200</td> <td>MUY ALTO = 200-1000</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>																		PROBABILIDAD		GRAVEDAD (INFLUENCIA SOBRE EL CLIENTE)		POSIBILIDAD DE DETECCIÓN				INDICE DE PRIORIDAD DEL RIESGO		PARTICIPANTES		ENTE		VALUACION PUNTAJE CORRESPONDIENTE		VALUACION PUNTAJE CORRESPONDIENTE		VALUACION PUNTAJE CORRESPONDIENTE				VALUACION PUNTAJE CORRESPONDIENTE (PROB x GRAV x DETECC)		Guma, L. Sosa, G.		Tomeatto, A. Tecnología Calidad		REMOTA = 1	BAJA = 2-3	POCA IMPORTANCIA = 2-5	MODERADAMENTE GRAVE = 6-8	ALTA = 1	MODERADA = 2-5	BAJA = 6-8	MUY BAJA = 9	MIPERCEPTIBLE = 10	BAJO = 1-50	MEDIO = 50-100	ALTO = 100-200	MUY ALTO = 200-1000		
PROBABILIDAD		GRAVEDAD (INFLUENCIA SOBRE EL CLIENTE)		POSIBILIDAD DE DETECCIÓN				INDICE DE PRIORIDAD DEL RIESGO		PARTICIPANTES		ENTE																																																
VALUACION PUNTAJE CORRESPONDIENTE		VALUACION PUNTAJE CORRESPONDIENTE		VALUACION PUNTAJE CORRESPONDIENTE				VALUACION PUNTAJE CORRESPONDIENTE (PROB x GRAV x DETECC)		Guma, L. Sosa, G.		Tomeatto, A. Tecnología Calidad																																																
REMOTA = 1	BAJA = 2-3	POCA IMPORTANCIA = 2-5	MODERADAMENTE GRAVE = 6-8	ALTA = 1	MODERADA = 2-5	BAJA = 6-8	MUY BAJA = 9	MIPERCEPTIBLE = 10	BAJO = 1-50	MEDIO = 50-100	ALTO = 100-200	MUY ALTO = 200-1000																																																

Fig. 5.4 AMFE INTERCOOLER

A continuación se explica cómo el grupo de AMFE aplicó la herramienta, siguiendo los lineamientos definidos IT09.01.01/3/REV2-Elaboración de AMFE del Manual de la Calidad de la empresa DENSO Manufacturing Argentina SA:

1. **Primera columna - Operación:** del documento AMFE se coloca el número de operación y descripción de la misma, los cuales deben ser coherente con el del flujo grama;
2. **Segunda columna - Modo de falla:** los participantes del grupo de AMFE suponen de acuerdo a su experiencia y conocimiento del proceso qué es lo que puede fallar en este proceso que afecte la calidad del producto o la eficiencia de la línea. Aquí pueden utilizarse varias otras herramientas de la calidad, como por ejemplo la tormenta de ideas.

La pregunta base aquí es:

**¿Qué puede suceder en esta operación que afecte la calidad del producto o la capacidad productiva de la línea?**

Responder a esta pregunta puede devolver varias respuestas, o sea que para la operación en cuestión puede haber varios modos de falla potenciales

3. **Tercer columna - Efecto del Modo de Falla:** para cada modo de falla en análisis, el grupo de AMFE supone, averigua antecedentes, realiza pruebas en caso de ser necesario, para definir cuáles son los efectos que pueden derivarse. Las herramientas de la calidad más utilizadas en este caso por el grupo fueron la tormenta de ideas y luego Genchi-Genbutsu (verificación en el lugar).

La pregunta que se debe formular el grupo es la siguiente:

**¿Qué sucede si el modo de falla ocurre? ¿Cuál es el efecto que desencadena el modo de falla?**

Nuevamente la respuesta a esta pregunta puede devolver varias respuestas, o sea que cada modo de falla puede causar más de un efecto;

4. **Cuarta columna: Causa del modo de falla:** para cada efecto asociado a un modo de falla el grupo debe averiguar, suponer, indagar, averiguar antecedentes, realizar pruebas en caso de ser necesario; con el fin de definir cuáles son las verdaderas causas que generan dicho modo de falla. Las herramientas que suele utilizar el grupo para encontrar la/s causas raíces son: Diagrama de Ishikawa, Tormenta de ideas, Diagrama de relaciones, 5W2H, etc.

La pregunta a responder por el grupo es:

**¿Qué actividad, actitud o situación genera el modo de falla en cuestión que desencadena el efecto definido?**

**NOTA:** hay que tener mucho cuidado al responder esta pregunta ya que los integrantes del grupo muchas veces respondían esta pregunta teniendo en cuenta el efecto en cuestión pero confundían el modo de falla o viceversa.

Una vez más la respuesta a esta pregunta puede devolver varias respuestas, o sea que para cada modo de falla que desencadena un efecto en particular puede haber más de una causa.

5. **Quinta columna: Control de proceso:** Para cada efecto existe o no un procedimiento de control de proceso, o sea como se controla en el proceso de montaje que este efecto una vez ocurrido no pase al siguiente cliente;

En esta etapa el grupo se pregunta:

**En el caso de que ocurra el modo de falla y desencadene su efecto, ¿Cómo el proceso controla que éste no pase al cliente siguiente?**

6. **Sexta columna: Prevención:** Para cada efecto existe o no un procedimiento previo a que ocurra el modo de falla, o sea como se controla de manera preventiva que el modo de falla no ocurra;

En esta etapa el grupo se pregunta:

**¿Cómo se previene que el modo de falla no ocurra? ¿Cómo se previene que en caso de ocurrir el modo de falla no se desencadene el efecto?**

7. **Séptima columna: Índice de ocurrencia ( $I_{oc}$ ):** Es un coeficiente del 0 al 10 que, intentando ser lo más objetivo posible y utilizando la tabla de la figura 5.5, debe colocarse respondiendo la siguiente pregunta:

**¿Qué tan probable es que ocurra el modo de falla debido a la causa asociada?**

**NOTA:** Insisto nuevamente en el cuidado al responder ya que los integrantes del grupo muchas veces respondían esta pregunta teniendo en cuenta solo la probabilidad de que ocurra el modo de falla pero sin asociarlo a la causa en cuestión.

**CRITERIO DE EVALUACIÓN DE OCURRENCIA SUGERIDO PARA AMFE PROCESO**

Probabilidad	Índices Posibles de falla	Ppk	Calif.
Muy alta: Fallas persistentes	≥100 por mil piezas	< 0.55	10
	50 por mil piezas	> 0.55	9
Alta: Fallas frecuentes	20 por mil piezas	> 0.78	8
	10 por mil piezas	> 0.86	7
Moderada: Fallas ocasionales	5 por mil piezas	> 0.94	6
	2 por mil piezas	> 1.00	5
	1 por mil piezas	> 1.10	4
Baja : Relativamente pocas fallas	0.5 por mil piezas	> 1.20	3
	0.1 por mil piezas	> 1.30	2
Remota: La falla es improbable	< 0.01 por mil piezas	> 1.67	1

Fig. 5.5 Tabla índice de ocurrencia



8. **Octava columna: Índice de gravedad ( $I_{gr}$ ):** Es un coeficiente del 0 al 10 que, intentando ser lo más objetivo posible utilizando la tabla de la figura 5.6, debe colocarse respondiendo la siguiente pregunta:  
***¿Qué tan grave es que ocurra el efecto?***

CRITERIO DE EVALUACIÓN DE SEVERIDAD SUGERIDO PARA AMEFP

Esta calificación resulta cuando un modo de falla potencial resulta en un defecto con un cliente final y/o una planta de manufactura / ensamble. El cliente final debe ser siempre considerado primero. Si ocurren ambos, use la mayor de las dos severidades

Efecto	Efecto en el cliente	Efecto en Manufactura /Ensamble	Calif.
Peligroso sin aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, sin aviso	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso	10
Peligroso con aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, con aviso	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso	9
Muy alto	El producto / item es inoperable ( pérdida de la función primaria)	El 100% del producto puede tener que ser desechado o reparado con un tiempo o costo infinitamente mayor	8
Alto	El producto / item es operable pero con un reducido nivel de desempeño. Cliente muy insatisfecho	El producto tiene que ser seleccionado y un parte desechada o reparada en un tiempo y costo muy alto	7
Moderado	Producto / item operable, pero un item de confort/conveniencia es inoperable. Cliente insatisfecho	Una parte del producto puede tener que ser desechado sin selección o reparado con un tiempo y costo alto	6
Bajo	Producto / item operable, pero un item de confort/conveniencia son operables a niveles de desempeño bajos	El 100% del producto puede tener que ser retrabajado o reparado fuera de línea pero no necesariamente va al área de retrabajo .	5
Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinos. Defecto notado por el 75% de los clientes	El producto puede tener que ser seleccionado, sin desecho, y una parte retrabajada	4
Menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinos. Defecto notado por el 50% de los clientes	El producto puede tener que ser retrabajada, sin desecho, en línea, pero fuera de la estación	3
Muy menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos, y rechinos. Defecto notado por clientes muy criticos (menos del 25%)	El producto puede tener que ser retrabajado, sin desecho en la línea, en la estación	2
Ninguno	Sin efecto perceptible	Ligero inconveniente para la operación u operador, o sin efecto	1

Fig. 5.6 Tabla índice de gravedad

9. **Novena columna: Índice de detección ( $I_{det}$ ):** Es un coeficiente del 0 al 10 que, intentando ser lo más objetivo posible utilizando la tabla de la figura 5.7, debe colocarse respondiendo la siguiente pregunta:  
***¿Qué tan efectivo es el control definido como para que el efecto se detecte? ¿Qué tan efectiva es la prevención como para que el modo de falla no ocurra?***

**NOTA:** Es importante hacer notar que mientras los  $I_{gr}$  e  $I_{oc}$  aumentan de acuerdo a la peor situación (0 menos grave, menos probable, 10 más grave, más probable), el  $I_{det}$  es al contrario (0 control más efectivo, 10 control menos efectivo)

### CRITERIO DE EVALUACIÓN DE DETECCIÓN SUGERIDO PARA AMEFP

Detección	Criterio	Tipos de Inspección			Métodos de seguridad de Rangos de	Calif
		A	B	C		
Casi	Certeza absoluta de no detección			X	No se puede detectar o no es verificada	10
Muy remota	Los controles probablemente no detectarán			X	El control es logrado solamente con verificaciones indirectas o al azar	9
Remota	Los controles tienen poca			X	El control es logrado solamente con inspección	8
Muy baja	Los controles tienen poca			X	El control es logrado solamente con doble inspección visual	7
Baja	Los controles pueden detectar		X	X	El control es logrado con métodos gráficos con el CEP	6
Moderada	Los controles pueden detectar		X		El control se basa en mediciones por variables después de que las partes dejan la estación, o en dispositivos Pasa/NO pasa realizado en el 100% de las partes después de que las partes han dejado la estación	5
Moderada mente	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección de error en operaciones subsiguientes, o medición realizada en el ajuste y verificación de primera pieza (solo para causas de ajuste)	4
Alta	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección del error en la estación o detección del error en operaciones subsiguientes por filtros múltiples de aceptación: suministro, instalación, verificación. No puede aceptar parte discrepante	3
Muy Alta	Controles casi seguros para detectar	X	X		Detección del error en la estación (medición automática con dispositivo de paro automático). No puede pasar la parte discrepante	2
Muy Alta	Controles seguros para detectar	X			No se pueden hacer partes discrepantes porque el ítem ha pasado a prueba de errores dado el diseño del	1
Tipos de inspección: A) A prueba de error B) Medición automatizada C) Inspección visual/manual						

Fig. 5.7 Tabla índice de gravedad

10. **Decima columna: IPR:** Índice de prioridad de riesgo =  $I_{oc} * I_{gr} * I_{det}$ . Este índice nos devuelve un listado de prioridades para resolver, aplicando contramedidas con el objeto primordial de eliminar la causa que genera el modo de falla.

Generalmente al realizar un AMFE se define un punto de corte, o sea un IPR límite por sobre el cual se debe actuar aplicando contramedidas que disminuyan el IPR por debajo del punto de corte. En este caso se definió como punto de corte el  $IPR=70$ , lo que no implica que todo valor de IPR por debajo no pueda analizarse, sino que queda en el criterio del grupo la necesidad o no de analizar contramedidas para IPR menores al punto de corte.

11. **Décima primera columna:** Esta columna es una nueva exigencia del AMFE en los últimos años, se añadió para saber si el análisis de dicho IPR alto es por una medida proactiva sin que suceda un reclamo o si se debe a una reacción por una falla detectada. En el caso del presente trabajo todos los análisis son proactivos ya que aún todo el proceso está en análisis;

12. **Décima segunda columna:** Se define en esta columna la actividad a realizar para disminuir el IPR. Es importante hacer notar que el IPR solo puede disminuirse aumentando los controles o disminuyendo la ocurrencia ya que la gravedad se mantiene con el mismo valor.

Aquí el grupo debe hacerse dos preguntas:

***¿Cuál es la contramedida a aplicar que disminuya la ocurrencia de la causa que genera el modo de falla?***

***¿Cuál es la contramedida que aumenta los controles de modo tal que el modo de falla no ocurra o que en el caso de ocurrir no pase al cliente inmediato siguiente?***

13. **Décimo tercera columna:** En esta columna el grupo define quién se encarga de aplicar la contramedida y en qué fecha debe presentar la misma;
14. **Décimo cuarta columna:** En esta columna el grupo define a partir de qué fecha se implementará la contramedida y en el caso que corresponda el segmento temporal por el cual se realizará;
15. **Décimo quinta columna: Índice de ocurrencia ( $I_{oc}$ ):** Luego de definir la contramedida, el grupo con un criterio lo más objetivo posible utilizando la tabla de la figura 5.5 asigna el nuevo coeficiente de ocurrencia;
16. **Décimo sexta columna: Índice de gravedad ( $I_{gra}$ ):** Luego de definir la contramedida, el grupo con un criterio lo más objetivo posible utilizando la tabla de la figura 5.6 asigna el nuevo coeficiente de gravedad;
17. **Décimo séptima columna: Índice de ocurrencia ( $I_{det}$ ):** Luego de definir la contramedida, el grupo con un criterio lo más objetivo posible utilizando la tabla de la figura 5.7 asigna el nuevo coeficiente de detección;
18. **Decima octava columna:** Con los nuevos valores de los índices se calcula nuevamente el IPR. En el caso de que aún se mantenga por encima del punto de corte deben pensarse nuevas actividades que disminuyan los índices de ocurrencia y detección;

## **Metas del AMFE.**

Los valores límites para las tablas de ocurrencia, gravedad y detección no existen; no hay ceros ni dieces, por lo tanto siempre existe la posibilidad de que un modo de falla suceda y desencadene un efecto sobre el producto o proceso. Esto es importante aclararlo porque si bien el AMFE tiene como concepto eliminar las causas que generan los modos de falla, se debe tener presente otras metas escalonadas que contribuyen con el objetivo final de la herramienta:

1. Eliminar la causa raíz que genera el modo de falla;
2. Si no se puede eliminar la causa raíz, mejorar el proceso como para que no genere el modo de falla;
3. Si el modo de falla no puede evitarse, una vez que suceda eliminar el efecto de dicha falla causará;
4. Si el efecto no puede evitarse, tomar los recaudos necesarios para que el efecto no impacte en el proceso productivo;
5. Si el efecto impacta sobre el proceso productivo, aplicar los controles necesarios como para que no pase al cliente inmediato siguiente;

“El AMFE debe ser una acción anterior al evento y no un ejercicio después del hecho“. (LANGE, Kevin; *et.al.*, 2001, p2).

## **Punto de corte.**

El punto de corte es el múltiplo entre el Como se dijo anteriormente el punto de corte es un valor del IPR límite por sobre el cual se debe actuar aplicando contramedidas que disminuyan el IPR por debajo del punto de corte. El punto de corte es un valor que periódicamente debe ir disminuyendo con el objetivo de mejorar la calidad del producto o del proceso.

## **Objetividad/Subjetividad en la aplicación del AMFE.**

El AMFE es una herramienta que a partir de un análisis subjetivo de un grupo interdisciplinario de cada modo de falla y sus efectos devuelve un listado de acciones a realizar con el objeto de eliminar las causas que generan los modos de falla.

Es un método de análisis que a partir de valoraciones subjetivas intenta devolver información útil para una toma de decisiones objetiva.

La experiencia indica que por más que existan tablas que intenten limitar y encofrar el parecer de las personas dentro de números enteros, la verdad es que cada ser humano es diferente, cada experiencia vivida es diferente entonces es imposible que, por ejemplo, un coeficiente de detección sea el mismo para 4 personas diferentes. Justamente es esta razón por qué se buscan grupos interdisciplinarios, ya que las ideas o vivencias de una persona pueden abrir el campo de análisis de todo el grupo. La subjetividad es un aliado en el análisis del AMFE, porque de otra manera si solo una persona lo realiza, seguramente se obviarían muchos modos de falla, muchos efectos y muchas causas.

“No es apropiado comparar índices de un equipo de AMFE con los de otro equipo, aún si el producto y proceso son idénticos, ya que cada ambiente de trabajo es único y las valoraciones individuales siempre serán diferentes. Las valoraciones son subjetivas.” (LANGE, Kevin; *et.al.*, 2001, p4)

## **Bibliografía utilizada en este capítulo:**

LANGE, Kevin A.; *et.al.*, 2001, POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA) – Reference Manual, 3ª edición, DaimlerChrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation

Manual de la Calidad DENSO Manufacturing Argentina, IT05.00.01/1/REV3, Elaboración de flujo grama

Manual de la Calidad DENSO Manufacturing Argentina, IT09.01.01/3/REV2, Elaboración de AMFE

ZANAZZI, Jose Luis, s.f., AMFE, Córdoba, Laboratorio de Ingeniería y mantenimiento Industrial – FCEfYNat – UNC

## **Capítulo 6. Máquinas de agrafado DNBR. Desarrollo, entrega e instalación (Crimping machines DNBR. Develop, delivery and installation)**

La primera operación del proceso de montaje del INTERCOOLER es el agrafado, el cual se divide en dos etapas, el agrafado corto y el agrafado largo.

El agrafado es un proceso mecánico mediante el cual se pliegan dientes metálicos para mantener unidos dos componentes.

En el producto INTERCOOLER, el objetivo del agrafado es unir el cuerpo de aletas (CORE) con el tanque plásticos (TANK LOWER) y el tanque de aluminio (TANK UPPER), logrando hermeticidad en la unión.

El proceso de montaje del INTERCOOLER en DNAR se diseñó basándose en el proceso existente en DNBR (Curitiba), las máquinas de agrafado son una copia de las brasileras y fueron compradas al mismo fabricante.

Al comenzar el proyecto del INTERCOOLER, un grupo de personas viajó a DNBR para analizar el proceso de montaje y recabar la información necesaria para desarrollar en Argentina una isla de armado lo más parecido posible a la brasileras.

La razón por la cual se decidió copiar el proceso de DNBR es el mismo por el cual no se admitían modificaciones en el producto del INTERCOOLER, los tiempos de certificación/validación del producto con un nuevo proceso no estaban alineados con la exigencia del cliente.

A su vez, como DNAR no poseía el Know-How para un producto como el INTERCOOLER, se decidió incurrir en las mínimas modificaciones necesarias en el proceso a los fines de brindar confianza tanto a la casa matriz en Japón como al mismo cliente.

Para la compra de estas dos máquinas (agrafado corto y agrafado largo) se sondearon proveedores locales, brasileros y europeos. Se escribió una especificación técnica (ver anexo L) y se solicitó cotización a 4 (cuatro) proveedores:

- Argentinos: CIRMAQ (Rosario) y Adami Hnos SRL (Córdoba)
- Brasileros: DNBR departamento desarrollo de máquinas especiales;
- Europeo: MPSA (Portugal)

Una vez realizado el alineamiento técnico con los proveedores, éstos enviaron las ofertas al personal de compras y en conjunto con el departamento técnico se evaluaron distintos criterios para tomar la decisión final de suministro (tabla en figura 6.1):

Criterio	ARG 1	ARG 2	BRA	POR
Precio	5	5	1	2
Tiempo de entrega	5	5	3	3
Riesgo de proceso	2	2	5	3
Modificaciones en el proceso	3	3	5	2
Seguridad del cliente y casa matriz	3	3	5	4

REFERENCIAS	
Conveniencia	
1	baja
2	baja.media
3	media
4	media-alta
5	alta

18	18	19	14
----	----	----	----

Fig. 6.1 - Tabla soporte selección de proveedores

La selección de la empresa no fue económica, sino estratégica; se decidió comprar la máquina a una empresa del grupo que a su vez brindaba confianza tanto a la casa matriz como al cliente. El departamento de compras procedió a emitir una Orden de Compra con un formulario de exclusividad anexo, ya que según los procedimientos internos en caso de que el proveedor seleccionado no sea el más competitivo desde el punto de vista económico, se debe presentar un formulario de exclusividad con el debido argumento.

Debajo se encuentra el cronograma oficial de la construcción de las máquinas en DNBR, el cual está alineado con el cronograma del proyecto.

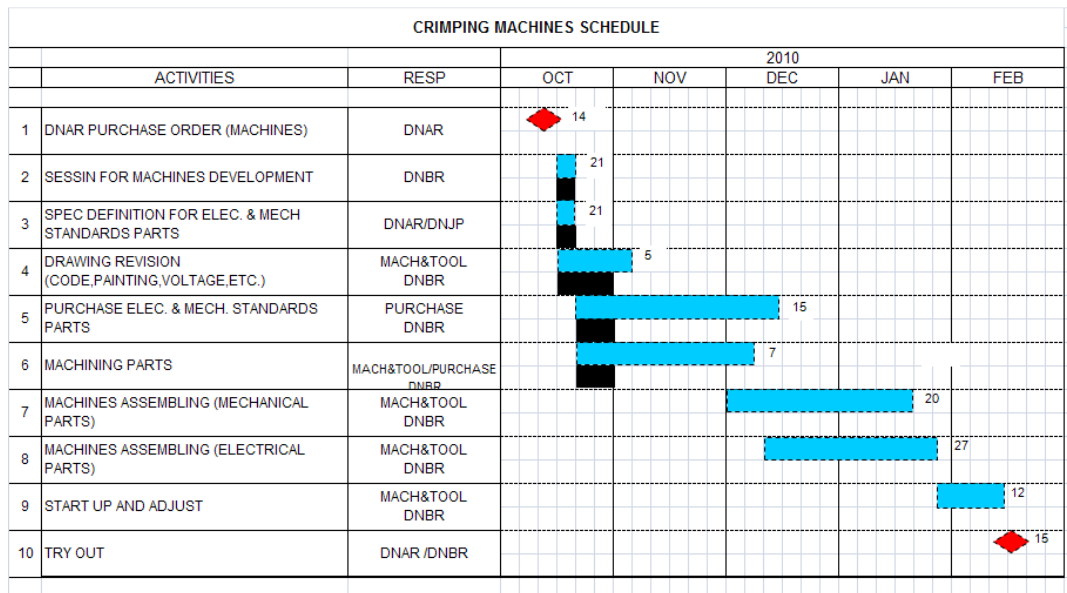


Fig. 6.2 - Cronograma construcción de máquinas agrafadoras (DNBR)

El seguimiento de la etapa de construcción se realizó mediante call conferencias, conversaciones telefónicas, intercambio de correos con fotos y avances de los diseños y visitas a la planta de DNBR de personal técnico de DNAR. Particularmente para este proyecto se efectuaron 2 visitas (1º semana diciembre y 2º semana febrero).

Los informes de avance se formalizan mediante minutas de reunión o mediante "informes de puesta a punto". En las visitas se solicitaron varias mejoras/modificaciones que no alteran el precio de las máquinas, asignándole un responsable y definiendo fechas límite (ver Fig. 6.3 y 6.4 y en el anexo F para mayor claridad)

En una última visita a DNBR próxima al envío de las máquinas se verifica que lo solicitado en el "informe de puesta a punto" haya sido realizado. A su vez se prueba el funcionamiento de la máquina y se confirma que no haya nuevas actividades por realizar antes de embalar la máquina. De ser así se procede a la confección de la "Ficha de Aceptación de Dispositivos".

Particularmente en el desarrollo de estas máquinas, cuando se realizó la última visita (primer semana de febrero 2011) aún no estaban finalizados detalles de las máquinas, pero de manera criteriosa se definieron cuáles eran las actividades que tenían que ser finalizadas antes de embalar la máquina y cuales podían ser parte de la actividad de puesta a punto de la máquina en Córdoba. El cronograma era ajustado y los dispositivos debían enviarse hacia Córdoba la tercera semana de febrero del 2011.


 <b>INFORME DE PUESTA A PUNTO</b>							
<b>PRODUCTO:</b> INTERCOOLER EURO 3 & EURO 4		<b>MÁQUINA:</b> Shot Crimping		<b>REALIZADO POR:</b> L. Guma		<b>HOJA</b> 1 de 1	<b>FECHA:</b> 17/02/2011
ITEM	FECHA	DE DESCRIPCION PROBLEMA	SOLUCION	RESPONSABLE	FECHA PREV	FECHA EFEC	RESULTADO
1	15/02/2011	The lights do not follow the specification.	The white light had to be turned on when the 24V has been turned on.	DNBR	07/03/2011		
2	15/02/2011	The "pino banana" is mounted in a uncomfortable position.	Move the "stain color" (pino banana) to the left side of the machine.	DNBR	07/03/2011		
3	15/02/2011	Unnecessary time is taken pressing "pino banana" before mounting the packing.	Modify software to do the movement automatically.	Not possible according to the Brazilian safety standard.			
4	15/02/2011	There is no space for cones in the tray.	Modify the tray for components similar than the current Brazilian machine. Modify the position of lights countain.	DNBR	07/03/2011		
5	15/02/2011	Uncorrect plug inside and outside of the electrical cabinet.	Change the plug or put an adaptor keeping the ground conductivity. Look the technical specification to see the correct plug.	DNBR	07/03/2011		
6	15/02/2011	It is necesary to modify the sequence in order to assembly from the plastic tank.	Install one sensor in the lower side and modify the position of other sensor in the upper position to control the correct position of the plastic tank when is assembled. Also consider one new sensor to detect the correct position of aluminum tank when it is assembled.	DNBR	07/03/2011		
7	15/02/2011	The power supply of the machines is 220V/60 Yaa 60Hz. Argentinian standard is 220V/23 Yaa 50Hz.	Install transformer.	DNBR	07/03/2011		
8							
9							
10							
11							
12							

Fig. 6.3 - Informe de puesta a punto agrafadora corta (ver ANEXO F para mejor visualización)


		<b>INFORME DE PUESTA A PUNTO</b>					
DENSO MANUFACTURING ARG. S.A.							
<b>PRODUCTO:</b> INTERCOOLER EURO 3 & EURO 4		<b>MAQUINA:</b> Short Crimping		<b>REALIZADO POR:</b> L. Guma		<b>HOJA</b> 1 de 1	
						<b>FECHA:</b> 17/02/2011	
ITEM	FECHA	DESCRIPCION PROBLEMA	SOLUCION	RESPONSABLE	FECHA PREV	FECHA EFEC	RESULTADO
1	07/03/2011	The lights do not follow the specification	The white light has to be turned on when the 24V has been turned on	DNER	07/03/2011		
2	07/03/2011	The lights do not follow the specification	Yellow light has to be turned on when the machine is ready to press the "jico banana"	DNER	07/03/2011		
3	07/03/2011	Unless any time is taken pressing "jico banana" before mounting the INTERCOOLER	Modify software to do the movement automatically	Not possible according to the Brazilian safety standard			
4	07/03/2011	The oil of the rolls can fall down to the floor	Slot for oil drain with a little tank in order to keep the cleanness of the machine	DNER	07/03/2011		
5	07/03/2011	Unconnect plug inside and outside of the electrical cabinet	Change the plug or put an adaptor keeping the ground conductivity. Look the technical specification to see the correct plug	DNER	07/03/2011		
6	07/03/2011	The tanks could be mounted in 1 any position.	Detect the correct position of tanks including two sensors in the middle cylinder. Detect correct position of All tank and Plastic tank.	DNER	07/03/2011		
7	07/03/2011	The cycle can be finished with a non-correct piece (fault or a crimping)	Modify the software to assure the correct sequence and the end of the cycle	DNER	07/03/2011		
8	07/03/2011	The power supply of the machines is 220V/60 Hz. Argentinean standard is 230V/50 Hz	Install transformer	DNER	07/03/2011		
9							
10							
11							
12							

Fig. 6.4 - Informe de puesta a punto agrafadora larga (ver ANEXO F para mejor visualización)







- **Conexiones eléctricas y neumáticas para las agrafadoras.**

Estos dispositivos solo precisan de energía eléctrica y aire comprimido.

A partir de los datos suministrados por el fabricante respecto a potencia de las máquinas y consumo neumático se dimensionaron los cables y caños que alimentan las máquinas de energía eléctrica y aire comprimido. A su vez también se definieron los puntos de conexión para cada servicio.

Con respecto a las conexiones neumáticas, el proveedor de las maquinas entrega en el diseño de la misma el diámetro de conexión al filtro regulador de la máquina (Rosca hembra 1/2"). No es necesario para el consumo de estas agrafadoras hacer una revisión de la capacidad de los compresores o diámetro de los tubos troncales ya que el consumo de la misma no es significativo. Desde el punto de vista neumático solo se limita a movimientos automatizados de cilindros de diámetro 25mm, 50mm y 75mm con carreras menores a 150mm; los cuales accionan cada 2 minutos.

Con respecto a las conexiones eléctricas, con el dato de potencia de la máquina y tipo de conexión (trifásica) se procede al cálculo de la sección del conductor.

Dispositivo	Cantidad	Potencia (HP)	Pot. (kW)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Sección Cable
Agrafadora Larga	1	7	5.2	3x380 + T	9.9	4x2,5mm <sup>2</sup>
Agrafadora Corta	1	7	5.2	3x380 + T	9.9	4x2,5mm <sup>2</sup>
Tampografía	1	3	2.2	1x220 + T	10	3x2,5mm <sup>2</sup>
Limpieza interna	1	10	7.5	3x380 + T	14.2	4x4mm <sup>2</sup>
Prueba Estanqueidad	1	4	3.0	1x220 + T	14	3x4mm <sup>2</sup>
Control Final	1	4	3.0	1x220 + T	14	3x4mm <sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 1HP &= 745.7 W \\
 \cos \phi \text{ trifásico} &= 0.8 \\
 \cos \phi \text{ monofásico} &= 1 \\
 \text{Trifásica} & P= \sqrt{3} * V * I * \cos \phi \\
 \text{Monofásica} & P= V * I * \cos \phi
 \end{aligned}$$

Fig. 6.7 Tabla de consumos dispositivos y cálculo de sección del cable

La corriente máxima por fase es la sumatoria de la sexta columna (72A) más 16A de una toma de servicio para Mantenimiento. Considerando una simultaneidad de 0.6, la corriente máxima por un conductor sería  $61.6A = (72+16)*0.6$

Para las condiciones del entorno, un tipo de conductor considerado apto es el Cable de potencia subterráneo para baja tensión (PAYTON PVC 1.1kV Superflex de I.M.S.A.).

Estos son cables de energía uni, bi, tri o tetra polares subterráneos extra flexibles clase 5 en cobre, hasta 300mm<sup>2</sup> para los unipolares y hasta 16 mm<sup>2</sup> para los

multipolares. Aislación y vaina de PVC Noflamex® ecológico (sin plomo). Se utilizan principalmente para instalaciones fijas, ya sea a la intemperie, bandejas porta cables, electro ductos o directamente enterrados; tanto en ambientes húmedos como secos. Cumplen Normas: IRAM 2178, IEC 60502-1, NBR 7288, 6251. (Catálogo de productos I.M.S.A., 2006, p12)

Un conductor múltiple flexible de 4x16mm<sup>2</sup> posee una corriente admisible en aire de 70A (Catálogo de productos I.M.S.A., 2006, p13) por lo tanto se decidió instalar un seccionador bajo carga de 125A sobre blindo barra de 400A (ya instalada en el edificio), con fusibles de 66A para proteger al cable de corrientes superiores a la que pudiese soportar. Este cable llega desde el seccionador hasta un nuevo tablero exclusivo para la celda INTERCOOLER, desde donde se instaló una nueva llave térmica general, disyuntor diferencial general y luego para cada circuito (dispositivo) la térmica correspondiente para proteger el cable de alimentación.

Es importante comentar que la protección de cada máquina ante sobrecargas se realiza en el tablero de cada una de éstas mediante los elementos de protección eléctricos debidamente dimensionados.

Todas las máquinas deben estar conectadas debidamente a tierra por lo tanto una bornera verde-amarillo fue instalada dentro de cada tablero eléctrico (todo componente metálico y/o la estructura de la máquina posee continuidad eléctrica hasta el tablero y dicha bornera). Luego con cable también verde amarillo se conectó el tablero eléctrico de cada máquina con el tablero principal y finalmente con el cable de tierra general del establecimiento instalado sobre las bandejas principales.

Debido a la cercanía entre la acometida (seccionador sobre blindo barra) y la reducida potencia instalada no se consideró el criterio de caída de tensión para dimensionar los cables.

Un problema que ocurrió en el desarrollo de estos dispositivos es que el fabricante, a pesar de las recomendaciones explícitas en la Especificación Técnica, consideró la alimentación eléctrica trifásica 220V entre fases 60Hz (3x220+N+T – 60Hz) ya que en la zona de fabricación de la misma (Curitiba - PA-) esta es la tensión y frecuencia de alimentación eléctrica.

A partir de esto se procedió, en una de las visitas al fabricante, a la instalación de un transformador que transforme la tensión y frecuencia de entrada (380Vac entre fases. 220Vac fase-tierra y 50Hz a 220Vac entre fases, 110Vac fase-tierra y 60Hz).

### **Bibliografía utilizada en este capítulo:**

Apuntes de clase materia INSTALACIONES TERMICAS Y ELECTRICAS

Catálogo de Productos I.M.S.A., 2006

GALLARA, Ivan; PONTELLI, Daniel, 2005, MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, Córdoba, Universitas

## Capítulo 7. Máquinas desarrolladas en Argentina (Argentinean Machines)

El proceso de montaje del INTERCOOLER en DNAR se diseñó basándose en el proceso existente en DNBR (Curitiba).

Las máquinas (o dispositivos) de la línea fueron relevados en la empresa DNBR y luego desarrollados en Argentina manteniendo el mismo concepto del proceso de montaje y control. Se aprovechó en esta ocasión recopilar datos y relevar todos los inconvenientes que normalmente posee DNBR en cada dispositivo con el fin de mejorar el desarrollo en Argentina.

Al comenzar el proyecto del INTERCOOLER, un grupo de personas viajó a DNBR para analizar el proceso de montaje y recabar la información necesaria para desarrollar en Argentina una isla de armado lo más parecido posible a la brasilera.

La razón por la cual se decidió copiar el proceso de DNBR es el mismo por el cual no se admitían modificaciones en el producto del INTERCOOLER, los tiempos de certificación/validación del producto con un nuevo proceso no estaban alineados con la exigencia del cliente.

A su vez, como DNAR no poseía el Know-How para un producto como el INTERCOOLER, se decidió incurrir en las mínimas modificaciones necesarias en el proceso a los fines de brindar confianza tanto a la casa matriz en Japón como al mismo cliente.

Para la compra de los dispositivos que completaban la línea de montaje (tampografía, aspirado interno, montaje de soportes, prueba de estanqueidad y control final) se consideraron solo proveedores locales, ya que de acuerdo a la experiencia de DNAR en el desarrollo de nuevos dispositivos, se concluyó que en Córdoba se poseía la capacidad técnica para desarrollarlos.

Se escribieron las especificaciones técnicas del caso (ver anexo M) y se solicitó cotización a 4 (cuatro) proveedores:

- Adami Hnos (Córdoba);
- Mardon & Goity (Córdoba);
- API (Córdoba);
- CIRMAQ (Rosario);

Una vez realizado el alineamiento técnico con los proveedores, éstos enviaron las ofertas al personal de compras y en conjunto con el departamento técnico se evaluaron distintos criterios para tomar la decisión final de suministro (ver tabla en figura 7.2).

El alineamiento técnico consiste en estudiar la oferta técnica realizada por el proveedor y entender si es coherente con el pliego de Especificaciones Técnicas. En esta etapa se realizan reuniones con los proveedores para despejar dudas y definir detalles técnicos de los dispositivos. Luego se elabora un check list de los principales puntos a tener en cuenta por los proveedores para que al responderlos, la oferta económica pueda revisarse disminuyendo el grado de incertidumbre técnica.

Proveedor:	MULTI PUESTO INTERCOOLER
	RESPUESTAS
Deben considerarse dos tablero eléctrico: uno para la Tampografía, Aspiración interna y prueba estanqueidad y otro para control final	
Debe considerarse un panel de operador para cambio de parámetros y detección de modelo en tampografía y aspiración interna (panel de solo lectura de mensajes tipo TD 100/ TD 200 de SIEMENS)	
Debe considerarse un panel de operador monocromático para cambio de modelo en el control final. Este panel debe tener la prestación de identificar mediante un crockis del INTERCOOLER el elemento faltante	
25 % de espacio libre en tableros eléctrico y neumático	
Todas las salidas del PLC deben poseer un relé de comando para proteger la salida del PLC	
¿Se consideran 4 o más entradas y salidas libres en PLC para futuras ampliaciones?	
Al ingreso de la red neumática debe existir un filtro con manómetro con llave de cierre. Todos marca FESTO / SMC	
¿Se considera una válvula neumática de arranque progresivo?	
Al presionar la parada de emergencia todos los movimientos deben detenerse instantáneamente (cilindros neumáticos y servomotores)	
¿Qué modelo de PLC y panel de operador se considera?	
Se considera espacios para colocar las bases de los distintos modelos en aspiración interna (x2 ubicaciones para bases de colocación soportes)	
Se considera espacios para colocar las bases de los distintos modelos en control final (x2 ubicaciones para bases de control presencia componentes - x2 ubicaciones para acrílico de inspección dimensional)	
Qué sistema se utilizará para identificar el puesto que está en condiciones de trabajar, ¿semáforo, luminaria, etc?	
Se considera dos fichas GEWIS, una para puesto triple y otra para control dimensional.	
Los elementos son entregados e instalados en DNAR	

Fig.7.1 - Check list para alineamiento técnico

Una vez realizado el alineamiento técnico y aprobadas las ofertas técnicas, el departamento de compras negocia con los proveedores. Una vez conseguidas las mejores condiciones comerciales se emite la Orden de Compra.

Criterio	ARG 1	ARG 2	ARG 3	ARG 4	Conveniencia	
Precio	3	5	4	3	1	baja
Tiempo de entrega	4	4	4	4	2	media-baja
Riesgo de proceso	4	4	4	4	3	media
Modificaciones en el proceso	4	4	4	4	4	media-alta
Seguridad del cliente y casa matriz	3	3	3	3	5	alta

18 20 19 18

Fig. 7.2 - Tabla soporte selección de proveedores



<b>DENSO</b>		<b>INFORME DE PUESTA A PUNTO</b>					
DENSO MANUFACTURING ARG. S.A.							
<b>PRODUCTO:</b> INTERCOOLER EURO 3 & EURO 4		<b>MAQUINA:</b> BANCO MULTIPUESTO (TAMPOGRAFIA, ASPIRACION INTERNA, MONTAJE SOPORTES, PRUEBA ESTANQUEIDAD)	<b>REALIZADO POR:</b> L. Guma	<b>HOJA</b> 1 de 1	<b>FECHA:</b> 01/02/2011		
ITEM	FECHA	DESCRIPCION PROBLEMA	SOLUCION	RESPONSABLE	FECHA PREV	FECHA EFEC	RESULTADO
1	01/02/2011	Se confunden las bases de distintos modelos en el puesto de montaje soportes/aspiración interna	Identificar bases de montaje soportes/aspiración interna (EURO 3 & EURO 4)	Mardon & Goity	04/02/2011	04/02/2011	OK
2	01/02/2011	La parada de emergencia en el puesto de montaje soportes/aspiración interna puede ser presionada ocasionalmente	Colocar en otra posición	Mardon & Goity	04/02/2011	04/02/2011	OK
3	01/02/2011	Los cierres de la prueba de estanqueidad están oxidándose	Realizar pavonado	Mardon & Goity	11/02/2011	11/02/2011	OK
4	01/02/2011	El atornillador neumático no posee alimentación de aire	Colocar una manguera directamente desde el filtro neumático	Mardon & Goity	04/02/2011	04/02/2011	OK
5	01/02/2011	El interior del panel eléctrico es de color gris	Paintar color naranja RAL 2004 (o similar)	Mardon & Goity	04/02/2011	04/02/2011	OK
6	01/02/2011	Los cables no están identificados	Identificar cables	Mardon & Goity	11/02/2011	11/02/2011	OK
7	01/02/2011	La puerta del tablero eléctrico puede abrirse cuando el interior posee tensión	Colocar interruptor con bloqueo de puerta según lo solicita el pliego	Mardon & Goity	11/02/2011	11/02/2011	OK - Se decide mantener el cierre actual
8	15/03/2011	Al ajustar el torque del sensor de temperatura el INTERCOOLER se mueve	Colocar clamp de fijación en las dos cunzas de aspiración interna (EURO 3 & EURO 4)	Mardon & Goity	25/03/2011		OK
9	15/03/2011	Si se coloca mal el cierre del Ateq, el mismo puede salir expulsado como un misil	Diseñar base para mantener el acople	Mardon & Goity	25/03/2011		OK
10	15/03/2011	El torquero para los bulones de los soportes y el atornillador neumático 90° están colocados con el tubo de ajuste hacia arriba en las bases lo que implica tener que girarlos al realizar la operación	Modificar las bases para que los tubos del atornillador y el torquero queden hacia abajo	Mardon & Goity	25/03/2011		OK
11	15/03/2011	Si la pérdida del Ateq es muy grande, el mismo no se puede desbloquear desde el panel	Revisar software	Mardon & Goity	25/03/2011		OK
12							

Fig. 7.4 - Informe de puesta a punto dispositivo multipuesto (ver ANEXO G para mejor visualización)

<b>DENSO</b>		<b>INFORME DE PUESTA A PUNTO</b>					
DENSO MANUFACTURING ARG. S.A.							
<b>PRODUCTO:</b> INTERCOOLER EURO 3 & EURO 4		<b>MAQUINA:</b> CONTROL FINAL	<b>REALIZADO POR:</b> L. Guma	<b>HOJA</b> 1 de 1	<b>FECHA:</b> 01/02/2011		
ITEM	FECHA	DESCRIPCION PROBLEMA	SOLUCION	RESPONSABLE	FECHA PREV	FECHA EFEC	RESULTADO
1	01/02/2011	Se confunden las bases de distintos modelos	Identificar bases (EURO 3 & EURO 4)	Mardon & Goity	04/02/2011	04/02/2011	OK
2	01/02/2011	El interior del panel eléctrico es de color gris	Paintar color naranja RAL 2004 (o similar)	Mardon & Goity	04/02/2011	04/02/2011	OK
3	01/02/2011	Los cables no están identificados	Identificar cables	Mardon & Goity	11/02/2011	11/02/2011	OK
4	01/02/2011	La puerta del tablero eléctrico puede abrirse cuando el interior posee tensión	Colocar interruptor con bloqueo de puerta según lo solicita el pliego	Mardon & Goity	11/02/2011	11/02/2011	OK - Se decide mantener el cierre actual
5	01/02/2011	Las posiciones de las torres que controlan los bujes pueden moverse.	Una vez definidas las posiciones finales en el TryOut en DENSO, se espinalán las torres	Mardon & Goity	04/02/2011		NO OK
6	01/02/2011	Los dispositivos móviles son de color gris mientras que deberían ser amarillo según pliego	Paintar color amarillo los portasensores de las bases de control final	Mardon & Goity	04/02/2011	04/02/2011	OK
7	01/02/2011	No se controla el buje metálico que se monta en el soporte del tanque plástico	Cambiar de posición la torre y modificar su altura para que se detecte el buje correctamente	Mardon & Goity	04/02/2011	04/02/2011	OK
8	15/03/2011	Cuando la pieza es NO OK porque no detecta un sensor de presión a baje el operario acomoda la pieza, el dispositivo aprueba la pieza y los cilindros retornan sin que se presione nuevamente boble botnoera	Modificar software de manera que si la pieza es NO OK y el operario acomoda la misma y a posteriori los sensores detectan los componentes, entonces habría que presionar nuevamente doble botonera para que apruebe la pieza	Mardon & Goity	22/03/2011		OK
9							
10							
11							
12							

Fig. 7.5 - Informe de puesta a punto banco control final (ver ANEXO G para mejor visualización)







- **Conexiones eléctricas y neumáticas para las agrafadoras**

El desarrollo de este apartado se encuentra incluido en apartado “Conexiones eléctricas y neumáticas” del Capítulo 6 (páginas 57 y 58).

**Bibliografía utilizada en este capítulo:**

GALLARA, Ivan; PONTELLI, Daniel, 2005, MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, Córdoba, Universitas

Apuntes de clase materia INSTALACIONES TERMICAS Y ELECTRICAS

## Capítulo 8. Aprobación de muestras DNJP (Samples Approval DNJP)

Usualmente el cliente, en este caso TASA, necesita verificar las prestaciones de los productos. En el capítulo 3 se detallaron brevemente los eventos en los cuales el cliente precisa muestras para evaluar la performance de cada componente por separado como del conjunto completo ensamblado, el vehículo.

Las evaluaciones y pruebas que realiza el cliente al componente individual provisto por DENSO, en este caso el INTERCOOLER, suelen ser básicas; controles visuales, estéticos, estanqueidad para el caso del producto en cuestión y análisis dimensionales. Esto se debe a que un proveedor certificado como DENSO posee su propio laboratorio de testeo dónde se controlan y analizan cada una de las características del producto.

QUALITY SPECIFICATION				Product: Intercooler						
S	C	N	TEST ITEM	TEST CONDITION	SPECIFICATION	408W	326A	Laboratory	SAMP Qty	EVAL
DWG	QUALITY	1	DIMENSIONAL	ACCORDING TO THE DRAWING. MAINLY THE SEAL PART AND CRIMPING PART	NO DIVERGENCE AND NO NONCONFORMITIES	○	○	DNAR	5	
		2	VISUAL CHECK	ACCORDING TO THE DRAWING	NO BURRS AND NO CRACKS	○	○	DNAR	3	
		3	LEAK TEST	ACCORDING TO THE DRAWING	NO LEAKAGE	○	○	DNAR (DNBR)	3	
DIS 1459-2		4	CUT ANALYSIS	ACCORDING TO DIS 1459	ACCORDING TO DIS 1459	○	○	DNBR /DNAR	5	
DIS 1459-3	DURABILITY	7	LOW TEMPERATURE SEAL	TEMP= -15°C LIQUID= 60%LLC + 40%AIR PRESS=0kPa TIME=22-30h	NO RUPTURE OR CRACKS AND NO LEAKAGE	○	○	DNJP	1	
TSE 2554G (TOYOTA)	RESISTANCE	10	PRESSURE RESISTANCE	10 <sup>5</sup> x CYCLES	NO RUPTURE OR CRACKS AND NO LEAKAGE	○	○	DNJP	1	

Fig. 8.1 – Tabla de análisis para aprobación de muestras

La tabla superior muestra las pruebas que se realizaron para la validación del producto, tanto en DNAR como en DNBR y DNJP:

- **Análisis dimensional (DIMENSIONAL):** La especificación contra la cual comparar la prueba es el diseño del INTERCOOLER. El mismo se realiza en DNAR. La muestra es 5 (cinco) unidades. En esta actividad, mediante un dispositivo de medición 3D, se realiza la verificación de las dimensiones de los puntos significativos del conjunto INTERCOOLER que signifiquen

interferencias con otros elementos del vehículo: puntos de fijación, puntos de conexión de mangueras, en fin todo lo que podría significar un problema de montaje o una potencial pérdida de estanqueidad en el caso de ser ensamblado incorrectamente.

- **Control visual (VISUAL CHECK):** La especificación contra la cual comparar la prueba es el diseño del INTERCOOLER. El mismo se realiza en DNAR. La muestra es 3 (tres) unidades. En esta prueba se realiza un control de calidad exhaustivo y minucioso, tanto estético como un control ante potenciales inconvenientes mecánicos y de estanqueidad productos de rayas y/o golpes.
- **Prueba de estanqueidad (LEAK TEST):** La especificación contra la cual comparar la prueba es el diseño del INTERCOOLER. El mismo se realiza en DNAR. La muestra es 3 (tres) unidades. En esta prueba se introduce aire comprimido a presión (2bar) durante 60 segundos, se estabiliza la misma y se mide la caída de presión durante 30 segundos. Dicho parámetro se encuentra directamente relacionado con la pérdida de estanqueidad ya que a mayor fuga, mayor será la caída de presión.
- **Análisis de corte (CUT ANALYSIS):** La especificación contra la cual comparar la prueba es la norma interna DIS 1459. Esta prueba se realiza tanto en DNAR y DNBR, o sea se analizan 5 unidades en DNAR y se envían 5 a DNBR para realizárseles el mismo análisis.

Este análisis consiste en el corte longitudinal del INTERCOOLER, sobre el diente de agrafado, luego pulido del mismo y finalmente medir la altura de agrafado, ángulo de agrafado y compresión del sello de goma interno.

En la figura debajo se puede apreciar el diseño con las cotas críticas del “agrafado” y una imagen aumentada de la zona en la cual, mediante un instrumento de medición apropiado (proyector de perfiles graduado), se miden las dimensiones acotadas.

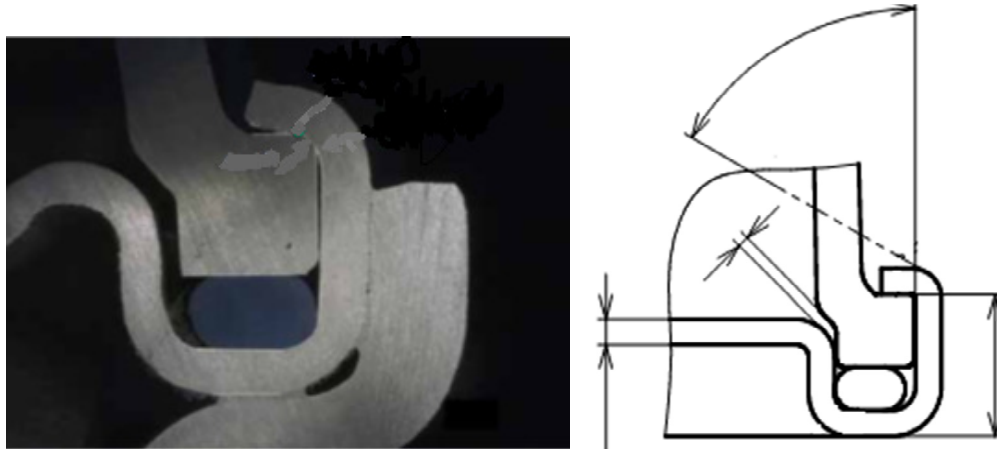


Fig. 8.2 – Imagen aumentada en Proyector de Perfiles y extracto del diseño con dimensiones acotadas

NOTA: Por cuestiones de confidencialidad no se muestran los valores ni tolerancias de las cotas.

- **Durabilidad del sello de goma a baja temperatura (LOW TEMPERATURE SEAL):** La especificación contra la cual comparar la prueba es la norma DIS

- 1459-3. El mismo se realiza en DNJP. La muestra es 1 (una) unidad. El ensayo consiste en colocar a una temperatura de  $-15^{\circ}\text{C}^{\circ}$  un líquido en el interior del INTERCOOLER durante 22-30hs a una presión relativa de 0kPa. Luego de dicha prueba no debe haber pérdida de estanqueidad sobre el sello de goma como así tampoco rayas ni marcas sobre el mismo.
- **Resistencia a la presión (PRESSURE RESISTANCE):** La especificación contra la cual comparar la prueba es la norma TSE 2554G (TOYOTA). El mismo se realiza en DNJP. La muestra es 1 (una) unidad.

Las pruebas realizadas sobre todos los INTERCOOLER fueron satisfactorias. Por cuestiones de confidencialidad no pueden ser expuestas en el presente trabajo.

## **Capítulo 9. Disposición e planta. Instalaciones Industriales Generales (Lay Out, Facilities):**

La forma en que la máquina, el equipo y el material están dispuestos en el área de trabajo determina la disposición en esa área (OIT, 2000, p207).

La disposición en el espacio adoptada según la clasificación de la OIT fue la "Disposición por producto o en línea" (OIT, 2000, p209). Esta es la disposición del espacio más utilizada para líneas de montaje.

Un Lay Out es la "vista desde arriba" de la distribución de los dispositivos, máquinas, herramientas, facilidades y personas dentro de un lugar de trabajo. El Lay Out es considerado como una herramienta muy valiosa para analizar el flujo de material, el ingreso y egreso del producto en cada puesto de trabajo y a la entrada y salida del predio; también para analizar los espacios en tareas de mantenimiento, espacio para controles de calidad, movimiento del material dentro del puesto de trabajo, pasos para personal/visitas, entre muchos otros; todos estas cosas fueron consideradas a la hora de definir el Lay Out.

Nahmias (1999) recalca que la importancia de una acertada distribución se evidencia en el hecho de que del 20 al 50% de los gastos totales de operación en manufactura se atribuyen a costos de manejo de materiales. Una Planificación eficiente los podría reducir en un 10 a 30% anual.

Particularmente, la disposición del espacio para el proceso de montaje del INTERCOOLER debía responder a ser una línea de montaje con facilidad de ser trasladada en el corto/medio plazo a su lugar definitivo. Al ser justamente su posición provisoria se podían obviar algunas características de un Lay Out eficiente y también el flujo del proceso podía no estar alineado con el flujo general de la empresa (sentido oeste-este con dirección hacia el este).

El objetivo usual en la industria de trasladar el material con los métodos y el equipo más adecuado al menor costo posible (OIT, 2000, p213). Lograr una planificación eficiente en cuanto al manejo de materiales será materia de análisis para la ubicación definitiva de la isla de montaje.

Hay que tener en cuenta que el Lay Out de un proceso, en este caso el montaje del INTERCOOLER, está inmerso dentro de un edificio que posee límites espaciales y elementos estructurales que suelen jugar un rol de obstáculos a la hora de definir el Lay Out, ejemplo claro de esto son las columnas, posición de hidrantes o matafuegos, puertas, entre otros. En ocasiones algunos de estos pueden moverse o modificarse, pero en otros hay que ingeniárselas para confeccionar el mejor Lay Out posible esquivando estos "obstáculos".

A su vez, el proceso de montaje del INTERCOOLER está dentro de un edificio que posee su Lay Out general en donde también existen procesos productivos y de montaje, cada uno con su flujo de material, máquinas, dispositivos, movimiento de personas, necesidades de espacio para mantenimiento y controles de calidad, espacio para almacenar componentes, semielaborados y producto terminado, entre otras consideraciones. Al definir el Lay Out del proceso de montaje INTERCOOLER

hay que considerar cómo éste puede afectar los procesos ya existentes y tener en cuenta como los procesos existentes pueden alterar las actividades de montaje del INTERCOOLER.

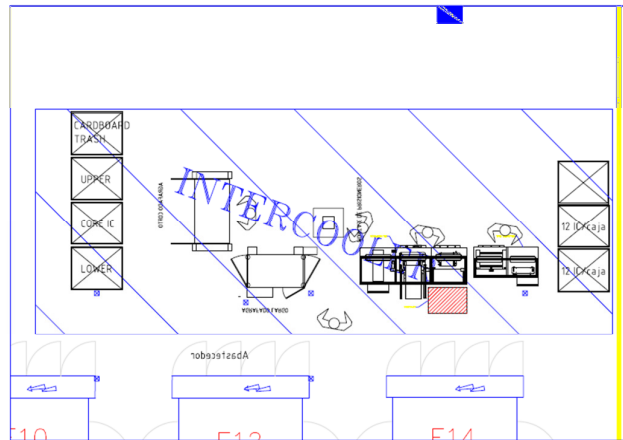


Fig. 9.1 - Lay Out INTERCOOLER



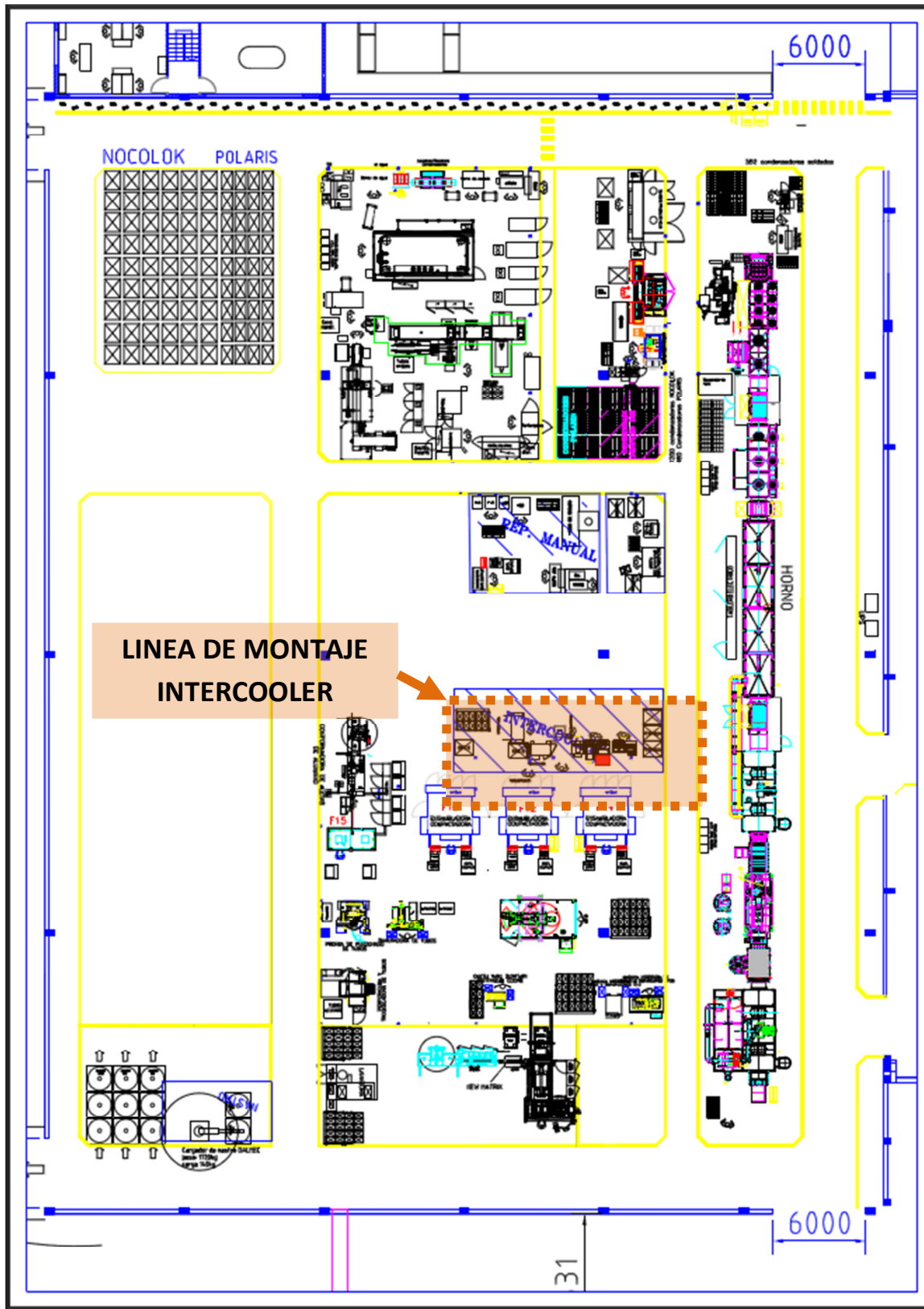


Fig. 9.2 -Lay Out general de planta (ver anexo H para mejor visualización)

- **Abastecimiento de material**

La posición de la isla de montaje del INTERCOOLER se definió, como se aclaró en párrafos anteriores provisoriamente, en el medio del edificio.

Los flujos de material que influyen directamente en la actividad productiva son el flujo de entrada de componentes al sector, el flujo de salida del Producto Terminado en cajas estándares del cliente y el flujo de entrada de cajas vacías estándares.

La producción en el sector se encuentra nivelada, el cliente posee una leve y limitada variación en su mix productivo por lo que se puede predecir con bastante exactitud la cantidad de componentes necesarios por día.

Para facilitar el trabajo a la actividad productiva, una persona denominada abastecedor coloca en el sector de INTERCOOLER la cantidad de componentes necesarios para 1 (un) día de producción. Para esto utiliza medios de traslación eléctricos (apiladores del tipo hombre caminando) y/o un carro de traslación manual para los componentes menos voluminosos. Dentro del análisis de la disposición del espacio, los pasillos de 1,4 y 2m fueron diseñados en parte para asegurar el correcto movimiento de los medios de transportes de componentes.

El mecanismo adoptado de suministro de componentes se imitó del sistema de carretilla utilizado de manera muy efectiva en la fábrica Honsha de Toyota, donde para recoger tanto piezas como motores o transmisiones se utiliza una carretilla que solo puede cargar una cantidad limitada (MONDEN, 2001, p35). Esto se explicará con mayor detalle en el capítulo 16, apartado “Logística de Abastecimiento”.

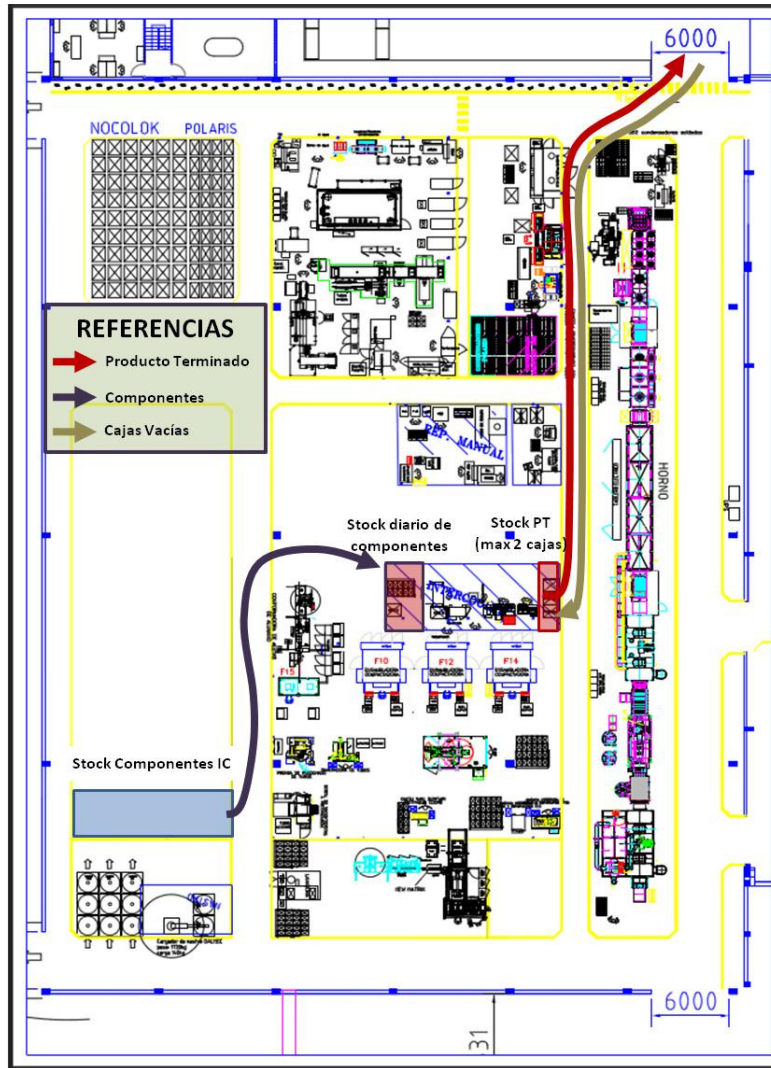


Fig. 9.3 -Flujos de entrada y de Salida al sector INTERCOOLER

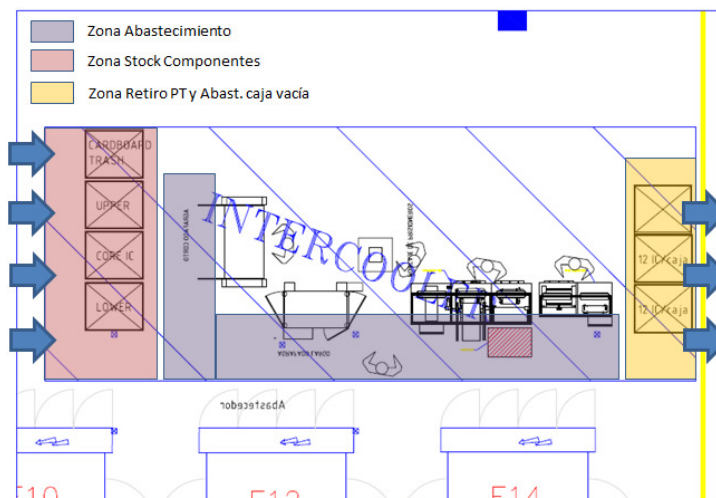


Fig. 9.4 - Zonas de tabago abastecedor

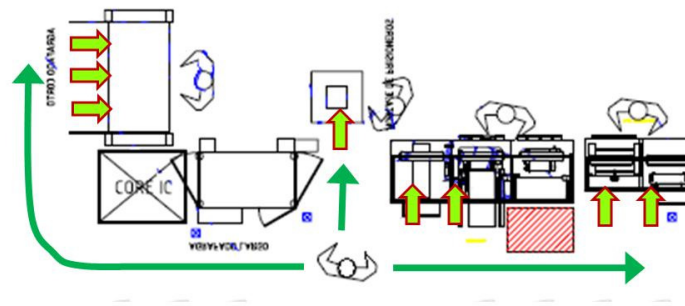


Fig. 9.5 - Zona de Abastecimiento

Como se ve en la figura, la zona de abastecimiento fue concebida de manera tal que el abastecedor no interrumpa en ningún momento el trabajo de las personas netamente productivas.

- **Retiro del producto terminado**

El abastecedor es el encargado de llevar las cajas estándares de producto terminado al sector de Stock final fuera del edificio previo a cargarse en el camión y traer desde fuera del edificio las cajas vacías para colocar los INTERCOOLER (es importante hacer notar que las cajas de producto terminado son estándares de TOYOTA y retornables, por lo que poseen un flujo de ida y vuelta entre el cliente y DNAR).

El mecanismo de entrega de material es el KANBAN de proveedor de TOYOTA. Una vez retirado el pallet con el lote indicado en la tarjeta de proveedor (12 unidades), el abastecedor deja al lado del último puesto una caja estándar vacía (12 espacios vacíos), haciendo ésta las veces de tarjeta KANBAN de producción para 12 INTERCOOLER. Nuevamente se imitó el sistema de carretilla antes mencionado (MONDEN, 2001, p35) donde no se utilizan tarjetas, sino que el propio medio de traslado o embalaje hace las veces de orden de producción.

- **Mantenimiento**

El Lay Out del sector INTERCOOLER tiene bajo consideración las necesidades de intervenciones de mantenimiento tanto autónomo, preventivo, como predictivo; ya sea de la propia línea como de las líneas cercanas. Las tareas de mantenimiento son realizadas en momentos en los que no hay actividades productivas; en el gráfico se aprecia en azul la zona donde el personal de producción y mantenimiento pueden desplazarse para realizar el Mantenimiento Autónomo y preventivo/Predictivo, respectivamente.

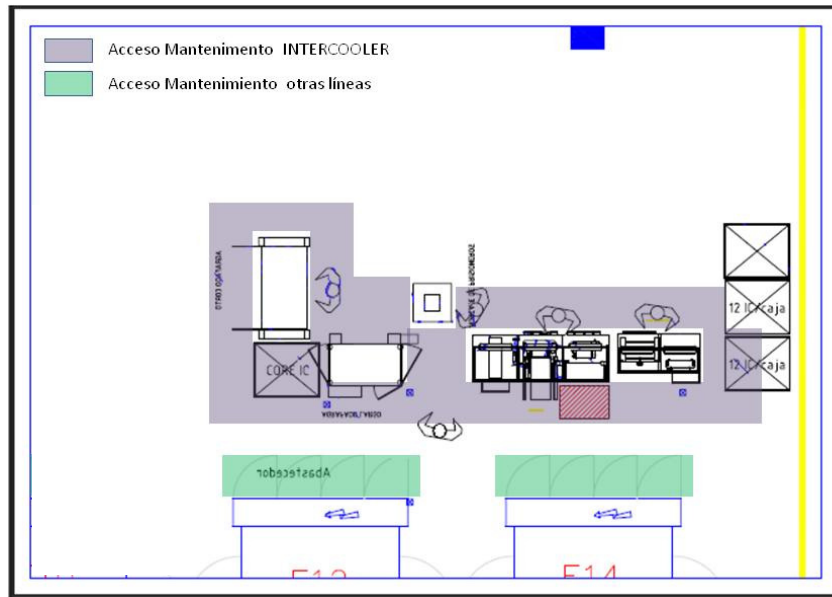


Fig.9.6 - Zonas de intervenciones de Mantenimiento

La zona verde en el gráfico anterior corresponde a unas máquinas de otra celda de producción que también poseen necesidades de mantenimiento. Tal como se puede apreciar, las intervenciones en éste sector pueden realizarse sin inconvenientes aún si el abastecedor está entregando material a la línea de INTERCOOLER.

- **Circulación peatonal**

Para el paso de personas, ya sean operarios que llegan al puesto de trabajo al inicio del turno o luego de una pausa, personal de calidad para realizar controles, supervisores para llenar planillas o para la circulación de visitas, es necesario tener el espacio delimitado a los fines de brindar seguridad a estas personas y a su vez no interrumpir el labor del operario de producción.

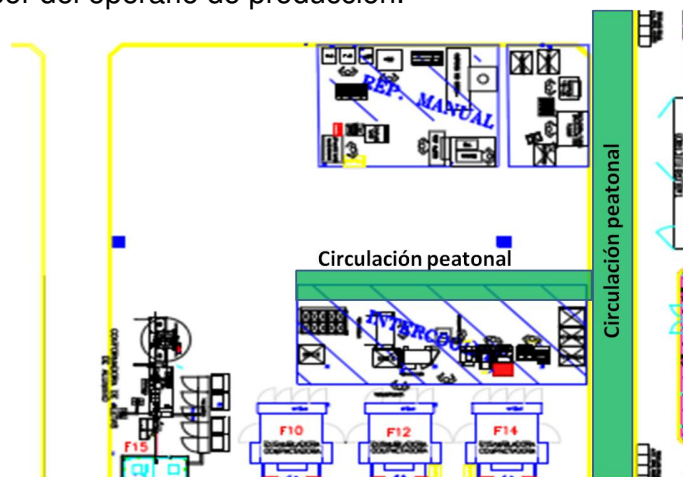


Fig. 9.7- Zonas de circulación peatonal

### **Bibliografía utilizada en este capítulo:**

ANTON, Fernando E.; GIOVANNINI, Oscar F., 2002, PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION, Córdoba, UNIVERSITAS.

NAHMIAS, Steven, 1999, Análisis de la Producción y las Operaciones, México DF, Editorial CECSA.

MONDEN, Yasuhiro, 2001, EL SISTEMA DE PRODUCCION DE TOYOTA, Barcelona (España), GRAFIESPA S.L.

Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra (OIT), 2000, Introducción al Estudio del Trabajo, México DF, EDITORIAL LIMUSA SA de CV

## Capítulo 10. Preparación del Plan de Control (Control Plan Preparation).

El plan de control es un documento donde se listan operación por operación los controles que se deben realizar, la frecuencia, el responsable por los mismos, dónde se deben almacenar los registros, etc.

El documento de partida para confeccionar el plan de control es el AMFE y el flujo grama.

El plan de control debe ser coherente con estos dos documentos mencionados por lo que el número de operación y su descripción deben coincidir exactamente en todos éstos, con el fin de mantener una documentación prolija, organizada y claramente trazable.

Este documento no precisa de un grupo inter disciplinario ya que toda la información para completarlo se encuentra explícita en el IT:05.00.01/7 REV01 (Elaboración de plan de control) del manual de la calidad de DENSO y en el AMFE mismo. No precisa de criterios subjetivos sino compilar la información del AMFE de acuerdo al procedimiento descrito en el manual de la calidad (IT:05.00.01/7 REV01) de la firma.

El responsable del plan de control es el responsable de la calidad del proceso, pero dentro de una etapa de industrialización de un nuevo producto, el líder del proyecto es solidariamente responsable.

Un plan de control, se debe revisar cada vez que se revisa el AMFE, o sea cuando sucede:

- Defecto de calidad o de capacidad productiva en el cliente;
- Cambios en el diseño del producto;
- Cambios en el proceso (Lay Out, secuencia de tareas)

A continuación se muestra el plan de control del INTERCOOLER (fig. 10.1). En el anexo I puede visualizarse de mejor manera dicho documento.

## PLAN DE CONTROL

FECHA DE EMISIÓN: 04/02/2011

FECHA DE REVISIÓN: -

HOJA:

DENOMINACIÓN DE PIEZA		N° DE PLANO / F.U.M.		PROTOTIPO		ESTUDIO DE CAPAC		CLIENTE:		CÓDIGO PROVEEDOR		NUMERO PLAN DE CONTROL					
INTERCOOLER (EURO 3 & EURO 4)		127000-0564 / 127000-1031		PRE-LANZAMIENTO PRODUCCIÓN		X		DTBR		-							
N° OPERO	NOMBRE DEL PROCESO DESCR. DE LA OPERACIÓN	MÁQUINAS DISPOSITIVO HERRAMIENTAS PARA MANUFACTURA	CARACTERÍSTICAS			CLASIF.		ESTUDIO DE CAPAC		MÉTODO				PLAN DE REACCIÓN			
			Nro	Producto	Proceso	CARACT. ESPECIALES	PRELIM. DE PROCESO PFK	FECHA	PRODUCTO/PROCESO Y TOLERANCIA	AN. TECN. DE MEDICIÓN/FECHA	VALOR OBJET.	TAM.	FREC.		CONTROL TIPO DE CONTROL	MÉTODO DE CONTROL	
OP 117	ARMADO DE SUBCOJUNTO SOPORTES (solo EURO 3)					(-)	-	-	Correcto modelo de buje de goma	-	-	1	100%	visual	-	PRP	
						(+)	-	-	Presencia de buje metálico	-	-	1	100%	visual	-	PRP	
						(+)	-	-	Correcta posición buje metálico o de goma	-	-	1	100%	visual	-	PRP	
OP 105	AGRAFADO CORTO Y LARGO	DISPOSITIVO DE AGRAFADO CORTO Y LARGO				C	-	-	Presencia guarnición de goma	-	-	1	100%	visual + automática en máquina	-	PRP	
						(+)	-	-	Correcta guarnición	-	-	1	100%	visual + automática en máquina	-	PRP	
						C	Cp/Cpk	abr-11		Altura de agrafado 8,65±0,3	abr-11	-	1	1/turno	Calibre/Proyector de perfiles	RIP	PRP
						C	-	-		Altura de agrafado 8,65±0,3	-	-	1	100%	visual	-	PRP
						C	Cp/Cpk	abr-11		Angulo de agrafado >60	abr-11	-	1	1/turno	Calibre/Proyector de perfiles	RIP	PRP
OP 107	MONTAJE PRISIONEROS Y SENSOR	DISPOSITIVO MONTAJE PRISIONEROS				(+)	-	-	Presencia prisionero	-	-	1	100%	visual	-	PRP	
						(+)	-	-	Posición del prisionero en el IC	-	-	1	100%	visual	-	PRP	
						(+)	Cp/Cpk		Atornillar prisionero (atornillador con corte por torque) 3,5±1,4 Nm	abr-11	-	1	100%	Automática corte por torque	-	PRP	
						(+)	Cp/Cpk		Atornillar prisionero (atornillador con corte por torque) 3,5±1,4 Nm	abr-11	-	1	100%	Llave críque	-	PRP	
						(+)	-	-	Presencia arandela metálica	-	-	1	100%	visual	-	PRP	
						(+)	Cp/Cpk		Control torque sensor 29,4±4,3 Nm	abr-11	-	1	100%	Llave críque	-	PRP	
						(+)	-	-	Integridad sensor (rotura)	-	-	1	100%	visual	-	PRP	
OP 112	TAMPOGRAFIA	BANCO MULTIPUESTO (OPERACIÓN DE TAMPOGRAFIA)				(+)	-	-	Incorrecto modelo de sello	-	-	1	100%	visual + automática en máquina	-	PRP	
						(+)	-	-	Integridad de sello	-	-	1	100%	visual	*	PRP	
OP 117	ASPIRACION INTERNA Y MONTAJE DE SOPORTES	BANCO MULTIPUESTO (OPERACIÓN DE ASPIRACION INTERNA)				(+)	-	-	Realizar aspirado	-	-	1	100%	automática en máquina	-	PRP	
						(+)	Cp/Cpk		Atornillar tornillos (atornillador con corte por torque) 20±6 Nm	abr-11	-	1	100%	Automática corte por torque	-	PRP	
						(+)	Cp/Cpk		Atornillar tornillos (atornillador con corte por torque) 20±6 Nm	abr-11	-	1	100%	Llave críque	-	PRP	
						(+)	-	-	Correcta posición bujes	-	-	1	100%	objetivacion posición	-	PRP	
						(+)	-	-	Presencia arandela metálica	-	-	1	100%	objetivacion	-	PRP	
OP 150	CONTROL ESTANQUEIDAD	BANCO MULTIPUESTO (OPERACIÓN CONTROL DE ESTANQUEIDAD)				C	-	-	Control estanqueidad 3ml/min.a 1,77k	abr-11	-	1	100%	Microfug.	-	PRP	
OP 155	CONTROL FINAL + COLCOACION DE TAPAS	DISPOSITIVO DE CONTROL FINAL				(+)	-	-	Presencia tapas	-	-	1	100%	Poka Yoke	-	PRP	
						(+)	-	-	Rotura sensor	-	-	1	100%	Poka Yoke	-	PRP	
						(+)	-	-	Presencia buje metálico (x4)	-	-	1	100%	Poka Yoke	-	PRP	
						(+)	-	-	Presencia prisionero (x2)	-	-	1	100%	Poka Yoke	-	PRP	
						(+)	-	-	Correcta posición prisioneros	-	-	1	100%	Calibre final	-	PRP	
Equipo de Trabajo L. Guma / G. Sosa		Aprobación Tecnología Roldan		Aprobación Calidad Icart		Aprobación Calidad cliente		Contacto Cliente		Fecha:		Fecha:					

Fig. 10.1 Plan de control INTERCOOLER (para mejor visualización ver anexo I)



**Bibliografía utilizada en este capítulo:**

Manual de la Calidad DENSO Manufacturing Argentina IT:05.00.01/7 REV01.  
Elaboración de Planes de Control

## Capítulo 11. Hojas de Proceso (Process Sheet Preparation)

Las hojas de proceso son el documento esencial para capacitar al personal en la manera de realizar la tarea de producción y es una fuente de consulta constante para el operario y/u otras personas cuando poseen dudas sobre el proceso.

Según el manual de la calidad de DENSO, la hoja de proceso original debe ser firmada por el gerente de tecnología y ser almacenada en dicho departamento (IT:05.00.01/6-Rev03). A su vez, una copia controlada debe estar presente en la línea de montaje cercana al puesto de trabajo con el fin de ser fuente de consulta al operario ó Team Leader en el caso de que posea dudas sobre cómo realizar la tarea o cómo efectuar los controles.

Esta copia al ser controlada debe ser, valga la redundancia, controlada según lo definido en el procedimiento "Control de Documentos".

Una hoja de proceso debe:

- Ser práctica, de fácil lectura y simple;
- Poseer gráficos y tablas que faciliten la comprensión del proceso;
- Remarcar las principales características de seguridad y calidad del producto/proceso;
- No ser extensa;
- Ser confeccionada consultando a los operarios que trabajan/trabajarán en tal puesto;

Los documentos de entrada para la confección de las hojas de proceso son el flujo grama, AMFE, Lay Out y plan de control.

La hoja de proceso es el documento más importante desde el punto de vista operativo. Es donde se encuentra definida, paso a paso, la tarea estándar que debe realizarse con el objetivo de finalizar el ciclo de montaje sin defectos en el producto.

En la hoja de procesos también están explícitos los controles que deben realizarse en un todo coherente con el plan de control, o sea que si un control está definido en el plan de control debe estar explícito en la hoja de proceso y viceversa.

Si el operario cumple con lo definido en la hoja de proceso y aun así se genera la causa que conlleva a un modo de falla, el problema nunca puede adjudicarse a una "desatención del operador", sino a una deficiencia del proceso.

Es por esto que la hoja de proceso es tan importante. En el momento que ocurre una falla es la defensa que posee el departamento de producción a la hora de argumentar un defecto pero a la vez es una evidencia si se demuestra que el operario no cumplió con el estándar definido en ella.

En una situación ideal, todos los operarios deben cumplir al 100% con lo definido en la hoja de proceso, esto aseguraría un estándar de calidad en el producto.

El autor remarca que esta sería una situación ideal ya que la hoja de proceso suele tener falencias, difícilmente abarca el 100% de las variables que influyen en el proceso y justamente esta es una de las razones por la cual las fallas suceden y retroalimentan el proceso de revisión del AMFE.

Una de las tantas variables que no suelen considerarse en la hoja de proceso y que pueden conllevar a la aparición de causas que generen los modos de falla son:

- Características físicas del operario: alto/bajo; diestro/zurdo; edad;
- Experiencia del operario;
- Subjetividad en controles sensoriales (visual, auditivo, táctil, etc.)
- Omisión de controles por considerarlos obvios;
- Omisión de actividades por considerarlas obvias (ej.: tomar el producto con la mano - se omite si izquierda o derecha);
- Omisión de actividades por su corta duración (ej.: Girar 45° para tomar controlar un manómetro);

De todos modos, considerar exhaustiva y completamente todas las variables en una hoja de proceso implica haber contemplado inicialmente todos los modos de falla, todos los efectos, todas las causas y todos los controles en la confección del AMFE y luego listar al detalle todas las actividades que deben realizarse, por más pequeña y obvia que parezca. Esto llevaría a una hoja de proceso extensa y compleja, lo que dejaría de lado uno de las características principales de una hoja de proceso: su practicidad y fácil lectura.

Es muy importante ser criterioso a la hora de desarrollar la labor profesional. Una hoja de proceso por más completa y a prueba de errores que sea, si no es sencilla y fácil de leer el operario no la consultará.

En los anexos (Anexo J) se encuentran las hojas de proceso del montaje del INTERCOOLER:

- IC-105\_Agrafado corto
- IC-105\_Agrafado largo
- IC-107\_Montaje soportes y Prisioneros
- IC-112\_Tampografía
- IC-117\_Aspirado interno y montaje de bujes
- IC-150\_Control de Estanqueidad
- IC-155\_Control Final
- IC-170\_Embalaje

### **Bibliografía utilizada en este capítulo:**

Manual de la Calidad DENSO Manufacturing Argentina IT:05.00.01/6-REV03.  
Elaboración de Hojas de Proceso

Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra (OIT), 2000, Introducción al Estudio del Trabajo, México DF, EDITORIAL LIMUSA SA de CV

## Capítulo 12. Cargar Listado de Materiales en el Sistema.

Esta etapa consiste, una vez consolidada la lista de Materiales, en cargar en el sistema de la empresa la Distinta Base o Lista básica de Materiales.

La carga del listado de materiales en el sistema se realiza en esta etapa ya que es una actividad necesaria para comenzar a emitir Órdenes de Compra por los componentes para muestras, eventos y primeros lotes productivos.

El listado Básico de Materiales es una herramienta vital para la programación logística en una empresa que utiliza un sistema basado en MRP (Material Requirement Planning).

ANTON y GIOVANNINI (2002, p41) afirman que para programar el abastecimiento de material es necesario tener el programa de producción (cuándo y cuánto hay que entregar al cliente), las **listas básicas de materiales** y las órdenes de compra emitidas.

No debe confundirse los conceptos de Lista de Materiales (o Distinta Base o Bill Of Material) con “Estructura del producto”. La primera es el listado estructurado usualmente en forma de árbol donde se muestra el producto final (nivel 0), los conjuntos, subconjuntos y componentes en sus distintos niveles que se compran y se ensamblan dentro de la empresa, o sea que considera desde el material/componente comprado en adelante. Mientras que el segundo abarca todos los conjuntos, subconjuntos y componentes en todos sus niveles hasta la mayor desagregación posible, usualmente llegando hasta la materia prima (comodities).

### **Bibliografía utilizada en este capítulo:**

ANTON, Fernando E.; GIOVANNINI, Oscar F., 2002, PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION, Córdoba, UNIVERSITAS.

## Capítulo 13. Definición de embalajes. Cliente y proveedores (Packaging definition. Supplier and customer)

Los lineamientos principales para la definición de los embalajes están definidos en el procedimiento IT-09-01-02/01 del manual de Calidad de DNAR.

Al elaborar el Cronograma de Industrialización de Nuevos Productos o modificar cronogramas de productos ya existentes se designa al responsable de llevar a cabo el desarrollo de los embalajes para ese producto, quién en este caso es el representante de la ingeniería de proceso en el proyecto.

El desarrollo de embalajes incluye los embalajes internos y para expedición de producto terminado, los cuales se desarrollan teniendo en cuenta las características del producto, el destino y el tipo de transporte a utilizar.

Para diseñar un embalaje deben considerarse varios criterios, los cuales luego deberán priorizarse y ponderarse uno sobre otros para lograr definirlo. A continuación listo 7 de los tantos criterios que pueden considerarse a la hora de definir un embalaje, en esta lista no están numerados por orden de prioridad, cada empresa, con cada producto y en cada circunstancia define su orden de prioridad y/o tabla de ponderación:

- Criterio 1: CALIDAD: La pieza no puede dañarse dentro del embalaje;
- Criterio 2: COSTOS: El embalaje debe ser económico
- Criterio 3: RETORNABLE: Si bien esto eleva la inversión inicial, en algunos casos se justifica un embalaje retornable;
- Criterio 3: EFICIENCIA: El embalaje debe contener la mayor cantidad de componentes posible y ocupar en almacenes un volumen reducido;
- Criterio 4: VERSATIL: Debe poder utilizarse para varios productos (lo ideal sería para todos);
- Criterio 5: OPERATIVO: Debe ser de rápido armado/desarmado y de fácil operatividad al colocar o retirar las piezas. Debe ser liviano y de sencillo manipuleo;
- Criterio 6: MEDIOAMBIENTE: Se deben considerar los aspectos ambientales del embalaje. Biodegradable (en caso de que no sea retornable) y debe contener la menor cantidad de plástico, cartón, etc. posible;
- Criterio 7: SEGURIDAD: El embalaje debe ser seguro tanto en su armado como en su estibado, almacenado y transporte;

Varios de estos criterios no son compatibles y no pueden satisfacerse en conjunto por lo tanto queda a criterio del equipo de trabajo del Proyecto la definición de los embalajes. Lo que debe direccionar en esta definición son: la política de Calidad de la empresa, el procedimiento de definición de embalajes, por las normativas locales y disposiciones legales y principalmente, por las exigencias del cliente.

Los criterios que DNAR adoptó a la hora de definir el embalaje estaban priorizados por las exigencias del cliente (TASA), quién posee una gestión logística mediante KANBAN y embalajes retornables implementada de hace años. Por lo tanto los

criterios principales que se tuvieron en cuenta en forma explícita fueron CALIDAD, RETORNABLE, VERSATIL y OPERATIVO. Los demás criterios también se tuvieron en cuenta pero surgieron como consecuencia de los anteriores. En el Anexo K se pueden encontrar la ficha de embalaje que utilizaba para el mismo producto DNBR y el formato de la ficha de embalaje de DNAR.

### **Bibliografía utilizada en este capítulo:**

Manual de la Calidad DENSO Manufacturing Argentina IT-09-01-02/01-REV01.  
Desarrollo de Embalajes

## Capítulo 14. Entrenamiento del personal (Workers Training)

La primera capacitación que se realizó por este proyecto fue para el Líder del Proyecto. Éste debió viajar a DNBR para conocer el proceso, las máquinas, las tareas de mantenimiento, etc. En síntesis toda la información necesaria para entender en una etapa de factibilidad si en DNAR se podía industrializar este producto, considerando también los proveedores locales tanto para máquinas y dispositivos de producción/montaje como para componentes del INTERCOOLER.

Esta primera aproximación con el proceso de montaje del INTERCOOLER sirvió también para entender si la mano de obra existente en DNAR estaba capacitada para ensamblar este producto, o en su defecto si con una capacitación, en el tiempo que duraba la implementación del proyecto, podían adquirir el entrenamiento correcto.

Las tareas definidas a realizar en DNAR para el INTERCOOLER son de agrafado, ensamblado, ajuste de tornillos/bulones y pruebas de estanqueidad, las cuales ya se realizan en Córdoba para otros intercambiadores de calor; por lo tanto se consideró al momento del análisis de factibilidad que los trabajadores de DNAR tenían un conocimiento avanzado en este nuevo proceso de ensamble.

Aun así se enviaron dos inspectores de calidad, un Team Leader y dos operarios a conocer el producto, capacitarse en el proceso y analizar las lecciones aprendidas (problemas de calidad evidenciados y resueltos por DNBR),

Luego en Córdoba, estas personas junto al Líder del Proyecto fueron los encargados de capacitar a las demás personas (operarios directos, operarios indirectos y no operarios) en el proceso de montaje.

En cuanto a Mantenimiento, una vez que las máquinas/dispositivos se entregaron en DNAR, los proveedores debieron capacitar a los manutenedores y tecnólogos en el mantenimiento de la misma (autónomo, preventivo y predictivo según sea el caso). Además de un servicio de seguimiento solicitado por contrato de 6 meses.

Estos entrenamientos fueron registrados. Se firmó una planilla de Capacitación del Personal, la cual se archiva en original en RRHH y una copia queda junto a la documentación del proyecto. El formato de este “Registro de Entrenamiento” se encuentra documentado en el PO18.06.01.

### **Bibliografía utilizada en este capítulo:**

Manual de la Calidad DENSO Manufacturing Argentina PO:18.06.01-REV11.  
Capacitación, Concientización y Competencia

WILLIAM, Werther Jr. B.; KEITH, Davis, 2004, ADMINISTRACION DE PERSONAL Y RECURSOS HUMANOS, Quinta Edición, México DF, McGRAW-HILL

## Capítulo 15. Finalización del Proceso de Industrialización

Hubo otras actividades que se desarrollaron dentro del proyecto y que son parte del cronograma de actividades (retomar secuencia desde páginas 27, 28, 29 y 30 o del "Diagrama de Gantt" del Cronograma oficial (Revisión 01 - Figura 3.2)

Éstas se explican brevemente en este capítulo:

- **Desarrollo de Proveedores (Supplier development):** Es la actividad donde el líder del proyecto, junto a personal de compras y calidad buscan en el mercado local (Córdoba preferentemente, territorio Argentino en segundo lugar y Mercosur tercero) potenciales proveedores de componentes que hoy en día están desarrollados en otros países (Brasil, Europa, Asia o Estados Unidos) y proveyendo a DNBR.  
Para una etapa inicial del proyecto, argumentado por los bajos volúmenes, se decidió comprar los componentes desde los mismos proveedores actuales de DNBR. Luego se iniciará un nuevo proyecto que se denominará "Localización de componentes INTERCOOLER".
- **Solicitud de componentes para muestras (Request parts and components for samples):** Una vez desarrollado el proveedor (en este caso los mismos de DNBR para el producto INTERCOOLER) se procede al abastecimiento de los mismos para realizar los entrenamientos y primeras muestras para enviar a DNJP y así homologar el producto.
- **Solicitud de componentes para eventos (Request parts and components for events):** Esta etapa comprende las actividades del departamento de compras y logística para la provisión de componentes para los eventos OTS, 1A, LVPT y HVPT.
- **Aprobación de muestras de proveedores (Samples approval from each supplier):** En lo que respecta al desarrollo de proveedores, es necesario que éstos presenten muestra/s de el/los componente/s desarrollado/s y DNAR debe emitir la debida aprobación de la/s pieza/s.  
Al ser los mismos proveedores de DNBR y estar estos aprobados por una "planta hermana", el proceso se resumen a la presentación de documentación de calidad aprobada por DNBR.
- **Ajustes del proceso y HVPT interno y de proveedores. PPAP (Process adjustments and HVPT suppliers and internal, PPAP preparation):** Esta etapa incluye los ajustes realizados en la línea de producción, en el abastecimiento logístico o en los controles de calidad. Normalmente los ajustes son posteriores al LVPT (dónde suelen encontrarse los problemas de producción, logística y/o calidad) y deben estar finalizados para el HVPT. Esta etapa también incluye la preparación de todos los documentos necesarios del PPAP, entre los cuales se encuentra el resultado del HVPT.
- **Presentación de muestras al cliente (Samples presentation to customer):** Esta etapa comprende las entregas de muestras definidas por el cliente en cantidad y fecha (OTS, 1A, LVPT, HVPT).



- **Aprobación de muestras entregadas al cliente (Customer Samples Approval):** Esta etapa comprende la aprobación de las muestras enviadas en el punto anterior.
- **Liberación del proceso para producción (Realease for production):** Es el período final entre que se realizan todos los ajustes técnicos de los dispositivos y máquinas. En esta etapa se procede principalmente a la confección de planillas por parte de calidad; también suele utilizarse como un período "pulmón" para amortiguar cualquier imprevisto.
- **Inicio de la producción (SOP – Start Of Production):** Esta etapa comprende la fecha de inicio de producción en DNAR para cumplir con las entregas de inicio de producción del cliente.

## Capítulo 16.

# **ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS DEL PROYECTO NO INCLUIDOS EN LAS ETAPAS DEL CRONOGRAMA DE DESARROLLO**

## 1. Grupo de trabajo, seguimiento de reuniones.

La empresa DENSO Manufacturing Argentina SA designa en un grupo de trabajo multidisciplinario la responsabilidad de llevar a cabo el proyecto de industrialización del Intercooler para una importante terminal automotriz, poniendo a disposición del mismo una cantidad fija de recursos económicos.

Grupo interdisciplinario de trabajo:

- Líder de proyecto
- Personal de compras
- Personal de Calidad
- Personal de Logística
- Personal de Producción/Tecnología (Ingeniería de proceso)

Además de estas 4 personas, las cuales son partícipes de las reuniones semanales y junto al líder realizan las actividades y seguimientos inherentes al proyecto; también están las figuras de Ingeniería de Producto y el Depto. Comercial, quienes brindan los inputs para la toma de decisiones y cooperan en el esclarecimiento de dudas.

Por último, una figura superior al grupo de trabajo es el Coordinador de nuevos proyectos a quién el líder debe presentar avances semanales del estado del proyecto.

El grupo de trabajo se reúne semanalmente donde se designan actividades a cada sector y se les efectúa seguimiento. De esta manera cada uno de los departamentos involucrados posee actividades específicas:

**Tecnología / Producción:** - Definir las facilidades necesarias para línea de montaje: herramientas, dispositivos y máquinas,

- Participar en reuniones de AMFE
- Analizar tiempos de montaje y calcular necesidad de MOD
- Balancear línea de montaje
- Realizar hojas de proceso,
- Selección de personal
- Capacitación de personal,

**Compras:** - Desarrollo de proveedores,  
- Asesorar sobre proveedores alternativos para las facilidades de línea de montaje,  
- Análisis de costo del producto,  
- Compra de materiales auxiliares para pruebas de dispositivos y entrenamiento,  
- Compra de componentes para pruebas y entrenamiento,

**Logística:** - Abastecimiento de materiales de consumo directo e indirecto para prueba y entrenamiento,  
- Seguimiento de situación del arribo de dispositivos, máquinas y herramienta,  
- Confección de procedimiento de almacenaje y

abastecimiento a línea de montaje de componentes del producto,

- **Calidad:**
  - Participación en reuniones de AMFE
  - Confección de plan de control
  - Análisis de características críticas y especificaciones de calidad del cliente sobre el producto,
  - Confección de registros de la Calidad (x-r, cartas p, RIP, etc.)

Las listadas arriba son tareas específicas que desarrolla cada sector, mientras que en las reuniones semanales surgen otras actividades puntuales a las cuales se les asigna responsable y fecha límite sin necesidad que sean incumbencias del departamento en el que se desempeña. Todo lo conversado y/o definido en dichas reuniones se registran en las "minutas de reunión".

A continuación se muestra el formato de las "minutas de reunión".



En este registro de reuniones (o Minuta de Reunión) se designan las tareas a realizar, las fechas objetivo y los responsables de cada una. Las tareas listadas deben estar orientadas a cumplimentar los objetivos del proyecto, principalmente evidenciados en el Diagrama de Gantt.

Se puede visualizar en el registro que se debe completar para cada reunión la fecha de la misma, hora, lugar, nombre de la reunión, fecha de próxima reunión, participantes y en el caso de que lo requiera a las personas que se entregará una copia de la Minuta aún sin haber participado (puede ser una persona que no pudo asistir pero que necesariamente debe estar en conocimiento de lo convenido en la reunión, un superior que desea realizar seguimiento al proyecto, etc.). Toda esta información es muy útil para la correcta gestión del proyecto y para poseer trazabilidad de las tareas realizadas.

Por último, se muestra en la parte inferior del registro el Lema PLAN-DO-CHECK-OUT (PDCA), herramienta básica de la mejora continua; que debe siempre tenerse en cuenta para el desarrollo de cualquier actividad.

## 2. Logística de abastecimiento.

El mecanismo de abastecimiento adoptado se imitó del sistema de carretilla utilizado de manera muy efectiva en la fábrica Honsha de Toyota, donde no se utilizan tarjetas KANBAN de transporte, sí en cambio una carretilla que solo puede cargar una cantidad limitada de componentes (MONDEN, 2001, p35).

Al comienzo del día, el abastecedor dispone en el sector INTERCOOLER del material suficiente para una jornada productiva.

El cliente posee una leve y limitada variación en sus volúmenes y mix de productos, cualidad que ayuda y simplifica las tareas logísticas de los proveedores, entre los cuales se encuentra DNAR.

El cálculo de la cantidad de piezas de cada código surge de una tabla siguiente.

Demanda cliente diaria 120 INTERCOOLER por día

Componente	Uso	UM	Cant por día	Cant./caja	Dimensiones	Cajas necesarias por días	Cantidad de cajas cerradas asignadas en línea	Volúmen (m3) - espacio necesario diario
CORE SUB-ASSY (520W)	1	PZ	120	45	1000x1200x400mm	2,67	1	0,48
TANK, UPR (520W)	1	PZ	120	80	1000x1200x200mm	1,50	1	0,06
TANK, LWR (1/C 520W)	1	PZ	120	80	1000x1200x200mm	1,50	1	0,06
BUSHING	4	PZ	480	1000	400x300x300mm	0,48	1	0,036
PIPE	4	PZ	480	2000	400x300x300mm	0,24	1	0,036
PACKING	2	PZ	240	200	500x400x200mm	1,20	1	0,04
PLATE, CASE	1	PZ	120	400	400x300x300mm	0,30	1	0,036
PLATE, CASE	1	PZ	120	400	400x300x300mm	0,30	1	0,036
BOLT	2	PZ	240	5000	200x200x200mm	0,05	1	0,008
SENDER ASSY, TEMPERATURE	1	PZ	120	50	600x400x100mm	2,40	2	0,048
PACKING, WATER SEAL	1	PZ	120	1000	200x200x200mm	0,12	1	0,008

Fig. 16.2 - Tabla Logística Interna

Los componentes más críticos en cuanto a su abastecimiento son el cuerpo de aletas (presentación en cajas de 45 unidades) y el sensor de temperatura (presentación en cajas de 50 unidades), los cual deben poseer el menor manipuleo posible debido a su alta probabilidad de daño por incorrecto manipuleo.

Durante el día, el mismo abastecedor es quien detecta al cargar la línea que la caja de componentes se ha vaciado y precisa ser repuesta.

El componente más crítico en cuanto al tiempo entre que se llena el puesto de trabajo y el material se consume es el cuerpo de aletas (45 unidades/caja). El abastecedor puede colocar en línea 9 unidades (espacio máximo disponible por diseño de la isla de montaje). Una vez vaciada la caja el tiempo de repuesta de 36 minutos (9 piezas \* 4 minutos tiempo del ciclo aproximado) para llevar la caja vacía al sector de componentes IC y traer una nueva caja mediante el método de la carretilla (la caja vacía hace las veces de tarjeta de transporte). Este componente tiene un tiempo de reposición desde el Sector de Stock de componentes hasta el sector destinado a 1 (una) caja en línea menor a 5 minutos.

Situación similar sucede con los tanques y con el sensor de temperatura.

**NOTA:** La caja es de cartón (no retornable) por lo que una vez llevada al sector de componentes IC, personal de limpieza una vez por día dispone de la misma como residuo reciclable de acuerdo al procedimiento de gestión de residuos.

Es importante aclarar que tanto la caja del cuerpo de aletas y de los tanques es voluminosa (1200x1000x400mm) por lo que el abastecedor al ir a buscar reposición solo transporta una caja por vez.

Las demás piezas se presentan en cajas de cartón desde el proveedor en grandes cantidades por embalaje y debido a la baja cadencia no se justifica trasvasar a un embalaje estándar ni un sistema de tarjetas ya que el abastecedor al completar la línea con componentes y detectar que la caja se vació, posee más de 1 (un) día productivo para reponer la caja de componentes.

Es importante recalcar que todos los proveedores son internacionales por lo que el KANBAN de proveedor es muy difícil de aplicar debido a las largas distancias y cuestiones aduaneras que pueden volver imprevisibles en Argentina los tiempos de reposición.

**NOTA:** El correcto cumplimiento de este procedimiento asegura el mínimo stock posible en la zona de "Stock diario de componentes" y a su vez ayuda a la correcta gestión del FIFO.

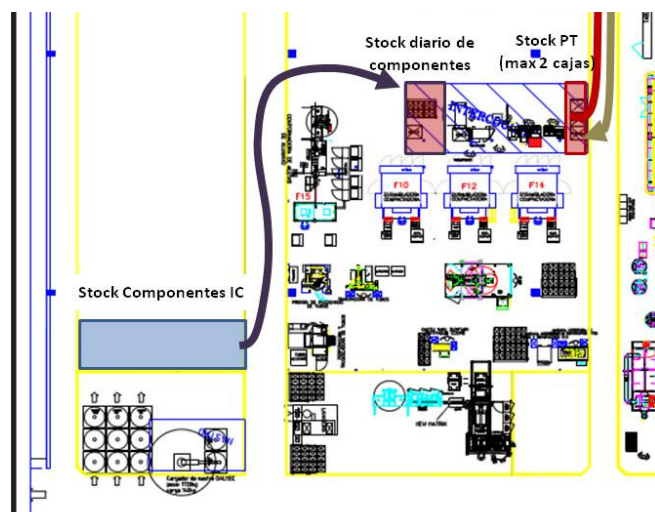


Fig. 16.3 - Flujo de materiales "Logística de Abastecimiento"

La altura máxima definida para stock de componentes en las líneas de montaje/producción es 1,5m. La razón de esto es mantener una visión exhaustiva y periférica de todo el interior del edificio desde cualquier sector (política definida por la alta dirección de DNAR).



Componente	Dimensiones	Cantidad de cajas cerradas asignadas en línea	Espacio necesario en línea de montaje
CORE SUB-ASSY (520W)	1000x1200x400mm	1	1,2
TANK, UPR (520W)	1000x1200x200mm	1	1,2
TANK, LWR (I/C 520W)	1000x1200x200mm	1	1,2
BUSHING	400x300x300mm	1	0,12
PIPE	400x300x300mm	1	0,12
PACKING	500x400x200mm	1	0,2
PLATE, CASE	400x300x300mm	1	0,12
PLATE, CASE	400x300x300mm	1	0,12
BOLT	200x200x200mm	1	0,04
SENDER ASSY, TEMPERATURE	600x400x100mm	2	0,48
PACKING, WATER SEAL	200x200x200mm	1	0,04

Fig. 16.4 - Espacio necesario en sector línea de montaje (en m2)

Para las piezas que poseen embalajes de dimensiones menores a 600x400x300mm se definió el sector de stock de las cajas cerradas (y/o con una cantidad parcial de componentes – abierta-) debajo de cada puesto de trabajo teniendo acceso desde la parte posterior del dispositivo de montaje (zona violeta en figura 16.15). Este acceso permite la carga de componentes al puesto de trabajo y/o reposición de cajas. Mientras que para las piezas de mayor volumen se asignaron 11m2 (zona roja en figura 16.15). En este espacio se pueden colocar 3 cajas (cuerpo de aletas, tanque superior y tanque inferior), considerando un espacio de movimiento de pallets y acceso del abastecedor; además de un capacho para rezago de cartón.

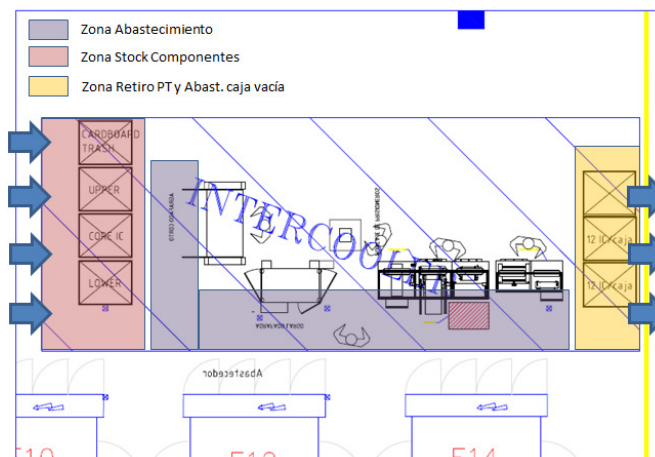


Fig. 16.5 - Espacio disponible para stock de componentes en línea y sectores de stock y abastecimiento

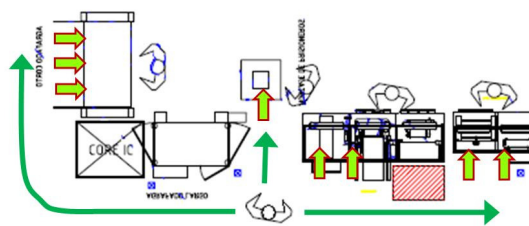


Fig. 16.6 - Zona de Abastecimiento

Cálculos similares se utilizaron para definir los espacios en el sector de componentes IC, con la diferencia que el stock es de 15 días hábiles y la altura máxima permitida es 3m. La tabla mostrada abajo muestra en resumen los resultados de espacio necesario.

Demanda cliente diaria 120 INTERCOOLER por día

Componente	Uso	UM	Cant por día	Cant./caja	Dimensiones	15 días de existencias (cant. de cajas)	Cantidad de espacios 1,2x1m (h <sub>max</sub> =3m)	Espacio necesario (m2)
CORE SUB-ASSY (520W)	1	PZ	120	45	1000x1200x400mm	40,00	14,00	16,8
TANK, UPR (520W)	1	PZ	120	80	1000x1200x200mm	22,50	8,00	9,6
TANK, LWR (I/C 520W)	1	PZ	120	80	1000x1200x200mm	22,50	8,00	9,6
BUSHING	4	PZ	480	1000	400x300x300mm	7,20	1,00	1,2
PIPE	4	PZ	480	2000	400x300x300mm	3,60	1,00	1,2
PACKING	2	PZ	240	200	500x400x200mm	18,00	1,00	1,2
PLATE, CASE	1	PZ	120	400	400x300x300mm	4,50	1,00	1,2
PLATE, CASE	1	PZ	120	400	400x300x300mm	4,50	1,00	1,2
BOLT	2	PZ	240	5000	200x200x200mm	0,72	1,00	1,2
SENDER ASSY, TEMPERATURE	1	PZ	120	50	600x400x100mm	36,00	1,00	1,2
PACKING, WATER SEAL	1	PZ	120	1000	200x200x200mm	1,80	1,00	1,2

Fig. 16.7 - Espacio disponible en sector stock componentes IC

La suma algebraica del espacio necesario para almacenar 15 días hábiles de componentes es 45.6m<sup>2</sup>. Se debe considerar un pasillo de 2m de ancho a lo largo de todo el sector (11.5m), en total 23m<sup>2</sup>.

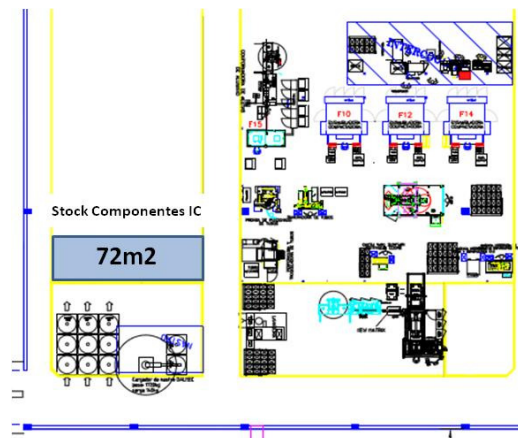


Fig. 16.8 - Espacio necesario en sector Stock componentes IC

El espacio disponible en el sector de stock de componentes IC es superior al que se necesita (68.6m<sup>2</sup> vs 72m<sup>2</sup>). Esto fue sobredimensionado adrede con el fundamento que en el mediano plazo se incorporará un nuevo modelo de INTERCOOLER para el mismo cliente, el cual tendrá algunas variaciones en la lista básica de componentes, principalmente en los de menores dimensiones.

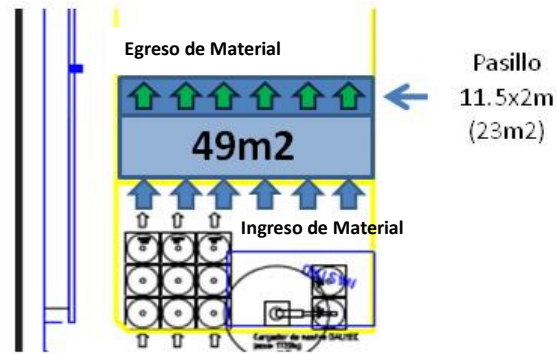


Fig. 16.9 - Gestión FIFO componentes

## Gestión FIFO.

La gestión del FIFO en el sector de Stock Componentes IC se realiza mediante carteles de colores que identifican la semana y mes en la que ingresó cada material. A su vez se aprovecha el espacio libre para definir un pasillo de ingreso de material y un pasillo de retiro de cajas.

### **Bibliografía utilizada en el presente capítulo**

MONDEN, Yasuhiro, 2001, EL SISTEMA DE PRODUCCION DE TOYOTA, Barcelona (España), GRAFIESPA S.L.



## Conclusiones.

El objetivo particular del presente Proyecto Integrador se consiguió. Se logró desarrollar un nuevo proceso de montaje, aprobarlo por la casa matriz y por el cliente, aprobar el producto y entregar el primer lote productivo en las condiciones de calidad y cantidad exigidas. Actualmente el producto INTERCOOLER se encuentra en producción entregando día a día los productos solicitados por el cliente.

Con el fin de realizar una correcta labor profesional dentro de la empresa DENSO Manufacturing Argentina SA, el autor precisó implementar los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas que conforman el plan de estudio de la carrera Ingeniería Industrial y combinarlos con su experiencia laboral. Como efecto colateral se formaron nuevas metodologías de trabajo en gestión de Proyectos que le sirven a la empresa para mejorar sus procedimientos de Industrialización de nuevos productos.

El autor desea dejar plasmado en la conclusión cómo la formación de la carrera Ingeniera Industrial ayudó y en más de una oportunidad fue indispensable para el correcto desempeño del autor tanto en el presente trabajo como en las demás tareas que ha desarrollado dentro de su corta carrera profesional. Cada materia, aun las que se creen intrascendentes al momento de cursarlas, fueron motivo de consulta.

Al iniciar el presente Proyecto Integrador, en el prólogo del autor se comentaba que para el éxito de un Proyecto es necesario comenzar organizado, conociendo los recursos disponibles, el tiempo de desarrollo, al menos en un 80%<sup>3</sup> a lo que se desea llegar y teniendo bien definido quién es la persona para la toma de decisiones. Todo proyecto debe poseer una secuencia teórica de tareas y dentro de esta teoría inicial también debe ser consciente que difícilmente esta concatenación se cumplirá por lo que hay que realizar un seguimiento y control estricto del proyecto con la frecuencia que amerite cada tarea.

La conclusión a este Proyecto Integrador no modifica lo ya escrito en el prólogo, sino más bien lo ratifica.

---

<sup>3</sup> El porcentaje del 80% es relativo y solo se explicita este valor para dar una idea de que es necesario conocer en gran medida el objetivo final para lograr el éxito del proyecto;

Al definir los objetivos generales del presente trabajo el autor indicó que el gran desafío era lograr el sincronismo ideal entre la formación académica y la realidad de una fábrica.

Según el Diccionario de la Real Academia Española, en su 22<sup>a</sup> edición, sincronismo significa “*hacer que coincidan en el tiempo dos o más movimientos o fenómenos*”.

Una de las conclusiones destacadas del autor es la gran dificultad de que la industria asigne los tiempos y recursos que se necesitan para realizar un análisis exhaustivo de acuerdo a la formación académica que brinda el currículo del Ingeniero Industrial. Resulta difícil lograr que estos dos conceptos, formación académica vs. necesidad de la industria, coincidan en el tiempo durante todo el proceso de industrialización de nuevos productos.

Entonces el autor reformula su afirmación al inicio del trabajo indicando que el gran desafío es lograr el equilibrio ideal entre la formación académica y las necesidades de una fábrica.

*“Equilibrio: Actos de contemporización, prudencia o astucia, encaminados a sostener una situación, actitud, opinión, etc., insegura o dificultosa” (Diccionario de la lengua española (DRAE) -22<sup>a</sup> edición, 2001).*

Lograr el objetivo de la industria (situación dificultosa en la definición de equilibrio) precisa de actos y actitudes astutas, prudentes, diplomáticas, tendientes a brindar la información necesaria y suficiente para una toma de decisiones criteriosa. Esta toma de decisiones criteriosa, principalmente debido a escasos recursos o a una incorrecta organización de éstos, en ocasiones no deja tiempo al análisis académico detallado.

Al leer la bibliografía para desarrollar el presente Proyecto integrador, el autor encontró en un libro de termodinámica una analogía interesante respecto a la búsqueda de este equilibrio, “Las personas que insisten en buscar al Señor Perfecto y la Señora Perfecta para echar raíces se condenan a ser don Solterón y doña Solterona para toda su vida” (ÇENGEL; BOLES, 2001, p93). Hay que definir criteriosamente, y usualmente con un cierto nivel de incertidumbre, si las cosas estén lo suficientemente bien como para seguir adelante.

Los ingenieros dedicados a procesos termodinámicos están interesados en procesos reversibles (ideales) porque son más fáciles de analizar, requieren menos tiempo y sirven como modelos ideales con los cuales pueden compararse los procesos reales (CENGEL; BOLES; s.f. p258). Luego queda en la necesidad del trabajo encomendado y la experiencia del Ingeniero saber si con el análisis de proceso ideal es suficiente, si es necesario profundizar el análisis y hasta que nivel de detalle se debería estudiar el proceso real.

Para el Ingeniero Industrial sucede algo similar, comienza los trabajos encomendados con una formación académica teórica ideal pero en algún momento del proyecto, debido al dinamismo inherente de la industria, debe analizar criteriosamente los resultados obtenidos y decidir si lo que se ha hecho es suficiente o si es necesario profundizar el análisis. Es una búsqueda de equilibrio continuo entre la teoría de “saber cómo se deben hacer las cosas” y la realidad de “hacerla con los tiempos y recursos disponibles”.

Allí se encuentra el mayor desafío del Ingeniero Industrial: gestionar para que dentro de una industria los proyectos se desarrollen con conceptos teóricos sólidos y a posteriori las actividades tiendan a los procesos ideales definidos en la etapa de planificación.

Lo que debe preguntarse el Líder de Proyecto es ¿hay tiempo y recursos para un análisis académico minucioso?, ¿es necesario?, ¿el análisis académico devolverá a la empresa un mejor resultado en el corto, mediano y/o largo plazo?, ¿el análisis académico realizado es suficientemente bueno para brindar la información correcta hacia una toma de decisiones criteriosa?, ¿es necesario profundizarlo?

La respuesta a estas preguntas no es sencilla, no es siempre la misma y no siempre se conoce. Inevitablemente la experiencia, soportada con una buena base académica, ayudará a contestar de la mejor manera.

Para finalizar, y solo con el objeto de que la conclusión de este trabajo no finalice con la idea de que el trabajo del Ingeniero Industrial es planificar correctamente, gestionar e implementar, el autor desea dedicarle un párrafo aparte a la mejora continua.

Llevar a cabo un proyecto de industrialización de nuevo producto y que sus resultados sean satisfactorios es el inicio de una actividad que luego tendrá su etapa de producción. Los procesos son dinámicos, el mercado es dinámico y las mejoras constantes son exigidas explícita e implícitamente por los clientes, entes gubernamentales y/o demás personas o entidades interesadas. El Ingeniero Industrial debe mejorar continuamente los procesos para asegurar la sustentabilidad del producto y/o de la empresa en el mercado. En el caso particular de DENSO, estas mejoras continuas se interpretan como nuevos proyectos menores que, de acuerdo a su magnitud, suelen ser tratados con la misma metodología que se expuso en el presente Trabajo Integrador.





## **Bibliografía.**

ANTON, Fernando E.; GIOVANNINI, Oscar F., 2002, PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION, Córdoba, UNIVERSITAS.

Apuntes de clase materia INSTALACIONES TERMICAS Y ELECTRICAS

Catálogo de Productos I.M.S.A., 2006

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A., 2001, TERMODINAMICA, Segunda Edición, Mexico DF, Mc GRAW-HILL.

DENSO, s.f., Manual de la Calidad DENSO Manufacturing Argentina, Córdoba

DOMINGUEZ MACHUCA; *et.al.*, 1995, DIRECCION DE OPERACIONES, Madrid (España), McGRAW-HILL

GALLARA, Ivan; PONTELLI, Daniel, 2005, MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, Córdoba, Universitas

LANGE, Kevin A.; *et.al.*, 2001, POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA) – Reference Manual, 3ª edición, DaimlerChrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation

NAHMIAS, Steven, 1999, Análisis de la Producción y las Operaciones, México DF, Editorial CECSA.

MONDEN, Yasuhiro, 2001, EL SISTEMA DE PRODUCCION DE TOYOTA, Barcelona (España), GRAFIESPA S.L.

Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra (OIT), 2000, Introducción al Estudio del Trabajo, México DF, EDITORIAL LIMUSA SA de CV

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2008, GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (GUÍA DEL PMBOK®), 4ª edición, Estados Unidos de América, Project Management Institute, Inc.

Real Academia Española, 2001, Diccionario de la lengua española (DRAE) -22ª edición, 2001;

WILLIAM, Werther Jr. B.; KEITH, Davis, 2004, ADMINISTRACION DE PERSONAL Y RECURSOS HUMANOS, Quinta Edición, México DF, McGRAW-HILL

WHITTEN, Kenneth W.; *et.al.*, s.f., QUIMICA GENERAL, Quinta Edición, Madrid, Mc GRAW-HILL.

ZANAZZI, Jose Luis, s.f., AMFE, Córdoba, Laboratorio de Ingeniería y Mantenimiento Industrial – FCEFNat – UNC –

## **ANEXOS**

- ANEXO A** - Fig. 3.2 - Cronograma del Proyecto (Revisión 01)
- ANEXO B** - Fig. 3.3 - Cronograma del Proyecto - Seguimiento a junio 2011
- ANEXO C** - Fig. 3.4 - Cronograma del Proyecto finalizado
- ANEXO D** - Fig. 5.3 - Flujograma INTERCOOLER
- ANEXO E** - Fig. 5.4 - AMFE INTERCOOLER
- ANEXO F** - Fig. 6.3 - Informe de puesta a punto agrafadora corta  
Fig. 6.4 - Informe de puesta a punto agrafadora larga
- ANEXO G** - Fig. 7.4 - Informe de puesta a punto dispositivo multipuesto  
Fig. 7.5 - Informe de puesta a punto banco control final
- ANEXO H** - Fig. 9.2 - Lay Out general de planta
- ANEXO I** - Fig. 10.1 - Plan de control INTERCOOLER
- ANEXO J** - Hojas de proceso INTERCOOLER
- ANEXO K** - Ficha de embalaje INTERCOOLER
- ANEXO L** - Especificación técnica agrafadora corta y larga
- ANEXO M** - Especificación técnica banco multipuesto
- ANEXO N** - Descripción de componente. Intercooler