



Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Escuela de Ingeniería Industrial



Incremento de la Capacidad de
Producción de una Línea de Montaje
de HVAC en DENSO Manufacturing

DENSO

Autor

MILDENBERGER, Amalia Julia

Matrícula

34770302

Tutor

Ing. RUIZ, Eduardo

CÓRDOBA, DICIEMBRE DE 2013

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo llevar a cabo un análisis de la factibilidad técnica y económica de incrementar la capacidad de producción de la línea de montaje de cajas de aire de Toyota en la empresa DENSO Manufacturing, y surge debido a la intención del cliente de estudiar la potencial expansión de su producción de Hilux IMV, de 92000 unidades a 140000 unidades al año.

Al demostrarse que existe un desajuste estructural entre la capacidad disponible actualmente y la capacidad que será requerida, el propósito de este análisis es el asesoramiento al nivel estratégico de la empresa de las diferentes alternativas de ampliación.

Para ello, la metodología aplicada consistió principalmente en la presentación y el análisis de la situación actual, la identificación de las limitaciones del proceso de montaje, la determinación de medidas de aprovechamiento de capacidad que permitan incrementar la disponibilidad de los recursos para un determinado nivel de inversiones y costos, la determinación de medidas de ampliación para elevar las limitaciones existentes, la combinación de las estrategias mencionadas en distintas alternativas, la elaboración de los planes de implementación y la evaluación económica de las opciones propuestas.

Como resultado de este trabajo se llegó a la conclusión que, independientemente de la alternativa que se elija, el proyecto de ampliación es económicamente conveniente, y se definió un ordenamiento de las alternativas propuestas en función de su rentabilidad, aportando información relevante para el nivel estratégico, quien será responsable de la toma de decisiones de acuerdo a la estrategia de la empresa.

ABSTRACT

The present work aims at carrying out an analysis of the technical and economic feasibility of increasing the production capacity of the Toyota air cases assembly line at DENSO Manufacturing company, and it arises out of the customer's intention of studying the potential expansion of its Hilux IMV production, of 92000 units to 140000 units per year.

As it has being showed that there is a structural mismatch between the currently available capacity and the capacity that will be required, the purpose of this analysis is to provide a piece of advice to the company's strategic level about the different expansion alternatives.

To achieve that, the methodology employed consisted mainly on presenting and analyzing the current situation, identifying the limitations of the assembly process, determining the capacity utilization measures that would increase the availability of resources for a given level of investment and costs, determining the expansion actions to increase the existing limitations, the combination of the strategies previously mentioned in different alternatives, developing implementation plans and the economic evaluation of the proposed options.

As a result of this work it can be conclude that, regardless of the option to be chosen, the expansion project is economically convenient, and It was defined an ordering of the proposed alternatives on the basis of their profitability, by providing relevant information to the strategic level, who is responsible for the decision-making process according to the company's strategy.

INDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
Situación problemática y propósito del Proyecto Integrador	1
Objetivos, alcance y límites de aplicación	3
Metodología empleada	5
CAPÍTULO 2: PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA.....	7
DENSO a nivel mundial.....	7
DENSO Manufacturing Argentina S.A.....	10
Filosofía de DENSO	18
Sistema de Gestión de la Calidad.....	19
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	21
Teoría de las Restricciones	22
Características y conceptos de las líneas de montaje	26
Concepto de muda	31
Evaluación económica de proyectos.....	33
Esquema de aplicación del marco teórico.....	38
CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	39
Modelos de HVAC y mix de producción	39
Tasa de rechazos internos, externos y retrabajos	41
Volumen de producción actual.....	42
Proceso de montaje	44
Layout y flujo de materiales de la planta y la línea de montaje	50
Sourcing de componentes y materias primas.....	55
CAPÍTULO 5: IDENTIFICACIÓN DE LAS LIMITACIONES DEL PROCESO.....	58
Balanceo actual de la línea.....	58
Ciclo de fabricación	61
Capacidad actual de la línea.....	63
Requerimientos de producción	64
CAPÍTULO 6: MEJORA DEL APROVECHAMIENTO DE LA CAPACIDAD ACTUAL.....	65
Identificación de las actividades que no agregan valor	65
Reducción de las esperas de los tiempos de máquina	69
Reducción de los tiempos muertos de la línea: estrategias de balanceo	80
CAPÍTULO 7: DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE INCREMENTO DE CAPACIDAD.....	86
Banco de pruebas de estanqueidad y circulación	87
Estación de implante y balanceo de ventolas.....	96

CAPÍTULO 8: ESTUDIO DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS DE AMPLIACION	100
Método de balanceo	101
Alternativa N° 1	103
Alternativa N° 2	108
Alternativas N° 3 y 4.....	121
Alternativa N° 5	130
Alternativa N° 6	137
CAPÍTULO 9: ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE IMPLEMENTACIÓN	141
CAPÍTULO 10: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS.....	150
Identificación y cuantificación de los beneficios de las alternativas.....	151
Identificación y cuantificación de los costos de las alternativas	153
Flujos de fondos operativos y cálculo de los criterios de evaluación económica.....	169
Análisis de sensibilidad	174
CAPÍTULO 11: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	179
CAPÍTULO 12: CONCLUSIONES FINALES.....	187
BIBLIOGRAFÍA	193
ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MONTAJE.....	195
ANEXO 2: LAYOUT DE LA PLANTA AMPLIADA.....	207
ANEXO 3: BALANCEO ACTUAL DE LA LÍNEA.....	208
ANEXO 4: BALANCEO DE LA LÍNEA OPTIMIZADO.....	213
ANEXO 5: RELACIONES DE PRECEDENCIA DE LAS OPERACIONES	218
ANEXO 6: PERFORMANCE DE PECVAL.....	221
ANEXO 7: ALTERNATIVA 1	223
ANEXO 8: ALTERNATIVA 2.....	228
ANEXO 9: ALTERNATIVAS 3 Y 4	236
ANEXO 10: ALTERNATIVA 5.....	245
ANEXO 11: NOTA TÉCNICA.....	252

LISTADO DE ACRÓNIMOS Y CONVENCIONES EMPLEADAS

AMFE: Análisis de los Modos de Fallas y sus Efectos.

C: tiempo de ciclo.

CAM: Certificado de Aprobación de Muestras.

CB: cuello de botella.

CO: costo de oportunidad.

CT: contenido de trabajo.

DNAR: DENSO Manufacturing Argentina S.A.

DNBR: DENSO do Brasil Ltda.

DNJP: DENSO Corporation Japan.

DNTS: DENSO Thermal Systems S.p.A.

DTBR: DENSO Sistemas Térmicos do Brasil Ltda.

FFN: flujo de fondo neto.

FOB: Free on Board.

GGF: gastos generales de fabricación.

HVAC: Heating, Ventilating and Air Conditioning.

IAM: Informe de Avance Mensual.

ICP: Índice de Calidad del Proveedor.

I\$P: Índice de Compras del Proveedor.

ILP: Índice Logístico del Proveedor.

IMV: Innovative International Multi-purpose Vehicle.

I_o: inversión inicial.

IPR: Índice de Prioridad de Riesgos.

IVA: Impuesto al Valor Agregado.

JIT: Just in Time.

K_p: costo del capital propio.

MOD: mano de obra directa.

MP: materia prima.

MTP: millions total production.

N: número de estaciones o vida útil de un activo.

NCB: no cuello de botella.

Ph: producción horaria.

PI: Proyecto Integrador.

PIM: propuesta individual de mejora.

PPAP: Proceso de Aprobación de Piezas de Producción.

PR: prima por riesgo.

PRI: período de recuperación de la inversión.

r: tasa de descuento.

RDA: Requisición de Compra.

ROI: Return on Investment.

SGC: Sistema de Gestión de la Calidad.

S.M.A.T.A.: Sindicato de Mecánicos y Afines del Transporte Automotor.

SOM: Solicitud de Orden de Muestra.

STD: estándar.

SUV: Sport Utility Vehicle.

TAR: tasa atractiva de rentabilidad.

TASA: Toyota Argentina S.A.

TIR: tasa interna de rentabilidad.

TM: tiempo muerto.

TN: tiempo normal.

TOC: Theory of Constraints.

TPS: Toyota Production System.

TS: tiempo estándar.

UTE: Unidad Tecnológica Elemental.

VAN: valor actual neto.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

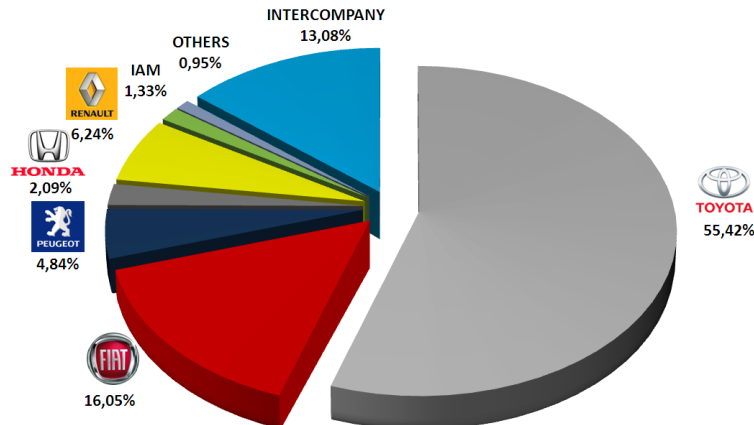
Situación problemática y propósito del Proyecto Integrador

El tema abordado como proyecto integrador surge debido a la intención de Toyota Argentina (TASA) de estudiar la potencial expansión de su producción de Hilux IMV (Innovative International Multipurpose Vehicle). El proyecto IMV tiene su origen en el 2004, con el objetivo de crear una producción de camionetas y vehículos multiuso más eficiente, y un sistema de suministro a escala global. La finalidad de este proyecto es ofrecer productos más atractivos que satisfagan la demanda de sus clientes en diferentes partes del mundo y al mismo tiempo. El modelo de la Toyota Hilux se actualizó en el 2005 como parte de este proyecto, y se basa en una versión innovadora del chasis con respecto a las versiones anteriores. Estos modelos actualmente se fabrican en Tailandia, Argentina y Sudáfrica, entre otros países.

A finales del 2012, Toyota envió a DENSO Manufacturing Argentina (DNAR) una carta requiriendo un estudio de la posibilidad de incrementar el nivel de producción de 92000 unidades a 140000 unidades al año.

DNAR pertenece al grupo DENSO, de origen japonés, y se dedica a la fabricación y provisión de diferentes sistemas térmicos para automóviles, como ser aires acondicionados, calefactores, ventiladores, condensadores, radiadores y paneles de control del aire.

TASA es el principal cliente de DNAR, a quien le corresponde el 55,5% de las ventas totales:



Además, del porcentaje facturado a TASA, el 30% corresponde al principal producto elaborado en la empresa que es la caja de aire de los automóviles o HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning), cuyo proceso de montaje se estudia en este Proyecto Integrador.

Durante el año fiscal 2013, el volumen solicitado por TASA continuó siendo de 92000 unidades al año, sin embargo, posiblemente esta ampliación se concrete durante el 2015, dependiendo de la confirmación por parte del cliente.

Como se demostrará en el desarrollo del trabajo, actualmente la capacidad disponible de la línea es de 93450 unidades al año. Al comparar esta capacidad con la demanda prevista se

observa un desajuste estructural que, de acuerdo al esquema jerárquico de la planificación, se trata de un problema estratégico ya que afecta a toda la organización y su impacto es a largo plazo y de larga duración.

Por lo tanto, el propósito de este Proyecto Integrador consiste en el asesoramiento del nivel estratégico de la empresa de la factibilidad de llevar a cabo la ampliación y de las diferentes alternativas que se podrán adoptar, de manera de disponer de la información necesaria para poder dar una respuesta a la solicitud del cliente y prepararse para el futuro incremento de la demanda.

La decisión de llevar a cabo o no la ampliación y la adopción de una u otra alternativa dependerán finalmente de los objetivos estratégicos y de la política de capacidad de la empresa y, como se dijo anteriormente, esta decisión será tomada por los niveles jerárquicos más altos quienes son responsables de la planeación del crecimiento de la capacidad.

Objetivos, alcance y límites de aplicación

Objetivo general:

Llevar a cabo un estudio de la factibilidad de incrementar la capacidad de producción de la línea de montaje de HVAC de Toyota y determinar las diferentes alternativas de ampliación, a los fines de proporcionar información para la toma de decisiones del nivel estratégico, para afrontar la futura expansión del volumen de producción de TASA.

Objetivos particulares:

- Garantizar un aprovechamiento adecuado de la capacidad productiva y buscar eficiencia en el empleo de los equipos y dispositivos de manera de minimizar las inversiones requeridas.
- Mejorar el aprovechamiento de la mano de obra directa incrementando la eficiencia de la línea a través de la reducción de tiempos muertos.
- Lograr una distribución de línea y secuencia de operaciones que facilite el proceso de montaje y optimice el manejo de materiales, permitiendo al producto avanzar con un mínimo de manipulaciones, detenciones y transportes durante todo el curso del proceso.
- Detallar la necesidad de inversiones en activos fijos de la empresa (máquinas, instalaciones, dispositivos y herramientas según corresponda), los tiempos requeridos y la conveniencia, en función de su rentabilidad, de llevar a cabo cada alternativa.

Alcances del proyecto:

Como será detallado en cada uno de los pasos de la metodología de trabajo propuesta, el proyecto se extiende a: la presentación de la situación actual, la identificación de las limitaciones del proceso de montaje, la determinación de medidas de aprovechamiento y de incremento de capacidad, el análisis de las diferentes alternativas de ampliación, la elaboración de los planes de implementación, la evaluación económica de las alternativas y la presentación de los resultados abordados.

Límites de aplicación:

- No se incluye el estudio de factibilidad y la determinación de las alternativas de ampliación de las demás líneas de productos vendidas a Toyota: intercooler, radiador, condensador, polea del compresor, filtro de aire y tanque de reserva.

- El trabajo no se extiende al análisis de los procesos correspondientes a las unidades tecnológicas de inyección y estampado, que suministran componentes que son montados en la línea de estudio.
- No se lleva a cabo la medición de tiempos de las operaciones, se utilizan como base aquellos definidos por el departamento de Producción.
- No se incluye el cálculo de los nuevos requerimientos de espacios e instalaciones de servicios auxiliares, para el almacenamiento de materias primas, componentes, productos en proceso y productos terminados.

Metodología empleada

La metodología que será aplicada en el desarrollo del trabajo se basa en las etapas propuestas en la Teoría de las Restricciones del físico Eliyahu Goldratt. La misma se encuentra detallada en el marco teórico y se la adapta de acuerdo a las características particulares de este trabajo.

Las etapas a seguir se resumen a continuación:

1. Presentación de la situación actual:

Consiste en el relevamiento de la información necesaria para el trabajo, empleando las técnicas que se consideren más apropiadas y disponiendo los datos de manera que se facilite su estudio y análisis.

En esta etapa se presenta información sobre: el producto, el mix de producción, los volúmenes históricos de la línea, rechazos y retrabajos, la descripción del proceso de montaje, el layout de la planta y de la línea de estudio, el flujo de materiales, y los proveedores externos y sectores de la planta que la abastecen.

2. Identificación de las limitaciones del proceso:

A partir del relevamiento de los tiempos de las tareas y de la repartición de las mismas en puestos o estaciones de trabajo, se presenta el balanceo actual de la línea y se calculan diferentes parámetros, como ser: el contenido de trabajo, tiempo de ciclo, tiempo de recorrido de la línea, eficiencias individuales de las estaciones, eficiencia de la línea, entre otros. En base a esta información, se identifica para cada modelo la estación de trabajo cuello de botella y se determina la capacidad disponible de la línea de acuerdo al mix de producción solicitado por Toyota.

Finalmente, se calcula la capacidad necesaria y el tiempo de ciclo que se deberá alcanzar para satisfacer la nueva demanda, que será el objetivo de la aplicación de las medidas que se analizan a continuación.

3. Mejora del aprovechamiento de la capacidad actual:

Antes de tomar las medidas necesarias para incrementar la capacidad de acuerdo al requerimiento del cliente, se evalúa la posibilidad de mejorar el aprovechamiento de los medios de producción disponibles, incrementando la disponibilidad de los recursos para un determinado nivel de inversiones y costos.

Para ello, el análisis se centra en la identificación de las actividades que no agregan valor añadido en el proceso actual, debido a movimientos de los trabajadores, transportes de componentes, controles e inspecciones, retrabajos, tiempos de esperas, entre otros. Una vez identificadas estas actividades se analiza si se pueden simplificar, reducir o eliminar, y se estudian las medidas que se aplicarán en el trabajo con este objetivo.

4. Determinación de medidas de incremento de capacidad:

En esta etapa se identifican las diferentes estrategias de ampliación de capacidad, y se desarrollan, de forma independiente a las medidas de aprovechamiento definidas anteriormente, aquellas que se podrán aplicar para reducir el tiempo de ciclo de las estaciones cuyos tiempos se encuentran condicionados por las máquinas.

5. Análisis de las diferentes alternativas de ampliación:

Se estudian distintas alternativas para adecuar la capacidad disponible de la línea en función del requerimiento del cliente. Cada una de ellas se obtiene como una combinación de las medidas de incremento y de aprovechamiento de capacidad identificadas anteriormente, en pos de alcanzar el tiempo de ciclo requerido para el nuevo volumen de producción y los objetivos definidos.

En cada propuesta se presenta una nueva secuencia de operaciones, se calculan los diferentes parámetros, se determina una distribución de línea adecuada y se comentan los resultados alcanzados.

6. Elaboración de los planes de implementación:

En esta parte del trabajo se identifican las actividades que se deberán llevar a cabo, su duración estimada, responsables, secuenciación e interrelaciones, con el objetivo de estimar los plazos requeridos para la implementación de cada una de las alternativas de estudio a partir de la confirmación de la ampliación del cliente.

7. Evaluación económica de las alternativas:

Para determinar la conveniencia de llevar a cabo cada alternativa y definir un ordenamiento en función de su rentabilidad, se identifican las necesidades de inversión y se proyectan los beneficios y egresos a lo largo del horizonte de evaluación. Una vez elaborados los diferentes flujos de fondos, se calculan los criterios de evaluación económica más relevantes y se lleva a cabo un análisis de sensibilidad, de manera de proporcionar información para la toma de decisiones del nivel estratégico.

8. Presentación de los resultados:

Finalmente, se exponen las principales conclusiones abordadas a lo largo del desarrollo del trabajo, y se aportan los elementos necesarios que servirán de apoyo en el proceso de decisión por parte de la Dirección.

CAPÍTULO 2: PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

DENSO a nivel mundial

Introducción:

El grupo DENSO opera en 36 países y regiones, y está conformado por 183 compañías:

- Japón: 62.
- América: 34.
- Europa: 34.
- Asia y Oceanía: 53.

La sede principal, DENSO Corporation, se encuentra en Japón y fue establecida el 16 de Diciembre de 1949. DENSO proviene de la expresión denki sochi, cuya traducción es componentes eléctricos en japonés:

DENki SOochi

Se trata de un proveedor líder en tecnología automotriz, sistemas y componentes, para los principales fabricantes de automóviles del mundo.

Participan activamente 130.000 empleados en los diferentes aspectos del negocio. Para el año fiscal finalizado el 31 de Marzo de 2013, el capital invertido alcanzó los 2 billones de dólares y las ventas globales consolidadas totalizaron 38,1 mil millones de dólares.

Para asegurar su crecimiento sostenido, se reinvierte aproximadamente el 9,4% de las ventas consolidadas en actividades de investigación y desarrollo.

Principios de gestión:

- Satisfacción del cliente a través de la calidad de sus productos y servicios.
- Vitalidad corporativa y respeto por la individualidad.
- Crecimiento global a través de la anticipación a los cambios.
- Conservación del medio ambiente y de la armonía con la sociedad.

Divisiones y productos:

Sistemas de control de motores



Sistemas electrónicos



Sistemas de seguridad



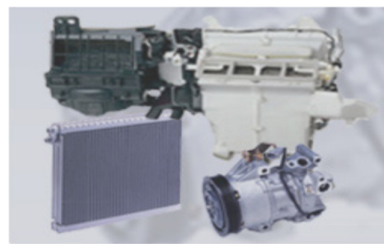
Componentes de vehículos híbridos



Información y comunicaciones

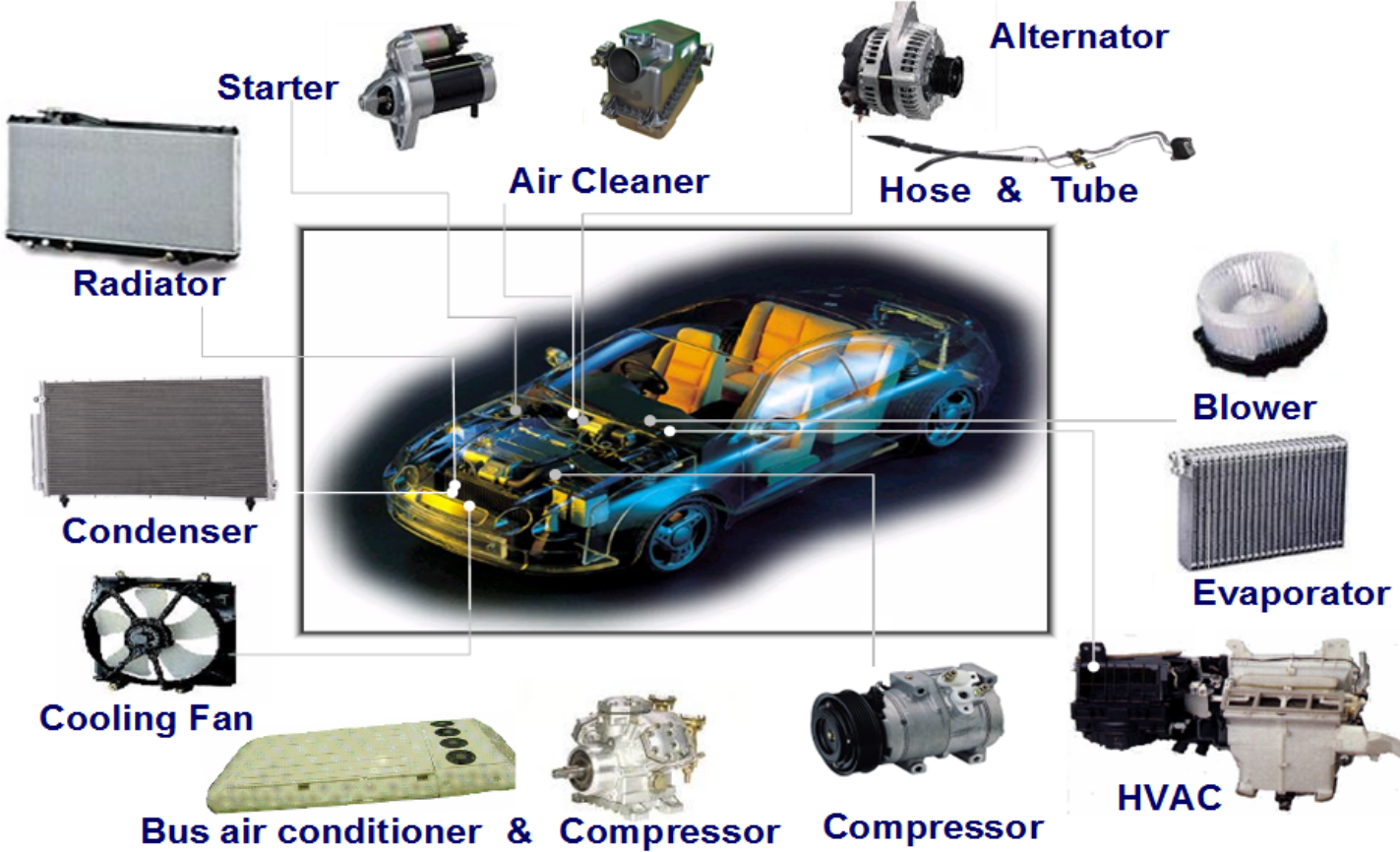


Sistemas térmicos



División sistemas térmicos:

Principales productos:



DENSO Manufacturing Argentina S.A.



Perfil de la compañía:

Razón social: DENSO Manufacturing Argentina S.A.

Dirección: Av. Las Malvinas 4500, Córdoba, Argentina.

Superficie total: 63000 m².

Superficie cubierta: 22400 m².

Inicio de operaciones: 11 de Abril de 1997.

Breve reseña histórica:

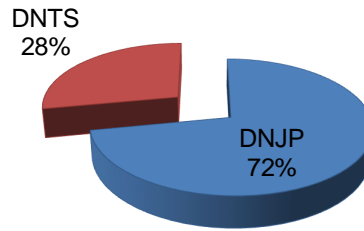


DENSO Corporation decide formar en 1982 una joint venture con su par italiano Magneti Marelli (a través de su división de climatización, Magneti Marelli Climatizzazione), para proveer a las terminales automotrices más importantes de Europa de sistemas de climatización y calefacción, con alto grado de desarrollo y excelente calidad. A partir de 1996 comienza su

operación conjunta en Argentina, en la provincia de Córdoba, instalando una planta fabril con denominación MAGNETI MARELLI DENSO, para atender la producción de los vehículos Fiat Palio y Toyota Hilux.

En el año 2002 se produce un nuevo cambio en la conformación de los accionistas, DENSO Corporation adquiere la totalidad del paquete de acciones de Magneti Marelli Climatizzazione, formando así una nueva razón social: DENSO Manufacturing Argentina S.A.

Accionistas de DNAR:



DNTS: DENSO Thermal Systems S.p.A.

DNJP: DENSO Corporation Japan.

Misión, visión y valores:

Misión:

Maximización de los beneficios para satisfacer las necesidades de la industria automotriz, con presencia en el Mercosur, basándonos en el mejoramiento continuo de nuestros servicios, calidad y costos. Contemplando en todo momento la preservación del medio ambiente, siempre a través de la flexibilidad de nuestra organización, de la inventiva y creatividad de nuestra gente, brindando una rápida respuesta a los requerimientos del mercado, aprovechando la experiencia y la sinergia que exigen continuos desafíos que representan el crecimiento y la búsqueda constante de nuevos mercados.

Visión:

Ser una empresa pujante de crecimiento sostenido, integrada plenamente a la comunidad de la que forma parte, respetando y siendo fiel intérprete de las normas de preservación y cuidado del medioambiente y su gente.

Valores:

- Confidencialidad.
- Legalidad.
- Formalidad.
- Igualdad de oportunidades.

- Repudio a la discriminación de cualquier tipo.
- Respeto a las normas legales sobre Higiene y Seguridad en el trabajo.

Principales productos:

DNAR trabaja únicamente con la división sistemas térmicos, y se dedica a la fabricación y provisión de sistemas de climatización para automotores e intercambiadores de calor:


- Sistemas de aire acondicionado.
- Calefactores y ventiladores.
- Condensadores.
- Radiadores de calor.
- Tableros de instrumentos.
- Paneles de control del aire acondicionado.


Productos			
HVAC automático		Heater Core	
HVAC manual		Air Cleaner	
Heaters		Reserv Tank	
Blowers		Esthetic Components	
Cockpit		HVAC Control Panel	
Condenser		Compressor Pulley	
Intercooler		Radiator	

Principales clientes:

Toyota Argentina 

Peugeot Citroën Argentina 

Fiat Auto Argentina 

Honda Argentina 

Renault Argentina



Otras filiales de DENSO

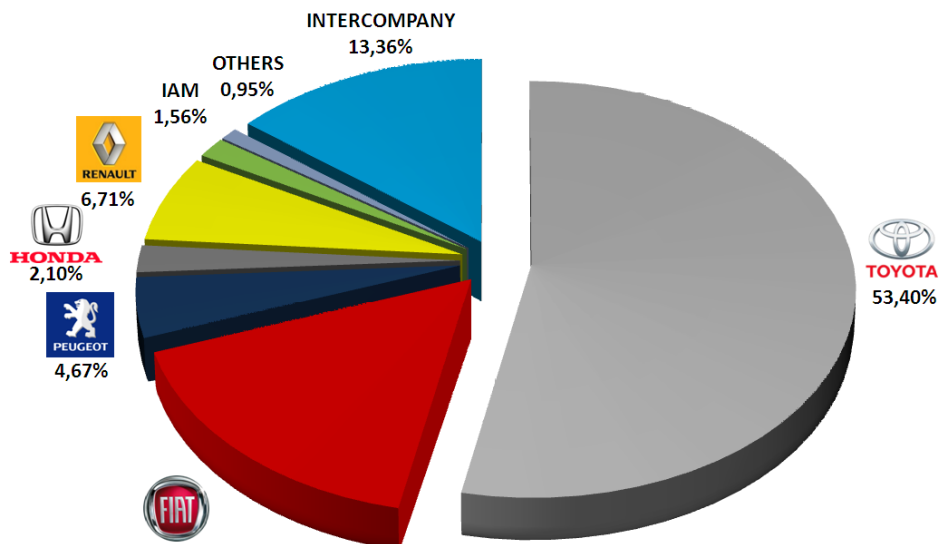
DENSO




















DTBR: DENSO Sistemas Térmicos do Brasil Ltda.

DNBR: DENSO do Brasil Ltda.

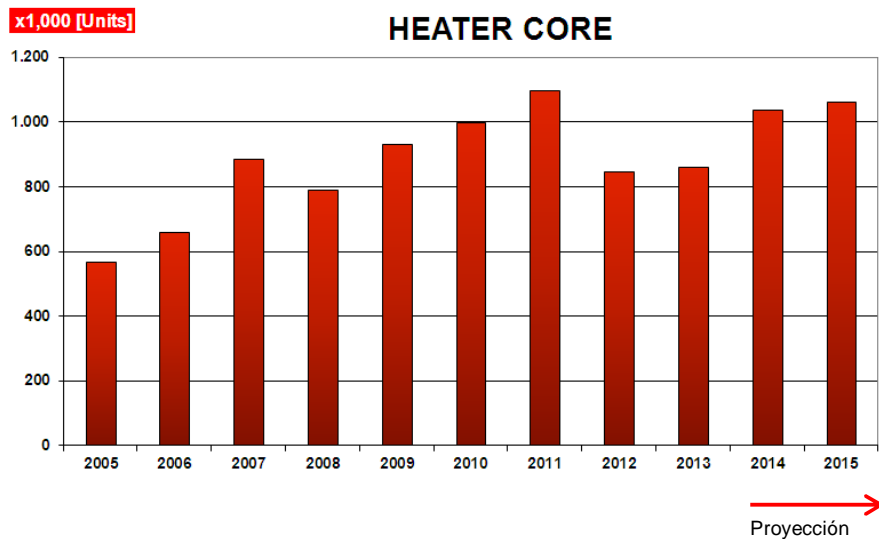
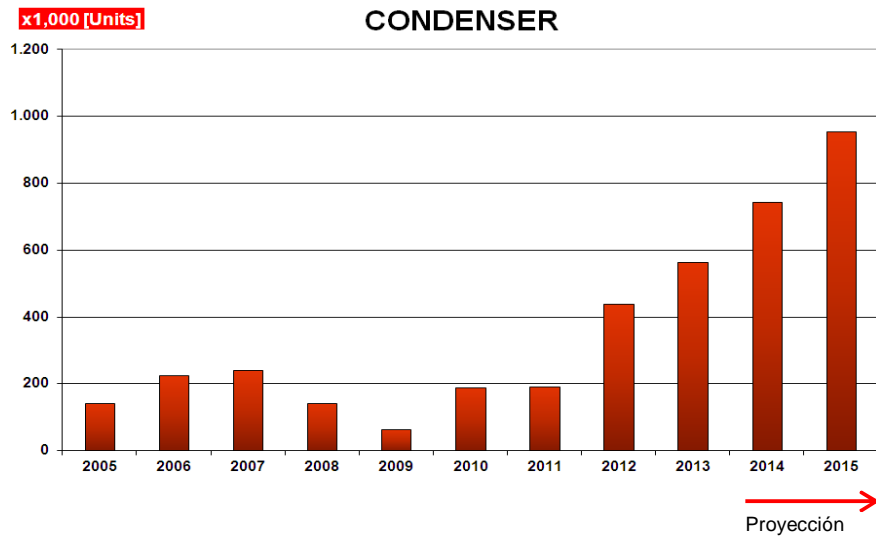
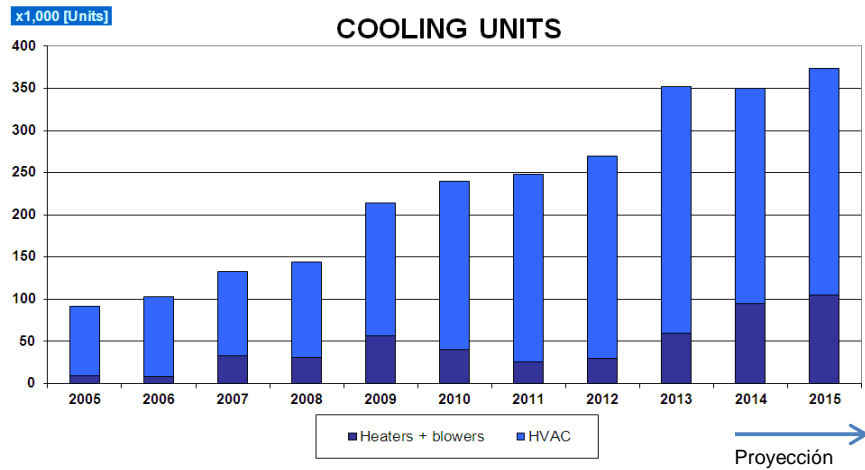
Ventas por cliente:



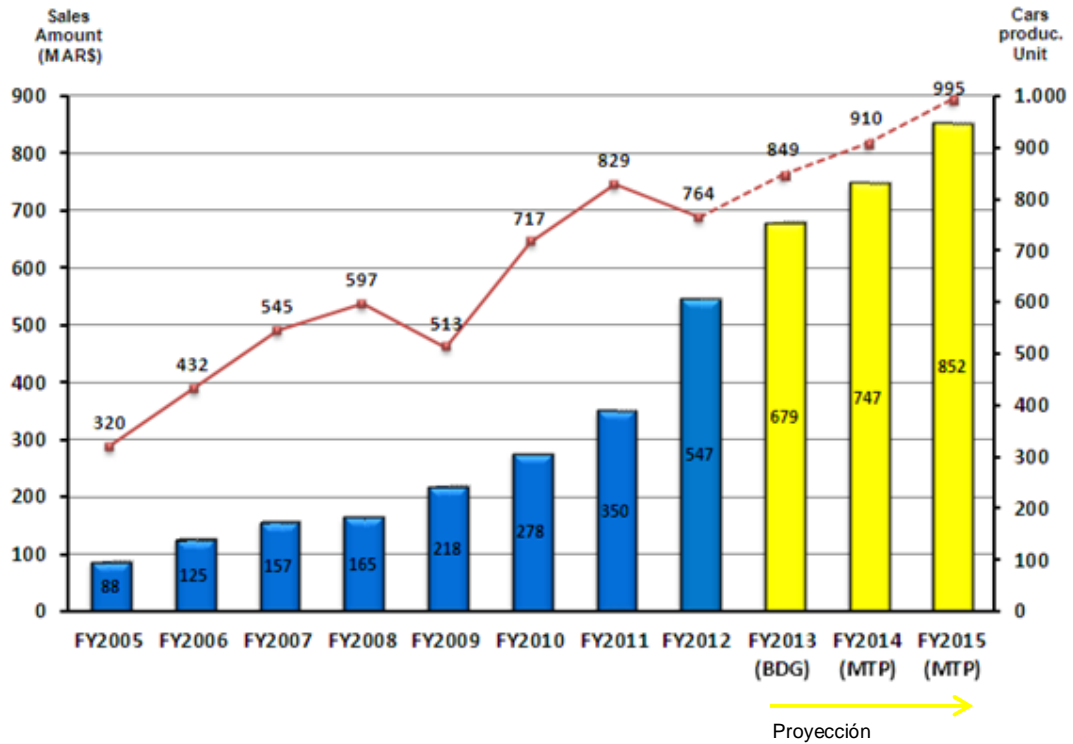
Cientes y productos de DNAR:

Productos		Cientes	 TOYOTA	 HONDA	 FIAT	 PEUGEOT	 RENAULT	Intergroup
		HVAC manual		●	●	●	●	●
HVAC automático	●	●			●			
Heaters		●		●	●	●		
Blowers				●	●	●		
Cockpit				●				
Condenser		●		●		●	●	
Intercooler		●						
Heater Core				●	●	●	●	
Air Cleaner		●						
Reserv Tank		●						
Esthetic Components		●						
HVAC Control Panel							●	
Compressor Pulley		●						
Radiator		●		●	●	●		

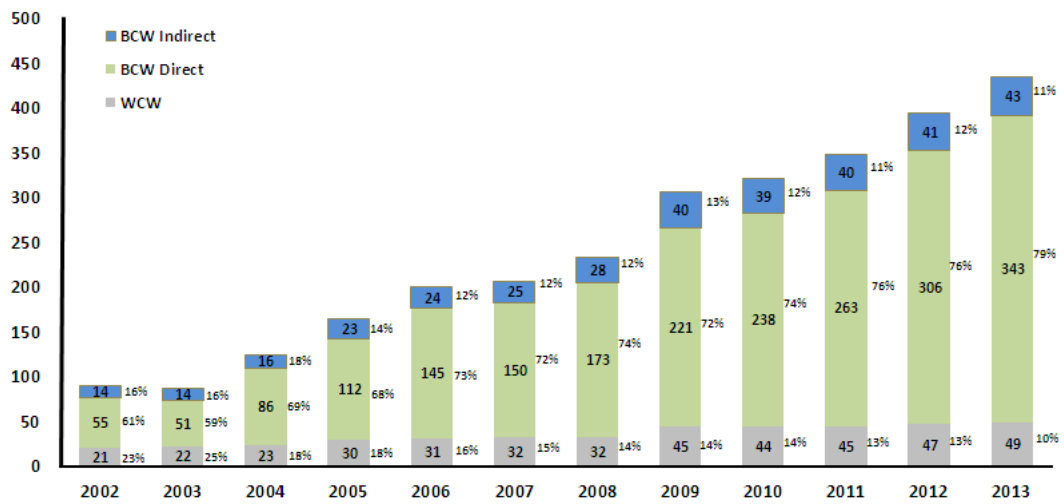
Evolución de los principales productos:



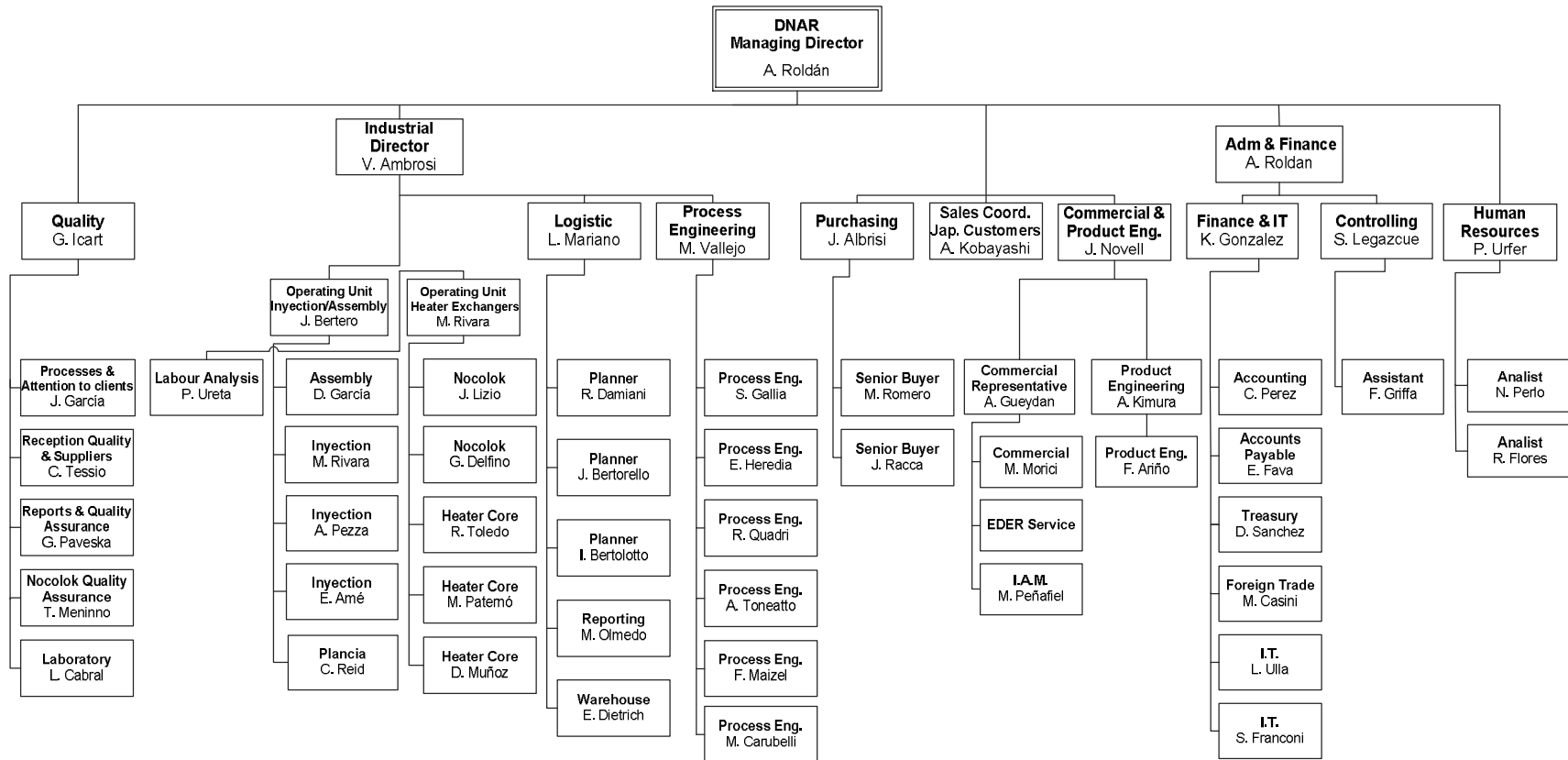
Producción Local:



Recursos Humanos de DNAR:



Organigrama:



Filosofía de DENSO

DENSO Spirit:

Es el conjunto de los valores y creencias que comparten todas las plantas de DENSO y define la manera de comportarse para lograr los mejores resultados.



Previsión:

Por previsión se entiende a la actitud por la que cada persona intenta anticiparse a los cambios futuros, proponiendo soluciones creativas a los diferentes problemas y decisiones que surgen en las funciones individuales, fomentando la aceptación de nuevos desafíos y el esfuerzo necesario para enfrentarlos.

Visión + Creatividad + Reto a nuevos desafíos

Credibilidad:

Cada persona debe inspirar la confianza necesaria para que los demás miembros de la compañía consideren creíble su trabajo. Esta se refleja en la defensa de la calidad de lo que se realiza, como condición primera y fundamental, verificando in situ los problemas generados y aportando una actitud de mejora continua.

Calidad primero + Verificación en sitio + Mejora continua

Colaboración:

El espíritu de colaboración que cada persona debe aportar en su puesto de trabajo se manifiesta en el interés por trabajar en equipo, aprendiendo de los demás y procurando establecer formas adecuadas de comunicación, a fin de que todas las personas trabajen en un ambiente que promueva su desarrollo humano personal.

Trabajo en equipo + Comunicación + Desarrollo humano

Sistema de Gestión de la Calidad

DNAR trabaja bajo un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) conforme con las especificaciones y requisitos de la norma ISO/TS 16949.

De acuerdo a su política de calidad, las directrices y los objetivos generales que persigue son:

- Atender con distinción a sus clientes, proveedores y a todos aquellos que, directa o indirectamente, estén involucrados con la empresa.
- Crecimiento a través de la anticipación al cambio.
- Preservar el medio ambiente y la armonía con la sociedad.
- Realizar productos y servicios sinónimos de “calidad atractiva”, compartiendo esta responsabilidad con todos sus empleados para lograr la satisfacción total de sus clientes.
- Garantizar la protección de su imagen como empresa mediante credibilidad y rentabilidad.
- Promover la mejora continua de sus productos y procesos.
- Demostrar claridad y transparencia con sus empleados, destinando recursos para mantener la motivación y el espíritu de equipo.
- Promover la uniformidad de los métodos, procedimientos e instrucciones de trabajo.

Premios y certificaciones:

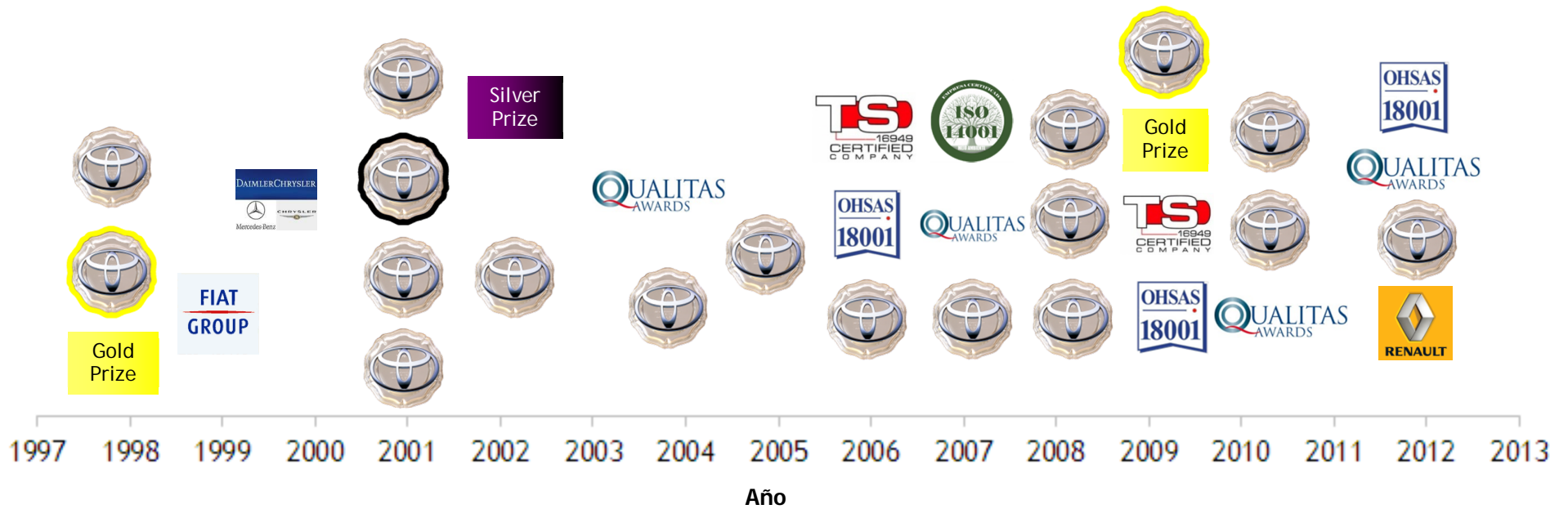
Premios:

- Mejor Performance en Calidad (Toyota, Fiat y Renault).
- Premio de Oro por el Mejor Proveedor en Calidad (Toyota).
- Premio de Plata en Costo y Performance de las Entregas (Toyota).

Certificaciones:

- ISO 9001 (TÜV).
- ISO/TS 16949 (TÜV).
- OHSAS 18001 (TÜV).
- ISO 14001 (TÜV).
- QS9000 (TÜV).

Histórico de premios y certificaciones alcanzadas:



CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los temas abordados en la investigación bibliográfica que consideré necesario exponer de manera más detallada, para un mejor entendimiento del contenido del trabajo.

El primer tema que se desarrolla es la Teoría de las Restricciones, que justifica la metodología adoptada, y brinda un conjunto de principios y reglas necesarias para abordar el caso de estudio.

Seguido a esta teoría, se expone una breve presentación de las características y los conceptos generales de las líneas de montaje sobre medición del trabajo, balanceo de línea y distribución característica, que se emplearán tanto en el análisis del método actual como en el de las diferentes alternativas propuestas.

Se continúa con una breve explicación del concepto de muda y la descripción de las ocho mayores fuentes de desperdicios identificadas por Toyota, que permitirán reconocer las actividades que no agregan valor en el proceso actual y, de esta forma, trabajar en su eliminación o reducción.

El siguiente tema desarrollado es el de evaluación económica de proyectos, en donde se identifican las inversiones, beneficios y egresos que se deberán incluir en los flujos de fondos de las alternativas, y se define el concepto de tasa de descuento que se empleará para calcular los criterios de evaluación económica y determinar la conveniencia o no de llevar a cabo el proyecto.

En el anexo, se incluye también una nota técnica en donde se desarrolla el marco teórico correspondiente al sistema térmico de estudio. La misma se extiende a: la definición del producto, clasificación y funciones, el desarrollo de las etapas y los principales elementos del ciclo de refrigeración, y la presentación de esquemas que permitan comprender el funcionamiento y el flujo del aire en el HVAC, y reconocer de esta forma los diferentes componentes montados en la línea.

Al término de este capítulo, de manera de relacionar los temas seleccionados en el marco teórico, se muestra un esquema en donde se indica la aplicación de cada uno de ellos a lo largo de las etapas propuestas en la metodología de trabajo.

Teoría de las Restricciones

La Teoría de las Restricciones o TOC (Theory of Constraints) fue desarrollada por el físico israelí Eliyahu Goldratt, en la década de los 80, y es descrita por el autor Domínguez Machuca (1995), en su libro *Dirección de Operaciones*.

De acuerdo al enfoque de esta teoría toda organización es creada para lograr una meta, si dicha organización tiene fines de lucro, su meta es ganar dinero de forma sostenida. De esta forma será “productivo” para la empresa todo aquello que contribuya a lograr el objetivo mencionado.

La TOC encuentra su punto de partida en dos características fundamentales de las organizaciones:

En primer lugar, su estructura piramidal, en donde los problemas surgen cuando el mando intermedio intenta buscar el óptimo local que no tiene porque coincidir con el óptimo global de la organización. Solo aquellas personas situadas en la cúspide pueden tener una visión suficientemente global como para saber que decisiones pueden contribuir a la consecución de las metas de la empresa, y para ello serán necesarios los esfuerzos y la integración de todas las áreas.

En segundo lugar, la configuración organizacional como una sucesión de acciones en cadena, ya que su rendimiento siempre está determinado por los cuellos de botella o limitaciones del sistema que le impiden acercarse a la meta.

Proceso de mejora continua:

Para la TOC los pasos a seguir para obtener una mejora continua en la búsqueda de las metas globales son:

1. Identificar las limitaciones de sistema:

Identificar los recursos de capacidad limitada, es decir aquellos que por su escasa disponibilidad, limitan el rendimiento global del sistema.

2. Decidir cómo explotar las limitaciones:

Obtener el máximo aprovechamiento de la capacidad de la limitación.

Esto se puede lograr, por ejemplo, mediante la reducción del tamaño del lote de proceso, la eliminación de tiempos improductivos, evitando que se procesen artículos defectuosos en el cuello de botella (CB), tratando con sumo cuidado aquellos que ya fueron procesados por el mismo, etc.

3. Subordinar todo a las decisiones adoptadas en el paso anterior:

Esto servirá para aumentar el volumen de producción y aprovechar toda la capacidad disponible del CB.

Se deberá tener en cuenta que un CB que tiene capacidad limitada, puede verse obligado a parar si los demás recursos no le suministran componentes. Opuestamente si los recursos no limitados, con exceso de capacidad, abastecen de

22

componentes en una cantidad mayor que los necesarios por el CB, el exceso se transformará en inventario, con las consecuencias negativas que eso implica.

4. Elevar la limitación:

Superar las restricciones identificadas como limitativas de la capacidad.

A veces esto se logra con las acciones del paso 2 ya que es posible que por mejorar la utilización de la limitación esta ya haya desaparecido.

5. Si se ha roto una limitación en los pasos anteriores, hay que volver al primer paso. No hay que permitir que la inercia provoque una limitación del sistema.

En el supuesto de que se haya conseguido aumentar la capacidad del CB, mediante cualquiera de los métodos descritos, no hay que dejarse llevar por la inercia y se debe buscar el siguiente cuello de botella, ya que al desaparecer esta limitación aparece el siguiente eslabón débil en la organización, que debe ser tratado de igual manera en un proceso de mejora continua.

Al final la limitación abandonará la planta de producción, y será entonces el mercado el punto que deberá abordarse. Al conseguir nuevos pedidos es posible que surja un nuevo CB en el proceso productivo.

TOC aplicada a la gestión del subsistema de operaciones:

Los principios básicos antes enunciados pueden resumirse en 9 reglas:

Regla 1: no se debe equilibrar la capacidad productiva, sino el flujo de producción.

Una línea de montaje o proceso productivo está afectada por 2 hechos: los sucesos dependientes y las fluctuaciones estadísticas.

Los sucesos dependientes vienen determinados por la secuencia de operaciones que obligatoriamente tiene que seguir el producto para su elaboración, en un orden predeterminado y generalmente, rígido.

Las fluctuaciones estadísticas son las variaciones respecto a los valores medios de determinados hechos, por ejemplo las averías en los equipos y su duración, cuyo valor exacto no se puede determinar.

Las fluctuaciones estadísticas se ajustan a la media únicamente en el caso de los sucesos independientes, pero no cuando aquellos son dependientes entre sí, lo que origina que las fluctuaciones se acumulen, provocando que la desviación de una determinada operación oscile alrededor de la desviación máxima de los procesos que la preceden.

Es por esto que, la forma clásica de equilibrar la capacidad de cada uno de los recursos productivos con la demanda del mercado no es una buena estrategia. Goldratt propone llevar el flujo de producción a la demanda del mercado, es decir, diseñar nuestro flujo en función del CB.

El CB es aquel que se produce cuando la capacidad del recurso es igual o inferior a la demanda y el mismo marca la capacidad global del sistema y, por lo tanto, debe determinar el ritmo de la programación de la producción.

La capacidad de producción de los recursos no limitantes debe llevarse al nivel que determina el CB y luego debe intentarse elevar la capacidad hasta que se logre un equilibrio con la demanda del mercado.

Regla 2: La utilización de un recurso no cuello de botella (NCB) no se determina por su capacidad sino por alguna otra limitación del sistema.

Los recursos NCB no determinan la capacidad de producción ni de facturación, una producción superior a la capacidad del cuello de botella sólo consigue incrementar el inventario.

Regla 3: No es lo mismo utilizar un recurso que activar el recurso.

Utilizar significa hacer uso del recurso para que el sistema avance hacia la Meta.

Activar es poner el recurso en funcionamiento aunque no se obtenga un beneficio en su utilización.

Regla 4: Una hora perdida en un CB es una hora perdida por todo el sistema.

Cualquier tiempo que se pierda en un recurso CB hará disminuir en igual medida la capacidad global del sistema, ya que no se puede recuperar el tiempo perdido del eslabón más débil.

Regla 5: Una hora ganada en un recurso NCB es un espejismo.

Al equilibrar la utilización de los recursos no limitantes con la capacidad del recurso CB, los NCB dispondrán de una capacidad extra y, mientras no se les asigne otra actividad productiva, deberán permanecer ociosos, sin embargo es preferible no utilizarlos a que se acumulen inventarios innecesarios.

Regla 6: Los CB rigen tanto los inventarios como la facturación del sistema.

Los CB determinan la facturación y por lo tanto los ingresos netos de la empresa, ya que la demanda será igual o superior a la capacidad del mismo, por lo que todo lo que produzca este recurso podrá venderse.

Con respecto a los inventarios, estos se acumulan antes o después del cuello de botella, pero siempre debido a la restricción de capacidad que este impone:

Los inventarios se acumulan delante del CB cuando este es alimentado en exceso por un NCB. Pasado el CB en el proceso productivo, los inventarios que se acumulan serán aquellos procedentes de recursos NCB, pero que necesitan algún componente de un CB.

Regla 7: El lote de transferencia puede no ser, y de hecho muchas veces no debe ser, igual que el lote en proceso.

El lote de proceso es el realizado por un centro de trabajo entre dos preparaciones sucesivas, y se define para cada uno como el lote económico en función de los tiempos de preparación y

puesta a punto, a fin de bajar los costos unitarios. El lote de transferencia es el que se traslada entre dos centros de trabajo.

Con frecuencia se utiliza el lote de proceso como lote de transferencia, sin considerar que por ello se acumulan inventarios y se incrementan los tiempos de proceso, ya que el centro deberá esperar a la terminación de un lote completo para comenzar el siguiente.

Los CB se aprovechan al máximo con lotes grandes y menores tiempos de preparaciones. Los recursos NCB podrán trabajar con lotes de procesamiento reducidos y mayor cantidad de puestas a punto.

Regla 8: El lote de proceso debe ser variable a lo largo de su ruta y en el tiempo.

Posibilita que los lotes se puedan acortar, dividir, solapar, para adaptarlos al comportamiento dinámico del sistema de producción, y ayudar a equilibrar el sistema cuando los CB se eliminan o cambian.

Regla 9: Las prioridades solo se pueden fijar conociendo simultáneamente todas las limitaciones del sistema. El tiempo de preparación es un derivado del programa.

Muchos de los casos en que los resultados del proceso de fabricación no corresponden con los esperados, se deben a una forma deficiente de programar la actividad productiva. En la mayoría de los casos la falta de análisis y la frecuente ocurrencia de fenómenos aleatorios desfavorables, provocan retrasos en el proceso de fabricación.

Todas las áreas de las plantas que trabajen con Tecnología de Producción Optimizada deben estar preparadas para atender preferentemente a los recursos CB, ya que de ellos dependen los ingresos y la acumulación de stock.

Características y conceptos de las líneas de montaje

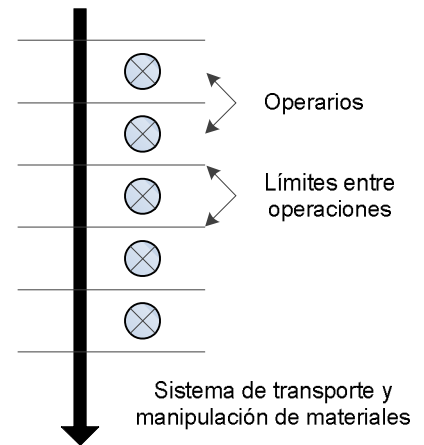
Introducción:

En una línea de montaje, el trabajo se realiza como una sucesión ordenada de operaciones para obtener un producto completo, cuya salida tiene una cadencia uniforme.

Los operarios se disponen en puestos a lo largo de la línea y se le asigna a cada uno una fracción del trabajo total, cuidando que los tiempos de cada una de esas fracciones asignadas sea aproximadamente el mismo.

El funcionamiento de las líneas de montaje se basa en el principio de división del trabajo, en donde cada operario lleva a cabo una serie de tareas, generalmente de corta duración, para las cuales se especializa y dispone de los medios más adecuados para realizarlas.

Históricamente, se reconoce que la línea de montaje de la industria moderna es producto del trabajo conjunto de Henry Ford y Frederick Taylor, este último iniciador de la Ingeniería Industrial y del estudio científico del trabajo.



Conceptos de medición del trabajo:

Remitiéndonos al libro de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) (2000) se definen los siguientes conceptos:

Tiempo normal o básico: tiempo que requiere un operario para realizar el trabajo con un desempeño estándar o tipo, es decir con aquel rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que se conozcan y respeten los métodos especificados y que se los hayan motivado para aplicarlos.

Tiempo estándar: es el tiempo requerido por un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un ritmo normal, y realizando un esfuerzo promedio para ejecutar una determinada operación.

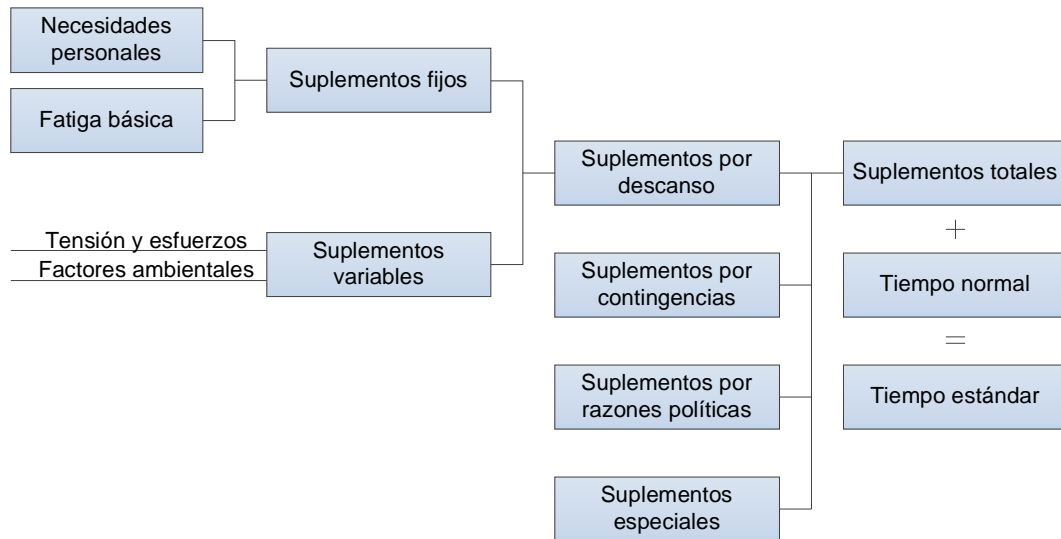
$$TS = TN + TN \times \text{suplementos} = TN \times (1 + \text{suplementos})$$

Siendo:

TS: tiempo estándar.

TN: tiempo normal.

Suplementos:



Suplementos por descanso:

El suplemento por descanso es aquel que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución del mismo, de manera que pueda atender sus necesidades personales y reponerse del cansancio físico y/o mental, que reducen su capacidad de trabajo.

Los suplementos por descanso incluyen dos componentes: los suplementos fijos y los variables.

Los suplementos fijos se dividen en suplementos por necesidades personales, que se aplican a los casos inevitables de abandono del puesto de trabajo, como por ejemplo para ir a beber algo o ir al sanitario, y suplementos por fatiga básica, que se aplican para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y aliviar la monotonía.

Los suplementos variables se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicadas, en cuanto a los niveles de ruido e iluminación, la postura, fuerza muscular requerida, el calor, la humedad, entre otros.

Suplementos por contingencias:

Consiste en un pequeño margen de tiempo que se incluye para prever demoras que aparecen sin una frecuencia determinada, como ser interrupciones del supervisor o irregularidades en el suministro del material.

Suplementos por razones políticas de la empresa:

Generalmente se emplean para ajustar los tiempos a las exigencias de los convenios de salarios entre empleadores y sindicatos, y para que, en circunstancias excepcionales, a un nivel definido de desempeño corresponda un nivel satisfactorio de ganancias.

Suplementos especiales:

Pueden concederse suplementos especiales para actividades que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo, pero sin las cuales éste no se podría efectuar debidamente. Por ejemplo: suplemento por comienzo de turno, por cierre de turno, por limpieza de la estación de trabajo, lubricación de máquinas, formación, etc.

Balanceo de las líneas de montaje:

El trabajo de equilibrar o balancear una línea surge cuando varios operarios, cada uno realizando operaciones consecutivas, trabajan como una unidad. En tal caso, la tasa de producción depende de la estación de trabajo más lenta.

El objetivo del balanceo es la repartición de los elementos de trabajo en una serie de estaciones integradas a la línea, de manera que a cada una de ellas se le asigne fracciones similares. Lograr estaciones con cargas de trabajo balanceadas de manera uniforme permitirá reducir los tiempos muertos y, por lo tanto, los costos de producción.

En la práctica, raramente se alcanza con exactitud la igualdad de tiempos de cada estación, debido a las irregularidades en la duración de los elementos de trabajo y la inflexibilidad de los requisitos de precedencia, pero la cuantía de los tiempos muertos logrados suele ser muy reducida.

Conceptos de balanceo de líneas de montaje:

A continuación se presentan los conceptos de: contenido de trabajo, tiempo de ciclo, producción horaria, tiempo de recorrido de la línea, eficiencia y capacidad disponible. Para ello, se recurre a los siguientes autores: Niebel y Freivalds (2004), Nahmias (2007), Krajewski et. al. (2008), y por último, Antón y Giovannini (2002).

Contenido de trabajo (CT): corresponde con el tiempo mínimo teórico de mano de obra necesario para obtener una unidad de producto.

Siendo t_i el tiempo de cada una de las i tareas necesarias para la ejecución de una unidad, se define el contenido de trabajo a la suma del tiempo de todas las tareas i :

$$CT = \sum t_i$$

Tiempo de ciclo (C): es el tiempo transcurrido entre la salida de unidades sucesivas al final de la línea, o el tiempo de permanencia del producto en cada puesto o estación de trabajo.

Producción horaria (Ph): cantidad de unidades producidas por hora.

$$Ph = 60 / C$$

Tiempo de recorrido de la línea:

Siendo N el número de estaciones, en condiciones ideales:

$$CT = N \times C = \sum t_i$$

En condiciones reales, los tiempos de las tareas asignadas a una estación de trabajo por lo general no suman el valor exacto C.

Por lo tanto, siendo TM_i el tiempo muerto de la estación de trabajo i:

$$\text{Tiempo de recorrido de la línea} = CT + \sum TM_i = \sum t_i + \sum TM_i = N \times C$$

Eficiencia de la línea: indica el porcentaje de utilización de la mano de obra directa, permitiendo comparar diferentes alternativas de proyectos o de mejoras de una línea.

$$\text{Eficiencia de la línea} = 100 \times CT / (N \times C)$$

Capacidad disponible: es la cantidad de un producto que puede ser obtenido por una determinada unidad productiva, durante un cierto período de tiempo y en circunstancias normales de producción.

La misma debe adecuarse a la capacidad necesaria o carga, en función de la demanda que la empresa desea satisfacer.

Distribución de las líneas de montaje:

“La distribución de una línea de montaje es el arreglo físico de las máquinas empleadas en la producción, estaciones de trabajo, personal, materiales y recursos, y equipos de manejo de materiales” (Meyers, Fred y Stephens, Matthew, 2006).

Los modelos de distribución se definen por el patrón del flujo de trabajo y se distinguen tres tipos: distribución por procesos, distribución por productos y distribución por posición fija.

El modelo de distribución que emplean las líneas de montaje se llama por producto, porque agrupan máquinas y procesos destinados a fabricar el mismo producto, o una familia de ellos, que se crea a medida que avanza siguiendo una secuencia de operaciones lineales.

Se tratan de líneas muy eficientes que requieren de mano de obra altamente especializada y poco cualificada, capaz de realizar tareas rutinarias y repetitivas, y numeroso personal auxiliar para la supervisión, control y mantenimiento.

Ventajas:

- Manejo de material reducido, sistematizado y a menudo, automatizado.
- Alta rotación de inventario.
- Especialización de la mano de obra y medios de trabajo.
- Elevada productividad.
- Utilización eficiente del espacio.
- Escasa existencia de trabajo en curso.
- Mínimos tiempos de fabricación.
- Bajos costos unitarios por mano de obra y materiales.

Inconvenientes:

- Escasa flexibilidad del proceso.
- Aburrimiento de la mano de obra por monotonía del trabajo.
- Elevada necesidad de capital para inversiones en procesos y equipos especializados.
- Riesgo de obsolescencia del producto.

Atributos deseables en la distribución de línea:

- *Integración:* que tenga en cuenta todos los factores que incidan en la decisión final.
- *Aprovechamiento:* de máquinas, equipos y manos de obra.
- *Flexibilidad:* fácil relocalización de máquinas y medios de trabajo.
- *Versatilidad:* sencilla adaptación a cambios del producto, modificaciones de volúmenes y cambios por mejoras.
- *Normalización:* empleo de soluciones uniformes para demandas similares, por ejemplo, pasillos y espacios de circulación de igual dimensiones.
- *Cercanía:* reducción del recorrido del personal, materiales, productos, etc.
- *Prolijidad:* disposición de los elementos necesarios correctamente señalizados y dentro del área de trabajo.
- *Seguridad y conveniencia:* comodidad y reducción de los riesgos de las operaciones, por ejemplo empleando colores de manera de reducir la fatiga visual.

Concepto de muda

“El Just in Time (JIT) es considerado como una filosofía que pretende que los clientes sean servidos justo en el momento preciso, exactamente en la cantidad requerida, con productos de máxima calidad, y mediante un proceso de producción que utilice el mínimo inventario posible y que se encuentre libre de cualquier tipo de despilfarro o costo innecesario. De esta forma se contribuye a aumentar la productividad global de la empresa y mejorar el rendimiento sobre la inversión efectuada (ROI)” (Dominguez Machuca, 1995).

El JIT acomete todo proceso de fabricación con dos estrategias básicas:

- Eliminar toda actividad innecesaria o fuente de despilfarro.
- Fabricar lo que se necesite, en el momento en que se necesite y con la máxima calidad posible.

Remitiéndonos a la primera estrategia mencionada, el JIT busca eliminar todo desperdicio o muda, es decir cualquier actividad, proceso u operación que no agregue valor al producto o servicio desde la óptica del cliente. Para esto intenta desarrollar el proceso de producción utilizando un mínimo de personal, materiales, espacio y tiempo.

En la búsqueda de mejorar la productividad, se deberá definir el valor desde el punto de vista del cliente, identificar todas aquellas actividades que no agreguen valor y trabajar para eliminarlas o reducirlas a su mínima expresión.

El Sistema de Producción Toyota (TPS o Toyota Production System) identifica los ocho mayores tipos de despilfarros o desperdicios. Los mismos se encuentran detallados en el libro: *Dirección de operaciones* (Domínguez Machuca, 1995), y se presentan a continuación de acuerdo a su orden de importancia:

- **Exceso de producción:**

Consiste en la fabricación de piezas por encima de la demanda real, se tratan de unidades en las que hemos consumido recursos pero no tenemos certeza de que serán vendidas, y generan costos de almacenamiento y transporte debido al exceso de stock.

La sobreproducción es considerada la fuente de despilfarro más importante, ya que origina a la mayoría de los demás desperdicios, en especial al exceso de inventario que surge como una política de confort o seguridad.

- **Tiempos de espera:**

Esperas de suministros, herramientas, de la finalización de tiempos de máquina, esperas por retrasos en la producción o averías de equipos, tiempos muertos en las operaciones debido a líneas desbalanceadas, entre otros, no generan ningún valor añadido en el producto final.

- **Transporte innecesario:**

Hace referencia al empleo de medios de transporte ineficientes y desplazamientos de materias primas, partes, productos en proceso o terminados, hacia o desde los almacenes o en los mismos centros de trabajo, consumiendo espacios y recursos.

- **Sobreproceso o proceso incorrecto:**

Incluye aquellas tareas u operaciones innecesarias que podrían eliminarse sin perjuicio del valor del producto final, procesos ineficientes debido al empleo de tecnologías, herramientas o diseños de productos pobres, o como consecuencia de proveer al producto de características de calidad superiores a las necesarias.

- **Exceso de inventario:**

El exceso de inventario es en gran medida el resultado de la sobreproducción, implica pérdidas de oportunidad y genera costos del personal empleado en las labores de operación y administración, e inversiones en espacios, equipos e instalaciones adicionales necesarias para su manutención.

El exceso de inventario puede provocar deterioro en la calidad de los materiales, obsolescencia, y esconde problemas de incertidumbre en las entregas a proveedores, paradas de máquina, defectos de calidad, rupturas de stock, cuellos de botella en recursos claves, entre otros. Como consecuencia, conduce a comportamientos indeseados, ya que reduce la motivación hacia la mejora continua, evitando que podamos buscar su solución definitiva.

- **Movimientos innecesarios:**

Los desplazamientos y los movimientos inútiles de los trabajadores en el puesto no crean ningún valor añadido. Reducir los movimientos innecesarios, por ejemplo para buscar y alcanzar herramientas o materiales, aumenta la productividad del operario, ya que disminuye la dificultad del trabajo y le permite concentrarse en tareas productivas.

- **Producción defectuosa:**

Los productos defectuosos generan costos de reproceso y rectificación, costos por interrupción de la producción, por errores administrativos que se deberán corregir, por asistencia posventa, pérdidas de recursos en aquellos productos que deberán descartarse, por devoluciones a proveedores, stock de seguridad, pérdidas de rendimiento, pérdidas de imagen, por necesidad de inspección, entre otros.

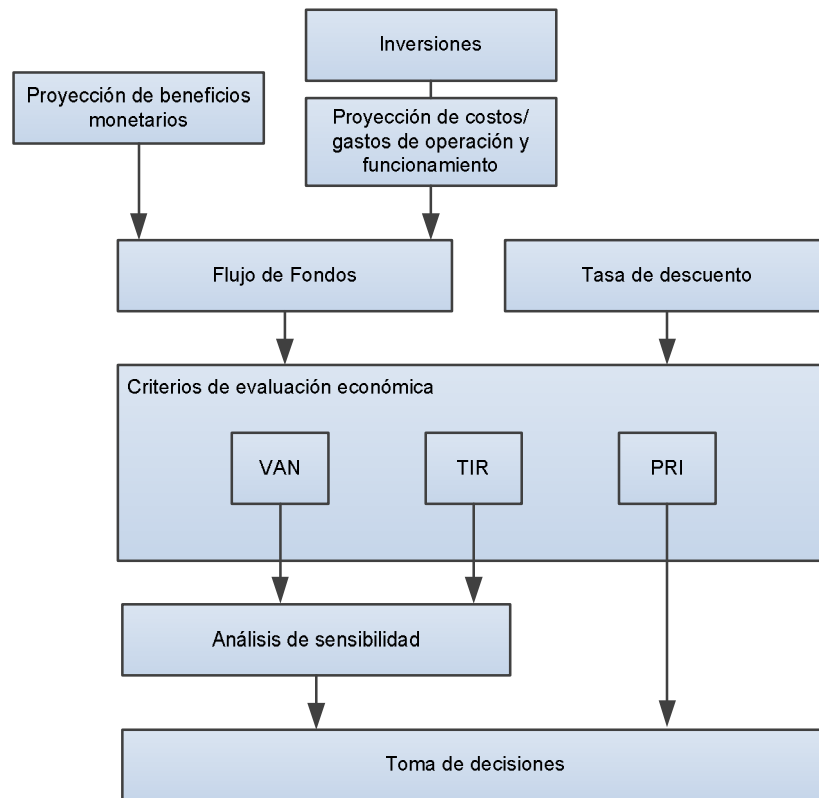
- **No tener en cuenta la creatividad de los empleados:**

Son los trabajadores quienes mejor conocen las distintas operaciones de producción, por lo que es necesario otorgarles participación y protagonismo en cualquier proceso de mejora, aprovechar sus ideas, propuestas, oportunidades de aprendizaje y sugerencias, en beneficio de la empresa y del propio trabajador. La mayor participación del personal resultará en una mayor motivación al sentirse parte fundamental de la empresa.

Evaluación económica de proyectos

De acuerdo al libro: *Preparación y Evaluación de Proyectos*, de Sapag Chain Nassir y Sapag Chain Reinaldo (2008), la evaluación económica tiene por objetivo verificar si los ingresos asociados a una decisión de inversión, por generación operativa propia o por las diferentes fuentes de financiamiento, cubren los egresos tanto de inversión como los costos y gastos operativos proyectados a lo largo del horizonte de evaluación.

La evaluación económica se realiza con dos finalidades: tomar la decisión de aceptar o rechazar un proyecto específico, o decidir el ordenamiento de varios proyectos en función de su rentabilidad, cuando estos sean mutuamente excluyentes.



Flujo de fondos operativo:

Antes de evaluar económicamente un proyecto se requiere de la elaboración de un cuadro de flujo de fondos a lo largo de los períodos u horizonte de evaluación. En el mismo se ordena la información relativa a las inversiones requeridas, la proyección de los ingresos esperados y los costos/gastos de operación y funcionamiento.

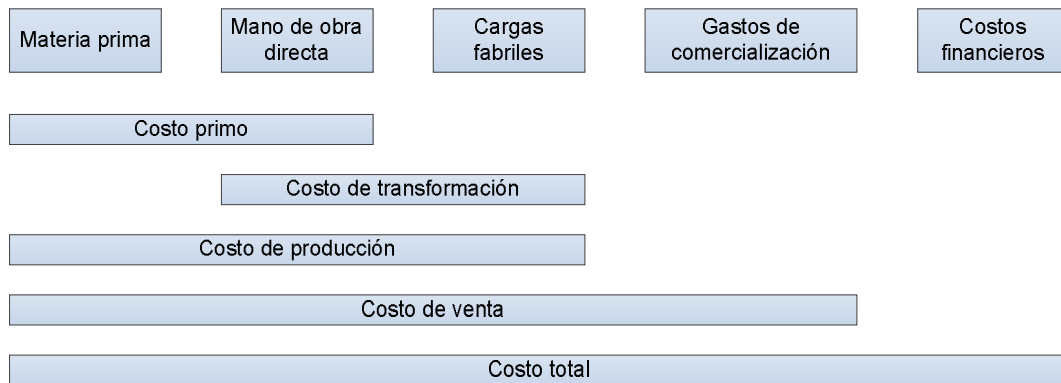
Se definen a continuación brevemente los diferentes rubros encontrados en el flujo de fondos.

Inversiones: se entiende por inversión a la erogación de recursos financieros para alcanzar y materializar el objetivo de un proyecto. Las inversiones se pueden agrupar en tres tipos:

- *Inversiones en activos fijos:* son aquellas que se realizan para disponer de los bienes tangibles que se utilizarán en el proceso de transformación de los insumos, o que servirán de apoyo a la operación normal del proyecto. Son activos fijos, entre otros: el terreno, las obras físicas, las instalaciones de servicios (agua potable, red eléctrica, comunicaciones, energía), los equipamientos (máquinas, herramientas, muebles), entre otros.
- *Inversiones en activos intangibles:* son aquellas inversiones en servicios, derechos, licencias, patentes, regalías, capacitación, etc. necesarias para la puesta en marcha del proyecto.
- *Inversiones en capital de trabajo:* constituyen el conjunto de recursos necesarios, en la forma de activos corrientes, para la compra de las materias primas e insumos de producción que serán empleados en la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo.

Gastos y costos de operación y funcionamiento: son gastos recurrentes ocasionados por el empleo de recursos en cada periodo de operación del proyecto.

Para su análisis, tendremos en cuenta la composición del costo total del producto propuesta por el Ing. Antón y el Ing. Giovannini (2007), en su libro *Costos Industriales*:



- *Materia prima:* es el material que se consume en cantidades definidas por unidad de producto, e incluye aquel que queda incorporado en el mismo más los desperdicios técnicos provocados por el proceso.
- *Mano de obra directa:* es el trabajo humano aplicado directamente sobre el producto, utilizado en la transformación o en el ensamble de las materias primas y componentes, y cuya aplicación puede ser medida con suficiente precisión.
- *Costo primo:* es la suma de la mano de obra directa y la materia prima, y representa la parte fundamental e ineludible del costo.
- *Cargas fabriles:* están constituidas por todos los demás gastos que son necesarios efectuar para llegar al producto final, como ser: los sueldos de la mano de obra indirecta (personal de mantenimiento, limpieza, guardias de seguridad, jefes de producción), compra de materiales indirectos (repuestos, lubricantes, adhesivos), gastos de energía eléctrica, mantenimiento, calidad, logística, entre otros.

- *Costo de transformación:* es la suma de la mano de obra directa y las cargas fabriles.
- *Costo de producción:* valor, expresado en términos monetarios, del conjunto de materiales, mano de obra y gastos de servicios que se utilizan para la obtención del producto terminado.
- *Gastos de comercialización:* son aquellos costos en los que hemos incurrido para hacer efectiva la venta, por ejemplo, gastos de cobranzas, publicidad, embalajes, transporte, almacenamiento, estructura de ventas.
- *Costo de venta:* es la suma del costo de producción y de los gastos de comercialización.
- *Costos financieros:* son aquellos vinculados al uso de capitales y al empleo de diversas fuentes de financiamiento.
- *Costo total:* es la suma del costo de venta y de los costos financieros.

Valor residual o de salvamento de los activos invertidos en el proyecto:

Es el valor monetario que se le adjudica a un activo al cabo de su vida útil o luego de algunos años de funcionamiento. Al término del periodo de evaluación deberá estimarse el valor que podría tener el activo en ese momento, que puede establecerse como su valor de mercado (método comercial), o su valor de libro (método contable).

Depreciación y amortización:

A los efectos contables, los activos fijos están sujetos a depreciación, es decir a la pérdida de valor económico debido a su uso, al paso del tiempo u obsolescencia. De la misma forma, la pérdida de valor contable de los activos intangibles se denomina amortización.

La autoridad fiscal permite que se los consideren como egresos deducibles del impuesto a las utilidades, provocando en consecuencia, la reducción de la base imponible y generando un ahorro impositivo. La depreciación, como la amortización, son egresos no erogables ya que no constituyen una salida real de fondos.

El cálculo del valor de la depreciación se puede realizar siguiendo diferentes criterios contables, siendo el más empleado el de la depreciación lineal:

$$d_t = (V_0 - V_f) / N$$

Siendo:

d_t : valor monetario de la depreciación de un activo en el periodo t.

V_0 : valor inicial o de adquisición del activo.

V_f : valor del activo al final de su vida útil.

N: vida útil del activo en años, fijada por la autoridad fiscal de acuerdo a una categorización de los activos.

Tasa atractiva de rentabilidad (TAR) o tasa de descuento (r):

Representa la rentabilidad que el inversionista exigirá a su inversión por haber renunciado a un uso alternativo de ese mismo recurso.

La TAR debe contemplar los costos de los recursos financieros que se destinan para la ejecución del proyecto, que provienen fundamentalmente de dos fuentes: capital propio y de terceros, cada una de las cuales tiene asociado un costo particular. En una empresa constituida, los recursos propios pueden provenir de la operación de la empresa, de la retención de utilidades u originarse de nuevos aportes de los socios.

La estimación del costo del capital propio se obtiene a partir del costo de oportunidad, que es un componente explícito debido a la rentabilidad que se deja de obtener por no haber invertido en un proyecto alternativo de similar riesgo, y abarca tanto las tasas de rendimiento esperadas en otras inversiones como la oportunidad del consumo presente.

A este costo ha de adicionarse una prima por riesgo, que expresa la ganancia adicional que para el inversionista recompensaría el hecho de asumir el reto de llevar adelante el proyecto. La misma refleja la apreciación y cuantificación del riesgo asociado a la inversión, que depende fundamentalmente del sector económico en que se desarrolla (industrial, comunicaciones, construcción, infraestructura, turismo, etc.) y de la capacidad de gestión de la entidad. A su vez conlleva un componente subjetivo por parte de quienes tienen que tomar la decisión de ejecutar el proyecto, de acuerdo con su nivel de aversión al riesgo.

Cuando la única fuente de financiamiento proviene de los recursos propios, o bien, en un proyecto financiado, estamos interesados en la rentabilidad de la inversión, la TAR se calcula como:

$$TAR = r = Kp = CO + PR$$

Siendo:

Kp: costo del capital propio.

CO: costo de oportunidad.

PR: prima por riesgo.

Criterios de evaluación económica:

Son las diferentes técnicas que permiten medir la rentabilidad de un proyecto y definir la conveniencia o no de llevarlo a cabo.

Valor actual neto (VAN):

La técnica del valor actual neto mide la ganancia de un proyecto en valores monetarios sobre una alternativa de inversión que promete una rentabilidad igual a la TAR.

El VAN se calcula como la diferencia entre la inversión inicial y la suma de los valores actuales de los flujos de fondos netos del proyecto.

$$VAN = (\sum FFN_t / (1+r)^t) - I_o$$

Siendo:

FFN_t: flujo de fondos neto del período t.

r: tasa de descuento.

I_o: inversión inicial.

En la medida en que el VAN sea mayor que cero el proyecto será económicamente conveniente frente a una rentabilidad igual a la TAR. Si el VAN es igual a cero no significa que la utilidad del proyecto sea nula, sino que proporciona exactamente lo que el inversionista pretendía ganar. Por lo tanto, si se acepta un proyecto con VAN igual a cero se estarán recuperando todos los desembolsos más la ganancia exigida por el inversionista implícita en la tasa de descuento empleada. Si el VAN resulta negativo estaría indicando cuánto es lo que falta para obtener la rentabilidad esperada.

Tasa interna de rentabilidad (TIR):

El criterio de la tasa interna de rentabilidad evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. La TIR busca determinar hasta qué valor puede el inversionista aumentar la tasa de descuento exigida.

Si el VAN=0:

$$VAN = (\sum FFN_t / (1+r)^t) - I_o$$

$$(\sum FFN_t / (1+TIR)^t) - I_o = 0$$

La TIR se debe comparar con la tasa de descuento de la empresa, si es igual o mayor que ésta el proyecto debe aceptarse y, si es menor, debe rechazarse.

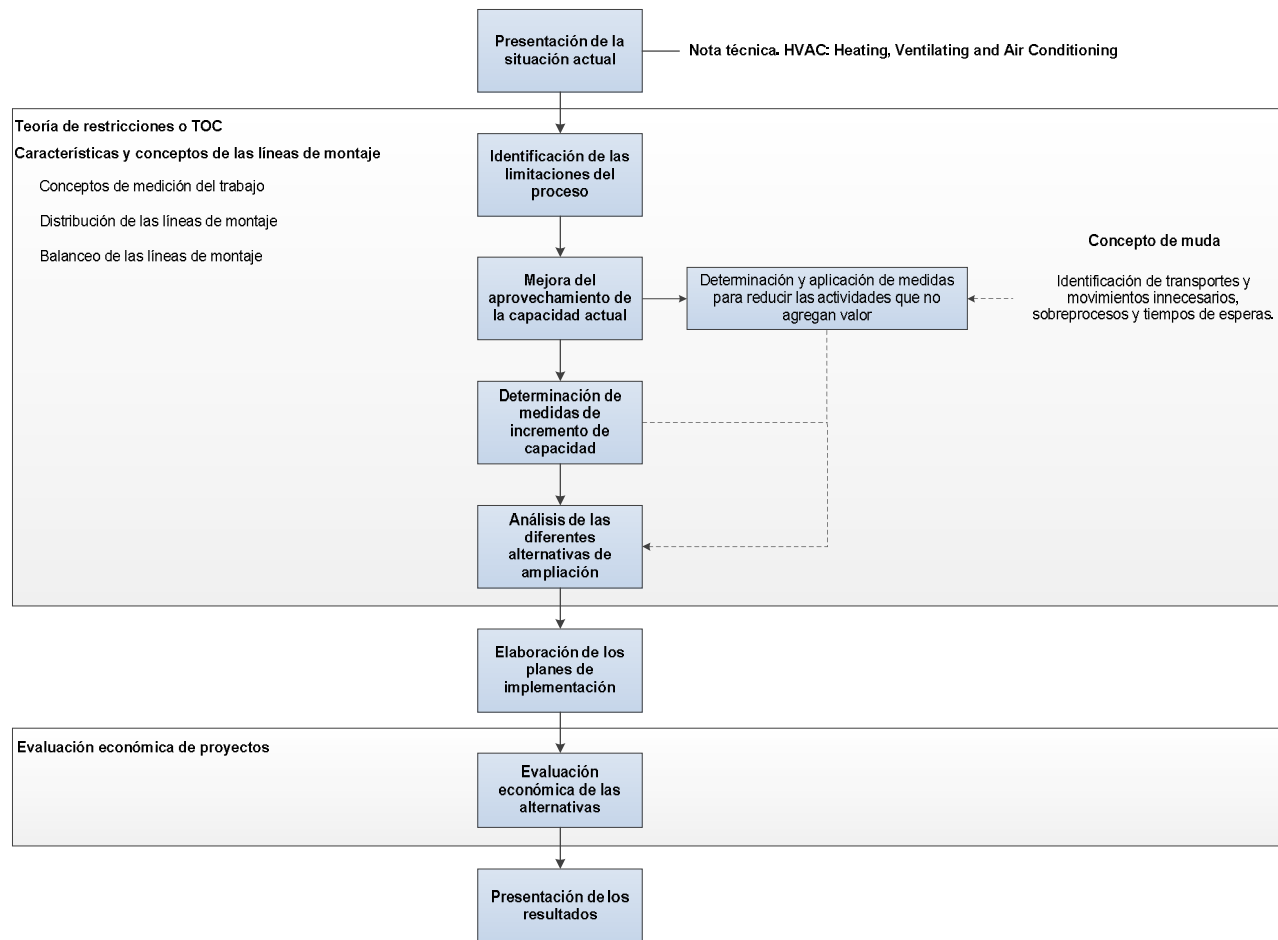
Período de recuperación de la inversión (PRI):

Es el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial, resultado que se compara con el número de periodos aceptables por la empresa. Se trata de una técnica de uso complementario, que puede resultar relevante al comparar proyectos que tengan un valor de VAN similar.

El cálculo del PRI se puede realizar de dos formas, acumulando los flujos de fondos netos de cada período hasta igualar la inversión inicial, o bien, acumulando los valores actuales de cada uno de ellos.

El segundo método es más adecuado ya que considera el valor tiempo del dinero.

Esquema de aplicación del marco teórico



CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Modelos de HVAC y mix de producción

Modelos de HVAC:

Las camionetas Hilux se dividen en diferentes modelos de acuerdo al tipo de motor que emplean:

Modelos de las versiones diésel:

- **1KD-FTV:** motor 3.0 turbodiésel de 171 CV, cuatro cilindros en línea con turbocompresor de geometría variable e intercooler.
- **2KD-FTV:** motor 2.5 turbodiésel de 120 CV, cuatro cilindros en línea con turbocompresor e intercooler.
- **KD TIER 1.5:** cumple con la normativa de emisión de gases Euro V, en donde el motor 1KD recibe un nuevo filtro de partículas y el 2KD incrementa su potencia de 120 a 144 CV.

Modelos de las versiones nafteras:

- **2TR-FE:** motor 2.7 naftero de 160 CV, cuatro cilindros en línea.
- **2TR-FFV:** versión flex del modelo 2TR-FE.

A los fines de gestionar las piezas vendidas a Toyota, DNAR clasifica los HVAC en cuatro modelos diferentes, de acuerdo a su motorización y a la norma europea sobre emisiones de gases de combustión que tienen que respetar (Euro III, Euro IV o Euro V):

- HVAC STD manual.
- HVAC SUV manual.
- HVAC STD automático.
- HVAC PTC automático.

Mix de producción:

Modelo de HVAC	1KD EURO III	1KD EURO IV	2KD EURO III	2KD EURO IV	2 TR NAFTA	2 TR FFV NAFTA	KD TIER 1.5	Mix de producción
STD Manual	0,0%	5,0%	2,7%	12,6%	0,6%	2,7%	9,5%	33,1%
SUV Manual	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,3%	1,9%	0,0%	4,2%
STD Automático	3,1%	11,1%	0,0%	0,0%	0,4%	2,5%	44,0%	61,1%
PTC Automático	0,7%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,6%
Mix motorización	3,8%	17,0%	2,7%	12,6%	3,3%	7,1%	53,5%	100%

De acuerdo al cuadro anterior, DNAR comercializa dos modelos de HVAC manuales:

- HVAC STD o estándar.
- HVAC SUV.

El HVAC SUV se emplea en los modelos de vehículos que combinan elementos de automóviles todoterreno y de automóviles de turismo, por ejemplo la Hilux SW4. SUV corresponde a las siglas de Sport Utility Vehicle en inglés.

Por otro lado, los modelos de HVAC automáticos montados en la línea son:

- HVAC STD o estándar.
- HVAC PTC.

En este caso, se diferencian por incluir o no un PTC o termistor de coeficiente positivo, que consiste en una resistencia que regula la temperatura del habitáculo al momento de prenderse el vehículo, de manera que no se deba esperar a que el agua de enfriamiento del motor alcance una temperatura adecuada para empezar a calefaccionar el ambiente.

Los modelos manuales son iguales desde el punto de vista del proceso, y difieren únicamente en las características de determinados componentes.

El proceso de montaje de los modelos automáticos presenta algunas diferencias en sus operaciones. No obstante, el modelo con PTC representa únicamente el 1,6% del mix, y posiblemente no se fabrique más en DNAR en los próximos años. Es por esto que, a los fines del estudio de la problemática planteada, el proceso que se analiza corresponde al del HVAC estándar.

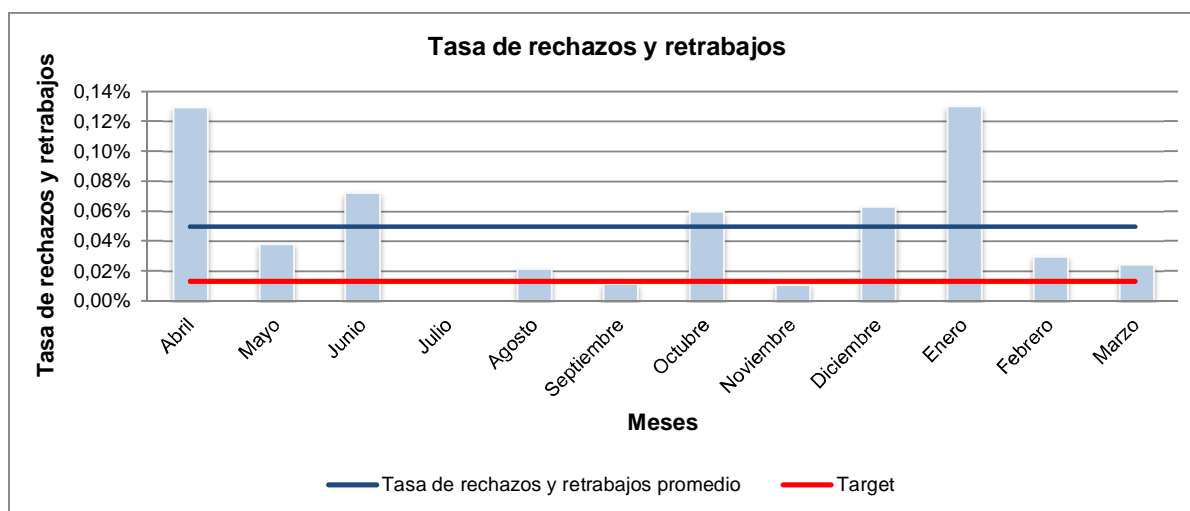
Finalmente, el mix de producción que se considera en el análisis se obtiene agrupando los modelos manuales y automáticos:

Modelo de HVAC	1KD EURO III	1KD EURO IV	2KD EURO III	2KD EURO IV	2 TR NAFTA	2 TR FFV NAFTA	KD TIER 1.5	Mix de producción
HVAC Automático	3,8%	12,0%	0,0%	0,0%	0,4%	2,5%	44,0%	62,7%
HVAC Manual	0,0%	5,0%	2,7%	12,6%	2,9%	4,6%	9,5%	37,3%
Mix motorización	3,8%	17,0%	2,7%	12,6%	3,3%	7,1%	53,5%	100%

Tasa de rechazos internos, externos y retrabajos

Rechazos y retrabajos del año fiscal 2012 (de Abril 2012 a Marzo 2013)

Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio
Producción mensual	6176	7806	8268	7472	9190	8676	9998	9075	7929	4601	6675	8174	7837
Rechazos internos, externos y retrabajos	8	3	6	0	2	1	6	1	5	6	2	2	4
Tasa de rechazos internos, externos y retrabajos	0,13%	0,04%	0,07%	0,00%	0,02%	0,01%	0,06%	0,01%	0,06%	0,13%	0,03%	0,02%	0,05%
Target	0,013%	0,013%	0,013%	0,013%	0,013%	0,013%	0,013%	0,013%	0,013%	0,013%	0,013%	0,013%	0,013%



Volumen de producción actual

Producción mensual del año fiscal 2012 (de Abril 2012 a Marzo 2013)

Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total	%
Días productivos al mes	18	21	20	21	22	20	22	21	19	12	17	20	233	
HVAC automático	3971	5202	5409	4734	5616	5435	6244	5354	5036	2610	4315	5250	59176	62,93%
HVAC manual	2205	2604	2859	2738	3574	3241	3754	3721	2893	1991	2360	2924	34864	37,07%
Producción mensual / anual	6176	7806	8268	7472	9190	8676	9998	9075	7929	4601	6675	8174	94040	
Producción diaria promedio	343	372	413	356	418	434	454	432	417	383	393	409	404	

Se calcula a continuación el grado en que se cumplieron los objetivos anuales de producción:

$$Eficacia\ de\ la\ línea = producción\ útil / producción\ objetivo \times 100$$

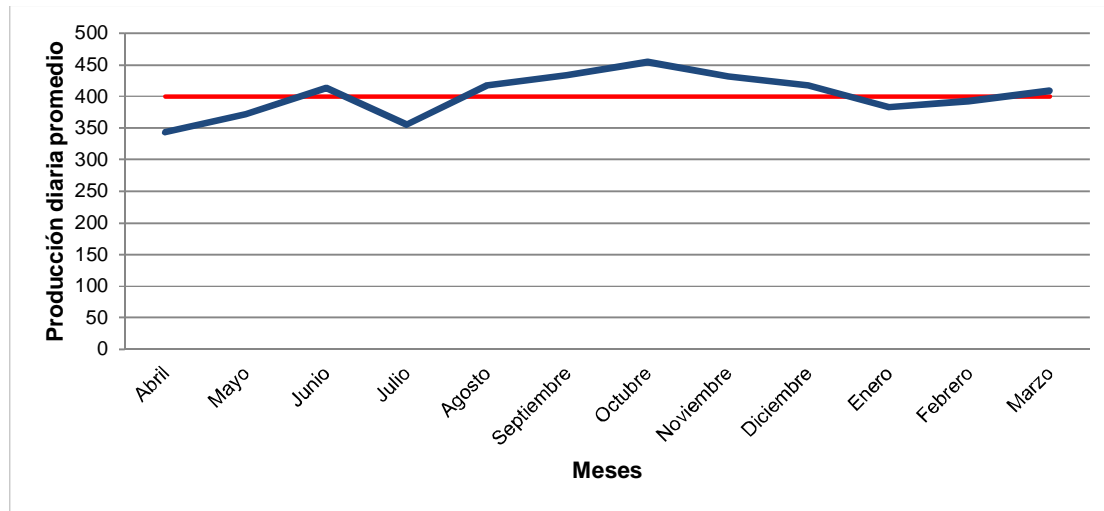
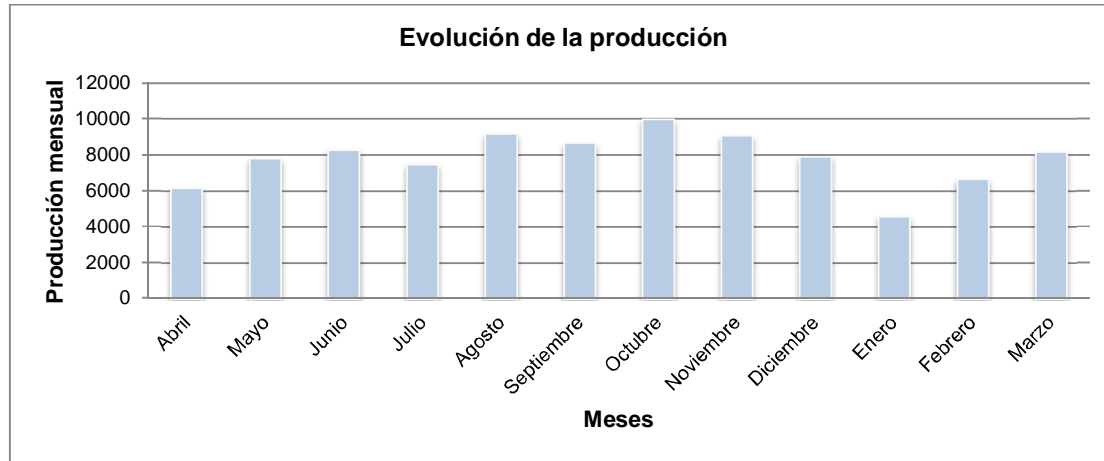
Producción útil = producción anual x (100% – tasa de rechazos y retrabajos promedio).

Producción útil = 94040 unidades/año x (100% – 0.05%) = 93993 unidades/año.

La demanda anual durante el año fiscal 2012 fue superior a las 92000 unidades informadas inicialmente, debido al intento de Toyota de alcanzar record de ventas durante este año. Es por esto que el requerimiento diario fue de 400 unidades, exigiendo emplear la totalidad de la capacidad disponible de la línea y adoptar medidas transitorias de incremento de capacidad en aquellos casos que se haya visto momentáneamente reducida, mediante por ejemplo el empleo de horas extras.

Producción objetivo = 400 unidades/día x 233 días/año = 93200 unidades/año.

Eficacia de la línea = 93993 unidades/año / 93200 unidades/año x 100 = **100,85%**.

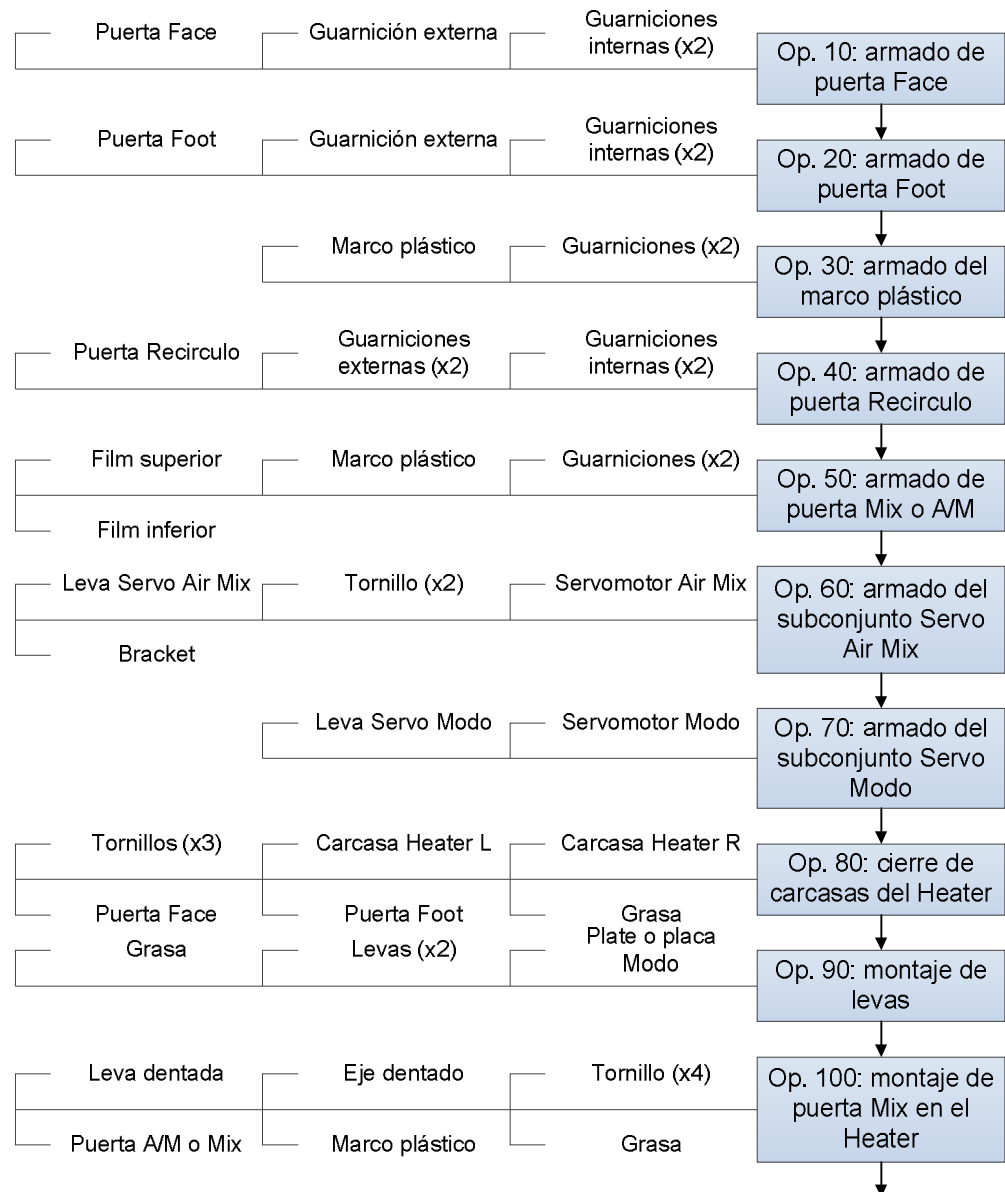


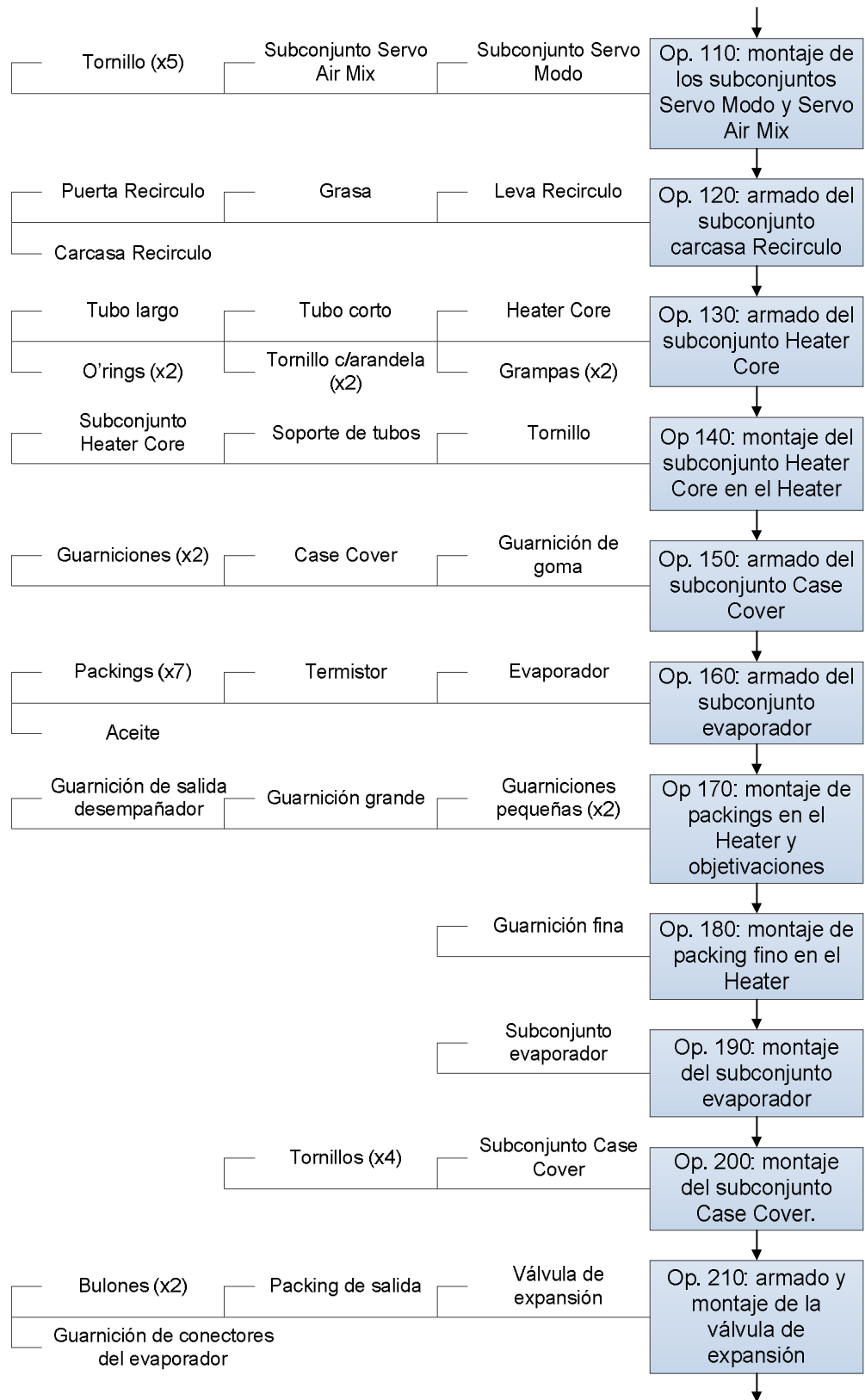
Proceso de montaje

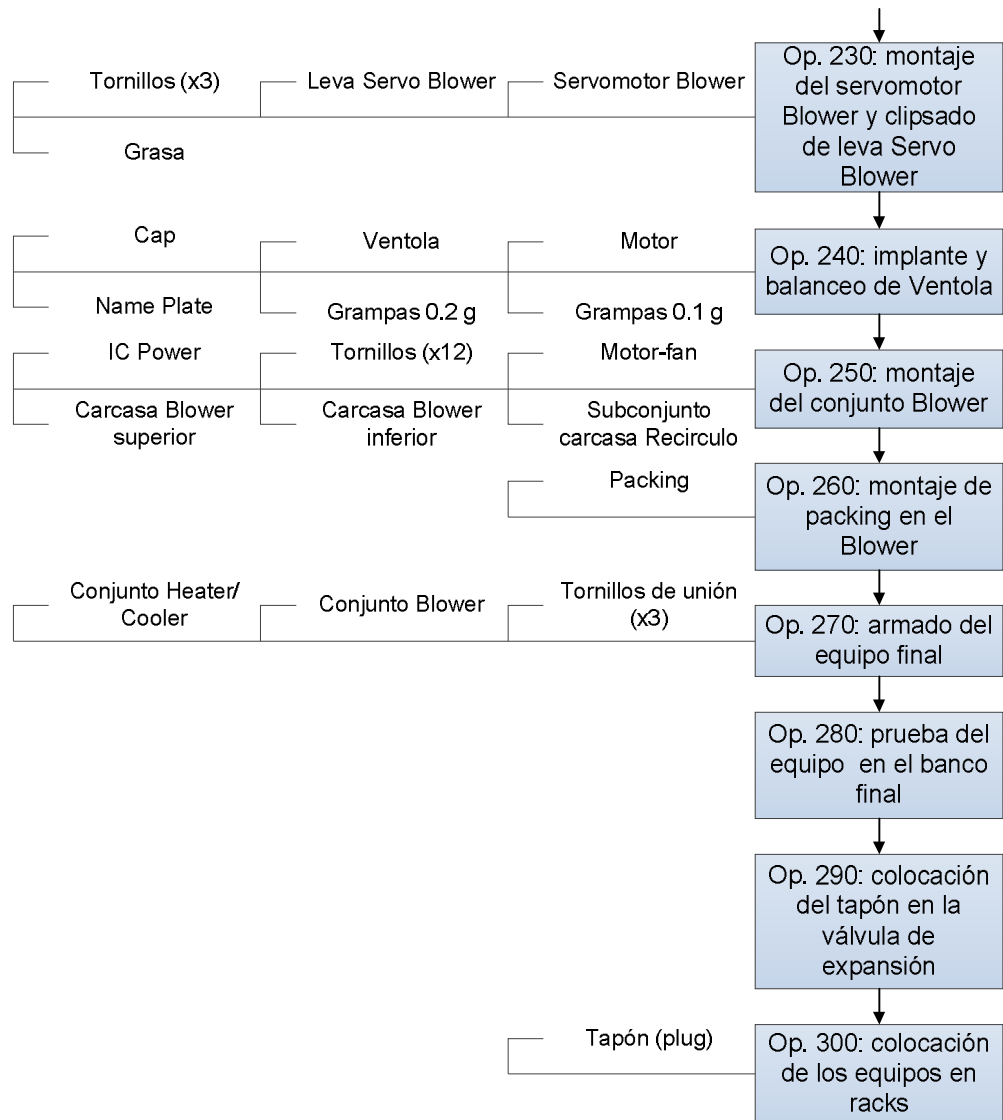
Descripción del proceso:

Con la finalidad de facilitar la lectura del trabajo, el detalle de las operaciones de la línea de montaje se presenta en el anexo 1.

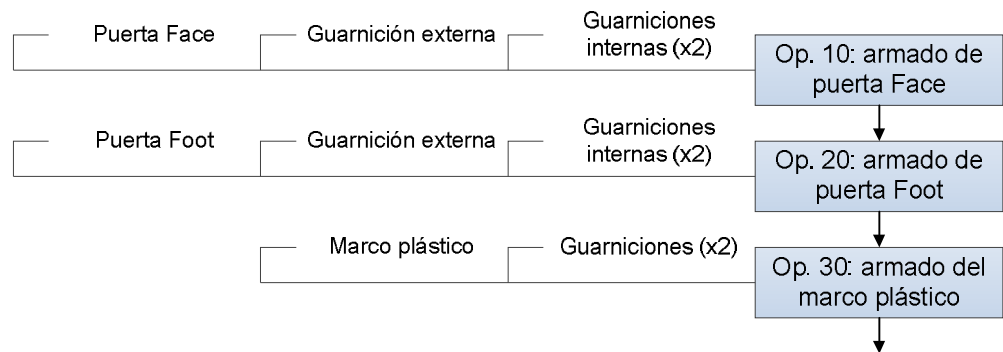
Flujograma del proceso: HVAC automático

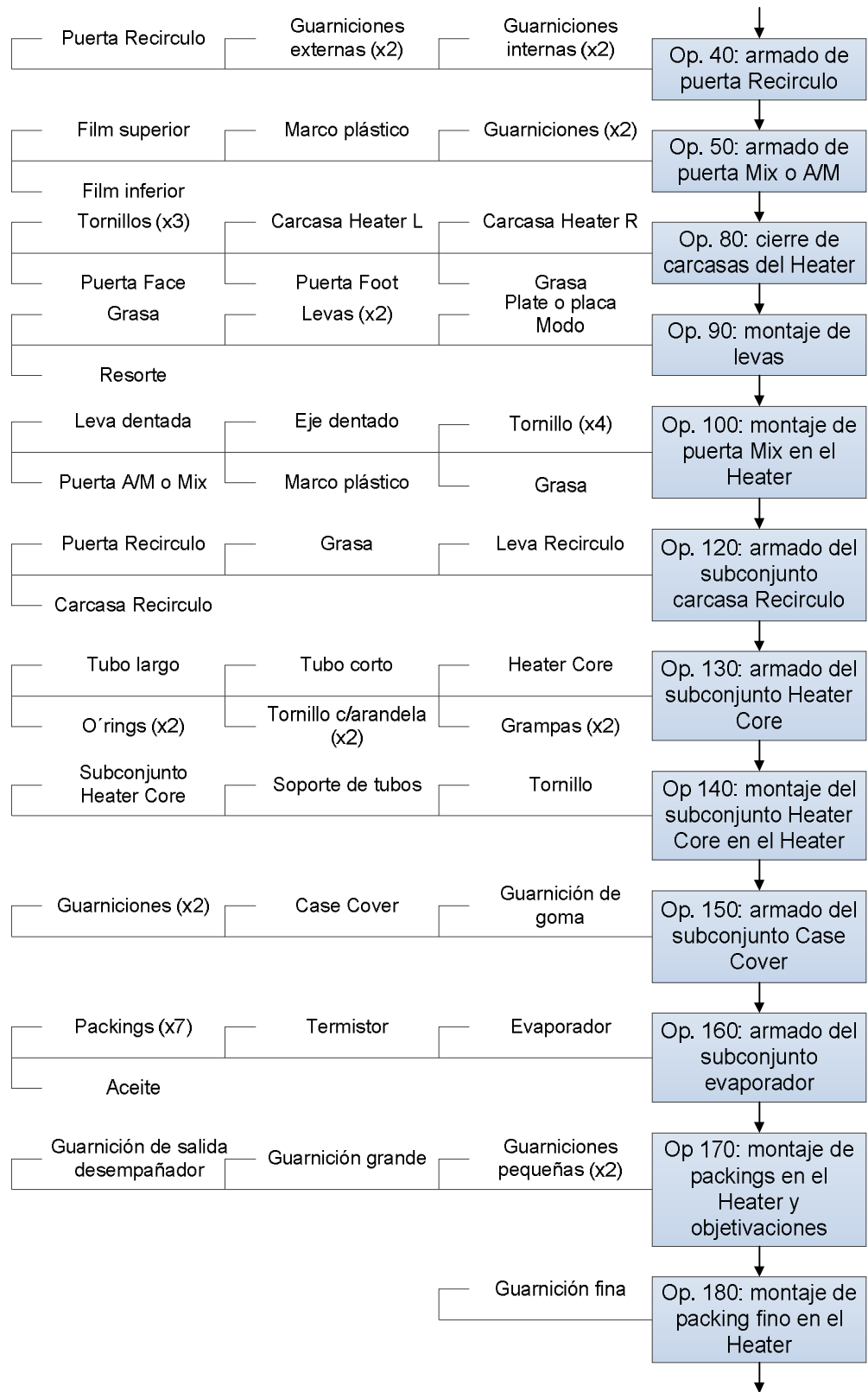


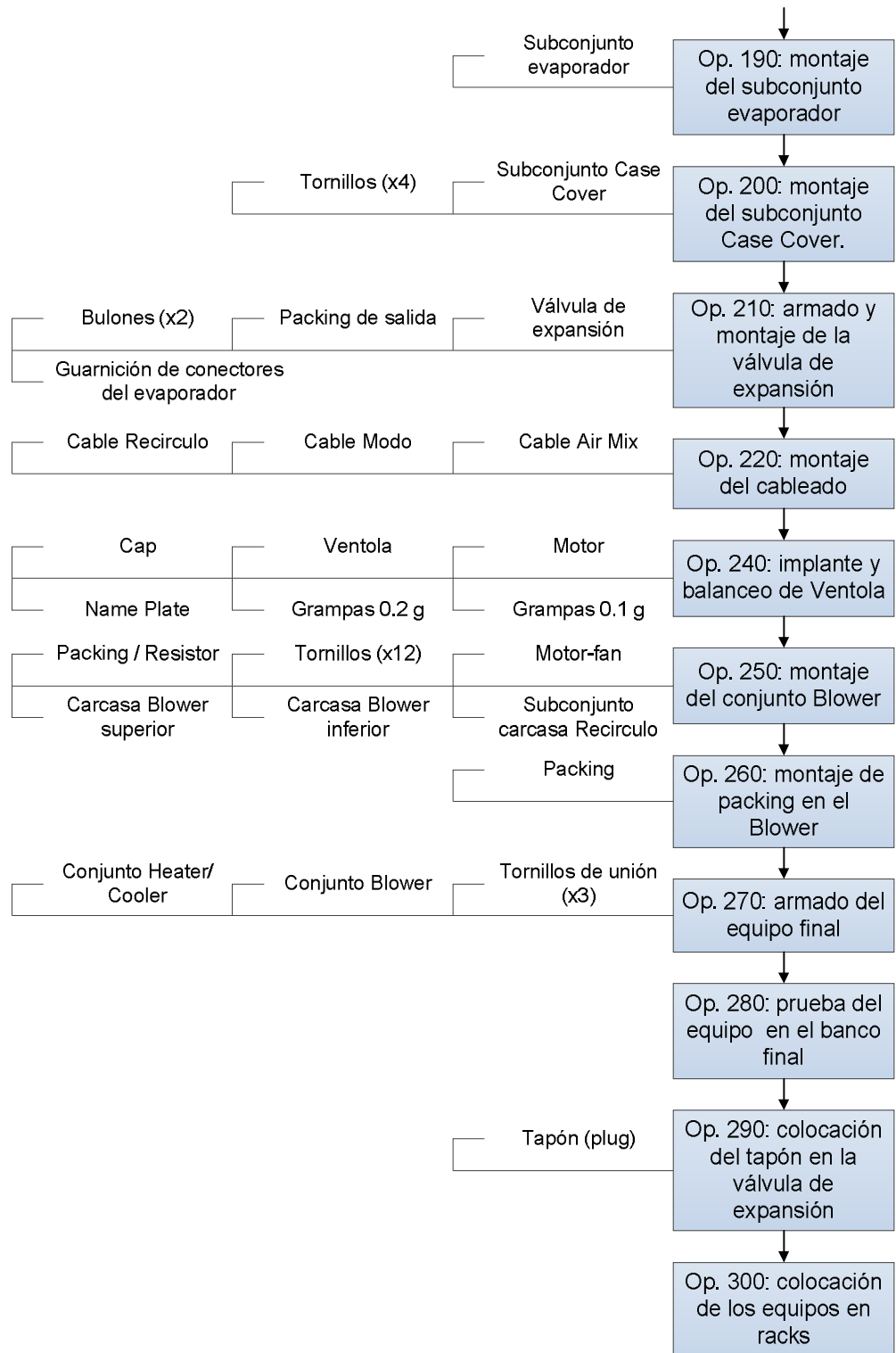




Flujograma del proceso: HVAC manual







Diferencias entre los modelos automático y manual:

Los modelos automático y manual, desde el punto de vista del proceso, difieren en algunas operaciones y componentes. En el siguiente cuadro resumen, se muestran todas aquellas operaciones que únicamente se llevan a cabo en uno u otro modelo, y aquellas que, si bien corresponden a ambos, los componentes empleados son diferentes:

Operación	Número	Componentes	HVAC automático	HVAC manual
Armado y montaje del subconjunto Servo Air Mix.	60 y 110	Servomotor Air Mix	O	
		Leva Servo Air Mix	O	
		Tornillos	O	
		Bracket	O	
Armado y montaje del subconjunto Servo Modo.	70 y 110	Servomotor Modo	O	
		Leva Servo Modo	O	
Cierre de carcasas del Heater.	80	Carcasas Heater R y L	O	X
Montaje de levas.	90	Plate	O	X
		Resorte		X
Montaje de puerta Mix en el Heater.	100	Leva dentada	O	X
Armado del subconjunto carcasa Recirculo.	120	Carcasa Recirculo	O	X
		Leva Recirculo	O	X
Montaje del cableado.	220	Cable Recirculo		X
		Cable Modo		X
		Cable Air Mix		X
Montaje del servomotor Blower y clipsado de leva Servo Blower.	230	Servomotor Blower	O	
		Leva Servo Blower	O	
		Tornillos	O	
Montaje del conjunto Blower.	250	Resistor		X
		Packing		X
		IC Power	O	

Layout y flujo de materiales de la planta y la línea de montaje

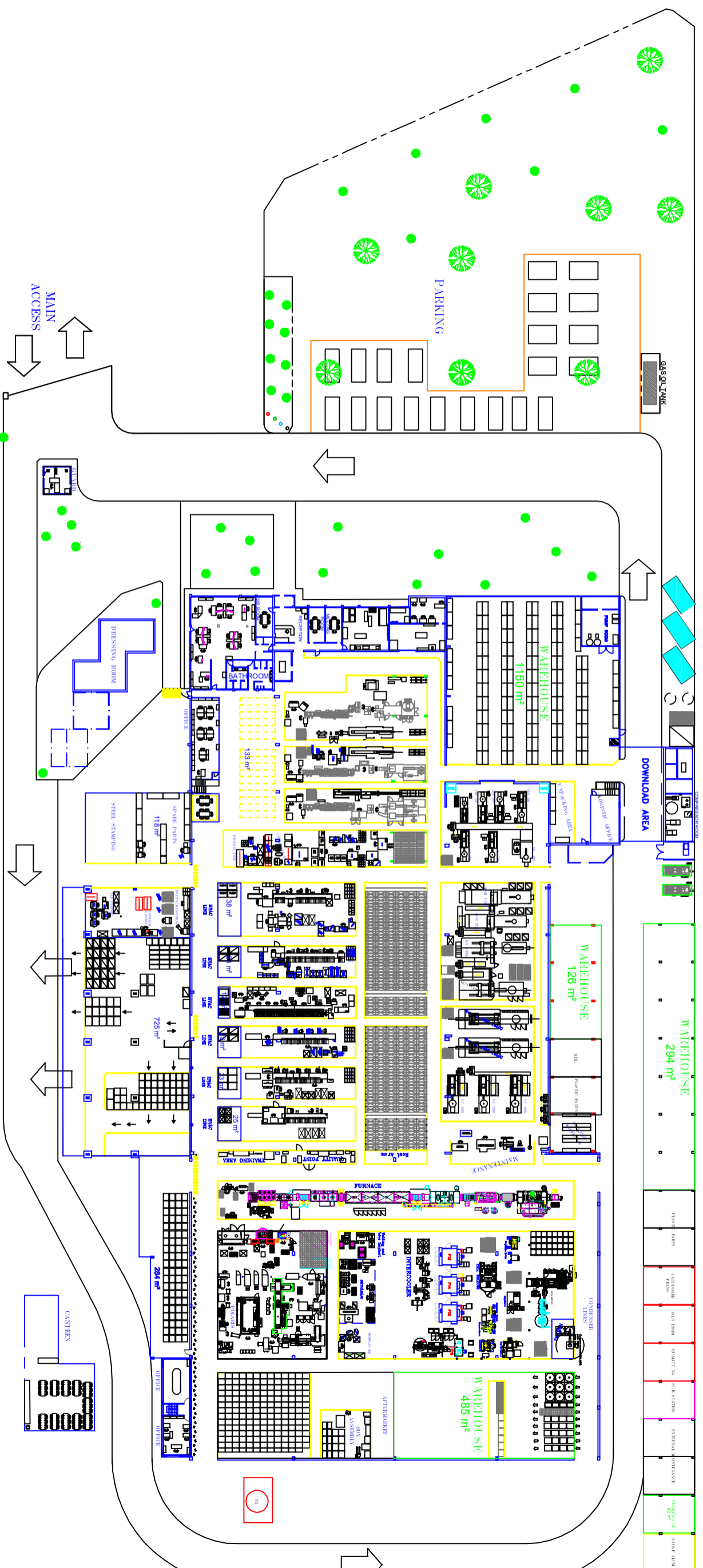
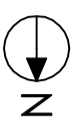
Actualmente DNAR se encuentra en un proyecto de construcción de una isla ecológica y de ampliación de su planta de producción.

La superficie del terreno es de 63000 m² y la superficie construida al inicio de esta obra era de 15533 m². El proyecto propone una ampliación de 6867 m², alcanzando una superficie cubierta total de 22400 m².

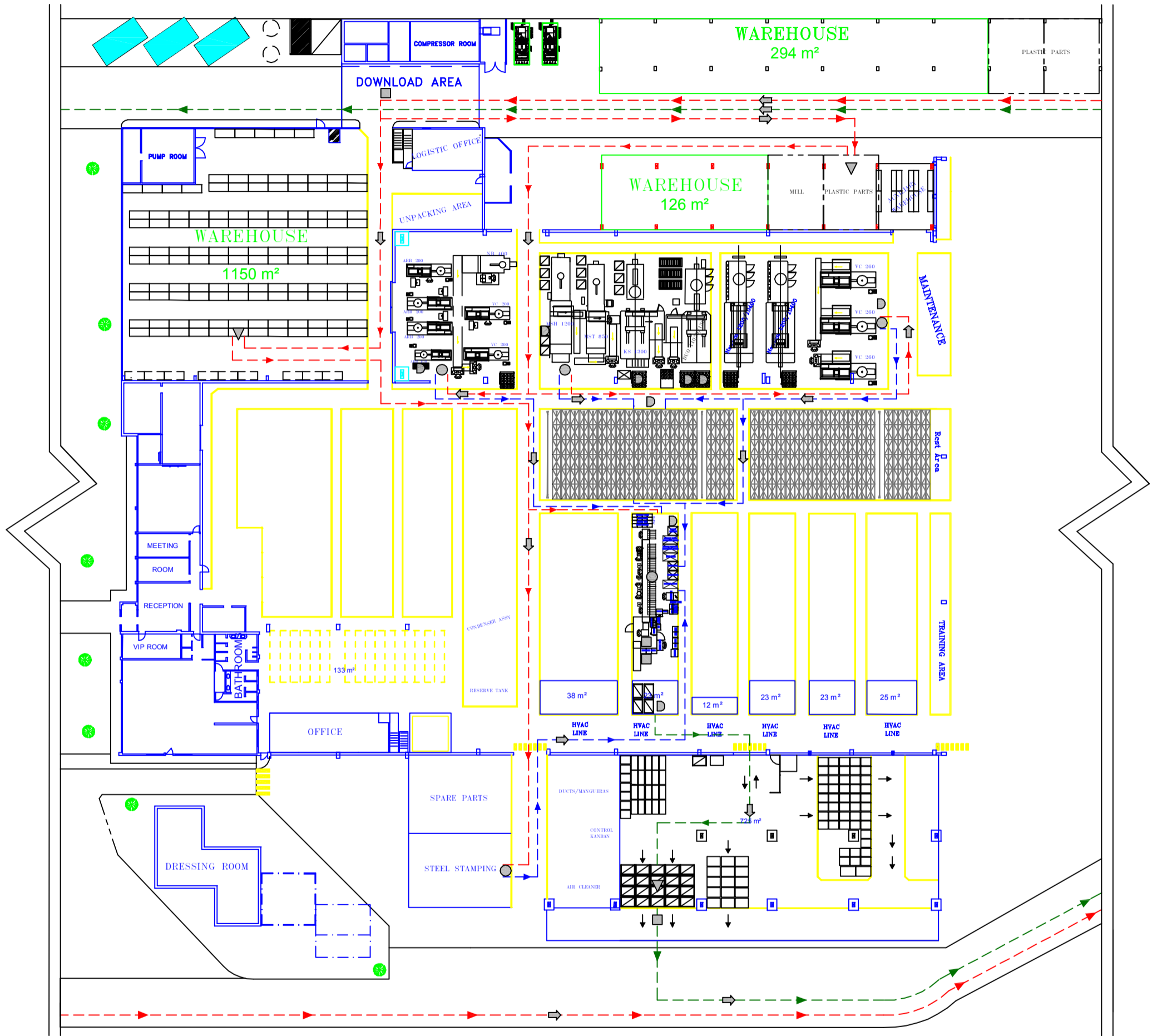
El nuevo sector comenzará a producir a comienzos del 2014, por lo tanto en el estudio de las diferentes alternativas de ampliación se deberán tener en cuenta las restricciones de espacio del nuevo layout, que se presenta en el anexo 2 del trabajo.

Analizado la futura distribución de planta, se puede observar que el sector asignado a este modelo no se podrá ampliar longitudinalmente, debido a que en un extremo se encuentra el buffer de inyección plástica y en el otro el pasillo de circulación y el almacén de productos terminados. En el sentido transversal, no se podrá extender hacia su derecha debido a encontrarse limitado por la línea de Fiat, no obstante si será posible de ser necesario ampliarlo hacia su izquierda, teniendo en cuenta que el modelo de HVAC de Peugeot no se continuará fabricando en DNAR a partir del año 2014.

Para el análisis de la situación actual, se presenta a continuación el layout sin ampliación y un detalle de la línea de estudio y del flujo de materiales. Este último incluye el movimiento de las materias primas y componentes que se adquieren de proveedores externos, el transporte de productos en proceso que han sido transformados en los sectores de inyección plástica y estampado que abastecen a la línea, y el flujo de productos terminados aprobados por la inspección final y listos para su expedición.



Hoja		Escala		Apellido y nombre		TEMA
A3		1:750				
Rev.	Modificación	Fecha	Nombre	Dibujó:		
				Revisó:		
				Aprobó:		Layout actual de la planta
Empresa:			DENSO Manufacturing Argentina			
Logo:						
Universidad:			Universidad Nacional de Córdoba			
Facultad:			Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales			
Escuela:			Escuela de Ingeniería Industrial - Proyecto Integrador			
Logo:						



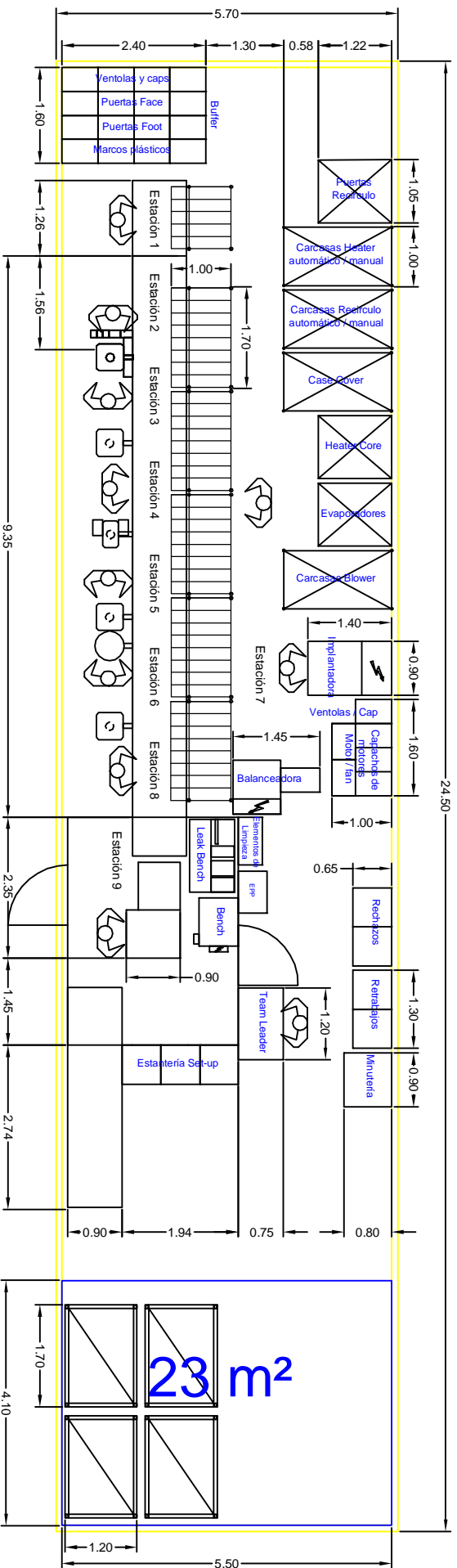
Referencias	
---	Materias primas y componentes
---	Productos en proceso
---	Productos terminados

Hoja	Escala	Apellido y nombre	
A3	-	Dibujó:	
		Revisó:	
		Aprobó:	
		Empresa:	DENSO Manufacturing Argentina
		DENSO	
			
Rev.	Modificación	Fecha	Nombre

TEMA

Flujo de materiales de la planta

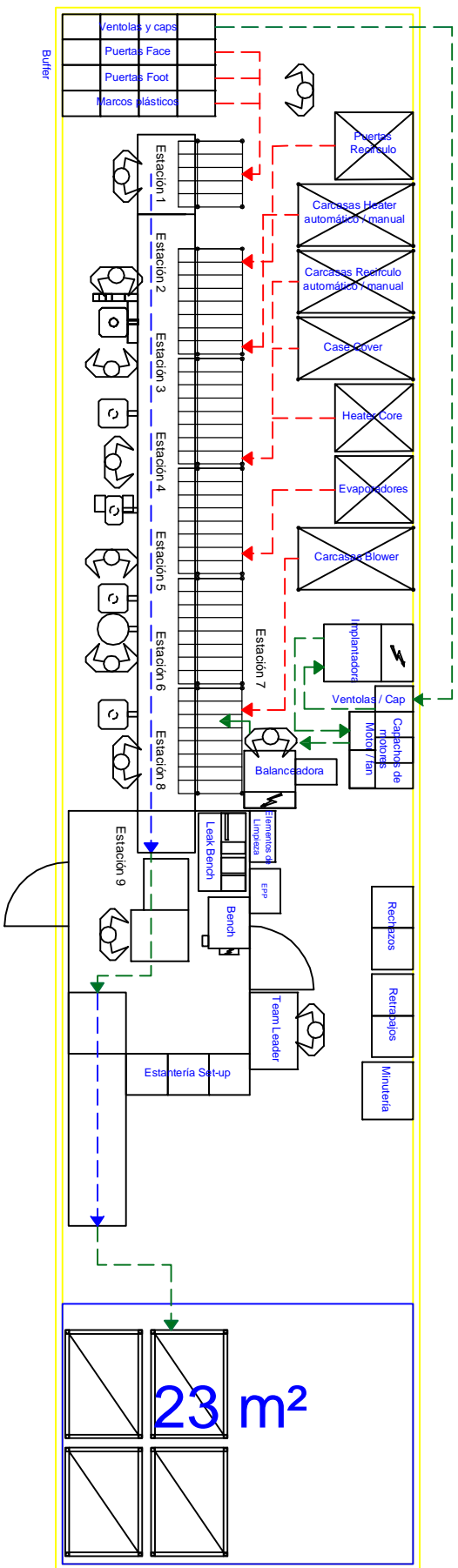
Universidad Nacional de Córdoba
 Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
 Escuela de Ingeniería Industrial - Proyecto Integrador



Hoja		Escala		Apellido y nombre	
A4		1:100		Medidas en metros	
Rev.	Modificación	Fecha	Nombre	Dibujó:	Revisó:
				Aprobó:	Empresa:
				DENSO Manufacturing Argentina	
				DENSO	
				Universidad Nacional de Córdoba	
				Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales	
				Escuela de Ingeniería Industrial - Proyecto Integrador	

TEMA

Layout actual de la línea



Referencias	
Transporte a cargo de:	
Operario de logística responsable de la alimentación de la línea	
Línea automática	
Operarios o Team Leader	

Hoja		Escala		Apellido y nombre		TEMA	
A4		1:100		UNC		Transportes de la línea actual	
Medidas en metros		Revisión:		Empresa:		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA	
Aprobado:		Revisión:		DENSO Manufacturing Argentina		Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales	
Revisión:		Revisión:		DENSO		Escuela de Ingeniería Industrial - Proyecto Integrador	
Modificación:		Revisión:		UNC			
Fecha:		Revisión:					
Nombre:		Revisión:					
Rev.:		Revisión:					
Modificación:		Revisión:					
Fecha:		Revisión:					
Nombre:		Revisión:					

Sourcing de componentes y materias primas

Listado de componentes	Proveedor del componente	Inyección plástica o estampado en DNAR	Proveedor de la materia prima
Puerta Face		X	PETROKEN
Puerta Foot		X	PETROKEN
Marco plástico		X	PETROKEN
Puerta Recirculo		X	PETROKEN
Film superior	DENSO Corporation Japan		
Film inferior	DENSO Corporation Japan		
Marco plástico de la puerta Mix	PECVAL Industria		
Leva Servo Air Mix	PECVAL Industria		
Servomotor Air Mix	DENSO Corporation Japan		
Bracket		X	FERROSIDER
Leva Servo Modo	DENSO Corporation Japan		
Servomotor Modo	DENSO Corporation Japan		
Cascas Heater R y L		X	PETROKEN
Resorte	DENSO do Brasil		
Levas		X	HI POLYMERS
Placa Modo		X	HI POLYMERS
Leva dentada	DENSO Corporation Japan		
Eje dentado	DENSO Corporation Japan		
Carcasa Recirculo		X	PETROKEN
Leva Recirculo	DENSO Thailand Co.		
Heater Core	DENSO Manufacturing UK		
Grampas	DENSO Corporation Japan		

Listado de componentes	Proveedor del componente	Inyección plástica o estampado en DNAR	Proveedor de la materia prima
Tubo corto	DENSO do Brasil		
Tubo largo	DENSO do Brasil		
O'rings	DENSO Corporation Japan		
Soporte tubos		X	FERROSIDER
Case Cover		X	PETROKEN
Evaporador	DENSO do Brasil		
Termistor	EPCOS		
Aceite para o'rings	PETRONAS Lubricantes Argentina		
Válvula de expansión	FUJIKOKI America, Inc.		
Cable Recirculo, Modo y Mix	TOYOTA TSUSHO Asia Pacific Pte.		
Servomotor Blower	DENSO Corporation Japan		
Leva Servo Blower	PECVAL Industria		
Cap	DENSO Corporation Japan		
Ventola		X	TOYOTA TSUSHO Argentina
Motor	DENSO Corporation Japan		
Grampas 0,1 g y 0,2 g	DENSO Corporation Japan		
Name Plate	DENSO Corporation Japan		
Carcasas Blower superior e inferior		X	PETROKEN
IC Power	DENSO Corporation Japan		
Resistor	KRAH ICE Brasil		
Tapón	DENSO do Brasil		
Tornillos	DENSO do Brasil		
Guarniciones	DENSO Corporation Japan		
Grasa	TOYOTA TSUSHO Argentina		

Localización de los proveedores:



CAPÍTULO 5: IDENTIFICACIÓN DE LAS LIMITACIONES DEL PROCESO

Balanceo actual de la línea

A continuación se desarrolla el balanceo actual de la línea de montaje y se calcula el tiempo de ciclo y la eficiencia de la misma para los dos modelos de estudio.

El montaje de una unidad es el resultado de la sumatoria del conjunto de operaciones presentadas en el capítulo anterior, y cada una es dividida en tareas o elementos que se reparten a lo largo de la línea en estaciones de trabajo. En el anexo 3 se presenta el detalle de la repartición de tareas y se determina el tiempo normal de cada una de las estaciones. Al final del mismo se encuentra un informe resumen del balanceo de la línea, y se calcula el tiempo estándar de cada estación adicionándole al tiempo normal los suplementos considerados.

Finalmente, se utilizan los datos calculados para la determinación de parámetros claves de la línea de montaje en la configuración actual, y se identifica para cada modelo la estación de trabajo que limita el rendimiento global del sistema:

- **Tiempo de ciclo de la línea (C):** corresponde con el tiempo estándar de la estación de trabajo cuello de botella.
- **Producción horaria (Ph):** cantidad de piezas montadas en la línea por hora.

$$Ph = 60 / C$$

- **Producción del turno:** cantidad de piezas montadas en la línea en el turno de trabajo.

$$\text{Producción del turno} = \text{minutos del turno} / C$$

Los minutos del turno se calculan deduciendo las pausas por comedor.

- **Tiempo de recorrido de la línea:** tiempo estándar transcurrido para obtener una unidad de producto en la línea de montaje.

$$\text{Tiempo de recorrido de la línea} = \text{número de estaciones de la línea} \times C$$

- **Tiempo de montaje total:** tiempo estándar total transcurrido para obtener una unidad de producto.

$$\text{Tiempo de montaje total} = \text{tiempo de recorrido de la línea} + \text{tiempo de tareas del Team Leader} + \text{tiempo de alimentación de línea} + \text{tiempo de estaciones fuera de línea}$$

- **Eficiencia individual:**

Eficiencia individual = tiempo estándar de la estación de trabajo / C

- **Eficiencia de la línea:**

Eficiencia de la línea = contenido de trabajo de la línea x 100 / tiempo de recorrido de la línea

Suplementos empleados:

Suplementos por descanso:

Se adopta un suplemento fijo por descanso que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución del mismo.

El suplemento por descanso empleado se traduce directamente en pausas para descansar acordadas por la empresa, cuyo cálculo se presenta a continuación.

Suplementos especiales:

Se aplican para aquellas actividades que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo, pero sin las cuales éste no se podría efectuar debidamente.

Se aplica un suplemento por comienzo del turno para llevar a cabo el set-up del banco de pruebas, y se incluye un margen de tiempo para otras actividades periódicas que reducen la utilización de la línea, como ser: capacitación, reuniones de círculos de calidad y limpieza del puesto de trabajo.

No serán considerados suplementos por contingencias o razones políticas de la empresa.

Cálculo de suplementos:

Suplemento por descanso:

De acuerdo a lo establecido en el Convenio Colectivo de Trabajo, los operarios disponen durante la jornada dos pausas diarias remuneradas, cuya duración depende del turno:

- Primer turno: pausas de 15 minutos cada una.
- Segundo turno: pausas de 15 y 12 minutos.
- Tercer turno: pausas de 12 minutos cada una.

Suplementos especiales:

El set-up del banco de pruebas presenta una duración aproximada de 12 minutos.

Al inicio de cada turno se prueba el patrón bueno y el patrón malo del modelo que se va a producir, se envía a despacho la última pieza del lote anterior guardada en la estantería de set-up, y se posiciona en la misma la primera pieza del nuevo lote. Al finalizar el turno se

reemplaza la primera pieza por la última, con la finalidad de mantener muestras representativas de la producción del turno de trabajo.



Para las demás actividades mencionadas dentro de los suplementos especiales se consideran 5 minutos adicionales.

Cálculo de suplemento promedio:

Se define:

$$\text{Tiempo neto} = \text{duración del turno} - \text{pausa por comedor}$$

$$\text{Suplemento por turno} = \frac{\sum \text{suplementos}}{(\text{tiempo neto} - \sum \text{suplementos})}$$

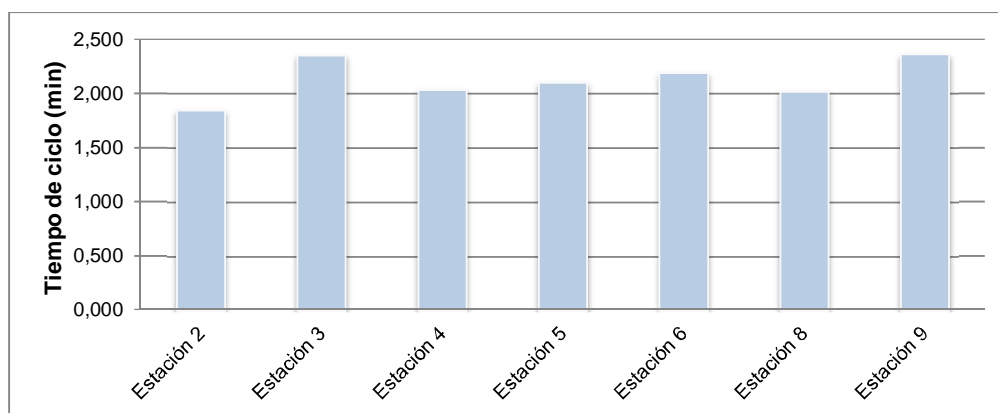
Para su uso generalizado, independiente del turno de trabajo, se calcula un único suplemento promedio.

	Turno de trabajo		
	1° turno	2° turno	3° turno
Duración del turno (min.)	528	492	420
Pausa por comedor (min.)	30	30	0
Tiempo neto (min.)	498	462	420
Pausas por descanso (min.)	30	27	24
Duración del set-up del banco de pruebas (min.)	12	12	12
Otros suplementos especiales (min.)	5	5	5
ΣSuplementos (min.)	47	44	41
Tiempo neto - Σsuplementos (min.)	451	418	379
Suplementos por turno	0,104	0,105	0,108
Suplemento promedio:	0,107		

Ciclo de fabricación

Modelo automático:

Tiempo de ciclo de la línea:	2,363	min.
Producción horaria:	25,39	piezas
Minutos primer turno:	498	min.
Minutos segundo turno:	462	min.
Producción primer turno:	211	piezas
Producción segundo turno:	196	piezas
Número de estaciones de la línea:	7	estaciones
Tiempo de recorrido de la línea:	16,539	min.
Tiempo de tareas del Team Leader:	0,517	min.
Tiempo de alimentación de línea:	2,027	min.
Tiempo de estaciones fuera de línea:	4,555	min.
Tiempo de montaje total:	23,639	min.



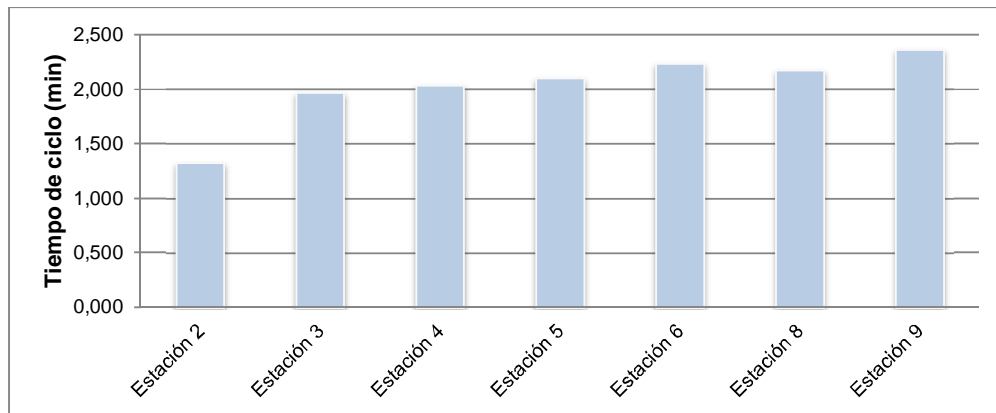
Estación	Descripción	Eficiencia individual
Estación 2	Armado de puerta Recirculo, puerta Mix y subconjuntos Servo Air Mix y Modo.	78,20%
Estación 3	Montaje del Heater.	99,70%
Estación 4	Armado de carcasa Recirculo, Heater Core y Case Cover.	86,21%
Estación 5	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	89,02%
Estación 6	Cierre del Heater.	92,77%
Estación 8	Armado del conjunto Blower y unión con el Heater-Cooler.	85,51%
Estación 9	Banco de pruebas.	100,00%

Eficiencia de la línea

90,20%

Modelo manual:

Tiempo de ciclo de la línea:	2,363	min.
Producción horaria:	25,39	piezas
Minutos primer turno:	498	min.
Minutos segundo turno:	462	min.
Producción primer turno:	211	piezas
Producción segundo turno:	196	piezas
Número de estaciones de la línea:	7	estaciones
Tiempo de recorrido de la línea:	16,539	min.
Tiempo de tareas del Team Leader:	0,517	min.
Tiempo de alimentación de línea:	1,957	min.
Tiempo de estaciones fuera de línea:	4,555	min.
Tiempo de montaje total:	23,569	min.



Estación	Descripción	Eficiencia individual
Estación 2	Armado de puerta Recirculo, puerta Mix y subconjuntos Servo Air Mix y Modo.	56,22%
Estación 3	Montaje del Heater.	83,31%
Estación 4	Armado de carcasa Recirculo, Heater Core y Case Cover.	86,21%
Estación 5	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	89,02%
Estación 6	Cierre del Heater.	94,64%
Estación 8	Armado del conjunto Blower y unión con el Heater-Cooler.	92,01%
Estación 9	Banco de pruebas.	100,00%

Eficiencia de la línea
85,92%

Capacidad actual de la línea

El tiempo de ciclo de la línea es el mismo en ambos modelos, debido a que se ha asignado originalmente igual contenido de trabajo a la estación cuello de botella, que en ambos casos consiste en la inspección final de las piezas.

No obstante, con el objetivo de generalizar el cálculo de la capacidad disponible de la línea, teniendo en cuenta que el tiempo de ciclo podría ser diferente en cada modelo, se debe considerar el mix de producción solicitado por Toyota:

Modelo de HVAC	1KD EURO III	1KD EURO IV	2KD EURO III	2KD EURO IV	2 TR NAFTA	2 TR FFV NAFTA	KD TIER 1.5	Mix de producción
HVAC Automático	3,8%	12,0%	0,0%	0,0%	0,4%	2,5%	44,0%	62,7%
HVAC Manual	0,0%	5,0%	2,7%	12,6%	2,9%	4,6%	9,5%	37,3%
Mix motorización	3,8%	17,0%	2,7%	12,6%	3,3%	7,1%	53,5%	100%

Para ello, siendo que DENSO trabaja con programas nivelados, se calculan los parámetros como un promedio ponderado de los valores obtenidos en cada modelo:

Tiempo de ciclo de la línea:	2,363	min.
Producción horaria:	25,39	piezas
Minutos primer turno:	498	min.
Minutos segundo turno:	462	min.
Producción primer turno:	211	piezas
Producción segundo turno:	196	piezas
Número de estaciones de la línea:	7	estaciones
Tiempo de recorrido de la línea:	16,539	min.
Tiempo de tareas del Team Leader:	0,517	min.
Tiempo de alimentación de línea:	2,001	min.
Tiempo de estaciones fuera de línea:	4,555	min.
Tiempo de montaje total:	23,612	min.
Capacidad disponible diaria:	406	piezas
Meses productivos:	11,5	meses / año
Días productivos:	20	días / mes
Capacidad disponible anual:	93449	piezas

Requerimientos de producción

Se presenta a continuación la capacidad necesaria o carga y el tiempo de ciclo requerido de acuerdo a la nueva demanda que la empresa desea satisfacer. Para este cálculo se considera un período vacacional de 14 días corridos, 20 días productivos al mes y 2 turnos de trabajo.

Además se tiene en cuenta la tasa de rechazos internos, rechazos externos y retrabajos promedios de la línea, que contempla la necesidad de repetir operaciones cuando las partes no se producen en el primer intento dentro de las especificaciones establecidas, y por lo tanto se consumen tiempos y recursos de producción adicionales para el montaje de una nueva unidad o su retrabajo.

Nueva demanda anual del cliente:	140000	piezas
Tasa de rechazos y retrabajos:	0,05%	
Capacidad disponible anual requerida:	140070	piezas
Meses productivos:	11,50	meses / año
Días productivos:	20	días / mes
Capacidad disponible diaria requerida:	609	piezas
Minutos primer turno:	498	min.
Minutos segundo turno:	462	min.
Tiempo de ciclo requerido:	1,58	min.

Siendo la brecha de capacidad existente de un 50%, correspondiente a 46621 unidades al año, la capacidad disponible actual se deberá adecuar a los nuevos requerimientos de producción, mediante la aplicación de diferentes estrategias y medidas que se analizarán en los próximos dos capítulos.

De acuerdo a los tiempos presentados en el anexo, se puede observar que la única estación que presenta un tiempo de ciclo que permitirá alcanzar el nuevo volumen solicitado por Toyota es la número 2, pero solamente en el caso del montaje del modelo manual. Es por esto que en este trabajo se analiza la reducción de los tiempos de las diferentes estaciones, y no únicamente del actual cuello de botella.

CAPÍTULO 6: MEJORA DEL APROVECHAMIENTO DE LA CAPACIDAD ACTUAL

Identificación de las actividades que no agregan valor

Antes de tomar las medidas necesarias para incrementar la capacidad de producción de acuerdo al requerimiento del cliente, es necesario asegurarse de obtener el máximo aprovechamiento de la capacidad disponible, de manera de no incurrir a inversiones innecesarias y al sobredimensionamiento de las instalaciones.

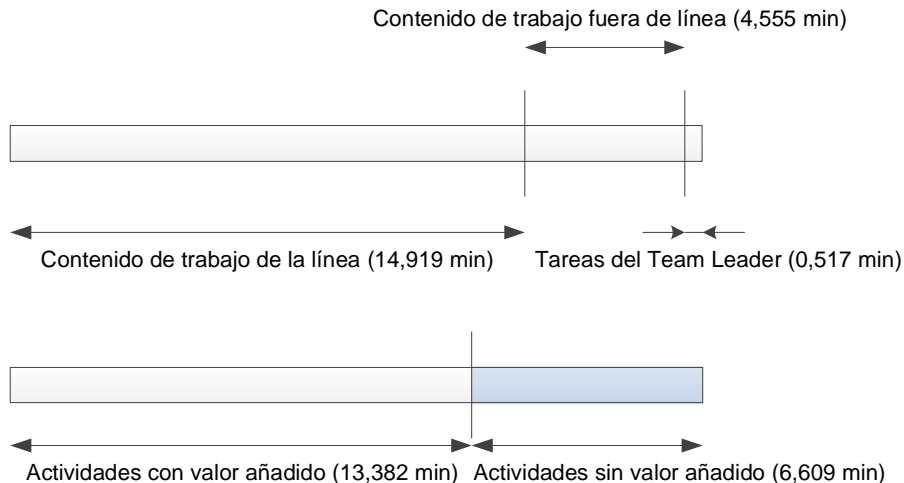
En este capítulo se presentan aquellas medidas centradas en la identificación, y la eliminación o reducción, de todas aquellas actividades que consumen tiempo al operario y que no agregan valor añadido al producto final desde la óptica del cliente.

Con este objetivo, se analizan detalladamente los elementos de las operaciones del proceso de montaje y se identifican aquellas tareas que no agregan valor al producto, entendiendo el trabajo con valor agregado aquel que transforma los materiales, cambiando su forma o calidad, por medio de actividades de ensamble.

Las tareas identificadas que no agregan valor al producto final son:

- Desplazamientos y movimientos de los operarios en sus puestos de trabajo: para buscar y alcanzar componentes que serán montados en la estación, colocarlos en los dispositivos de armado y ensamble, y abastecer la línea de montaje.
- Transportes de componentes: para llenar contenedores más pequeños y cercanos a los dispositivos en donde se montan las partes, y colocar los equipos en los racks en el almacén de productos terminados.
- Objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (son marcas realizadas con un lápiz de color que garantizan que el operario llevó a cabo una inspección visual).
- Elaboración de documentación: cartas de control, hoja de mantenimiento autónomo, transcripción de avances de producción, e informe de registro y recupero de scrap.
- Inspecciones mediante el empleo de dispositivos Poka Yoke, control del torque de los bulones y pruebas finales en el banco.
- Balanceo de ventolas.
- Tiempos de espera de la finalización del trabajo de máquina.
- Tiempos de espera debidos al desbalanceo de la línea.

A modo de ejemplo, para el modelo automático, la totalidad de estas actividades alcanzan el 33% del contenido de trabajo y de las tareas del Team Leader. Este porcentaje sería incluso superior si consideráramos la totalidad de actividades, desde la recepción de materias primas hasta la entrega del producto terminado.



El objetivo de identificar todas estas tareas, es analizarlas detenidamente y determinar si realmente son necesarias en el proceso de producción o se podrían eliminar, reducir o simplificar, sin perjuicios del valor del producto final. A continuación, se lleva a cabo este análisis para cada una de las tareas individuales enumeradas previamente.

La operación de balanceo de ventolas se trata de un retrabajo que no agrega valor, pero que, en las condiciones actuales del proceso de inyección plástica, requiere inevitablemente llevarse a cabo para subsanar componentes defectuosos antes de ser montados en la línea.

El desbalanceo es una de las causas más comunes de vibración de las electroventolas, que produce ruidos y un mayor desgaste de la pieza. Surge debido a la falta de simetría o excentricidad como resultado, principalmente, de una distribución heterogénea del plástico en el proceso de inyección. La función de la balanceadora es detectar la posición y el valor del desequilibrio, permitiendo su corrección mediante la adición de grampas o masas correctoras, o la sustracción de material al rotor.

Para reducir la frecuencia en la que esta característica de calidad se encuentra fuera de las especificaciones, se pueden implementar mejoras en el método de inyección plástica en la planta. Para ello es posible comprar un programa estadístico que se incorpora al software de la balanceadora existente, y es capaz de almacenar información histórica de las piezas procesadas en la máquina sobre la cantidad de partes que se encuentran dentro o fuera de tolerancias, la cantidad media de grampas colocadas en cada plano, el histograma de los valores de desbalanceo, entre otros. Con esta información, se podría modificar el molde de inyección teniendo en cuenta aquellos puntos que, de acuerdo a los informes estadísticos, con mayor frecuencia se debieron corregir. En este caso sería muy importante evaluar hasta qué punto el producir estas piezas con tolerancias más ajustadas resultaría más económico que equilibrarlas posteriormente.

Por otro lado, los movimientos y desplazamientos de los trabajadores en sus puestos, y los transportes de componentes identificados, son necesarios en las actuales condiciones de trabajo. No obstante, es posible estudiar la posibilidad de implementar mejoras en la distribución de la línea, o modificar el diseño del trabajo y de las herramientas y dispositivos

empleados, de manera de lograr mayor economía en los movimientos y minimizar los transportes de insumos.

Las medidas mencionadas para reducir los tiempos requeridos en la operación de balanceo de ventolas y los movimientos y desplazamientos de los trabajadores, exceden el objetivo del proyecto y el nivel de decisión correspondiente al mismo, pero si es importante destacar la existencia de diferentes oportunidades de reducción de tiempos que requerirán de un estudio detallado de implementación de mejoras.

Continuando con las tareas enumeradas, las objetivaciones de tornillos, uniones, clips, componentes y packings, y los controles e inspecciones en la línea, surgen de estudios realizados por el departamento de Calidad y son necesarios en el proceso actual, sin ser posibles de eliminar o reducir en esta oportunidad.

Las objetivaciones se emplean para facilitar la detección por parte del mismo operario de los diferentes modos de fallas identificados en el AMFE del proceso (Análisis de los Modos de Fallas y sus Efectos), reduciendo de esta forma el IPR (Índice de Prioridad de Riesgos) en aquellos casos que no se justifique, por ejemplo, la incorporación de sensores de presencia o el trabajo con kits en el caso de la minutería.

El empleo de dispositivos de control Poka Yoke asegura una inspección autónoma en la fuente y previene posibles fallos de control humano, reduciendo los productos defectuosos al final de la línea, y evitando tiempos adicionales de recupero de los componentes de la unidad o pérdidas de recursos en aquellas partes que necesariamente deberán descartarse.

Por último, las pruebas en el banco final constituyen actividades de inspección y control de calidad exigidas por el cliente, que permiten verificar el montaje correcto de los componentes y evitar entregar productos defectuosos.

Es importante mencionar que DENSO trabaja con un sistema Lean Manufacturing, que intenta acercar los operarios, máquinas y estaciones de trabajo en la secuencia de operaciones, facilitando el flujo piezas por pieza y eliminando la mayor cantidad de las pérdidas identificadas por Toyota. Además, teniendo en cuenta que esta línea se encuentra en funcionamiento desde el año 2007, y que el cliente realiza auditorías anuales en donde se efectúa un seguimiento de las mejoras en el proceso y la optimización de tiempos, no resulta sencillo implementar medidas para reducir y eliminar las tareas mencionadas, al menos teniendo en cuenta el nivel de profundidad con el que corresponde analizarlas de acuerdo al tema de este trabajo.

No obstante, si se será posible en esta ocasión, trabajar en la reducción de tiempos improductivos debidos a las esperas del trabajo de las máquinas y a los tiempos muertos de la línea.

A continuación se analiza primero la reducción de las esperas de la finalización del trabajo de las máquinas, con la finalidad de disminuir el contenido de trabajo de las estaciones dentro y fuera de línea, y determinar la duración de las operaciones con un menor porcentaje de tiempos improductivos, a partir de la cual se propondrán y compararán las diferentes alternativas de ampliación. Este análisis se deberá volver a repetir cada vez que se propongan cambios en la duración o en las tareas de las estaciones cuyos tiempos se encuentran

condicionados por las máquinas, determinando la nueva secuencia más conveniente que permita minimizar las esperas de los trabajadores.

Por otro lado, la reducción de los tiempos muertos de la línea se logra mediante el empleo de estrategias de balanceo, que se detallan a continuación de la reducción de las esperas de las máquinas. De aplicarse las mismas en la distribución actual de tareas, el tiempo de ciclo se reducirá aumentando la capacidad disponible de la línea, siempre que se trabaje en una estación cuello de botella. Sin embargo, teniendo en cuenta que el incremento de capacidad requerido se calculó en un 50%, se demostrará que no será suficiente con mejorar el balanceo actual, y necesariamente se deberán elevar las limitaciones existentes antes de aplicar estas medidas. Por lo tanto, en este capítulo se presentan únicamente las diferentes estrategias y restricciones que se considerarán al balancear la línea cuando se propongan las alternativas u opciones de ampliación en el capítulo 8.

Reducción de las esperas de los tiempos de máquina

Para disminuir las esperas de la finalización de los tiempos de las máquinas, se trabaja a continuación en la redistribución de las tareas, pasando elementos de trabajo manuales exteriores a trabajos interiores al tiempo de actividad de la implantadora, balanceadora o banco de pruebas según corresponda, de manera tal que el trabajo exterior quede compuesto únicamente por los elementos que necesariamente deben ser ejecutados por el operario fuera del tiempo condicionado por la máquina.

A continuación, se analizan de forma separada las estaciones de implante y balanceo de ventolas y la inspección final en el banco de pruebas, se señala el tiempo actual, se propone una nueva secuencia de operaciones aplicando estos conceptos, se esquematizan los resultados obtenidos y se calcula el impacto de los cambios implementados.

Implante y balanceo de ventolas:

Situación actual:

Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO / MANUAL		
	N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio
Implante y balanceo de ventola	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	0,270		
	66	Tiempo de máquina de implante.	0,500		
	67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	0,150		
	68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.	0,230		
	69	Tiempo de máquina de balanceo 1.	0,200		
	70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.	0,350		
	71	Tiempo de máquina de balanceo 2.	0,200		
	72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.	0,260		
	73	Cambiar la caja de ventolas.		0,014	
	74	Cambiar la caja de motores.		0,088	
75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.		0,003		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 7:	2,160	0,105	0,000
--	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 7:	2,265		
--	--------------	--	--

Distribución de tareas propuesta:

En esta operación, una vez iniciado el ciclo de implante de una ventola, el operario no debería esperar el tiempo de máquina, sino empezar el balanceo de la unidad anterior ya implantada. Para ello deberá tomar el conjunto guardado temporariamente en los capachos situados entre las máquinas, colocarlo en la balanceadora de ventolas e iniciar el primer balanceo.

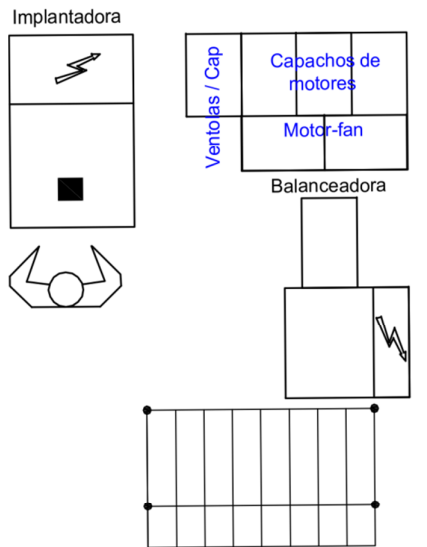
El cambio de la caja de ventolas, de la caja de motores y el llenado del contenedor de Caps, podrán realizarse durante el primer tiempo de balanceo, reduciendo de esta forma la espera del operario mientras la balanceadora e implantadora se encuentran en funcionamiento simultáneamente.

Finalizado el primer balanceo, se procede a la colocación de las grampas para la corrección del desequilibrio. Se observa que la totalidad de las tareas 68 y 69 podrán terminarse durante el tiempo de implante, mientras que la colocación de grampas en parte necesariamente va a ser trabajo exterior.

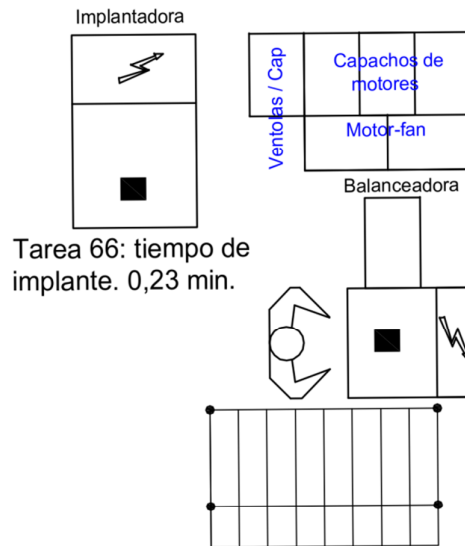
Por último, se podrá retirar el conjunto de la implantadora y esperar la finalización del segundo balanceo para desconectar el motor-fan y abastecer la línea de montaje.

De esta forma, la espera del operario durante los tiempos de balanceo disminuirá de 0,4 a 0,145 minutos, y la espera del implante de ventolas se verá reducida a cero.

A continuación se muestra la secuencia de tareas descrita anteriormente y el tiempo transcurrido a medida que se llevan a cabo los elementos de trabajo. Se adopta la convención de indicar entre paréntesis las tareas interiores al tiempo condicionado por la máquina, que no sumarán tiempo de ciclo a la estación.

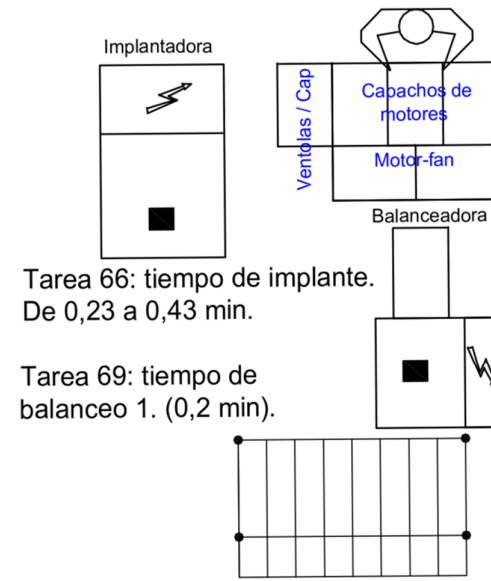


Tarea 65: colocar el motor con la ventola y el Cap en la implantadora e iniciar el ciclo. 0,27 min.



Tarea 66: tiempo de implante. 0,23 min.

Tarea 68: colocar el subconjunto en la balanceadora, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrarla. (0,23 min).

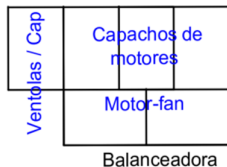
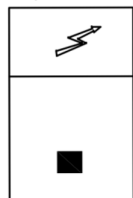


Tarea 66: tiempo de implante. De 0,23 a 0,43 min.

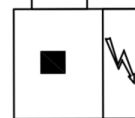
Tarea 69: tiempo de balanceo 1. (0,2 min).

Tarea 73: cambiar la caja de ventolas. (0,014 min).
 Tarea 74: cambiar la caja de motores. (0,088 min).
 Tarea 75: llenar el contenedor de Cap. (0,003 min).
 Espera de la balanceadora: (0,095 min).

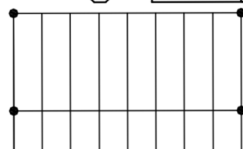
Implantadora



Balaceadora

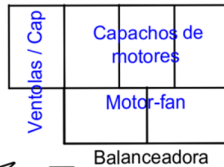
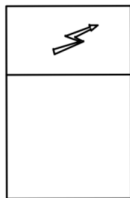


Tarea 66: tiempo de implante.
De 0,43 a 0,5 min.

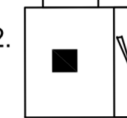


Tarea 70: colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.
(0,07 min).
0,28 min.

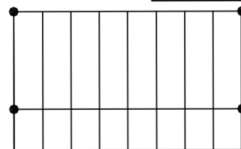
Implantadora



Balaceadora

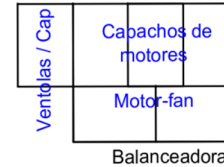
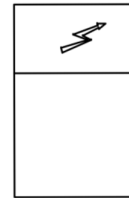


Tarea 71: tiempo de balanceo 2.
0,2 min.

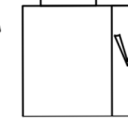


Tarea 67: retirar el subconjunto, colocar el Name Plate y objetivarlo.
(0,15 min).
Espera de balaceadora: (0,05 min).

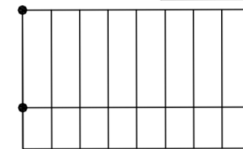
Implantadora



Balaceadora



Tarea 72: abrir la puerta, desconectar el motor, colocar la etiqueta, objetivar la presencia de la misma y abastecer la línea. 0,26 min.



Nota: se indica entre paréntesis las tareas interiores al tiempo de máquina.

Reducción del tiempo de la estación:

Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO / MANUAL		
	N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio
Implante y balanceo de ventola	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	0,270		
	66	Tiempo de máquina de implante.	0,500		
	68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.	(0,230)		
	69	Tiempo de máquina de balanceo 1.	(0,200)		
	73	Cambiar la caja de ventolas.		(0,014)	
	74	Cambiar la caja de motores.		(0,088)	
	75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.		(0,003)	
	70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.	(0,070)		
			0,280		
	71	Tiempo de máquina de balanceo 2.	0,200		
	67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	(0,150)		
72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.	0,260			
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 7:			1,510	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 7:			1,510		
Δ Total tiempo normal de la estación 7:			-0,755		
Δ Total tiempo normal de la estación 7 (%):			-33,33%		

Prueba del equipo en el banco final:

Situación actual:

Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO / MANUAL		
	N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio
Prueba del equipo en el banco final	86	Objetivar el HVAC.	0,200		
	87	Tomar el HVAC, posicionarlo sobre el banco de pruebas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.	0,150		
	88	Tiempo de controles del banco.	1,150		
	89	Dar confirmación visual presionando el botón Ciclo Visivo para aprobar el equipo.	0,343		
	90	Tomar las etiquetas y pegarlas en la unidad.	0,115		
	91	Tomar el equipo del banco de pruebas y colocarlo sobre la línea de salida.	0,050		

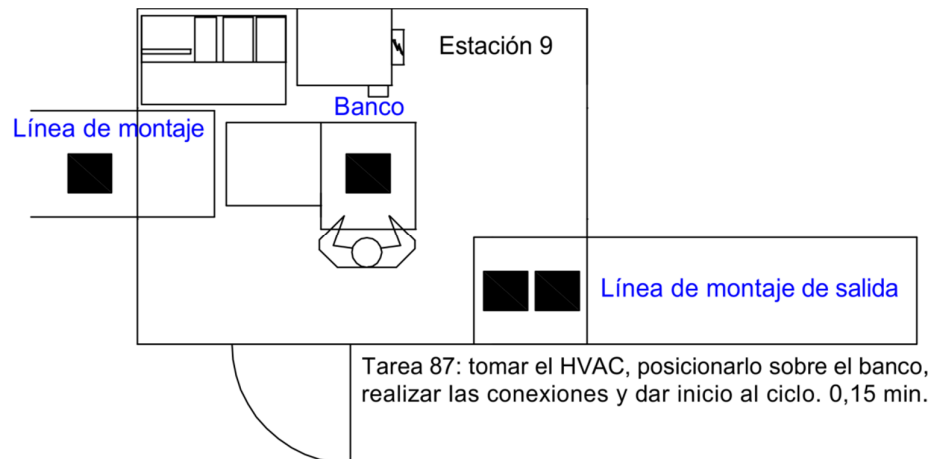
Colocación del tapón en la válvula de expansión	92	Colocar el tapón en los conectores de la válvula de expansión.	0,042		
	93	Objetivar la presencia del tapón y la etiqueta de aprobación.	0,082		
	94	Cargar los tapones de la válvula en el contenedor.		0,003	
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 9:			2,131	0,003	0,000
Total tiempo normal de la estación 9:			2,134		

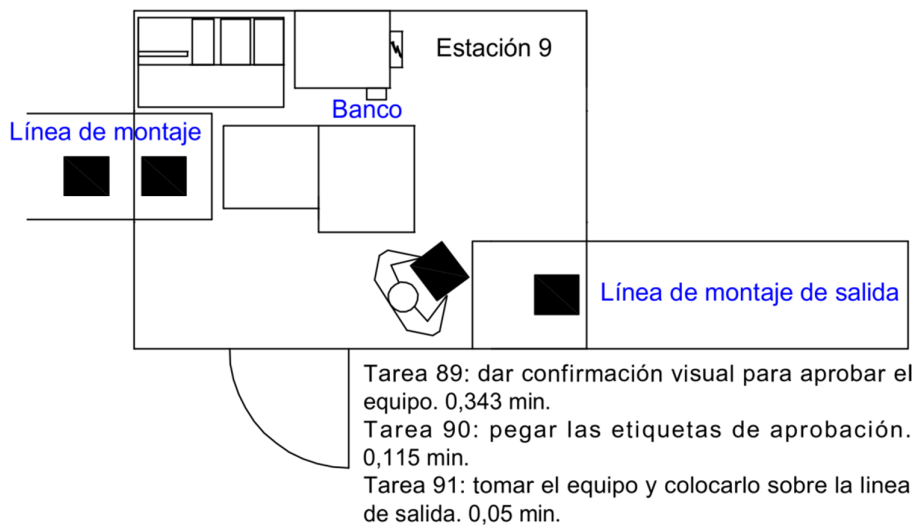
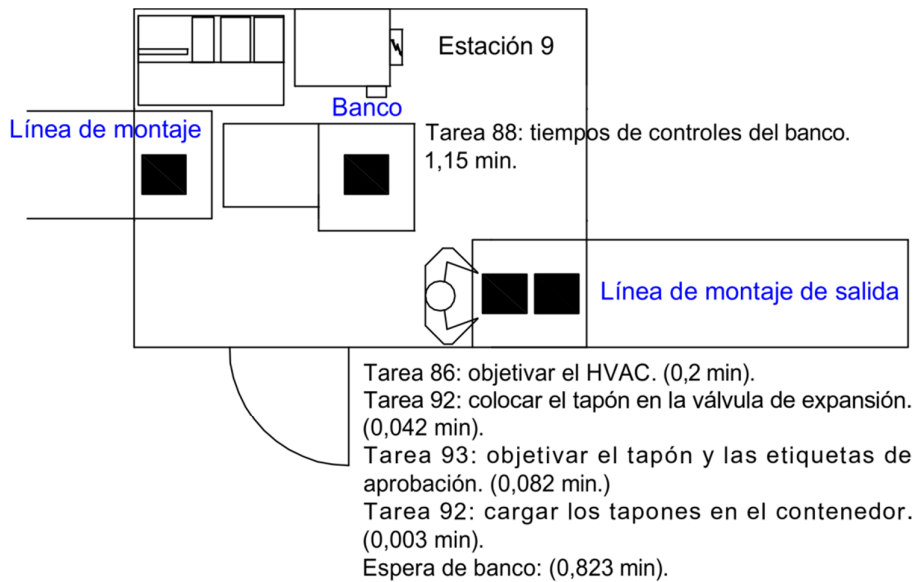
Distribución de tareas propuesta:

En esta estación, los tiempos necesarios para realizar las conexiones, dar confirmación visual, colocar las etiquetas de identificación y aprobación, y trasladar el HVAC a la línea de salida, necesariamente van a sumar tiempo a la estación, siendo que estas tareas requieren ser realizadas por el operario antes o después de las pruebas, pero no son posibles de llevarse a cabo simultáneamente.

No obstante, durante los controles del banco el operario estará disponible para realizar las objetivaciones del HVAC, cargar los tapones en el contenedor y colocar el mismo en la válvula de expansión de la última unidad aprobada, apoyada en la porción de la cinta de salida dentro de la cabina de pruebas.

Al realizar estas tareas de manera simultánea al funcionamiento del banco se reducirán los tiempos de espera de 1,15 a 0,823 minutos.





Nota: se indica entre paréntesis las tareas interiores al tiempo de máquina.

Reducción del tiempo de la estación:

Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO / MANUAL		
	N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio
Prueba del equipo en el banco final	87	Tomar el HVAC, posicionarlo sobre el banco de pruebas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.	0,150		
	88	Tiempo de controles del banco.	1,150		
	86	Objetivar el HVAC.	(0,200)		
Colocación del tapón en la válvula de expansión	92	Colocar el tapón en los conectores de la válvula de expansión.	(0,042)		
	93	Objetivar la presencia del tapón y la etiqueta de aprobación.	(0,082)		
	94	Cargar los tapones de la válvula en el contenedor.		(0,003)	

Prueba del equipo en el banco final	89	Dar confirmación visual presionando el botón Ciclo Visivo para aprobar el equipo.	0,343		
	90	Tomar las etiquetas y pegarlas en la unidad.	0,115		
	91	Tomar el equipo del banco de pruebas y colocarlo sobre la línea de salida.	0,050		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 9:	1,808	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------

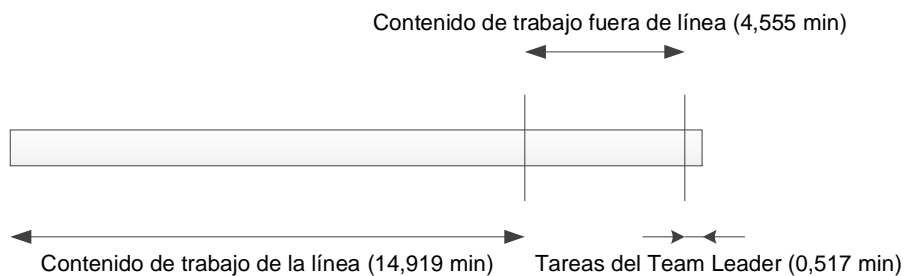
Total tiempo normal de la estación 9:	1,808
Δ Total tiempo normal de la estación 9:	-0,327
Δ Total tiempo normal de la estación 9 (%):	-15,31%

Resultados:

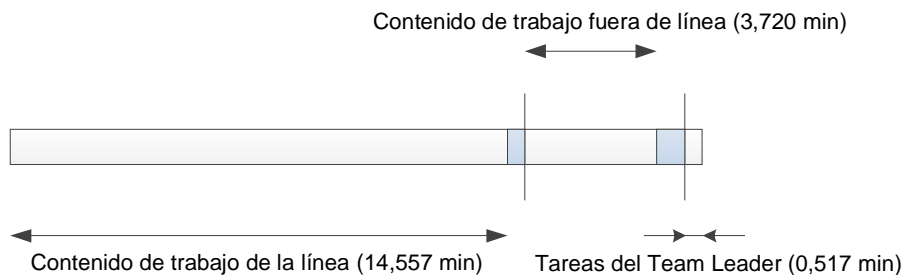
En el anexo 4 se muestra el balanceo de la línea optimizado, una vez implementada la nueva distribución de tareas en las estaciones de implante y balanceo de ventolas y pruebas en el banco.

Como consecuencia de esta medida, el tiempo estándar de las actividades sin valor añadido se ve reducido un 17,42% y el contenido de trabajo de la línea un 6,15%.

Situación actual:

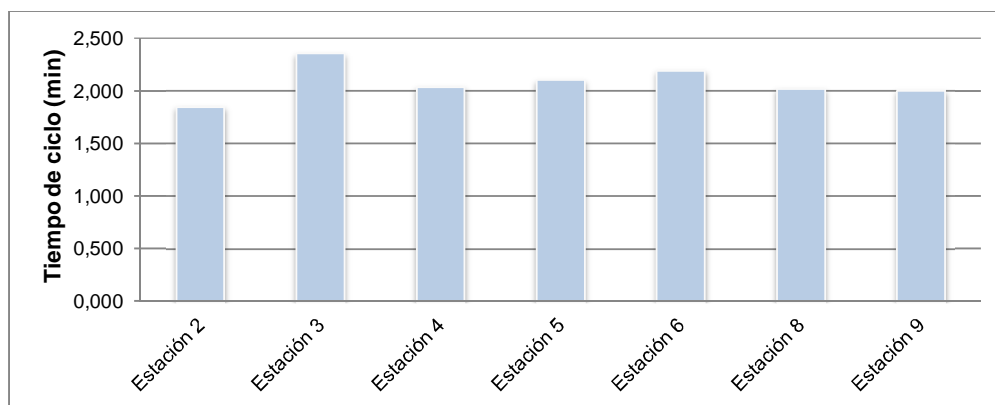


Reducción de tiempos resultante:



Ciclo de fabricación: modelo automático.

			Impacto
Tiempo de ciclo de la línea:	2,356	min.	-0,30%
Producción horaria:	25,47	piezas	0,30%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Producción primer turno:	211	piezas	0,30%
Producción segundo turno:	196	piezas	0,30%
Número de estaciones de la línea:	7	estaciones	
Tiempo de recorrido de la línea:	16,491	min.	-0,30%
Tiempo de tareas del Team Leader:	0,517	min.	
Tiempo de alimentación de línea:	2,027	min.	
Tiempo de estaciones fuera de línea:	3,720	min.	-18,34%
Tiempo de montaje total:	22,754	min.	-3,74%



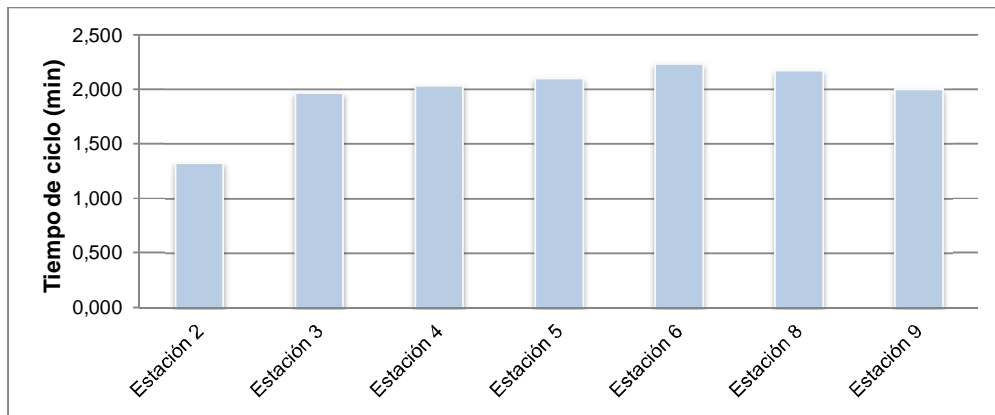
Estación	Descripción	Eficiencia individual	Impacto
Estación 2	Armado de puerta Recirculo, puerta Mix y subconjuntos Servo Air Mix y Modo.	78,43%	0,30%
Estación 3	Montaje del Heater.	100,00%	0,30%
Estación 4	Armado de carcasa Recirculo, Heater Core y Case Cover.	86,46%	0,30%
Estación 5	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	89,28%	0,30%
Estación 6	Cierre del Heater.	93,04%	0,30%
Estación 8	Armado del conjunto Blower y unión con el Heater-Cooler.	85,76%	0,30%
Estación 9	Banco de pruebas.	84,94%	-15,06%

Eficiencia de la línea
88,27%

-2,14%

Ciclo de fabricación: modelo manual

			Impacto
Tiempo de ciclo de la línea:	2,236	min.	-5,36%
Producción horaria:	26,83	piezas	5,66%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Producción primer turno:	223	piezas	5,66%
Producción segundo turno:	207	piezas	5,66%
Número de estaciones de la línea:	7	estaciones	
Tiempo de recorrido de la línea:	15,653	min.	-5,36%
Tiempo de tareas del Team Leader:	0,517	min.	
Tiempo de alimentación de línea:	1,957	min.	
Tiempo de estaciones fuera de línea:	3,720	min.	-18,34%
Tiempo de montaje total:	21,846	min.	-7,31%



Estación	Descripción	Eficiencia individual	Impacto
Estación 2	Armado de puerta Recirculo, puerta Mix y subconjuntos Servo Air Mix y Modo.	59,41%	5,66%
Estación 3	Montaje del Heater.	88,02%	5,66%
Estación 4	Armado de carcasa Recirculo, Heater Core y Case Cover.	91,09%	5,66%
Estación 5	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	94,06%	5,66%
Estación 6	Cierre del Heater.	100,00%	5,66%
Estación 8	Armado del conjunto Blower y unión con el Heater-Cooler.	97,22%	5,66%
Estación 9	Banco de pruebas.	89,49%	-10,51%

Eficiencia de la línea	
88,47%	2,97%

Capacidad disponible de la línea:

			<u>Impacto</u>
Tiempo de ciclo de la línea:	2,311	min.	-2,18%
Producción horaria:	25,96	piezas	2,23%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Producción primer turno:	215	piezas	2,23%
Producción segundo turno:	200	piezas	2,23%
Número de estaciones de la línea:	7	estaciones	
Tiempo de recorrido de la línea:	16,178	min.	-2,18%
Tiempo de tareas del Team Leader:	0,517	min.	
Tiempo de alimentación de línea:	2,001	min.	
Tiempo de estaciones fuera de línea:	3,720	min.	-18,34%
Tiempo de montaje total:	22,416	min.	-5,07%
Capacidad disponible diaria:	415	piezas	2,23%
Meses productivos:	11,5	meses / año	
Días productivos:	20	días / mes	
Capacidad disponible anual:	95536	piezas	2,23%

La estación cuello de botella en la distribución original de tareas era la inspección final de las piezas en el banco de pruebas. Como consecuencia de los cambios implementados en este puesto de trabajo, el cuello de botella del modelo automático pasó a ser la estación de montaje del Heater y del modelo manual la estación de cierre del Heater, incrementando la capacidad disponible de la línea un 2,23%.

La reducción de los tiempos de la operación de implante y balanceo, al no tratarse de la estación cuello de botella actual, no impacta en el tiempo de ciclo. No obstante, se tiene en cuenta en esta oportunidad ya que permite disminuir el contenido de trabajo fuera de línea un 18,34%, posibilitando alcanzar tiempos de ciclo inferiores una vez que se vuelva a balancear posterior a la aplicación de las medidas de ampliación.

Reducción de los tiempos muertos de la línea: estrategias de balanceo

Se presentan en esta oportunidad las principales estrategias de balanceo que se emplearán en el trabajo, de manera de asignar cargas lo más uniformes posible a las estaciones y, de esta forma, mejorar el aprovechamiento de la mano de obra directa e incrementar la eficiencia de la línea.

Con este objetivo se aplicarán distintas medidas que consistirán en:

- Dividir los elementos de trabajo.
- Redistribuir las tareas y modificar la secuenciación del ensamble.
- Compartir actividades entre dos o más operarios que presenten algún tiempo ocioso.

De emplearse estas estrategias en la distribución actual de tareas, se podrá reducir el tiempo de ciclo e incrementar la capacidad disponible de la línea, sin ser necesarias inversiones adicionales. Sin embargo, se demostrará a continuación que no serán suficientes para alcanzar la capacidad requerida, y necesariamente se deberán elevar las limitaciones existentes antes de su aplicación, teniendo en cuenta que cualquier medida adoptada en esta oportunidad puede dejar de ser conveniente si se modifican los tiempos o las tareas del proceso.

El tiempo de ciclo mínimo teórico que se podría alcanzar, para un determinado contenido de trabajo y número de estaciones, corresponde a una eficiencia de la línea del 100%.

Siendo TM_i el tiempo muerto de la estación de trabajo i , en condiciones ideales se cumple $\sum TM_i = 0$.

$$\text{Tiempo de recorrido de la línea} = CT + \sum TM_i = \sum t_i + \sum TM_i = N \times C$$

$$\text{Tiempo de recorrido de la línea} = CT + 0 = \sum t_i + 0 = N \times C_{E=100\%}$$

$$CT = N \times C_{E=100\%}$$

$$C_{E=100\%} = CT / N$$

En el cálculo de $C_{E=100\%}$ se deberá tener en cuenta el contenido de trabajo y el número de estaciones totales, siendo que es posible asignar a estaciones fuera de línea algunas de las tareas que actualmente se llevan a cabo dentro de la misma y viceversa.

De acuerdo a los nuevos tiempos presentados en el anexo 4, se calcula el $C_{E=100\%}$:

Estación	Descripción	Tiempo estándar	
		Automático	Manual
1	Armado de puertas Face y Foot y marco plástico.	2,048	2,048
2	Armado de puerta Recirculo, puerta Mix y subconjuntos Servo Air Mix y Modo.	1,848	1,328
3	Montaje del Heater.	2,356	1,968
4	Armado de carcasa Recirculo, Heater Core y Case Cover.	2,037	2,037
5	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	2,103	2,103
6	Cierre del Heater.	2,192	2,236
7	Implante y balanceo de ventolas.	1,672	1,672

8	Armado del conjunto Blower y unión con el Heater-Cooler	2,020	2,174
9	Banco de pruebas.	2,001	2,001
Contenido de trabajo:		18,276	17,568
Número de estaciones:		9	9
C_{E=100%}:		2,031	1,952
C_{E=100%} (mix de producción):		2,001	

El menor tiempo de ciclo que se podrá alcanzar en la línea es de 2 minutos, un 13,4% menor que el actual. Sin embargo, en el caso de estudio, este tiempo aún no nos permitirá llegar a la capacidad necesaria de no implementarse previamente alguna medida de ampliación.

No obstante, del cálculo anterior se observa la importancia de mejorar el aprovechamiento de los recursos, aumentando la eficiencia de la línea en pos de un incremento de la capacidad disponible. Aún con elevadas eficiencias iniciales, en este cálculo teórico fue posible incrementar la capacidad de la línea un 15,5%, únicamente como resultado del empleo de estrategias de balanceo.

Antes de aplicar estas medidas en el capítulo 8, cuando se presenten las diferentes alternativas de ampliación, se establecen las relaciones de precedencia existentes, que definirán la secuencia en que deben realizarse las actividades.

En el anexo 5 se indican, resaltadas con color, todas aquellas tareas que actualmente se encuentran asignadas a las diferentes operaciones, pero que son posibles de dividir o separar de la misma, para redistribuirlas o combinarlas con otras actividades, teniendo en cuenta que, mientras menores restricciones se impongan en el orden en que pueden llevarse a cabo las tareas, mayor será la probabilidad de lograr un balanceo favorable en la asignación del trabajo.

Para identificar estas tareas se tiene en cuenta que no se podrán separar aquellas que deban necesariamente seguir la secuencia de operaciones actual, debido al diseño del producto o al empleo de dispositivos de montaje especializados.

En el anexo se detallan, además, las predecesoras inmediatas de cada operación, analizando de manera independiente aquellos elementos que se identificaron como posibles de dividir o separar.

Para determinar las relaciones existentes se consideraron diferentes restricciones:

- Restricciones originadas por la secuencia necesaria para obtener una unidad de producto, de acuerdo al diseño del mismo. Responden a la pregunta: ¿qué otros elementos de trabajo, si los hay, deben terminarse antes de iniciar este elemento?.
- Restricciones debidas al empleo de dispositivos especializados de armado y montaje: consideran aquellas tareas que necesariamente requieren del empleo del dispositivo, tienen en cuenta la imposibilidad de trabajar en algunas posiciones del producto cuando se encuentra sujeto al mismo, y contemplan restricciones de

seguridad en aquellas operaciones de atornillado que deben realizarse con la pieza en firme.

- Restricciones de calidad: tienen como finalidad evitar que se consuma tiempo de ciclo en artículos defectuosos, reducir los rechazos y retrabajos al final de la línea y evitar entregar productos no conformes al cliente.

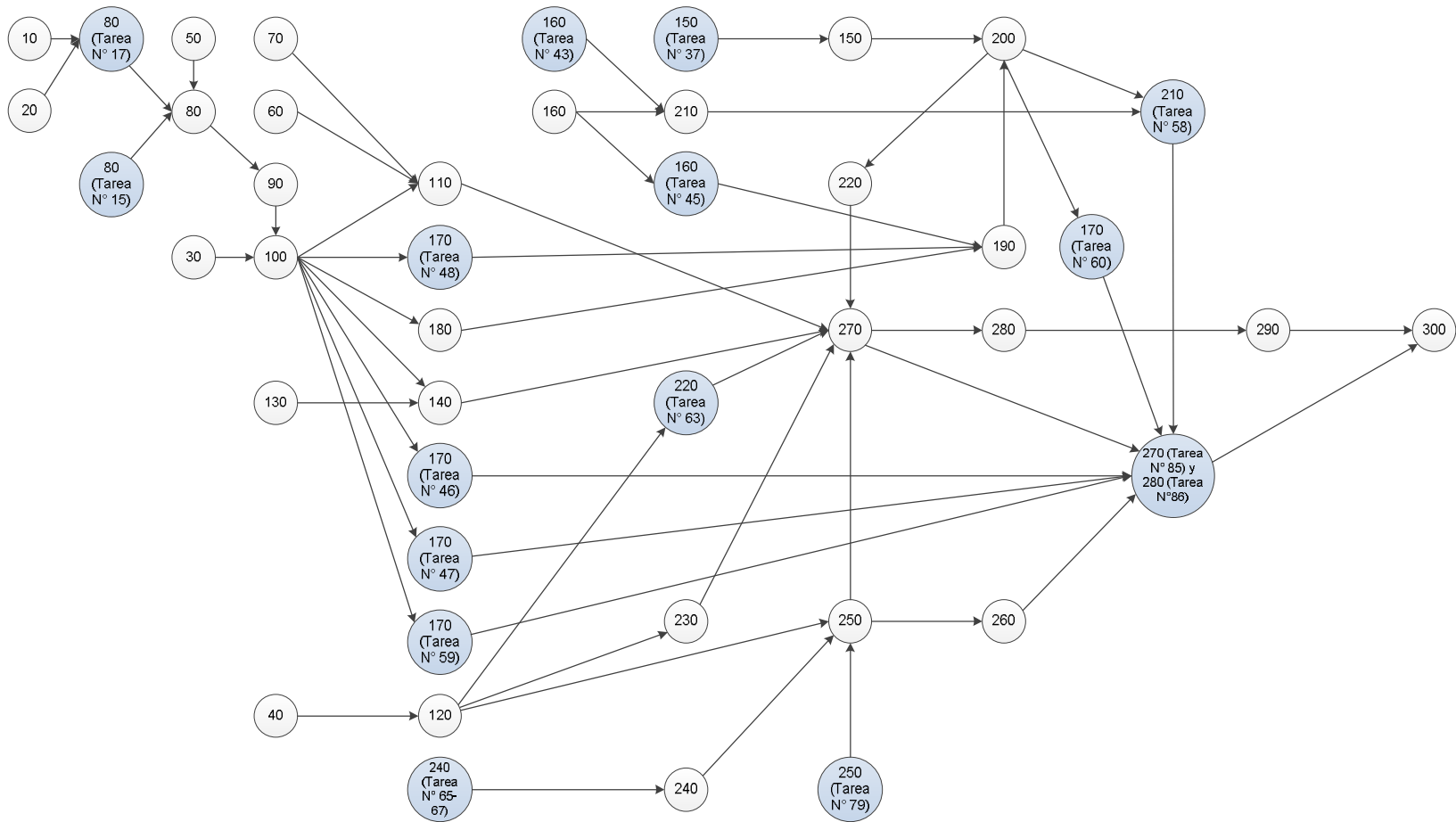
Relaciones de precedencia:

N° de operación	Tareas	Predecesoras inmediatas
	N°	
10	1	
20	2	
30	3	
	4	
40	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
50	11	
60	12	
	13	
70	14	
80	15	
	17	10 y 20
	16	50 y 80 (Tareas N° 15 y 17)
	18	
	19	
	20	
90	21	80
100	22	30 y 90
	23	
	24	
	25	
	26	
	27	
110	28	60, 70 y 100
120	29	40
	30	
130	31	
	32	
	33	
	34	

140	35	100 y 130
	36	
150	37	150 (Tarea N° 37)
	38	
	39	
	40	
160	41	160
	42	
	44	
	43	
	45	
170	46	100
	47	100
	59	100
	48	100
	60	200
180	49	100
	50	
190	51	160 (Tarea N° 45) , 170 (Tarea N° 48) y 180
200	52	150 y 190
	53	
	54	
210	55	160 (Tareas N° 41, 42, 43 y 44)
	56	
	57	
	58	
220	61	200
	62	120
	63	
230	64	120
240	65	240 (Tareas N° 65, 66 y 67)
	66	
	67	
	68	
	69	
	70	
	71	
	72	
	73	
	74	
	75	
250	79	120, 240 y 250 (Tarea N° 79)
	76	
	77	
	78	
	80	
	81	
260	82	250

270	83	110, 140, 220, 230 y 250	
	84		
	85	170 (Tareas N° 46, 47, 59 y 60), 210 (Tarea N° 58), 260 y 270	
86			
280	87		
	88		270
	89		
	90		
	91		
290	92	280	
	93		
	94		
300	5	270 (Tarea N° 85), 280 (Tarea N° 86) y 290	

Diagrama de relaciones de precedencia:



CAPÍTULO 7: DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE INCREMENTO DE CAPACIDAD

La ampliación de la capacidad de producción se puede lograr por medio de diferentes medidas o estrategias:

- Incremento del número de estaciones de trabajo.
- Aumento de la mano de obra.
- Evaluación del grado de integración o outsourcing.
- Duplicación de los dispositivos existentes.
- Duplicación o reemplazo de la balanceadora actual.
- Fabricación de un nuevo banco de pruebas.

El incremento de las estaciones de trabajo, el aumento de la mano de obra y la necesidad de fabricar nuevos dispositivos iguales a los existentes, se van a aplicar conforme sea necesario cuando se analicen las diferentes alternativas de ampliación en el próximo capítulo.

En esta instancia, nos enfocamos en el estudio de las medidas que podrán emplearse en las estaciones de armado del conjunto motor-fan y de pruebas en el banco, debido a que los tiempos de estos puestos se encuentran condicionados por las máquinas: implantadora, balanceadora o banco de pruebas, según corresponda.

Banco de pruebas de estanqueidad y circulación

A continuación se presenta una propuesta de modificación del método empleado para la realización de las pruebas finales de los equipos, a través de la construcción de un nuevo banco.

Actualmente, las tareas que se llevan a cabo en el mismo son:

Tarea 86: objetivar el HVAC.

Tarea 87: tomar el equipo, posicionarlo sobre el banco de pruebas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.

Tarea 88: tiempos de controles del banco, que incluye:

- Control de estanqueidad y circulación en el evaporador y Heater Core.
- Control de vibración de electroventolas.
- Control eléctrico.
- Dureza de las puertas.
- Presencia de componentes.

Tarea 89: dar confirmación visual presionando el botón Ciclo Visivo para aprobar el equipo.

Tarea 90: tomar las etiquetas y pegarlas en la unidad.

Tarea 91: tomar el equipo del banco de pruebas y colocarlo sobre la línea de salida.

Actualmente, la totalidad de las pruebas se realizan en un mismo banco de acuerdo al orden en que fueron presentadas anteriormente. Con la finalidad de reducir el tiempo de ciclo de esta estación, se propone construir un nuevo banco en donde se realicen únicamente las pruebas de estanqueidad y circulación, y mantener el actual para llevar a cabo de manera simultánea las pruebas eléctricas, de vibración y de dureza de puertas. El control de la presencia de la etiqueta de aprobación se deberá realizar en ambas estaciones, sin permitir retirar el equipo antes que la misma sea colocada en la unidad, mientras que los demás componentes críticos se verificarán únicamente en el banco actual.

Es importante aclarar que, la simultaneidad de las pruebas no se puede llevar a cabo en el mismo banco, siendo inevitable la construcción de uno nuevo para incrementar la capacidad de producción, debido a que los controles de estanqueidad y circulación se deben realizar necesariamente con el electroventilador apagado, siendo que el flujo del aire provoca un intercambio térmico que alteraría la medición.

Detalle del método de trabajo:

Las tareas que llevará a cabo el operador en el nuevo banco de estanqueidad y circulación son:

- Tomar el equipo de la línea de montaje y colocarlo sobre la plataforma del dispositivo de prueba.
- Seleccionar el modelo a probar mediante una llave selectora y dar inicio al ciclo por medio de un pulsador bimanual.
- Finalizadas las pruebas, pegar la etiqueta de aprobación en el equipo.
- Tomar el HVAC y colocarlo en el banco de pruebas eléctricas.

Controles del banco:

La plataforma de pruebas, en donde se apoyará el equipo, deberá tener soportes que aseguren su correcta colocación y un sensor que detecte la presencia de la pieza, de manera que no pueda comenzar el ciclo si la misma no se encuentra correctamente posicionada.

Una vez presionado el pulsador bimanual por el operario, el dispositivo deberá fijar la pieza mediante cilindros neumáticos y realizar la obturación de los conductos del evaporador y Heater Core de forma automática.

Iniciadas las pruebas, el banco llevará a cabo el control de estanqueidad, precedido por el control de circulación interna. Para ello se emplean dos equipos ATEQ, que presurizan el interior del evaporador y Heater Core y controlan que no presenten fugas o pérdidas, y un presostato en la salida de los circuitos que verifica que la caída de presión se encuentre dentro de tolerancias.

El control de los parámetros se llevará a cabo en dos pruebas que difieren en las presiones de trabajo, un primer control a baja presión: $0,5 \pm 0,05$ bares y un segundo a alta presión: $2 \pm 0,2$ bares.

Finalizada las pruebas, se deberá visualizar el resultado en un semáforo de 3 luces (1 roja y 2 verdes) para cada circuito. En el caso que se apruebe el equipo, el banco dará una etiqueta que será colocada en el mismo por el operario, y deberá tener sensores de presencia de manera de asegurar que se encuentre correctamente posicionada antes de desbloquear la unidad. En caso de que alguno de los controles arroje resultados fuera de los parámetros establecidos, se deberá dejar bloqueada la pieza para que sea retirada en forma manual por medio de un interruptor con llave.



Parámetros y tiempos de prueba:

Parámetro	Valor mínimo	Valor nominal	Valor máximo	Unidad de medida
Prueba 1				
Presión de trabajo 1	0,45	0,5	0,55	Bar
Tiempo de llenado	-	5	-	Segundo
Tiempo de estabilización	-	7	-	Segundo
Tiempo de prueba	-	5	-	Segundo
Tiempo de vaciado	-	0,5	-	Segundo
Límite de pérdidas	-20	0	20	Pascal
Tiempo entre ciclos		0,5		Segundo
Prueba 2				
Presión de trabajo 2	1,8	2	2,2	Bar.
Tiempo de llenado	-	5	-	Segundo
Tiempo de estabilización	-	7	-	Segundo
Tiempo de prueba	-	5	-	Segundo
Tiempo de vaciado	-	0,5	-	Segundo
Límite de pérdidas	-20	0	20	Pascal

Especificaciones técnicas del banco:

La estación de prueba se deberá diseñar sobre una plataforma de aluminio que pueda ser colocada a la salida de la cinta transportadora existente en la línea de montaje de DENSO. En la parte posterior de la misma deberán estar instalados el tablero eléctrico, el neumático y los estantes para los ATEQ.

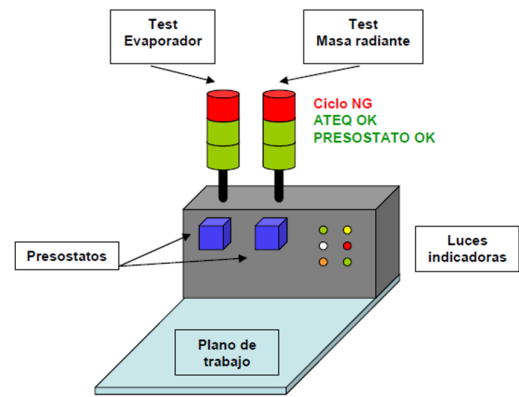
La estación completa estará compuesta por una placa de duraluminio de aproximadamente 12 mm de espesor, donde se fijarán y montarán el resto de los componentes y las torres de fijación del equipo en acero y/o aluminio. Mientras que las zonas de apoyo y anclaje del equipo a probar deberán ser de grilon negro o teflón.

Las dimensiones del banco de prueba deberán tener en cuenta un aprovechamiento eficiente de los espacios, la ergonomía de trabajo y el acceso a los sectores de mantenimiento. Los puntos de fijación del banco deberán ser compatibles con los diferentes modelos a probar, y deberán posicionar los equipos de forma segura, firme y repetitiva.

El cuadro de mando del operador deberá contar con un pulsador bimanual de inicio de ciclo, dos pulsadores para iniciar los ATEQ de forma independiente, un pulsador para cancelar las pruebas y un pulsador tipo hongo de color rojo de parada de emergencia, que al accionarse deberá cortar la energía eléctrica y neumática de todo el sistema.

Además, se deberá desarrollar una interfaz operador-máquina simple, donde se puedan visualizar, mediante torres de luces, el avance y los resultados de las pruebas.

Finalmente, el banco deberá contar también con un sistema de seguridad que no permita el ingreso de manos u objetos durante la fijación del equipo.



Banco de control eléctrico o de servomotores:

De esta forma, las tareas que se llevarán a cabo en el banco actual serán:

- Control de vibración de las electroventolas mediante el empleo de un acelerómetro.
- Verificación de la dureza de las puertas.
- Control eléctrico: consumo de corriente del motor y servomotores y continuidad del termistor.
- Verificación de la presencia de tornillos del motor, etiqueta de prueba, acelerómetro, unidad del Heater y carcasa Recirculo (manual o automático).

Estimación de los tiempos de las tareas:

Operación 280: prueba del equipo en los bancos de inspección final.

Tarea 86: objetivar el HVAC.

No presenta modificaciones.

Tarea 87: tomar el HVAC de la línea de montaje, colocarlo sobre la plataforma del dispositivo de pruebas del banco de estanqueidad y circulación, seleccionar el modelo a probar y dar inicio al ciclo por medio de un pulsador bimanual.

Se estima en 0,1 minuto, teniendo en cuenta los tiempos de tareas similares.

Tarea 88: fijación automática de la pieza y tiempos de pruebas de estanqueidad y circulación.

La duración de esta tarea será de 37,5 segundos, o bien 0,625 minutos, y se obtiene como la sumatoria del tiempo de fijación automática de la pieza, que se estima en 2 segundos, los tiempos de las pruebas y el tiempo entre ciclos detallado.

Tarea 89: pegar la primera etiqueta de aprobación en el equipo.

Se calcula como la mitad del tiempo empleado actualmente para la colocación de las dos etiquetas de pruebas, es decir 0,058 minutos.

Tarea 90: tomar el HVAC, posicionarlo sobre el banco de pruebas eléctricas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.

No presenta modificaciones.

Tarea 91: tiempo del banco de control eléctrico o servomotores.

La duración de esta tarea será de 0,558 minutos, y se calcula como la diferencia entre la duración actual de la tarea 88, y la duración de las pruebas de estanqueidad y circulación (sin considerar el tiempo de fijación automática de la pieza).

Tarea 92: dar confirmación visual presionando el botón Ciclo Visivo para aprobar el equipo.

No presenta modificaciones.

Tarea 93: pegar la segunda etiqueta de aprobación en el equipo.

Se calcula como la mitad del tiempo empleado actualmente para la colocación de las dos etiquetas de pruebas, es decir 0,058 min.

Tarea 94: tomar el equipo del banco de pruebas eléctricas y colocarlo sobre la línea de salida.

No presenta modificaciones.

Operación 290: colocación del tapón en la válvula de expansión.

Tarea 95: colocar el tapón en los conectores de la válvula de expansión.

No presenta modificaciones.

Tarea 96: objetivar la presencia del tapón y las etiquetas de aprobación.

No presenta modificaciones.

Tarea 97: cargar los tapones de la válvula en el contenedor.

No presenta modificaciones.

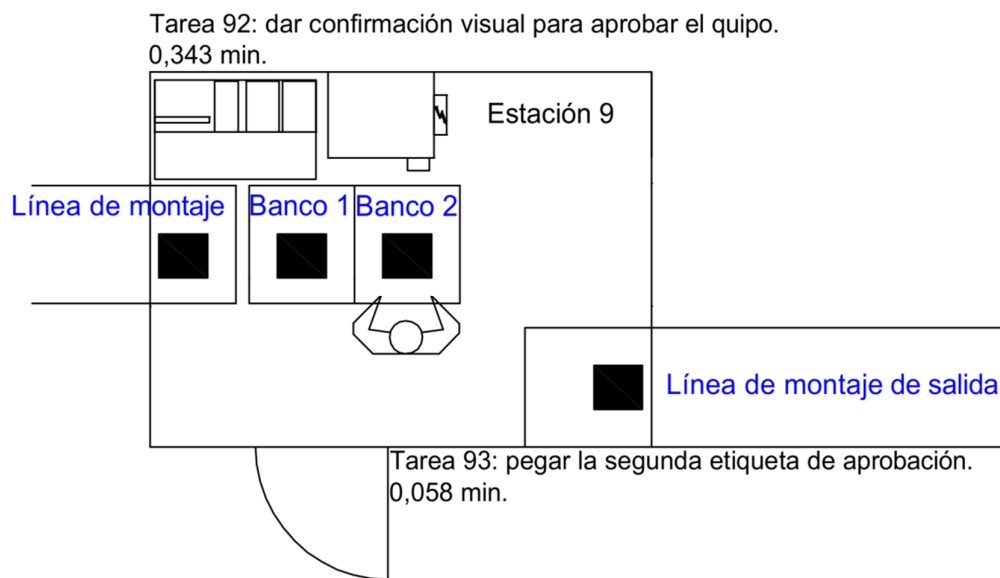
A modo de resumen, se presentan en el siguiente cuadro los tiempos de las tareas que serán empleados en el análisis.

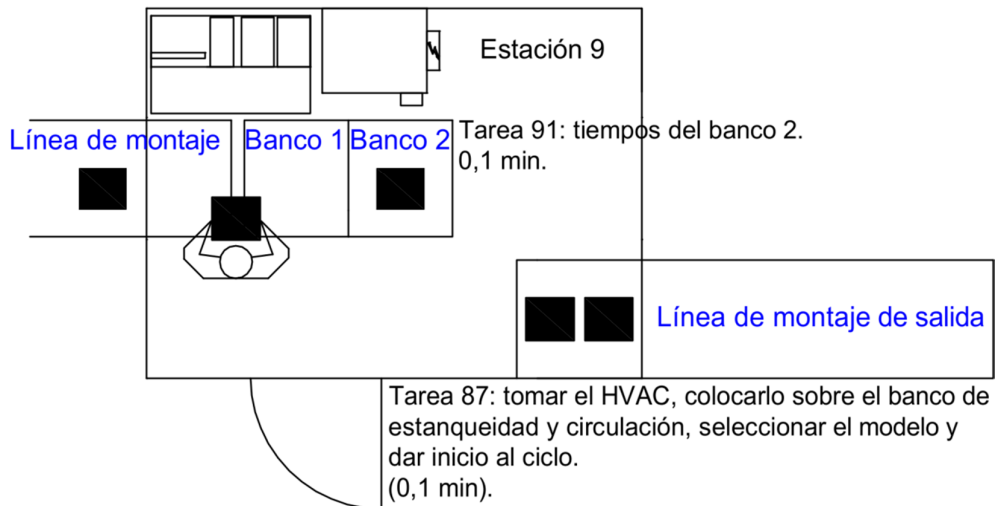
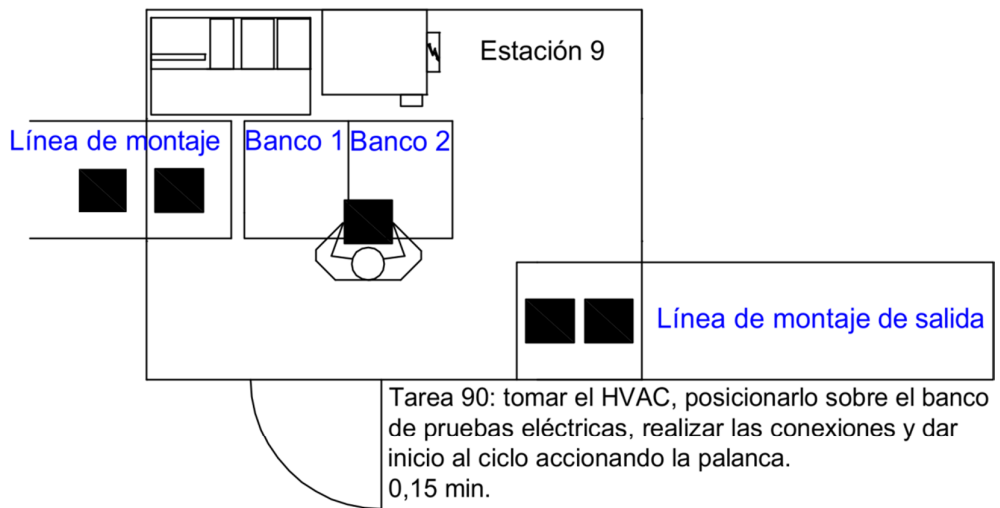
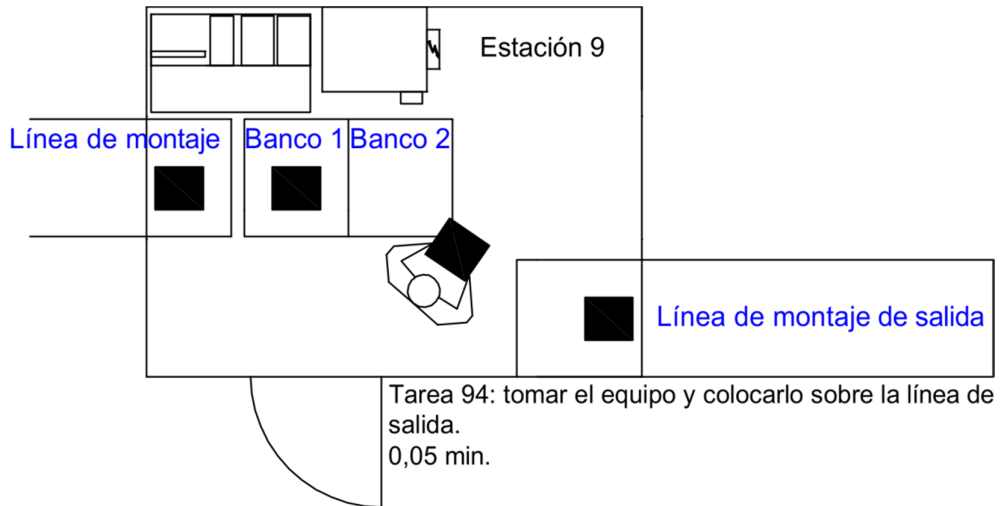
Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO / MANUAL		
	N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio
Prueba del equipo en los bancos de inspección final	86	Objetivar el HVAC.	0,200		
	87	Tomar el HVAC de la línea de montaje, colocarlo sobre la plataforma del dispositivo de pruebas del banco de estanqueidad y circulación, seleccionar el modelo a probar y dar inicio al ciclo por medio de un pulsador bimanual.	0,100		
	88	Fijación automática de la pieza y tiempos de pruebas de estanqueidad y circulación.	0,625		
	89	Pegar la primera etiqueta de aprobación en el equipo.	0,058		
	90	Tomar el HVAC, posicionarlo sobre el banco de pruebas eléctricas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.	0,150		
	91	Tiempo del banco de control eléctrico o servomotores.	0,558		

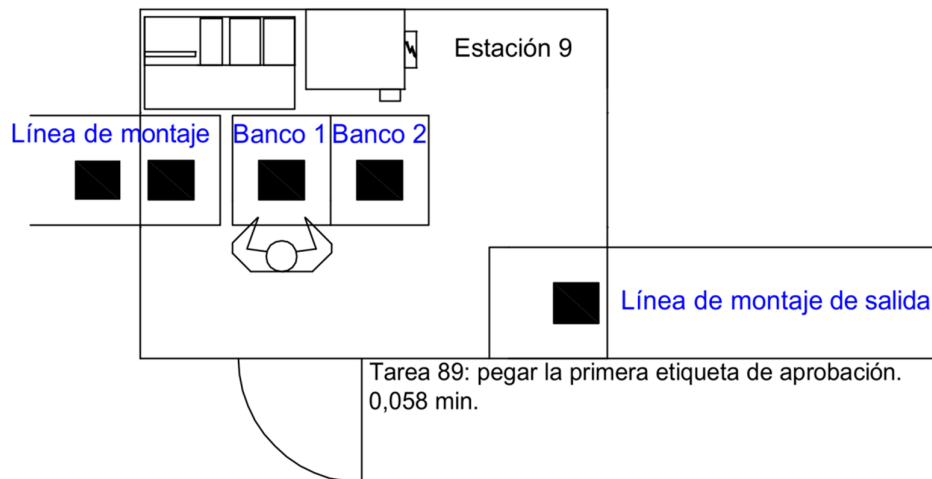
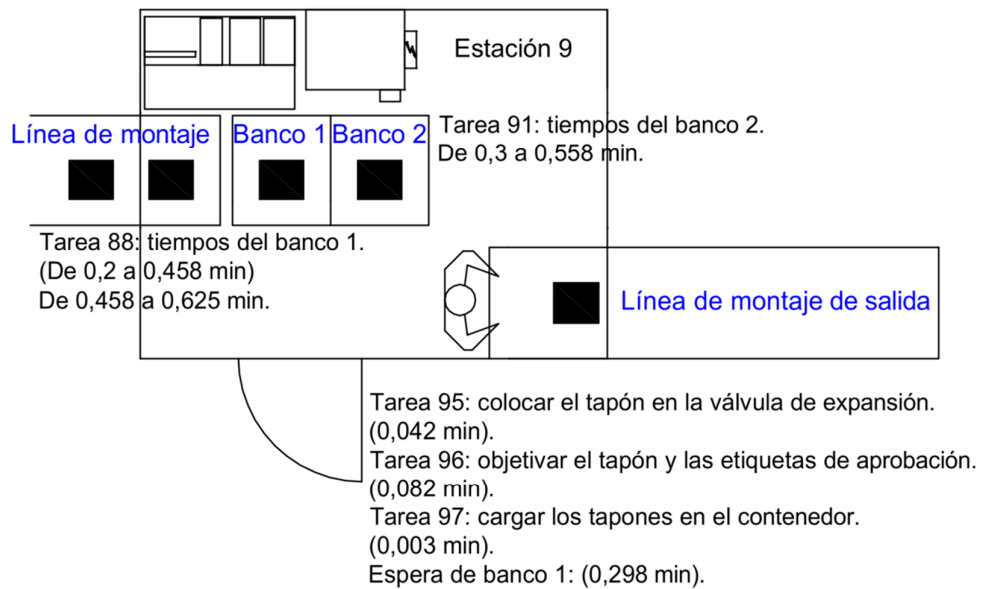
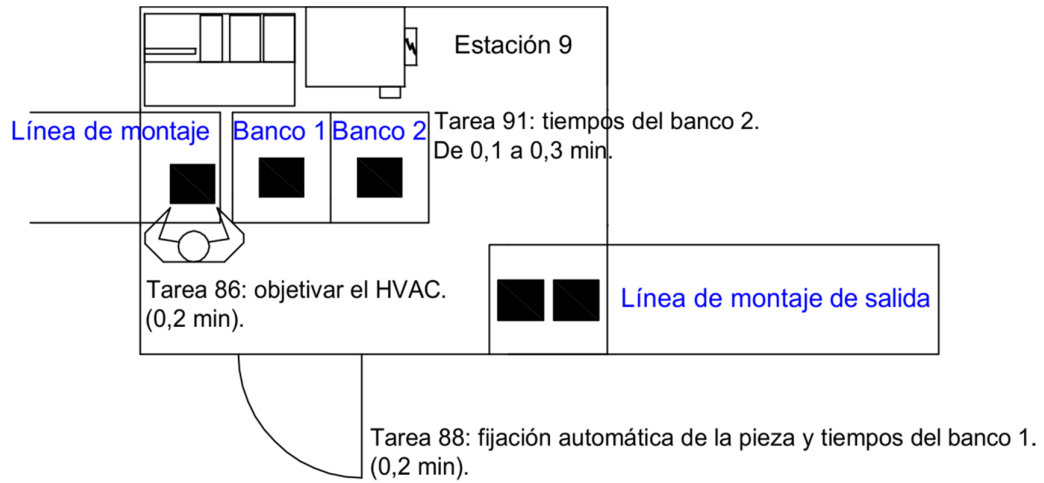
Prueba del equipo en los bancos de inspección final	92	Dar confirmación visual presionando el botón Ciclo Visivo para aprobar el equipo.	0,343		
	93	Pegar la segunda etiqueta de aprobación en el equipo.	0,058		
	94	Tomar el equipo del banco de pruebas eléctricas y colocarlo sobre la línea de salida.	0,050		
Colocación del tapón en la válvula de expansión	95	Colocar el tapón en los conectores de la válvula de expansión.	0,042		
	96	Objetivar la presencia del tapón y las etiquetas de aprobación.	0,082		
	97	Cargar los tapones de la válvula en el contenedor.		0,003	

Determinación del tiempo de la estación:

Para calcular el tiempo de la estación de trabajo 9, se redistribuirán las tareas de manera de minimizar las esperas de las pruebas realizadas en forma automática por los bancos. Se presenta a continuación la secuencia más conveniente, en donde se identifica como banco 1 al banco de pruebas de estanqueidad y circulación, y como banco 2 al de control eléctrico.







Nota: se indica entre paréntesis las tareas interiores al tiempo de máquina.

Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO / MANUAL		
	N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio
Prueba del equipo en los bancos de inspección final	92	Dar confirmación visual presionando el botón Ciclo Visivo para aprobar el equipo.	0,343		
	93	Pegar la segunda etiqueta de aprobación en el equipo.	0,058		
	94	Tomar el equipo del banco de pruebas eléctricas y colocarlo sobre la línea de salida.	0,050		
	90	Tomar el HVAC, posicionarlo sobre el banco de pruebas eléctricas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.	0,150		
	91	Tiempo del banco de control eléctrico o servomotores.	0,558		
	87	Tomar el HVAC de la línea de montaje, colocarlo sobre la plataforma del dispositivo de pruebas del banco de estanqueidad y circulación, seleccionar el modelo a probar y dar inicio al ciclo por medio de un pulsador bimanual.	(0,100)		
	88	Fijación automática de la pieza y tiempos de pruebas de estanqueidad y circulación.	(0,458)		
			0,167		
	86	Objetivar el HVAC.	(0,200)		
Colocación del tapón en la válvula de expansión	95	Colocar el tapón en los conectores de la válvula de expansión.	(0,042)		
	96	Objetivar la presencia del tapón y las etiquetas de aprobación.	(0,082)		
	97	Cargar los tapones de la válvula en el contenedor.		(0,003)	
Prueba del equipo en los bancos de inspección final	89	Pegar la primera etiqueta de aprobación en el equipo.	0,058		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 9:	1,384	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 9:	1,384
Δ Total tiempo de la estación 9:	-0,424
Δ Total tiempo de la estación 9 (%):	-23,46%

Multiplicando el tiempo normal de la estación de pruebas por los suplementos adoptados en el trabajo, se calcula un tiempo estándar de 1,532 minutos. Este tiempo corresponde a una capacidad disponible en el puesto de 627 unidades al día, alcanzando el nuevo nivel de producción solicitado por el cliente.

Estación de implante y balanceo de ventolas

Con el objetivo de reducir el tiempo de la estación de implante y balanceo de ventolas se analizan en esta oportunidad diferentes alternativas:

- Tercerización del proceso de inyección plástica del ventilador del Blower, a un proveedor cuya calidad haya sido demostrada en otros modelos de HVAC.
- Duplicación de la balanceadora existente.
- Reemplazo de la balanceadora actual por una doble.
- Reemplazo de la balanceadora actual por una automática.

Tercerización del proceso de inyección plástica del ventilador:

En otros modelos de HVAC la ventola del Blower no se inyecta en planta, sino que se compra directamente a un proveedor externo de piezas plásticas. Actualmente DNAR trabaja con una empresa de Brasil: Pecval Industria Ltda, que además provee para este modelo el marco plástico de la puerta Mix, la leva Servo Air Mix y la leva Servo Blower.

La ventola correspondiente al modelo IMV no difiere de manera importante de aquellas importadas, sino que se decide actualmente inyectarla en planta siendo que el volumen de producción de este proyecto es elevado y, en consecuencia, las economías logradas son significativas. Mientras que, de decidirse comprar a un proveedor externo, en la evaluación económica se deberá tener en cuenta el incremento en los costos de fabricación, debido a la utilidad que percibirá el mismo y los gastos de importación incurridos.

De adoptarse esta medida debemos asegurar que el proveedor elegido sea confiable. Para ello en el anexo 6 se presenta la performance de Pecval durante el año fiscal 2012 y se observa que este proveedor alcanzó en los tres índices la calificación de desempeño más alta. Además, se debe tener en cuenta que su aprobación como proveedor de este componente es directa, debido a que forma parte del grupo DENSO y, con respecto a la capacidad instalada, Pecval presenta el status necesario para alcanzar el nivel de producción requerido sin ser necesario un plan de inversión.

En la performance presentada se observa que DNAR evalúa a los proveedores bajo tres índices diferentes: el Índice de Calidad del Proveedor (ICP), el Índice Logístico del Proveedor (ILP) y el Índice de Compras (I\$P), que brindan información del grado de cumplimiento en la calidad de los productos suministrados, en las metas logísticas y en las metas comerciales.

El ICP e ILP se calculan de la siguiente forma:

$$ICP = \text{partes rechazadas} \times 1000000 / \text{partes recibidas}$$

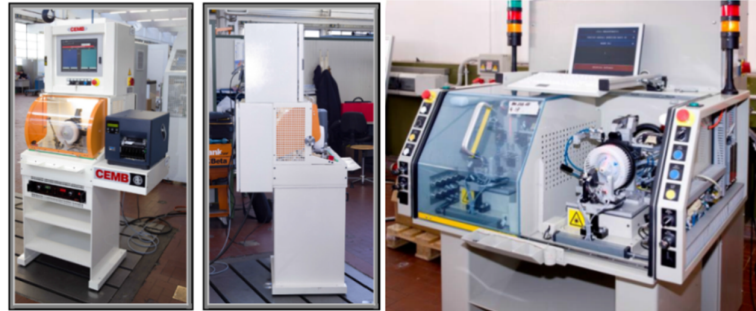
$$ILP = (1 - (\text{entregas nulas} + \text{entregas fuera de tiempo} \times 0,2 + \text{entregas incompletas} \times 0,1) / \text{entregas totales}) \times 100$$

Mientras que el Índice de Compras se obtiene comparando el precio del periodo evaluado y el precio fijado al primero de Abril del correspondiente año fiscal, establecido como el 100%.

Duplicación de la balanceadora existente o reemplazo por una balanceadora doble:

Trabajar simultáneamente con dos balanceadoras simples, o con una balanceadora de dos estaciones de trabajo, hará posible que, mientras el operador este colocando las grampas en una estación o balanceadora, la segunda se encuentre midiendo el desequilibrio de otro conjunto al mismo tiempo.

Para este análisis se cuenta con dos cotizaciones de la firma Italiana CEMB, por una balanceadora simple y una doble de similares características a la que actualmente se emplea en la línea.



Los modelos presentados permiten realizar dos tipos de equilibrado: estático y dinámico. Particularmente para el balanceo de ventolas se deberá asegurar el equilibrio dinámico en dos planos de compensación, que se podrán visualizar en pantalla mediante una gráfica polar.



Además, una función adicional que se deberá comprar es la impresión de una etiqueta de aprobación con los datos medidos. La impresora deberá estar programada para emitir la misma sólo si la corrección del desequilibrio es positiva y deberá impedir imprimir una segunda etiqueta.

Componentes principales de las balanceadoras:

- Estructura de acero.
- Mesa de mediciones: incluye los transductores de fuerza piezoeléctricos para la detección del desequilibrio, que transforman la señal mecánica en una señal eléctrica directamente proporcional a la fuerza centrífuga producida.
- Dispositivo de sujeción de la pieza accionado por aire.
- Sistema de conexión eléctrica.
- Sistema de fotocélulas: para interceptar las aletas del ventilador, su posición angular y la identificación del sentido de giro.
Estas balanceadoras emplean un doble sistema de fotocélulas, de manera que puedan operar sin necesidad de aplicar ninguna marca de referencia en el rotor.
- Pantalla o interfaz operador-máquina: una vez identificado el desequilibrio se mostrará en pantalla un diagrama polar en donde se podrán visualizar dos puntos: uno de ellos gira a medida que se hace rotar el ventilador, y el otro es fijo e indica la posición angular del desequilibrio, es decir, en donde se deberá realizar la corrección.

En la parte superior se mostrará además, el valor del desequilibrio en la unidad elegida (mg, g, o g x mm), la posición angular en grados (entre 0° y 359°) y el número de grampas necesarias para su corrección.

El operario deberá hacer girar el ventilador hasta que ambos puntos del esquema del rotor coincidan. Cuando esto sucede se visualizará en la pantalla un cartel en verde y se indicará esquemáticamente el cajón desde el cual el operador debe recoger las grampas reduciendo el riesgo de errores.

- Cajoneras para las grampas.
- Software estándar.
- Software especial para el balanceo del conjunto motor-fan.
- Memoria de los datos históricos de los desequilibrios: valores, números de serie, fechas, números de programa, entre otros parámetros.
- Documentación.

Estimación de los tiempos de las tareas:

Los tiempos de las tareas dependerán principalmente de la destreza del operario y del desequilibrio inicial que condicionará la cantidad de grampas a colocar. Los tiempos que serán considerados son los que actualmente demanda esta operación, debido a que se han seleccionado balanceadoras con características técnicas similares a la existente.

Reemplazo de la balanceadora actual por una automática:

En el caso de la balanceadora automática fue necesario solicitar una cotización a otra firma italiana: Elettrorava S.p.A.

De acuerdo al plano del conjunto motor-fan, el modelo de balanceadora que se deberá emplear es el ESVM 4-1-RA. Se trata de una balanceadora vertical, a diferencia de la actualmente empleada o de las balanceadoras simple y doble propuestas anteriormente. En la misma, una vez detectado el desequilibrio, el posicionamiento angular y la corrección del motor-fan se realizan automáticamente, mediante la adición de grampas en dos planos de corrección o en un plano de requerirse el balanceo estático. La carga y descarga se pueden realizar de forma manual o por medio del empleo de un robot en líneas totalmente automatizadas.

Componentes principales de la balanceadora:

- Estructura de acero.
- Placa rígida con transductores de fuerza: tiene la función de dar soporte al conjunto que se va a equilibrar, y en la misma están conectados los transductores piezoeléctricos que transmiten una señal proporcional a la fuerza centrífuga debida al desequilibrio. En esta placa se monta la herramienta empleada para el bloqueo del ventilador, el dispositivo de conexión automática y el de manipulación automática de las fotocélulas.
- Dispositivo de bloqueo del motor-fan: se trata de una herramienta de control neumático para fijar el motor durante la operación.

- Sistema de conexión eléctrica: la conexión del motor del ventilador a la fuente de alimentación es automática a través de un contacto accionado por un cilindro neumático.
- Sistema de fotocélulas: esta balanceadora emplea un doble sistema de fotocélulas que permite interceptar las aletas sin necesidad de una marca de referencia en el rotor.
- Pantalla o interfaz operador-máquina.
- Cajoneras para las grampas.
- Software para el control del desequilibrio.
- Sistema de corrección automática: la máquina está equipada con dos unidades de corrección montadas sobre soportes fijos a la estructura, que se pueden mover horizontal y verticalmente a lo largo de tres ejes ortogonales XYZ.
- Memoria de los datos históricos de los desequilibrios: valores, números de serie, fechas, números de programa, entre otros parámetros.
- Documentación.

Adicionalmente se deberá comprar la impresora de etiquetas de aprobación para emitir un detalle de la fecha y hora de producción, la identificación de la unidad, el desequilibrio residual, entre otros.

Estimación de los tiempos de las tareas:

Esta balanceadora permite trabajar en tres modos de funcionamiento diferentes:

- *Modo manual:* en donde el ciclo de trabajo corresponde con el de la balanceadora simple.
- *Modo semiautomático:* en este caso el balanceo es automático pero la carga y descarga de la unidad es manual. El operario da inicio al ciclo por medio de un pulsador y, a partir de ese momento, la balanceadora se cierra, realiza la detección y corrección automática del desequilibrio y se abre al final del ciclo.
- *Modo automático:* el balanceo y la carga y descarga son completamente automáticas.

El modo de funcionamiento manual se utiliza para ajustar los parámetros de la máquina y de las piezas a equilibrar, para llevar a cabo la calibración y el control de la balanceadora, o en operaciones de puesta a punto. El tercer modo de trabajo se emplea cuando la balanceadora está incorporada a una línea de ensamble totalmente automática. Por lo tanto, para el caso de estudio, el modo de funcionamiento a considerar es el semiautomático.

En esta oportunidad, el tiempo de ciclo de la operación ya no depende de la destreza del operador en el balanceo de la unidad, sino únicamente del desequilibrio inicial. El fabricante recomienda considerar para este modo de funcionamiento un tiempo promedio total de 60 segundos.

CAPÍTULO 8: ESTUDIO DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS DE AMPLIACION

En este capítulo se proponen diferentes alternativas para adecuar la capacidad disponible de la línea al requerimiento del cliente. El problema de ampliación de capacidad consiste en alcanzar el tiempo de ciclo deseado, asegurando los siguientes objetivos adoptados en el trabajo:

- Minimizar el número de estaciones y mano de obra requerida.
- Reducir las inversiones en herramientas y dispositivos.
- Mejorar la eficiencia de la línea.
- Minimizar la ampliación de su longitud y el espacio asignado para el montaje de este modelo.
- Lograr una distribución que permita avanzar al producto con un mínimo de manipulaciones, detenciones y transportes.

Cada propuesta se obtiene como una combinación de las medidas de ampliación y de aprovechamiento de capacidad identificadas a lo largo del trabajo, que a modo de resumen se enlistan a continuación:

Medidas de incremento de la capacidad:

- Incremento del número de estaciones de trabajo.
- Aumento de la mano de obra.
- Duplicación de los dispositivos existentes.
- Tercerización del proceso de inyección plástica del ventilador del Blower.
- Duplicación de la balanceadora existente.
- Reemplazo de la balanceadora actual por una doble.
- Reemplazo de la balanceadora actual por una automática.
- Fabricación del banco de pruebas de estanqueidad y circulación.

Medidas de aprovechamiento de la capacidad:

- Reducción de las esperas de los tiempos de máquina.
- Estrategias de balanceo.

En este análisis se prestará especial atención en evitar el exceso de capacidad, adoptando aquellas combinaciones de las diferentes medidas mencionadas que inmediatamente alcancen el nivel de producción requerido, evitando sobredimensionar la línea.

En cada una de las opciones estudiadas a continuación se presenta la nueva secuencia de tareas, se calcula el impacto de los cambios implementados y se analiza una distribución de línea adecuada. En esta oportunidad se realizan dos observaciones respecto al análisis de las alternativas de ampliación:

Por un lado, en el cálculo de los diferentes parámetros de la línea, se considera un incremento en el tiempo de alimentación de la misma debido al aumento del nivel de producción. Esta tarea es asignada a un operario de logística encargado únicamente del abastecimiento de esta línea (Minomi), con el objetivo de reducir los movimientos de la mano de obra directa en las

estaciones de trabajo. El tiempo de esta actividad dependerá de las distancias a recorrer y los transportes requeridos de acuerdo al layout propuesto. No obstante, de manera simplificada, se prevee en todos los casos un incremento de los tiempos de alimentación de un 50%, de acuerdo a la brecha de capacidad calculada.

En la línea de montaje de IMV, actualmente el Team Leader es responsable de la elaboración de algunos informes y la colocación de los equipos finales en los racks. Por lo tanto, otra consideración a tener en cuenta es que en la nueva distribución será posible asignarle otras tareas de montaje menores, únicamente aquellas que puedan realizarse con posterioridad al banco de pruebas, durante la inspección final del equipo antes de la disposición en el sector de productos terminados, y siempre que se prevea un tiempo muerto para el cumplimiento de otras funciones como ser: el entrenamiento del personal, la participación en la resolución de problemas, la sustitución de operarios y la reparación de piezas rechazadas.

Método de balanceo

Existen distintos métodos para proceder al equilibrado de las líneas de montaje, desde hacerlo a ojo mediante prueba y error, o utilizar métodos exactos, métodos heurísticos y hasta métodos auxiliados por computadora.

El desarrollado comúnmente en la bibliografía es el método heurístico de equilibrado de los pesos posicionales, no obstante, en el caso de estudio, presenta una ventaja limitada.

Esto es debido a, por un lado, la complejidad del problema, siendo conveniente adoptar como punto de partida la secuencia actual de tareas y efectuar las modificaciones necesarias para alcanzar la capacidad requerida.

Por otro lado, como se podrá observar cuando se analice detalladamente el balanceo de la línea en la alternativa 2, no existen muchas soluciones admisibles para el tiempo de ciclo objetivo, debido a las numerosas restricciones consideradas y a la cantidad de dispositivos especializados de montaje. En las pocas oportunidades en las que se pueda optar por una u otra disposición alternativa, la decisión se evalúa de acuerdo a los objetivos definidos al inicio del capítulo.

Cada alternativa se comienza proponiendo alguna de las medidas de ampliación desarrolladas. A excepción de la primera, en donde el análisis efectuado es diferente, en todas estas se parte de las estaciones cuyos tiempos se encuentran condicionados por las máquinas.

En la estación de inspección final se incorpora necesariamente el nuevo banco de pruebas de estanqueidad y circulación, siendo que no fue posible alcanzar la capacidad requerida únicamente reduciendo las esperas de los tiempos de pruebas, y no se identificó otra medida de ampliación alternativa más conveniente. La secuencia de tareas ya fue analizada en el capítulo 7 y no se realizan nuevos cambios en esta oportunidad.

En cuanto a la estación de implante y balanceo, en cada propuesta se adopta una medida de ampliación diferente, se detallan los cambios en los tiempos y en las tareas como

consecuencia de su implementación, y se analiza la distribución que minimice el tiempo de espera de los operarios, pasando elementos de trabajo manuales exteriores a trabajos interiores al tiempo de actividad de las máquinas.

A continuación, se emplean las estrategias de balanceo en las demás estaciones de trabajo dentro y fuera de línea, de manera de asignar cargas lo más uniformes posibles y minimizar de esta forma los tiempos muertos.

Para ello se recurre a la información relevada en el anexo 5, en donde se identifican y detallan las relaciones de precedencia de las tareas de montaje. Se recuerda que en el mismo se encuentran resaltadas con color todas aquellas tareas que actualmente se encuentran asignadas a las diferentes operaciones, pero que son posibles de dividir o separar de la misma para redistribuirlas o combinarlas con otras actividades, permitiendo de esta forma incrementar la probabilidad de lograr un balanceo más favorable en la asignación del trabajo.

El procedimiento es el mismo para todas las estaciones que emplean en sus operaciones dispositivos de montaje o armado, que corresponden a la mayoría de los puestos. Se analiza que tareas necesariamente requieren llevarse a cabo en la estación, debido al diseño del producto o al empleo del dispositivo, y cuáles se pueden asignar a otras estaciones de la línea. Como consecuencia, se determina si es necesario o no duplicar los dispositivos existentes una vez asegurado el máximo aprovechamiento de su capacidad.

Finalmente se continúa con los puestos en los que se realiza únicamente trabajo manual y, por lo tanto, se dispone de mayor libertad en la asignación de las tareas. Los elementos de trabajo restantes se asignan en estas estaciones siguiendo la secuencia de operaciones definida por las relaciones de precedencia, hasta alcanzar el tiempo de ciclo requerido.

Alternativa N° 1

La primera alternativa a considerar para alcanzar el volumen solicitado por TASA es el trabajo en tres turnos de producción, incrementando la mano de obra contratada para el montaje de este modelo.

Sin efectuar ninguna modificación, se podrán obtener de esta forma 597 unidades al día.

			<u>Impacto alternativa 1</u>
Tiempo de ciclo de la línea:	2,311	min.	0,00%
Producción horaria:	25,96	piezas	
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Minutos tercer turno:	420	min.	100,00%
Producción primer turno:	215	piezas	
Producción segundo turno:	200	piezas	
Producción tercer turno:	182	piezas	100,00%
Número de estaciones de la línea:	7	estaciones	
Tiempo de recorrido de la línea:	16,178	min.	0,00%
Tiempo de tareas del Team Leader:	0,517	min.	
Tiempo de alimentación de línea:	2,001	min.	
Tiempo de estaciones fuera de línea:	3,720	min.	
Tiempo de montaje total:	22,416	min.	0,00%
Capacidad disponible diaria:	597	piezas	43,75%
Meses productivos:	11,5	meses / año	
Días productivos:	20	días / mes	
Capacidad disponible anual:	137333	piezas	43,75%

El tiempo de ciclo de las estaciones cuellos de botella determina la capacidad disponible de la línea. Habiendo identificado en el balanceo de línea optimizado la estación de montaje del Heater como el cuello de botella del modelo automático, y el cierre del Heater en el caso del modelo manual, se deberá trabajar en la redistribución de algunas tareas actualmente asignadas a estos puestos para alcanzar la producción diaria requerida de 609 unidades.

En la estación del montaje del Heater se llevan a cabo las operaciones 80, 90, 100 y 110. De acuerdo al anexo 5, en donde se detallan las relaciones de precedencia de los elementos de trabajo, las tareas 15 y 17 son posibles de separar de la operación 80, y la tarea 27 de la operación 100.

En primer lugar se prueba reasignando la tarea 27 que es la de menor duración, intentando encontrar la disposición que inmediatamente alcance la capacidad requerida. Esta tarea consiste en llenar el contenedor de levas dentadas y debe llevarse cabo en la medida en que el contenedor se acabe, por lo tanto no tiene asignada relaciones de precedencia. Sin embargo, con el objetivo de reducir movimientos y desplazamientos innecesarios de los operarios,

conviene realizarla en una estación de trabajo próxima. Además, para mejorar la eficiencia de la línea, debería asignarse a aquella que presente el menor tiempo de estación. El puesto 2 cumple con ambas condiciones.

Simulando la implementación de este cambio la capacidad disponible se verá incrementada únicamente a 599 unidades y, por lo tanto, no será suficiente para alcanzar el volumen de producción requerido.

En orden ascendente, de acuerdo a su duración, la siguiente tarea a analizar es la 17, en donde se realizan las objetivaciones de las puertas. Por relaciones de precedencia, esta tarea se podría llevar a cabo únicamente en las estaciones 1 ó 2. Teniendo en cuenta que en la estación 1 se efectúa el armado de las mismas, es conveniente realizar el control en la estación 2, en donde trabaja un operario diferente, reduciendo el riesgo de que no se realice esta actividad o no se le preste suficiente atención. Además, entre ambos puestos, el número 2 presenta el menor tiempo de ciclo.

Como resultado de esta modificación, el volumen de producción asciende a 616 piezas al día, alcanzando la capacidad necesaria.

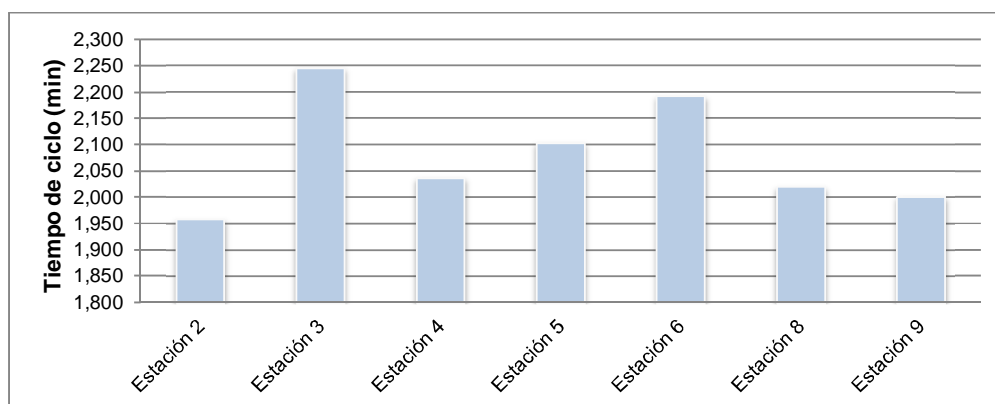
De trabajarse con la estación de cierre del Heater los resultados hubiesen sido similares, lo importante es determinar que es posible alcanzar la capacidad requerida mediante una redistribución mínima de tareas en las estaciones cuellos de botella, que no necesita de inversiones, capacitación, ni modificaciones en la disposición de la línea.

En el anexo 7 se muestra el balanceo correspondiente a esta alternativa no obstante, siendo que el cambio es mínimo, se presenta únicamente con la finalidad de determinar los nuevos parámetros de la línea.

En cuanto al layout, no será necesario implementar ningún cambio en la distribución actual para abastecer la nueva demanda del cliente.

Ciclo de fabricación: modelo automático.

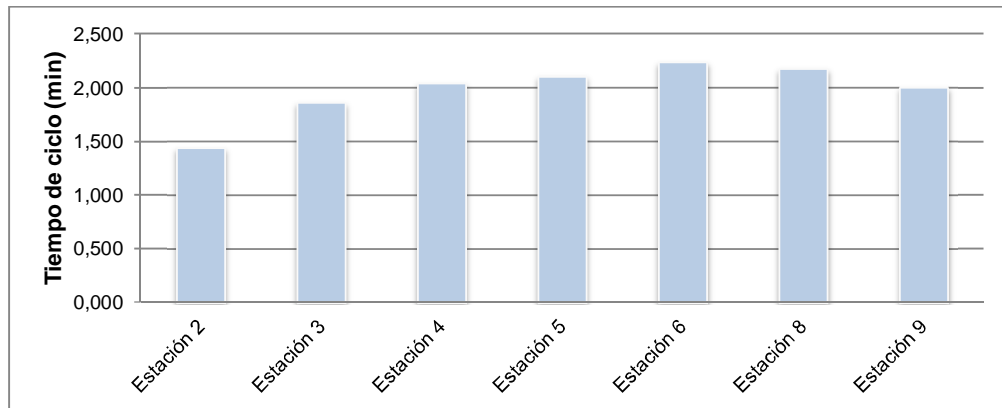
			Impacto alternativa 1
Tiempo de ciclo de la línea:	2,245	min.	-4,70%
Producción horaria:	26,72	piezas	4,93%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Minutos tercer turno:	420	min.	
Producción primer turno:	222	piezas	4,93%
Producción segundo turno:	206	piezas	4,93%
Producción tercer turno:	187	piezas	100,00%
Número de estaciones de la línea:	7	estaciones	
Tiempo de recorrido de la línea:	15,716	min.	-4,70%
Tiempo de tareas del Team Leader:	0,517	min.	
Tiempo de alimentación de línea:	2,027	min.	
Tiempo de estaciones fuera de línea:	3,720	min.	
Tiempo de montaje total:	21,979	min.	-3,41%



Estación	Descripción	Eficiencia individual	Impacto alternativa 1
Estación 2	Armado de puerta Recirculo, puerta Mix y subconjuntos Servo Air Mix y Modo.	87,22%	11,22%
Estación 3	Montaje del Heater.	100,00%	0,00%
Estación 4	Armado de carcasa Recirculo, Heater Core y Case Cover.	90,73%	4,93%
Estación 5	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	93,68%	4,93%
Estación 6	Cierre del Heater.	97,63%	4,93%
Estación 8	Armado del conjunto Blower y unión con el Heater-Cooler.	89,99%	4,93%
Estación 9	Banco de pruebas.	89,13%	4,93%
Eficiencia de la línea		92,63%	4,93%

Ciclo de fabricación: modelo manual.

			Impacto alternativa 1
Tiempo de ciclo de la línea:	2,236	min.	0,00%
Producción horaria:	26,83	piezas	
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Minutos tercer turno:	420	piezas	
Producción primer turno:	223		
Producción segundo turno:	207	piezas	
Producción tercer turno:	188	estaciones	100,00%
Número de estaciones de la línea:	7		
Tiempo de recorrido de la línea:	15,653	min.	0,00%
Tiempo de tareas del Team Leader:	0,517	min.	
Tiempo de alimentación de línea:	1,957	min.	
Tiempo de estaciones fuera de línea:	3,720	min.	
Tiempo de montaje total:	21,846	min.	0,00%



Estación	Descripción	Eficiencia individual	Impacto alternativa 1
Estación 2	Armado de puerta Recirculo, puerta Mix y subconjuntos Servo Air Mix y Modo.	64,36%	8,33%
Estación 3	Montaje del Heater.	83,07%	-5,62%
Estación 4	Armado de carcasa Recirculo, Heater Core y Case Cover.	91,09%	0,00%
Estación 5	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	94,06%	0,00%
Estación 6	Cierre del Heater.	100,00%	0,00%
Estación 8	Armado del conjunto Blower y unión con el Heater-Cooler.	97,22%	0,00%
Estación 9	Banco de pruebas.	89,49%	0,00%
		Eficiencia de la línea	
		88,47%	0,00%

Capacidad disponible de la línea:

			<u>Impacto alternativa 1</u>
Tiempo de ciclo de la línea:	2,242	min.	-3,00%
Producción horaria:	26,76	piezas	3,10%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Minutos tercer turno:	420	min.	100,00%
Producción primer turno:	222	piezas	3,10%
Producción segundo turno:	206	piezas	3,10%
Producción tercer turno:	187	piezas	100,00%
Número de estaciones de la línea:	7	estaciones	
Tiempo de recorrido de la línea:	15,692	min.	-3,00%
Tiempo de tareas del Team Leader:	0,517	min.	
Tiempo de alimentación de línea:	2,001	min.	
Tiempo de estaciones fuera de línea:	3,720	min.	
Tiempo de montaje total:	21,930	min.	-2,17%
Capacidad disponible diaria:	616	piezas	48,20%
Meses productivos:	11,5	meses / año	
Días productivos:	20	días / mes	
Capacidad disponible anual:	141585	piezas	48,20%

Alternativa N° 2

Con el objetivo de aumentar la capacidad de la estación de implante y balanceo de ventolas, en esta alternativa se evalúa la posibilidad de realizar la operación en dos estaciones de trabajo, a cargo de distintos operarios.

En cada estación se llevará a cabo ó el implante ó el balanceo de la unidad, y se podrán asignar también otras tareas que actualmente se realizan en la línea, de manera de acercar el tiempo de ciclo de estas estaciones al del cuello de botella y evitar que contengan gran cantidad de tiempos muertos o esperas.

Para determinar las tareas que se asignarán, se recorre la secuencia de operaciones desde el final hacia el inicio, y se eligen aquellas posibles de realizar fuera de línea, y cercanas al montaje del Blower y a la entrada de la cabina de pruebas, en donde se dispone de lugar físico para estos puestos. Las tareas y operaciones que se identificaron que cumplen con estos requisitos consisten en el armado de subconjuntos que luego serán montados en la línea:

- Tarea 79: colocación del packing al resistor de variación de velocidad.
- Operación 150: armado del subconjunto Case Cover.
- Operación 70: armado del subconjunto Servo Modo.
- Operación 60: armado del subconjunto Servo Air Mix.

Asignadas estas tareas, se propone una nueva distribución en las estaciones de implante y balanceo, de manera de alcanzar el tiempo de ciclo requerido minimizando las esperas de los operarios. A continuación se detalla la secuencia adoptada, se calculan los tiempos de cada una de estas estaciones y se esquematizan los resultados.

En la distribución propuesta, los tiempos de espera de la implantadora se lograron reducir a cero, y la espera de la balanceadora a 0,3 minutos en el modelo automático y 0,261 minutos en el modelo manual.

Una vez definida la secuencia de tareas en las estaciones cuyos tiempos se encuentran condicionados por las máquinas, se continúa con los demás puestos dentro y fuera de línea.

Para ello se comienza trabajando en las estaciones que actualmente presentan menor capacidad, es decir la estación de montaje del Heater, que es el cuello de botella del modelo automático, y el cierre del Heater, que es el cuello de botella del modelo manual.

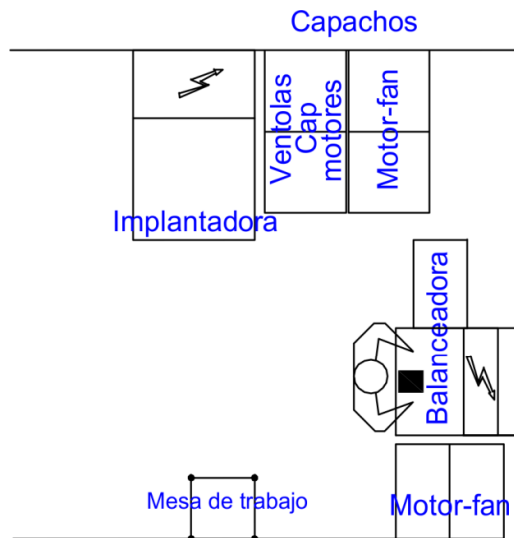
El balanceo de la línea se obtiene aplicando la metodología descrita en la introducción del capítulo y se incluye en el anexo 8 del trabajo.

Estación de balanceo de ventolas y armado del subconjunto Servo Modo:

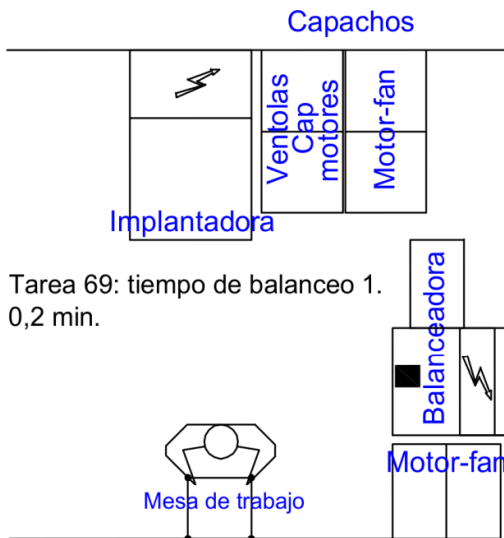
N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
240	Balanceo de ventolas	68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.	0,230			0,230		
		69	Tiempo de máquina de balanceo 1.	0,200			0,200		
250	Montaje del conjunto Blower	79	Colocar el packing al resistor de variación de la velocidad.				(0,139)		
240	Balanceo de ventolas	70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.	0,350			0,350		
		71	Tiempo de máquina de balanceo 2.	0,200			0,200		
70	Armado del subconjunto Servo Modo	14	Colocar la leva Servo Modo en el servomotor Modo.	(0,100)					
240	Balanceo de ventolas	72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.	0,260			0,260		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 9:	1,240	0,000	0,000	1,240	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 9:	1,240	1,240
--	--------------	--------------

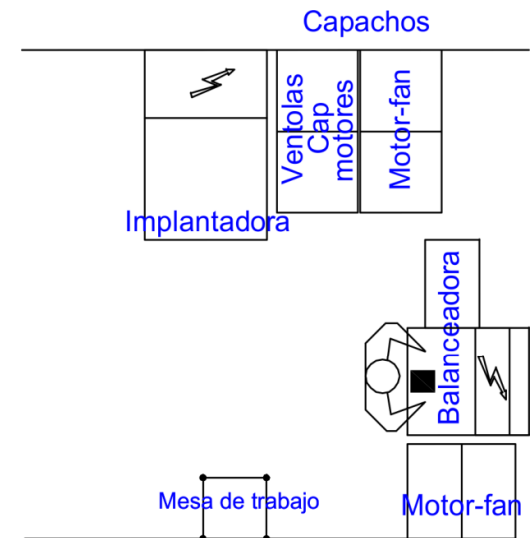


Tarea 68: colocar el subconjunto en la balanceadora, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrarla. 0,23 min.

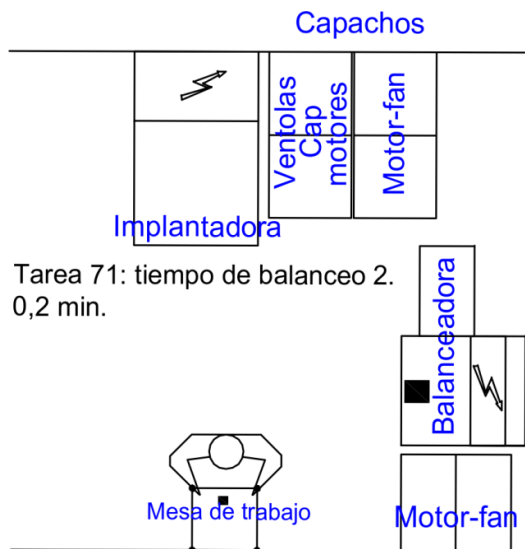


Tarea 69: tiempo de balanceo 1. 0,2 min.

Tarea 79: colocar el packing al resistor de variación de la velocidad. (0,139 min).
Espera de la balanceadora: 0,2 min (modelo automático).
0,061 min (modelo manual).

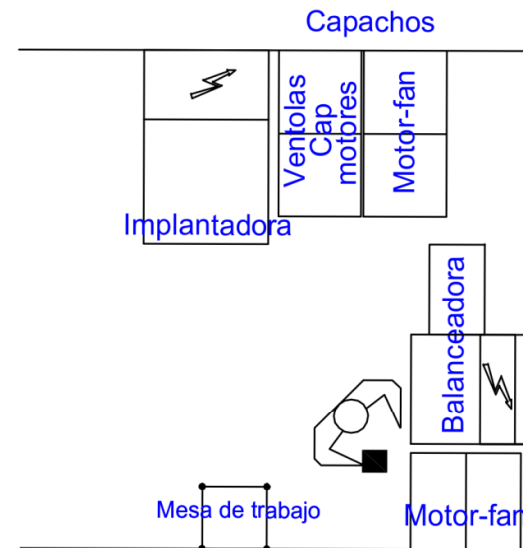


Tarea 70: colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta. 0,35 min.



Tarea 71: tiempo de balanceo 2.
0,2 min.

Tarea 14: colocar la leva Servo Modo en el servomotor. (0,1 min).
Espera de la balanceadora:
0,1 min (modelo automático).
0,2 min (modelo manual).



Tarea 72: abrir la puerta, desconectar el motor, colocar la etiqueta, objetivar la presencia de la misma y abastecer la línea.
0,26 min.

Nota: se indica entre paréntesis las tareas interiores al tiempo de máquina.

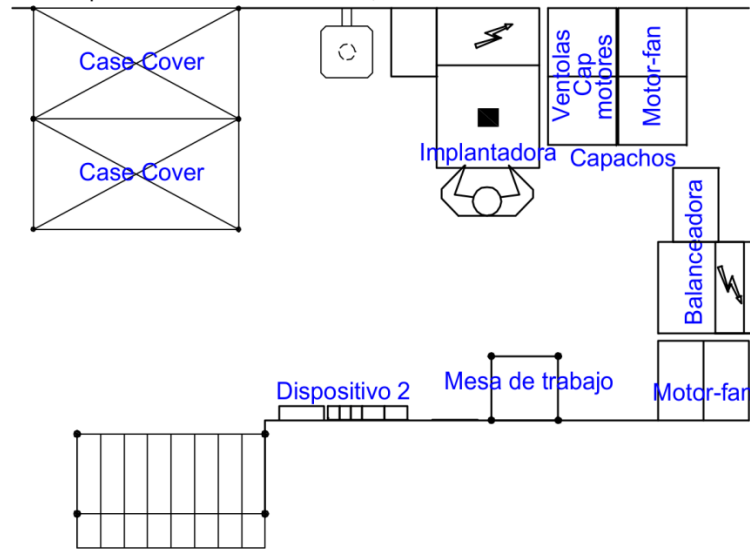
Estación de implante de ventolas y armado de Case Cover y subconjunto Servo Air Mix:

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
240	Implante de ventola	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	0,270			0,270		
		66	Tiempo de máquina de implante.	0,500			0,500		
		73	Cambiar la caja de ventolas.		(0,014)			(0,014)	
		74	Cambiar la caja de motores.		(0,088)			(0,088)	
		75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.		(0,003)			(0,003)	
150	Armado del subconjunto Case Cover	37	Tomar el Case Cover, posicionarlo en el dispositivo Poka Yoke, verificar la obturación de la carcasa y montar la guarnición de goma.	(0,150)			(0,150)		
		38	Tomar y montar la primera guarnición sobre el bode lateral.	(0,200)			(0,200)		
		39	Tomar y montar la segunda guarnición en la salida de la válvula.	(0,045)			(0,045)		
		40	Dejar en el carro.	0,055			0,055		
240	Implante de ventola	67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	0,150			0,150		
60	Armado del subconjunto Servo Air Mix	12	Tomar el servomotor Air Mix y colocarlo en el dispositivo, montar el bracket y fijar sus extremos con dos tornillos. Colocar la leva Servo Air Mix a presión en el servomotor.	0,350					
		13	Llenar el contenedor de brackets.		0,019				

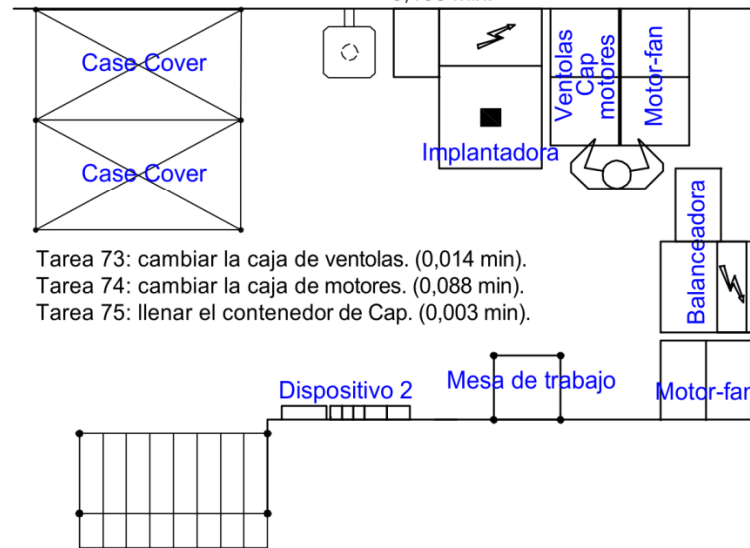
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 5:	1,385	0,019	0,000	1,035	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 5:	1,404	1,035
--	--------------	--------------

Tarea 65: colocar el motor con la ventola y el Cap en la implantadora e iniciar el ciclo. 0,27 min.

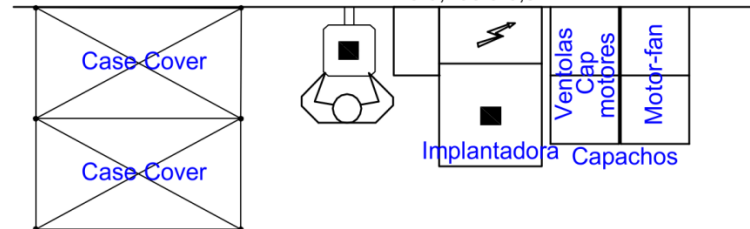


Tarea 66: tiempo de implante.
0,105 min.



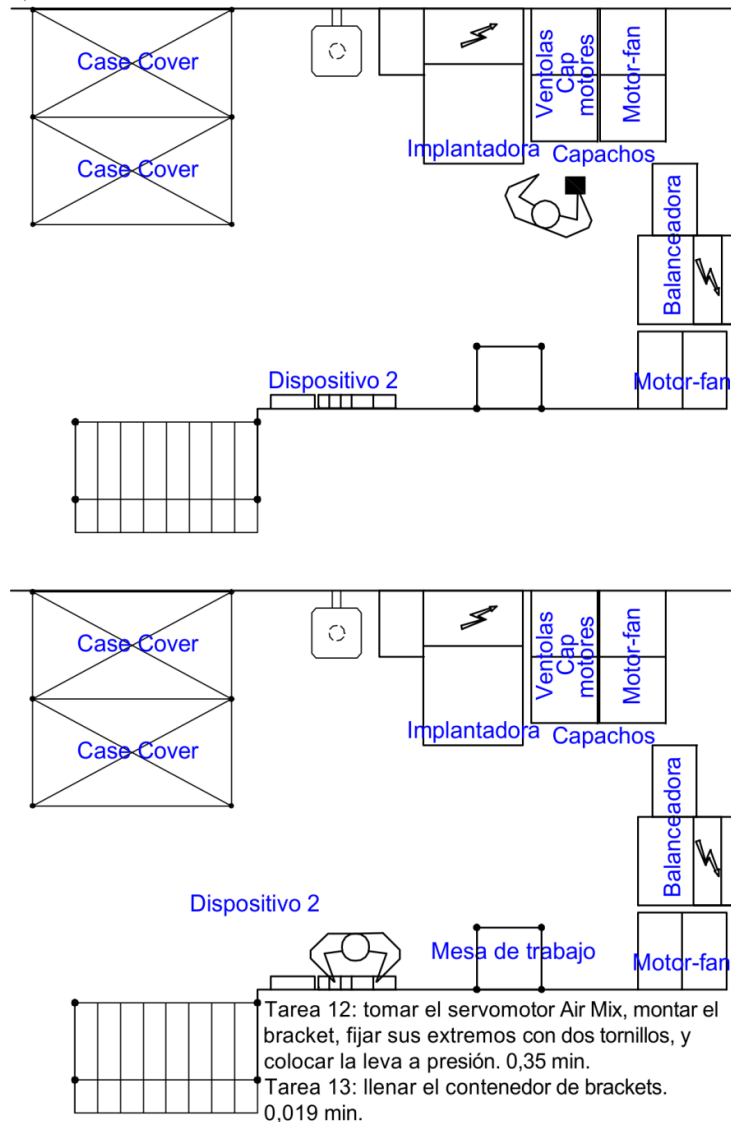
Tarea 73: cambiar la caja de ventolas. (0,014 min).
Tarea 74: cambiar la caja de motores. (0,088 min).
Tarea 75: llenar el contenedor de Cap. (0,003 min).

Tarea 66: tiempo de implante.
De 0,105 a 0,5 min.



Tarea 37: tomar el Case Cover, posicionarlo en el Poka Yoke, verificar la obturación y montar la guarnición. (0,15 min).
Tarea 38: montar la primera guarnición sobre el bode lateral. (0,2 min).
Tarea 39: montar la segunda guarnición en la salida de la válvula. (0,045 min).
0,055 min.
Tarea 40: dejar en carro. 0,06 min.

Tarea 67: retirar el subconjunto, colocar el Name Plate y objetivarlo.
0,15 min.



Nota: se indica entre paréntesis las tareas interiores al tiempo de máquina.

Estación de montaje del Heater:

En el balanceo actual se encuentran asignadas a esta estación las operaciones 80, 90, 100 y 110. A continuación, con el objetivo de determinar si será necesario el desarrollo de nuevos herramientas, se analiza cada una de ellas por separado, y se determinan cuáles se podrán realizar en otras estaciones de la línea y cuales requieren necesariamente llevarse a cabo en este puesto de trabajo, debido al diseño del producto o al empleo del dispositivo construido para el montaje del Heater.

Operación 80: cierre de carcasas del Heater.

Esta operación incluye las tareas 15, 16, 17, 18, 19 y 20.

De acuerdo a las relaciones de precedencia de los elementos de trabajo detalladas en el anexo 5, las tareas 16, 18, 19 y 20 requieren del empleo del dispositivo de montaje del Heater y, por lo tanto, necesariamente se asignan a este puesto en la nueva distribución. Mientras que las tareas 15 y 17 se pueden llevar a cabo en un puesto previo, evitando consumir tiempo de ciclo en esta estación de capacidad limitada.

Operación 90: montaje de levas.

Por relaciones de precedencia, la operación 90 debe seguir al cierre de las carcasas del Heater y finalizarse antes del montaje de la puerta Mix. Por lo tanto, se asigna a este puesto a pesar que no necesitar del empleo del dispositivo de estudio.

Operación 100: montaje de puerta Mix en el Heater.

Incluye las tareas 22, 23, 24, 25, 26 y 27.

De las actividades mencionadas, la número 27 consiste en el transporte de componentes y debe llevarse cabo en la medida en que el contenedor se acabe, por lo tanto no tiene indicadas relaciones de precedencia en el anexo y es posible de separar de las demás tareas. Con el objetivo de reducir movimientos y desplazamientos innecesarios y brindar mayor comodidad al operario, convendrá realizarse en la estación previa a la de estudio.

Las demás actividades enumeradas requieren del empleo del dispositivo 3 ó 7. En el número 3, correspondiente al puesto que se está analizando, se podrían llevar a cabo hasta la tarea 25. Sin embargo, de incluir esta última, es decir la colocación del eje dentado, se deberá realizar también la número 26, que consiste en el clipsado de la leva empleada para fijar el eje, superando el tiempo de ciclo objetivo.

Es por esto que, en la nueva secuencia de tareas, se asigna al puesto únicamente hasta la tarea 24, y se dispone de un pequeño margen de tiempo que se aprovecha para llevar a cabo objetivaciones internas. Mientras que, las tareas pendientes 25 y 26, deberán realizarse en la estación de cierre del Heater con la pieza sujeta en el dispositivo 7.

Estaciones anteriores al montaje del Heater:

Las actividades que se asignan a los dos puestos previos al montaje del Heater son aquellas que, por relaciones de precedencia, deben finalizarse antes de esta estación:

- Armado de puerta Face
- Armado de puerta Foot.
- Armado de marco plástico.
- Armado de puerta Mix o A/M.

Además se incluyen también las tareas 15, 17 y 27 que fueron separadas de la estación anterior.

Teniendo en cuenta las restricciones identificadas en el anexo 5, existe una única distribución posible de las tareas enumeradas para no superar el tiempo de ciclo requerido, y para ello fue necesaria la división de las objetivaciones de las puertas Foot y Face.

Estación de cierre del Heater:

Realizando el mismo razonamiento, en esta estación actualmente se llevan a cabo las operaciones: 170 (tareas 59 y 60), 180, 190, 200, 210, 220 y 230. Cada una de ellas se analiza a continuación para determinar si necesariamente requiere realizarse en la estación. No obstante, en primer lugar se asignan al puesto las tareas 25 y 26 que fueron separadas anteriormente de la operación 100.

Operación 180: montaje del packing fino en el Heater.

De esta operación, la tarea 49 se deberá realizar durante el cierre del Heater, de manera de posicionar la unidad en el dispositivo de montaje 7, mientras que la colocación del packing fino, tarea 50, se llevará a cabo en una estación previa con la pieza apoyada en la línea.

Operación 190: montaje del subconjunto evaporador.

De acuerdo al anexo 5, el montaje del evaporador requiere del empleo del dispositivo 3 ó 7. Siendo que ya se empleó la totalidad de la capacidad del dispositivo 3, esta tarea se deberá llevar a cabo durante el cierre del Heater.

Operación 200: montaje del subconjunto Case Cover.

Las tres tareas correspondientes a la operación (52, 53 y 54) requieren nuevamente del dispositivo 3 ó 7 y, por la misma razón indicada anteriormente, se deberán asignar a este puesto de trabajo.

Operación 210: armado y montaje de la válvula de expansión.

Incluye las tareas 55, 56, 57 y 58. A excepción de la última tarea enumerada, que consiste en el montaje de una guarnición y que se separa para realizarse en alguna estación posterior, las restantes necesitan que el evaporador se encuentre posicionado en el dispositivo 3, 6 ó 7.

La capacidad del dispositivo 3 ya fue alcanzada con las tareas asignadas previamente, y se puede demostrar también, que el tiempo de ciclo se verá superado de emplearse el dispositivo 6 de armado del evaporador. Por lo tanto, el montaje de la válvula se deberá llevar a cabo utilizando el dispositivo 7 en la estación de cierre del Heater.

Las operaciones que restan analizar y que actualmente se completan en este puesto: 170, 220 y 230, no requieren de este dispositivo y, siendo que el tiempo de ciclo ya se encuentra cercano al objetivo, se asignan a estaciones posteriores.

Estación anterior al cierre del Heater:

Por relaciones de precedencia, antes del cierre del Heater se deberá llevar a cabo el montaje del packing fino y la operación de armado del evaporador, sin quedar disponibles tiempos muertos para realizar otras actividades de ensamble.

Estaciones posteriores al montaje del Heater:

Hasta el momento se asignaron la totalidad de tareas de las siguientes estaciones:

- Estación 1: armado de puerta Face y marco plástico.
- Estación 2: armado de puertas Foot y Mix.
- Estación 3: montaje del Heater.
- Estación 4: armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.
- Estación 5: implante de ventola y armado de Case Cover y Servo Air Mix.
- Estación 6: cierre del Heater.
- Estación 9: balanceo de ventolas y armado del subconjunto Servo Modo.
- Estación 12: bancos de pruebas.

El razonamiento empleado para distribuir las operaciones restantes en los puestos 7, 8, 10 y 11 es exactamente el mismo, pero no se detalla a continuación de manera de agilizar la lectura del trabajo.

Finalmente, la distribución resultante, presentada en el anexo 8, alcanza eficiencias elevadas sin ser necesaria la fabricación de ningún otro dispositivo además del desarrollo del banco de pruebas de estanqueidad y circulación.

Resultados:

Analizando detalladamente el balanceo propuesto, se observa una secuencia de operaciones prolija, en donde las actividades de montaje siguen la secuencia lógica necesaria para obtener la unidad de HVAC, con la menor cantidad de subconjuntos transportándose de manera simultánea en la línea. Sin embargo, como se puede observar, esto fue logrado parcialmente en las estaciones fuera de línea 5 y 9 de implante y balanceo de ventolas.

Seguido al detalle de la distribución de tareas, se muestra una propuesta de layout para esta nueva secuencia de operaciones. Para un correcto desempeño de la logística de abastecimiento fue necesario desplazar la línea paralelamente y ampliar la superficie asignada a este modelo un 22,5%, de 140 m² (24,5 m x 5,7 m) a 171,5 m² (24,5 m x 7 m). La magnitud de dicha ampliación se definió como aquella tal que permite una hilera más de racks, de manera de obtener un mejor aprovechamiento del sector de almacenamiento de productos terminados.

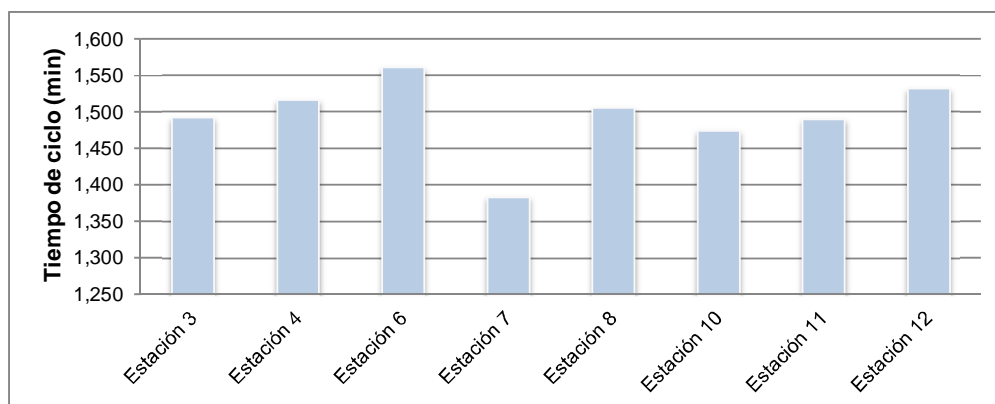
En el layout propuesto será necesario alargar la línea en una estación de trabajo, es decir 1,56 metros, y realizar otras modificaciones menores con el objetivo de disponer de mayor espacio: se desplaza la estantería de set-up al interior del banco de pruebas reduciendo las manipulaciones de los equipos y movimientos del Team Leader, se cancela la segunda puerta del banco de pruebas debido a la imposibilidad de ser utilizada actualmente por encontrarse obstruida, y se acerca el escritorio del Team Leader a la línea de salida de productos finales disminuyendo las distancias recorridas para llevar a cabo las tareas asignadas.

Finalmente, en el segundo layout incluido en el anexo, se muestra el detalle de las tareas de transporte de componentes y productos en proceso de mayor tamaño. Como desventaja de esta distribución, se observa un incremento de los movimientos que deberá llevar a cabo el

operario encargado de la alimentación de la línea, debido a las partes que deberán recogerse de las estaciones 5 y 9.

Ciclo de fabricación: modelo automático.

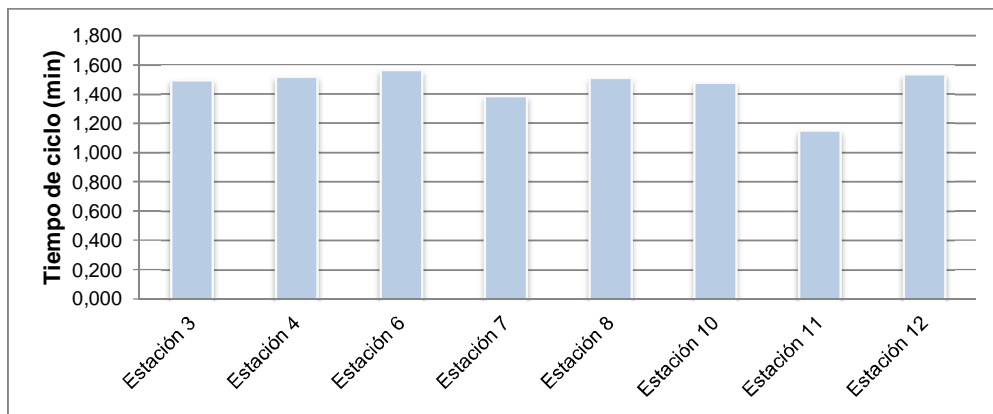
			<u>Impacto alternativa 2</u>
Tiempo de ciclo de la línea:	1,561	min.	-33,74%
Producción horaria:	38,44	piezas	50,93%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Producción primer turno:	319	piezas	50,93%
Producción segundo turno:	296	piezas	50,93%
Número de estaciones de la línea:	8	estaciones	14,29%
Tiempo de recorrido de la línea:	12,487	min.	-24,28%
Tiempo de tareas del Team Leader:	0,934	min.	80,66%
Tiempo de alimentación de línea:	3,041	min.	50,00%
Tiempo de estaciones fuera de línea:	5,606	min.	50,71%
Tiempo de montaje total:	22,067	min.	-3,02%



Estación	Descripción	Eficiencia individual	Impacto alternativa 2
Estación 3	Montaje del Heater.	95,61%	
Estación 4	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	97,16%	
Estación 6	Cierre del Heater.	100,00%	
Estación 7	Armado y montaje del Heater Core y colocación de packings en el Heater.	88,65%	
Estación 8	Armado de puerta y carcasa Recirculo.	96,45%	
Estación 10	Armado del conjunto Blower y colocación de packings en el Heater.	94,48%	
Estación 11	Unión del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler y montaje de servomotores y cableado.	95,48%	
Estación 12	Bancos de pruebas.	98,16%	
		Eficiencia de la línea	
		95,75%	8,47%

Ciclo de fabricación: modelo manual.

			Impacto alternativa 2
Tiempo de ciclo de la línea:	1,561	min.	-30,20%
Producción horaria:	38,44	piezas	43,26%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Producción primer turno:	319	piezas	43,26%
Producción segundo turno:	296	piezas	43,26%
Número de estaciones de la línea:	8	estaciones	14,29%
Tiempo de recorrido de la línea:	12,487	min.	-20,23%
Tiempo de tareas del Team Leader:	0,934	min.	80,66%
Tiempo de alimentación de línea:	2,936	min.	50,00%
Tiempo de estaciones fuera de línea:	5,197	min.	39,73%
Tiempo de montaje total:	21,554	min.	-1,34%



Estación	Descripción	Eficiencia individual	Impacto alternativa 2
Estación 3	Montaje del Heater.	95,61%	
Estación 4	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	97,16%	
Estación 6	Cierre del Heater.	100,00%	
Estación 7	Armado y montaje del Heater Core y colocación de packings en el Heater.	88,65%	
Estación 8	Armado de puerta y carcasa Recirculo.	96,45%	
Estación 10	Armado del conjunto Blower y colocación de packings en el Heater.	94,48%	
Estación 11	Unión del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler y montaje de servomotores y cableado.	73,50%	
Estación 12	Bancos de pruebas.	98,16%	
		Eficiencia de la línea	
		93,00%	5,12%

Capacidad disponible de la línea:

			Impacto alternativa 2
Tiempo de ciclo de la línea:	1,561	min.	-32,46%
Producción horaria:	38,44	piezas	48,07%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Producción primer turno:	319	piezas	48,07%
Producción segundo turno:	296	piezas	48,07%
Número de estaciones de la línea:	8	estaciones	14,29%
Tiempo de recorrido de la línea:	12,487	min.	-22,82%
Tiempo de tareas del Team Leader:	0,934	min.	80,66%
Tiempo de alimentación de línea:	3,001	min.	50,00%
Tiempo de estaciones fuera de línea:	5,453	min.	46,62%
Tiempo de montaje total:	21,876	min.	-2,41%
Capacidad disponible diaria:	615	piezas	48,07%
Meses productivos:	11,5	meses / año	
Días productivos:	20	días / mes	
Capacidad disponible anual:	141460	piezas	48,07%

Alternativas N° 3 y 4

Para llevar a cabo las operaciones de implante y balanceo en una misma estación de trabajo y por un solo operario, será necesario incorporar a la línea una nueva balanceadora simple, o reemplazar la actual por una balanceadora de tecnología superior: doble o automática. En esta instancia se evalúan las dos primeras opciones que se identifican como alternativas 3 y 4 respectivamente.

Siendo que se han seleccionado balanceadoras con características técnicas similares a la existente, los tiempos de las tareas no presentan cambios significativos respecto a los actuales, pero se debe determinar una nueva distribución que minimice las esperas de los operarios.

La secuencia de tareas más conveniente se presenta a continuación y, como se puede observar, permitirá obtener dos unidades, siendo que justamente la ventaja que presentan estas alternativas es que, mientras el operador se encuentre trabajando en una de las estaciones o balanceadoras, en la segunda se estará midiendo el desequilibrio de otro conjunto de manera simultánea. No obstante, por definición, en el cálculo del tiempo de ciclo de la estación, se indica la sumatoria de todos los tiempos de transformación, auxiliares y accesorios por unidad de producto.

Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO / MANUAL		
	N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio
Implante y balanceo de ventolas	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	0,270		
	66	Tiempo de máquina de implante.	0,500		
	68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.	(0,230)		
	69	Tiempo de máquina de balanceo 1.	(0,200)		
	68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.	(0,230)		
	69	Tiempo de máquina de balanceo 1.	(0,200)		
	70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.	(0,040)		
			0,310		
	71	Tiempo de máquina de balanceo 2.	0,200		
	67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	(0,150)		
	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	(0,050)		
			0,220		
	66	Tiempo de máquina de implante.	0,500		
	70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.	(0,350)		
	71	Tiempo de máquina de balanceo 2.	(0,200)		
72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.	(0,150)			
		0,110			

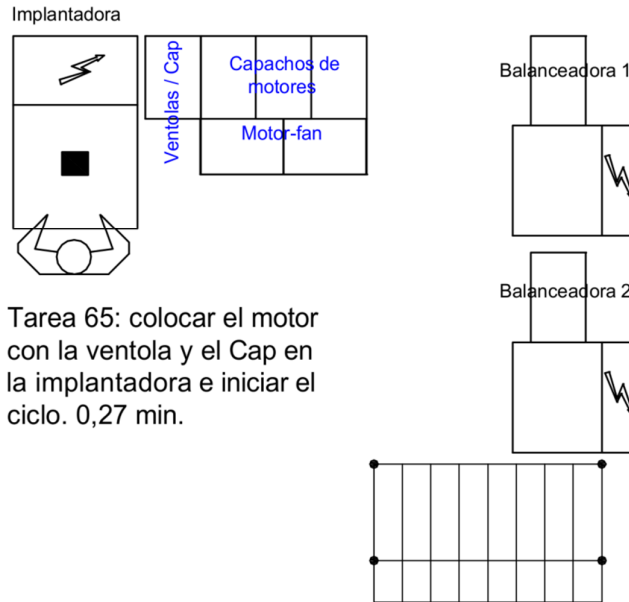
Implante y balanceo de ventolas	72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.	0,260		
	67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	0,150		
	73	Cambiar la caja de ventolas.		0,028	
	74	Cambiar la caja de motores.		0,176	
	75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.		0,006	

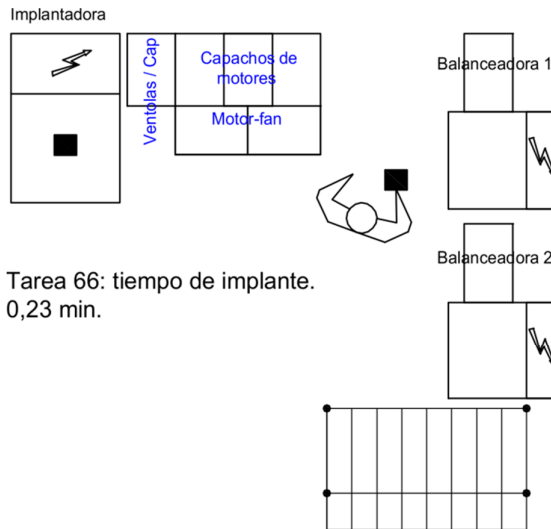
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 7:	1,260	0,105	0,000
--	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 7:	1,365
Δ Total tiempo de la estación 7:	-0,145
Δ Total tiempo de la estación 7 (%):	-9,62%

En la secuencia a continuación se esquematiza el caso de trabajar con dos balanceadoras simples, sin embargo será la misma de emplearse una única balanceadora doble, razón por la cual ambas alternativas se estudian en la misma sección.

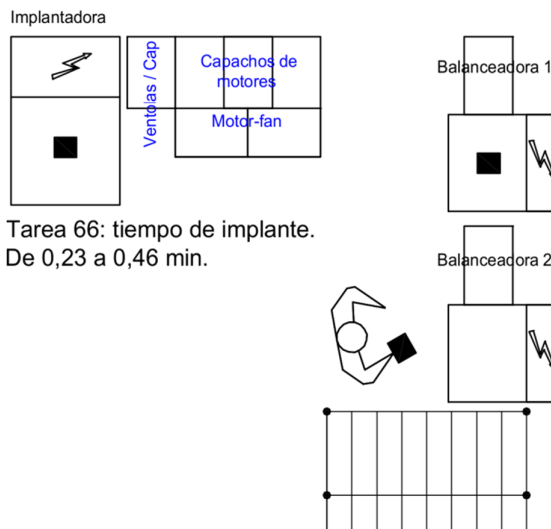
Nota: se indica entre paréntesis las tareas interiores al tiempo de máquina.





Tarea 66: tiempo de implante.
0,23 min.

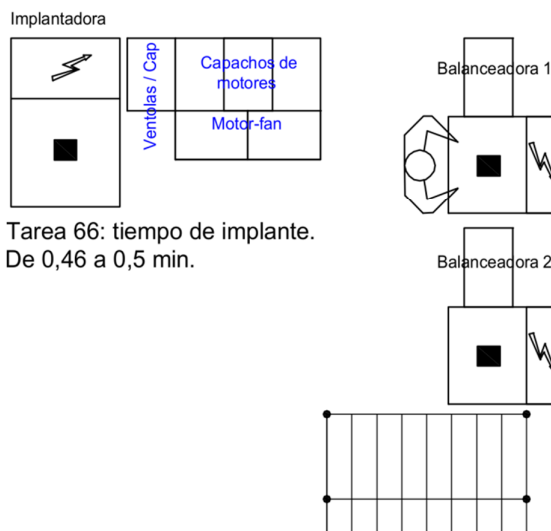
Tarea 68: colocar el subconjunto en la balancedora, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrarla. (0,23 min).



Tarea 66: tiempo de implante.
De 0,23 a 0,46 min.

Tarea 69: tiempo de balanceo 1.
(0,2 min).

Tarea 68: colocar el subconjunto en la balancedora, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrarla. (0,23 min).

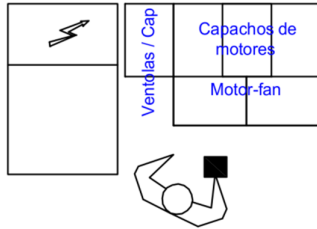


Tarea 66: tiempo de implante.
De 0,46 a 0,5 min.

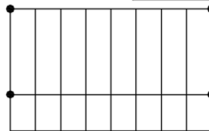
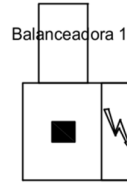
Tarea 70: colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta. (0,04 min).
0,31 min.

Tarea 69: tiempo de balanceo 1.
(0,2 min).

Implantadora

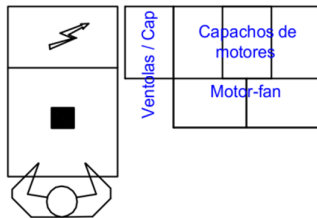


Tarea 67: retirar el subconjunto, colocar el Name Plate y objetivarlo. (0,15 min).

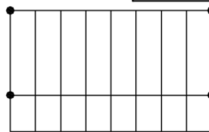


Tarea 71: tiempo de balanceo 2. 0,15 min.

Implantadora

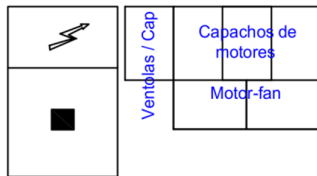


Tarea 65: colocar el motor con la ventola y el Cap en la implantadora e iniciar el ciclo. (0,05 min). 0,22 min.

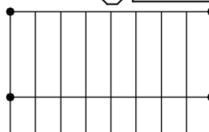


Tarea 71: tiempo de balanceo 2. De 0,15 a 0,2 min.

Implantadora

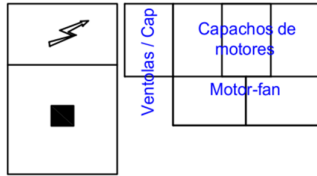


Tarea 66: tiempo de implante. 0,35 min.

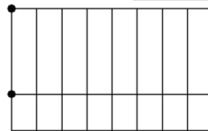


Tarea 70: colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta. (0,35 min).

Implantadora



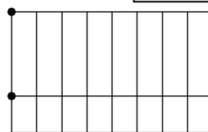
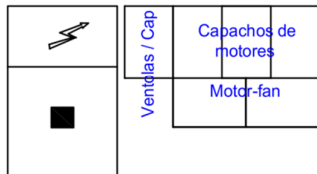
Tarea 66: tiempo de implante.
De 0,35 a 0,5 min.



Tarea 72: abrir la puerta, desconectar el motor, colocar la etiqueta, objetivar la presencia de la misma y abastecer la línea.
(0,15 min).
0,11 min.

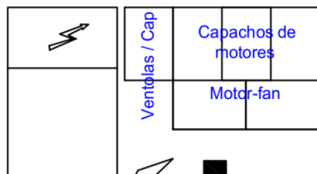
Tarea 71: tiempo de balanceo 2.
(0,2 min).

Implantadora

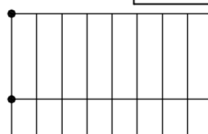


Tarea 72: abrir la puerta, desconectar el motor, colocar la etiqueta, objetivar la presencia de la misma y abastecer la línea.
0,26 min.

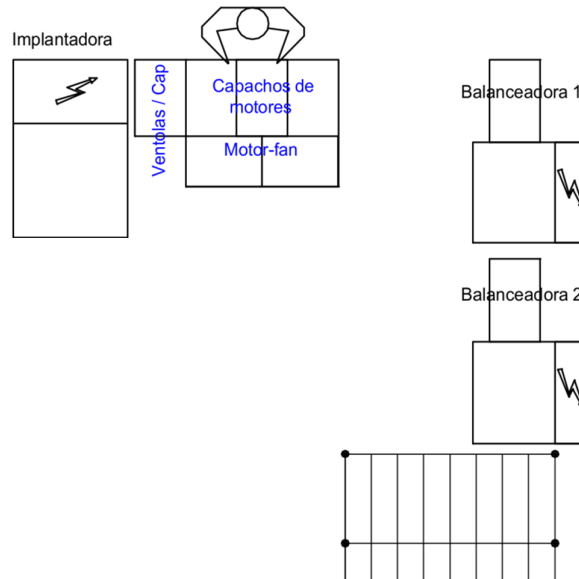
Implantadora



Tarea 67: retirar el subconjunto, colocar el Name Plate y objetivarlo.
0,15 min.



Tarea 73: cambiar la caja de ventolas. 0,028 min.
 Tarea 74: cambiar la caja de motores. 0,176 min.
 Tarea 75: llenar el contenedor de Cap. 0,006 min.



Teniendo en cuenta los nuevos tiempos de la estación de implante y balanceo de ventolas y de las pruebas en los bancos de inspección final, se distribuyen las demás operaciones en las estaciones de trabajo restantes. El detalle de la asignación no se describe en esta oportunidad, pero el procedimiento empleado es el mismo que el de la alternativa 2, e incluso las estaciones de montaje y cierre del Heater, así como el armado del evaporador, son iguales en ambos casos.

En el anexo 9 se presenta el balanceo de línea propuesto para ambas alternativas. La distribución final alcanza nuevamente eficiencias elevadas sin requerir la fabricación de ningún otro dispositivo, además del banco de pruebas de estanqueidad y circulación.

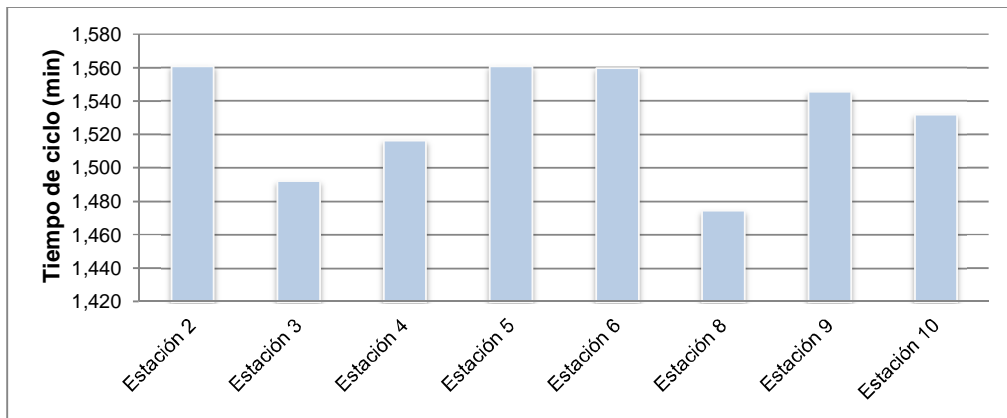
De manera comparativa con la alternativa 2, fue posible reducir el número de estaciones y mano de obra requerida. No obstante, la secuencia de tareas más conveniente que se pudo alcanzar es menos prolija que la presentada anteriormente. A modo de ejemplo, muchos subconjuntos que se arman en los primeros puestos recién son montados tres, cuatro e incluso cinco estaciones posteriores.

Seguido al balanceo de línea, se presentan los layouts propuestos para cada alternativa. Se observa que en ambos casos se deberá alargar la línea un 16,6% para incluir una nueva estación de trabajo. Por otro lado, en la alterativa 3 será necesario nuevamente ampliar la superficie asignada al modelo IMV, y desplazar la línea de manera paralela para un correcto desempeño de la logística de abastecimiento, mientras que en la alternativa 4, siendo el requerimiento de espacio menor, es posible no realizar esta ampliación adoptando una distribución en forma de L.

Por último, se incluye en el anexo el detalle de los transportes de componentes y productos en proceso. En este sentido, los nuevos layouts permiten mayor economía en las tareas de transporte en comparación con la alternativa 2.

Ciclo de fabricación: modelo automático.

			Impacto alternativas 3 y 4
Tiempo de ciclo de la línea:	1,561	min.	-33,74%
Producción horaria:	38,44	piezas	50,93%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Producción primer turno:	319	piezas	50,93%
Producción segundo turno:	296	piezas	50,93%
Número de estaciones de la línea:	8	estaciones	14,29%
Tiempo de recorrido de la línea:	12,487	min.	-24,28%
Tiempo de tareas del Team Leader:	1,155	min.	123,49%
Tiempo de alimentación de línea:	3,041	min.	50,00%
Tiempo de estaciones fuera de línea:	3,089	min.	-16,96%
Tiempo de montaje total:	19,771	min.	-13,11%

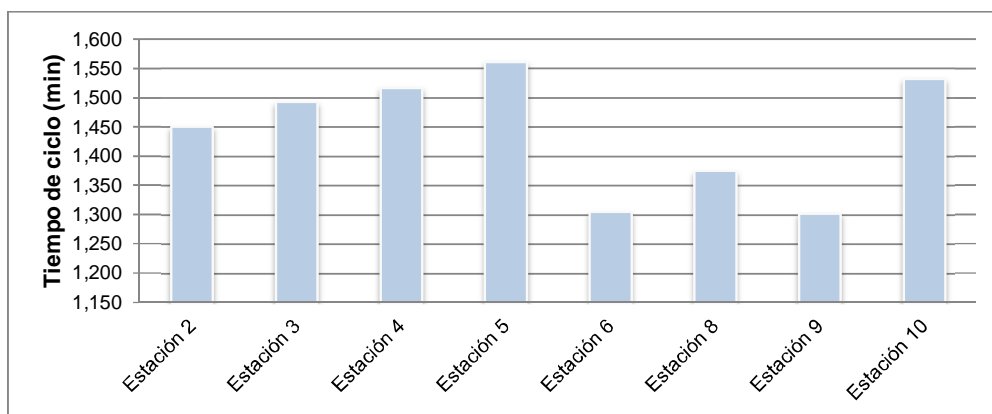


Estación	Descripción	Eficiencia individual	Impacto alternativas 3 y 4
Estación 2	Armado de puerta Air Mix y subconjuntos Case Cover, carcasa Recirculo y Servo Modo.	100,00%	
Estación 3	Montaje del Heater.	95,61%	
Estación 4	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	97,16%	
Estación 5	Cierre del Heater.	100,00%	
Estación 6	Armado del Heater Core y subconjunto Servo Air Mix.	99,93%	
Estación 8	Montaje de servomotores, cableado y conjunto Blower.	94,48%	
Estación 9	Colocación de packings en el Heater y Blower, montaje de servomotor y unión del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler.	99,03%	
Estación 10	Bancos de pruebas.	98,16%	
		Eficiencia de la línea	
		98,05%	11,07%

Ciclo de fabricación: modelo manual.

Impacto alternativas 3 y 4

Tiempo de ciclo de la línea:	1,561	min.	-30,20%
Producción horaria:	38,44	piezas	43,26%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Producción primer turno:	319	piezas	43,26%
Producción segundo turno:	296	piezas	43,26%
Número de estaciones de la línea:	8	estaciones	14,29%
Tiempo de recorrido de la línea:	12,487	min.	-20,23%
Tiempo de tareas del Team Leader:	1,155	min.	123,49%
Tiempo de alimentación de línea:	2,936	min.	50,00%
Tiempo de estaciones fuera de línea:	3,089	min.	-16,96%
Tiempo de montaje total:	19,666	min.	-9,98%



Estación	Descripción	Eficiencia individual	Impacto alternativas 3 y 4
Estación 2	Armado de puerta Air Mix y subconjuntos Case Cover, carcasa Recirculo y Servo Modo.	92,91%	
Estación 3	Montaje del Heater.	95,61%	
Estación 4	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	97,16%	
Estación 5	Cierre del Heater.	100,00%	
Estación 6	Armado del Heater Core y subconjunto Servo Air Mix.	83,62%	
Estación 8	Montaje de servomotores, cableado y conjunto Blower.	88,09%	
Estación 9	Colocación de packings en el Heater y Blower, montaje de servomotor y unión del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler.	83,43%	
Estación 10	Bancos de pruebas.	98,16%	
		Eficiencia de la línea	
		92,37%	4,41%

Capacidad disponible de la línea:

			<u>Impacto alternativas 3 y 4</u>
Tiempo de ciclo de la línea:	1,561	min.	-32,46%
Producción horaria:	38,44	piezas	48,07%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Producción primer turno:	319	piezas	48,07%
Producción segundo turno:	296	piezas	48,07%
Número de estaciones de la línea:	8	estaciones	14,29%
Tiempo de recorrido de la línea:	12,487	min.	-22,82%
Tiempo de tareas del Team Leader:	1,155	min.	123,49%
Tiempo de alimentación de línea:	3,001	min.	50,00%
Tiempo de estaciones fuera de línea:	3,089	min.	-16,96%
Tiempo de montaje total:	19,732	min.	-11,97%
Capacidad disponible diaria:	615	piezas	48,07%
Meses productivos:	11,5	meses / año	
Días productivos:	20	días / mes	
Capacidad disponible anual:	141460	piezas	48,07%

Alternativa N° 5

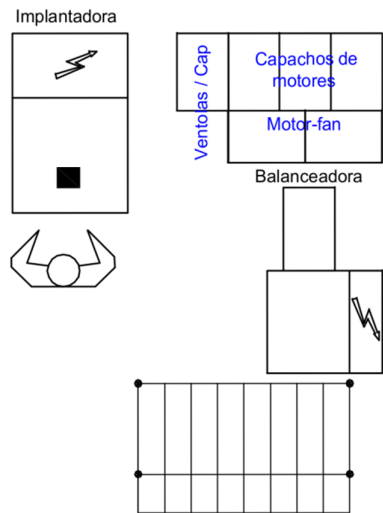
Durante la operación de balanceo de las ventolas se pueden presentar diferentes situaciones:

- Que el desbalanceo sea inferior o igual al permitido y por lo tanto se apruebe la pieza.
- Que sea superior y se deberá proceder a su corrección mediante la aplicación de grampas.
- Que la pieza sea rechazada debido a que el número máximo de ciclos de corrección definido haya sido superado.

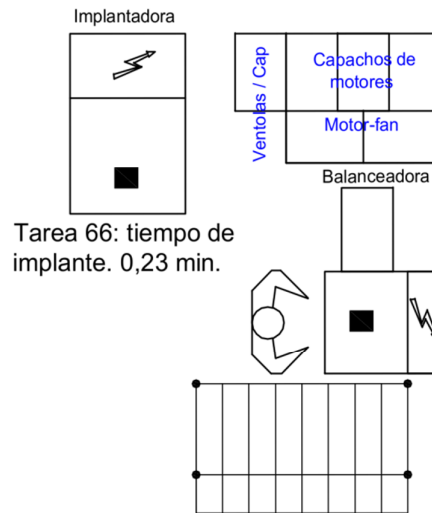
En esta alternativa se analiza la tercerización del proceso de inyección plástica de la ventola del Blower a un proveedor especializado, en pos de mejorar la calidad del componente. Si bien la verificación de esta característica es imprescindible debido a su criticidad en el funcionamiento de la caja de aire, de esta forma es posible disminuir el tiempo de ciclo de la estación disminuyendo la frecuencia en que el desbalanceo supera la tolerancia especificada, aprobando la pieza sin necesidad de colocar las grampas y verificar nuevamente el desbalanceo residual.

En condiciones ideales, la totalidad de las ventolas se aprobarán sin ser requerido ningún ciclo de corrección. De esta forma, el tiempo de la operación se reducirá a la verificación de este valor y la emisión de la etiqueta de aprobación:

Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO / MANUAL		
	N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio
Implante y balanceo de ventola	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	0,270		
	66	Tiempo de máquina de implante.	0,500		
	68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.	(0,230)		
	69	Tiempo de máquina de balanceo 1.	(0,200)		
	73	Cambiar la caja de ventolas.		(0,014)	
	74	Cambiar la caja de motores.		(0,088)	
	75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.		(0,003)	
	72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.	(0,070)		
	67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	0,150		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 7:			1,110	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 7:			1,110		
Δ Total tiempo de la estación 7:			-0,400		
Δ Total tiempo de la estación 7 (%):			-26,49%		

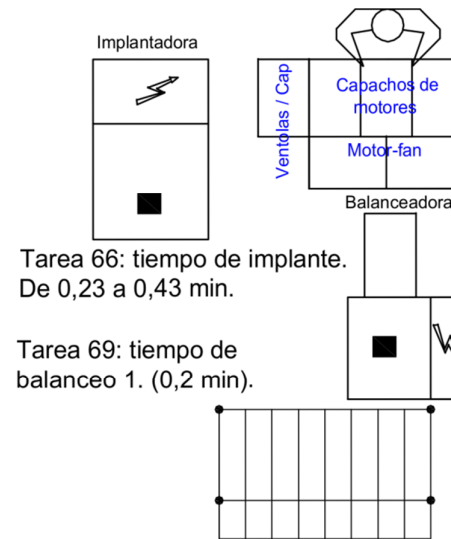


Tarea 65: colocar el motor con la ventola y el Cap en la implantadora e iniciar el ciclo. 0,27 min.



Tarea 66: tiempo de implante. 0,23 min.

Tarea 68: colocar el subconjunto en la balanceadora, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrarla. (0,23 min).

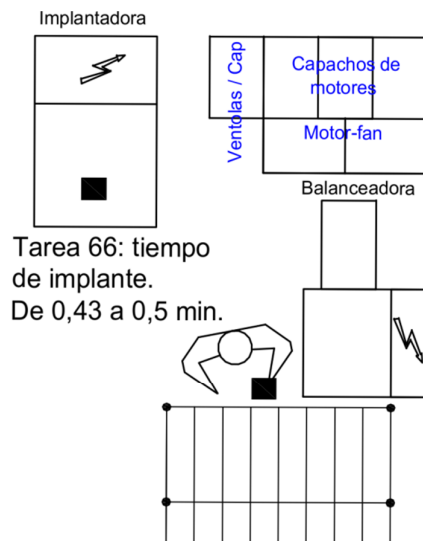


Tarea 66: tiempo de implante. De 0,23 a 0,43 min.

Tarea 69: tiempo de balanceo 1. (0,2 min).

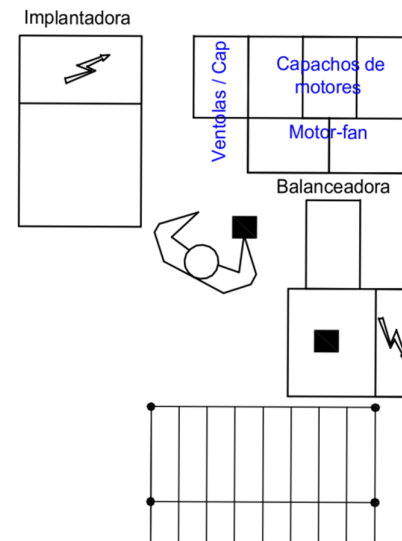
Tarea 73: cambiar la caja de ventolas. (0,014 min).
 Tarea 74: cambiar la caja de motores. (0,088 min).
 Tarea 75: llenar el contenedor de Cap. (0,003 min).
 Espera de la balanceadora: (0,095 min).

Nota: se indica entre paréntesis las tareas interiores al tiempo de máquina.



Tarea 66: tiempo de implante.
De 0,43 a 0,5 min.

Tarea 72: abrir la puerta, desconectar el motor, colocar la etiqueta, objetivar la presencia de la misma y abastecer la línea.
(0,07 min).
0,19 min.



Tarea 67: retirar el subconjunto, colocar el Name Plate y objetivarlo.
0,15 min.

Si bien se determinó que la performance de Pecval es óptima desde el punto de vista de la calidad, siendo que durante el último año fiscal no se ha rechazado ninguna de las piezas entregadas, esto no asegura que no haya sido requerida la corrección del desbalanceo de las unidades. Esto es así porque dentro de un número de ciclos de corrección definido y una cantidad máxima de grampas que se podrán colocar en cada aleta, el desbalanceo no implica el rechazo de la pieza.

Por lo tanto, con la finalidad de establecer la condición para la cual el tiempo de ciclo de la estación será menor o igual al objetivo, se analizan los resultados ante diferentes porcentajes de ventolas que deberán ser corregidas. Se adopta como hipótesis que en caso de ser requerido será suficiente un ciclo de corrección, como actualmente se determina el tiempo de la estación.

	% Motor-fans corregidos									
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%
Tiempo normal de la estación:	1,110	1,130	1,150	1,170	1,190	1,210	1,230	1,250	1,270	1,290
Tiempo estándar de la estación:	1,229	1,251	1,273	1,295	1,317	1,339	1,362	1,384	1,406	1,428
	50%	55%	60%	65%	70%	75%	76%	77%	78%	79%
Tiempo normal de la estación:	1,310	1,330	1,350	1,370	1,390	1,410	1,414	1,418	1,422	1,426
Tiempo estándar de la estación:	1,450	1,472	1,494	1,517	1,539	1,561	1,565	1,570	1,574	1,579

De esta forma, se concluye que la alternativa 5 es factible en la medida en que el número de partes que deberán ser corregidas no supere el 79%.

Teniendo en cuenta que actualmente no se disponen de programas estadísticos en la balanceadora que mide esta característica en el motor-fan comprado a Pecval, ni se releva manualmente la información, existe incertidumbre en los valores históricos del desbalanceo, impidiendo determinar con certeza si se podrá satisfacer o no esta condición. Sin embargo, en base a su experiencia, los operarios encargados del manejo de la misma aseguran que este porcentaje se cumple ampliamente.

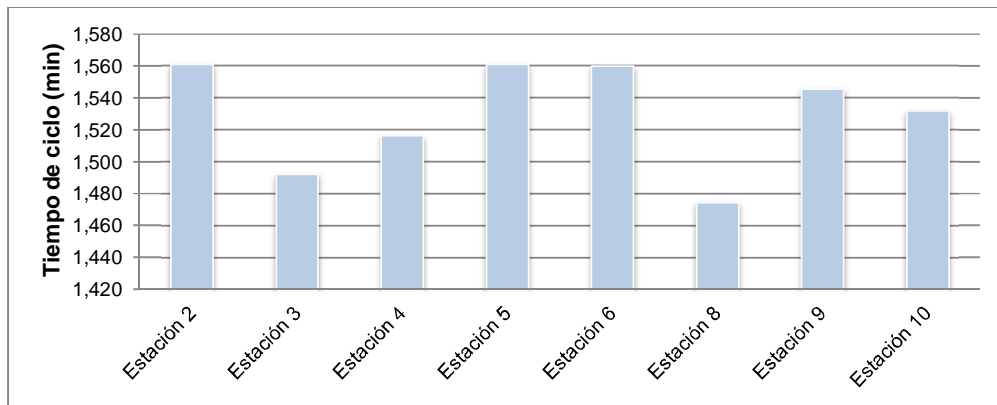
En el anexo 10 se presenta la distribución de tareas más conveniente, que únicamente difiere de la presentada anteriormente en el tiempo de la estación de implante y balanceo, que se adopta el correspondiente a un 78% de las ventolas corregidas. No se utiliza el 79%, de manera de evitar que esta estación se convierta en el cuello de botella de la distribución, modificando los resultados del cálculo de la capacidad de la línea, siendo que el 78% ya es un valor bastante conservador.

El tiempo de espera de la balanceadora dependerá de si será necesario o no realizar la corrección, y será de 0,145 minutos o 0,095 minutos respectivamente. Mientras que la espera de la implantadora se ve reducida a cero.

El layout de la línea y el detalle de las tareas de transporte no presentan diferencias respecto a los propuestos en la alternativa 4.

Ciclo de fabricación: modelo automático.

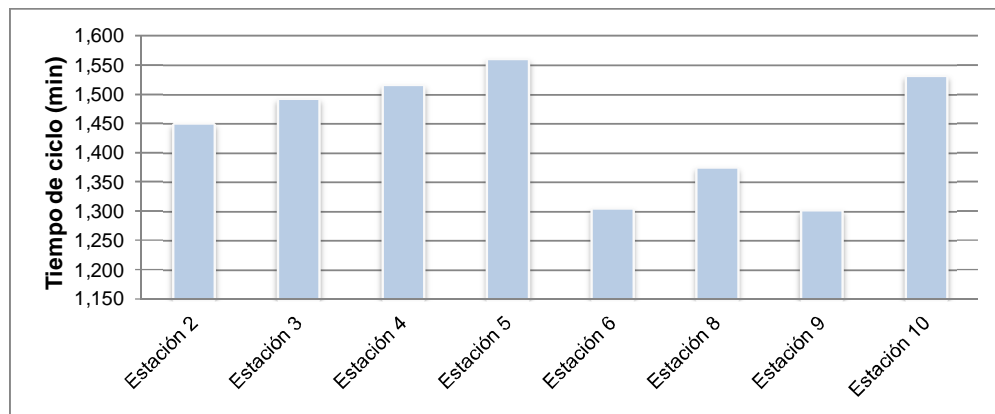
			<u>Impacto alternativas 5</u>
Tiempo de ciclo de la línea:	1,561	min.	-33,74%
Producción horaria:	38,44	piezas	50,93%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Producción primer turno:	319	piezas	50,93%
Producción segundo turno:	296	piezas	50,93%
Número de estaciones de la línea:	8	estaciones	14,29%
Tiempo de recorrido de la línea:	12,487	min.	-24,28%
Tiempo de tareas del Team Leader:	1,155	min.	123,49%
Tiempo de alimentación de línea:	3,041	min.	50,00%
Tiempo de estaciones fuera de línea:	3,152	min.	-15,27%
Tiempo de montaje total:	19,834	min.	-12,83%



Estación	Descripción	Eficiencia individual	Impacto alternativas 5
Estación 2	Armado de puerta Air Mix y subconjuntos Case Cover, carcasa Recirculo y Servo Modo.	100,00%	
Estación 3	Montaje del Heater.	95,61%	
Estación 4	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	97,16%	
Estación 5	Cierre del Heater.	100,00%	
Estación 6	Armado del Heater Core y subconjunto Servo Air Mix.	99,93%	
Estación 8	Montaje de servomotores, cableado y conjunto Blower.	94,48%	
Estación 9	Colocación de packings en el Heater y Blower, montaje de servomotor y unión del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler.	99,03%	
Estación 10	Bancos de pruebas.	98,16%	
		Eficiencia de la línea	
		98,05%	11,07%

Ciclo de fabricación: modelo manual.

			Impacto alternativas 5
Tiempo de ciclo de la línea:	1,561	min.	-30,20%
Producción horaria:	38,44	piezas	43,26%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Producción primer turno:	319	piezas	43,26%
Producción segundo turno:	296	piezas	43,26%
Número de estaciones de la línea:	8	estaciones	14,29%
Tiempo de recorrido de la línea:	12,487	min.	-20,23%
Tiempo de tareas del Team Leader:	1,155	min.	123,49%
Tiempo de alimentación de línea:	2,936	min.	50,00%
Tiempo de estaciones fuera de línea:	3,152	min.	-15,27%
Tiempo de montaje total:	19,729	min.	-9,69%



Estación	Descripción	Eficiencia individual	Impacto alternativas 5
Estación 2	Armado de puerta Air Mix y subconjuntos Case Cover, carcasa Recirculo y Servo Modo.	92,91%	
Estación 3	Montaje del Heater.	95,61%	
Estación 4	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	97,16%	
Estación 5	Cierre del Heater.	100,00%	
Estación 6	Armado del Heater Core y subconjunto Servo Air Mix.	83,62%	
Estación 8	Montaje de servomotores, cableado y conjunto Blower.	88,09%	
Estación 9	Colocación de packings en el Heater y Blower, montaje de servomotor y unión del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler.	83,43%	
Estación 10	Bancos de pruebas.	98,16%	
Eficiencia de la línea		92,37%	4,41%

Capacidad disponible de la línea:

			<u>Impacto alternativas 5</u>
Tiempo de ciclo de la línea:	1,561	min.	-32,46%
Producción horaria:	38,44	piezas	48,07%
Minutos primer turno:	498	min.	
Minutos segundo turno:	462	min.	
Producción primer turno:	319	piezas	48,07%
Producción segundo turno:	296	piezas	48,07%
Número de estaciones de la línea:	8	estaciones	14,29%
Tiempo de recorrido de la línea:	12,487	min.	-22,82%
Tiempo de tareas del Team Leader:	1,155	min.	123,49%
Tiempo de alimentación de línea:	3,001	min.	50,00%
Tiempo de estaciones fuera de línea:	3,152	min.	-15,27%
Tiempo de montaje total:	19,795	min.	-11,69%
Capacidad disponible diaria:	615	piezas	48,07%
Meses productivos:	11,5	meses / año	
Días productivos:	20	días / mes	
Capacidad disponible anual:	141460	piezas	48,07%

Alternativa N° 6

En las alternativas 3 y 4 se evaluó la posibilidad de llevar a cabo la operación de implante y balanceo de ventolas en una misma estación de trabajo y por un solo operario, a través de la compra de una nueva balanceadora simple o reemplazando la existente por una doble. Una tercera posibilidad es la adquisición de una balanceadora automática, cuya principal ventaja es permitir al operario emplear el tiempo requerido para la corrección del desbalanceo en otras tareas de ensamble.

Originalmente el tiempo normal de esta estación se calculó en 1,51 minutos, de acuerdo al siguiente detalle:

Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO / MANUAL		
	N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio
Implante y balanceo de ventola	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	0,270		
	66	Tiempo de máquina de implante.	0,500		
	68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.	(0,230)		
	69	Tiempo de máquina de balanceo 1.	(0,200)		
	73	Cambiar la caja de ventolas.		(0,014)	
	74	Cambiar la caja de motores.		(0,088)	
	75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.		(0,003)	
	70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.	(0,070)		
			0,280		
	71	Tiempo de máquina de balanceo 2.	0,200		
67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	(0,150)			
72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.	0,260			
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 7:			1,510	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 7:			1,510		

Si se reemplaza la balanceadora actual por una automática, y teniendo en cuenta el modo de funcionamiento semiautomático descrito en el capítulo 7, se deberán modificar algunas tareas de esta operación y estimar sus duraciones:

Tarea 68: consistirá únicamente en la colocación del conjunto motor-fan en la balanceadora, siendo que la conexión eléctrica y el cierre de la misma se realizan de manera automática. Teniendo en cuenta los tiempos de tareas similares su duración se estima en 0,1 minuto.

Tarea 72: la apertura de la máquina y la desconexión del motor-fan son automáticas, por lo tanto esta tarea se reducirá a retirar el equipo, colocar la etiqueta de aprobación en el mismo, objetivarla y abastecer la línea. Su duración se estima en 0,2 minutos.

Tarea 69: a partir de la recomendación del fabricante de considerar un tiempo de ciclo total de 60 segundos, el tiempo de balanceo del motor-fan se calcula en 0,7 minutos.

El tiempo normal de la estación se determina una vez redistribuidas las tareas, minimizando el trabajo exterior al tiempo de máquina:

Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO / MANUAL		
	N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio
Implante y balanceo de ventola	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	0,270		
	66	Tiempo de máquina de implante.	0,500		
	68	Colocar el conjunto motor-fan en la balanceadora automática.	(0,100)		
	69	Tiempo de máquina de balanceo.	(0,400)		
			0,300		
	73	Cambiar la caja de ventolas.		(0,014)	
	74	Cambiar la caja de motores.		(0,088)	
	75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.		(0,003)	
	67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	(0,150)		
72	Retirar el motor-fan, colocar la etiqueta de aprobación, objetivarla y abastecer la línea.	0,200			

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 7:	1,270	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 7:	1,270
Δ Total tiempo de la estación 7:	-0,240
Δ Total tiempo de la estación 7 (%):	-15,89%

Se observa que el reemplazo de la balanceadora actual por una automática permitirá una reducción del tiempo de la estación de un 16%, a diferencia de la alternativa evaluada anteriormente de trabajar con dos balanceadoras simples o una balanceadora doble, cuya reducción fue del 10%.

No obstante, siendo que es posible alcanzar el volumen necesario mediante la compra de una balanceadora de menor costo, será necesario identificar otros beneficios para justificar la automatización del proceso. Esto es muy importante teniendo en cuenta la magnitud de las inversiones requeridas en cada caso, siendo que los precios de los modelos propuestos son de €44000 para la balanceadora simple, €84300 para la doble y €225000 para la automática.

Desde el punto de vista del aprovechamiento del espacio, la balanceadora automática se podrá instalar en el sector disponible actualmente, sin ser necesario el desplazamiento de la línea. Sin embargo, como fue desarrollado en la alternativa 4, esta misma ventaja la podríamos obtener reemplazando la balanceadora actual por una doble.

Otro de los beneficios que trae aparejado la automatización del balanceo es la independización del tiempo de la estación de la destreza del operario y la eliminación de la dificultad de esta tarea, que requiere de una mayor capacitación y entrenamiento del personal. No obstante,

teniendo en cuenta que actualmente se dispone de personal formado, no sería suficiente para justificar el costo de la máquina.

Finalmente se lleva a cabo un análisis teórico para determinar si es posible reducir el número de estaciones o la mano de obra directa requerida de incorporarse este modelo. Para ello partimos de la distribución de tareas presentada en las alternativas 3 y 4, en donde se determinó que serán necesarias 10 estaciones de trabajo totales.

Si reemplazamos el tiempo de la estación de implante y balanceo por el calculado anteriormente para el caso de la balanceadora automática, el operario dispondrá de tiempo ocioso que podrá emplear en otras tareas posibles de realizar fuera de línea.

Independientemente de la redistribución que se pueda obtener aplicando las diferentes estrategias de balanceo entre las estaciones dentro y fuera de línea, se puede calcular el número mínimo teórico de estaciones de trabajo ($N_{\text{mínimo}}$) que se requieren para cumplir con el nuevo tiempo de ciclo. El análisis es similar al realizado en el capítulo 6.

$$\text{Tiempo de recorrido de la línea} = CT + \sum TM_i = \sum t_i + \sum TM_i = N \times C$$

Para una eficiencia del 100% se cumple $\sum TM_i = 0$,

$$\text{Tiempo de recorrido de la línea} = CT + 0 = \sum t_i + 0 = N_{\text{mínimo}} \times C$$

$$CT = N_{\text{mínimo}} \times C$$

$$N_{\text{mínimo}} = CT / C$$

Determinamos el $N_{\text{mínimo}}$ que podríamos obtener, siendo C el tiempo de ciclo requerido para alcanzar el nuevo volumen de producción:

Estación	Descripción	Tiempo estándar	
		Automático	Manual
1	Armado de puertas y marco plástico	1,577	1,577
2	Armado de puerta Air Mix y subconjuntos Case Cover, carcasa Recirculo y Servo Modo.	1,561	1,450
3	Montaje del Heater.	1,492	1,492
4	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	1,517	1,517
5	Cierre del Heater.	1,561	1,561
6	Armado del Heater Core y subconjunto Servo Air Mix.	1,560	1,305
7	Implante y balanceo de ventolas.	1,511	1,511
8	Montaje de servomotores, cableado y conjunto Blower.	1,475	1,375
9	Colocación de packings en el Heater y Blower, montaje de servomotor y unión del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler.	1,546	1,302
10	Bancos de pruebas.	1,532	1,532
Contenido de trabajo:		15,331	14,623
Tiempo de ciclo requerido:		1,580	
Número mínimo de estaciones ($N_{\text{mínimo}}$):		9,703	9,255

Redondeando los valores obtenidos al entero inmediato superior, el número mínimo de estaciones con las que se podrá trabajar es 10.

A modo de conclusión, de llevarse a cabo esta operación con una balanceadora automática, en vez de una doble o dos balanceadoras simples, la reducción del tiempo de esta operación se transformará en tiempo ocioso para el operario, e independientemente de la distribución de tareas que se adopte, no se podrá reducir el número de estaciones de trabajo requeridas. Por lo tanto, se determina que no es conveniente incurrir a mayores inversiones para automatizar el proceso, y se descarta esta alternativa como factible.

CAPÍTULO 9: ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE IMPLEMENTACIÓN

De manera de introducirnos a la planificación del proyecto y estimar los plazos requeridos para la implementación de cada alternativa a partir de la confirmación de la ampliación del cliente, en este capítulo se identifican las actividades más relevantes necesarias para alcanzar el incremento de la capacidad, su duración estimada, responsables, secuenciación e interrelaciones. Primero se detallan cada una de ellas individualmente y, a continuación, se presentan los planes de implementación de cada alternativa estudiada.

Proceso de selección, contratación, capacitación y entrenamiento del personal:

Selección y contratación:

El departamento de Recursos Humanos es el encargado del reclutamiento del personal jornalizado y mensualizado, y generalmente lo lleva a cabo a través de una consultora. Dicho proceso consiste principalmente en los siguientes pasos:

- Envío de la solicitud de selección de personal a la consultora (responsable: Recursos Humanos).
- Activación y chequeo de diferentes fuentes de datos y contactos, preselección de curriculums, entrevistas múltiples, evaluación de competencias, búsqueda de referencias laborales y antecedentes, test de habilidades y pruebas psicotécnicas (responsable del seguimiento de la consultora: Recursos Humanos).
- Entrega de informes individuales de los candidatos (responsable del seguimiento de la consultora: Recursos Humanos).
- Entrevistas en DENSO y selección del personal (responsables: Recursos Humanos y Producción).
- Exámenes preocupacionales e incorporación (responsable: Recursos Humanos).

Capacitación y entrenamiento de nuevos operarios de sectores productivos:

Una vez seleccionados los nuevos operarios será requerida al menos una semana de inducción, capacitación básica introductoria y capacitación teórico-práctica, conforme a un programa de actividades que deberá ser verificado antes de la liberación a desempeño autónomo.

En la inducción y capacitación básica introductoria se instruirá al personal en la política de Recursos Humanos, convenio colectivo, política de Calidad, orden y limpieza, programa 5S, utilización e interpretación del Manual de Calidad y del Manual de Gestión Ambiental y de Seguridad y Salud Ocupacional, procedimientos e instructivos, impactos ambientales asociados a la operación, riesgos y peligros para la salud, y preparación y respuesta ante emergencias.

Por otro lado, el nuevo operario tendrá que realizar también un plan de entrenamiento en el puesto de trabajo. Para ello el jefe de UTE (Unidad Tecnológica Elemental) asignará a un tutor que dará seguimiento y al final de la semana evaluará la eficacia de los entrenamientos. En caso de aprobar satisfactoriamente todos los puntos verificados, se considerará que el operario es autónomamente apto para el proceso.

Una vez liberado a desempeño autónomo se deberá asegurar la capacitación y formación continua del personal. Anualmente el jefe de UTE llevará a cabo un relevamiento de las necesidades de capacitación, y conjuntamente con Recursos Humanos, elaborarán un plan de acuerdo a la descripción del puesto de trabajo y el perfil de cada empleado, grado de instrucción, experiencia profesional, evaluación de competencias, etc.

El funcionamiento de cada UTE se basa en los principios de polivalencia funcional y multiplicidad de las tareas, de manera de contribuir al logro de una mayor eficiencia y productividad, a la formación técnica del trabajador y a evitar monotonía y repetitividad de tareas, asignando al mismo funciones y actividades diferentes a las que en principio le son propias. Esto permite variar el número de operarios asignados a la línea de ser necesario, alterando su ruta estándar de operaciones al incrementar o disminuir el número de tareas o modificar el orden o contenido de las mismas.

Desarrollo del banco de pruebas de estanqueidad y circulación:

El desarrollo del nuevo banco requerirá principalmente del seguimiento y evaluación de los aspectos técnicos por parte del departamento de Tecnología y de los aspectos comerciales por parte del departamento de Compras.

A continuación se detalla el proceso de compra, desarrollo, instalación y puesta en marcha del nuevo banco:

- Elaboración de las especificaciones técnicas del banco (responsable: Tecnología).
- Pedido de cotizaciones a diferentes proveedores y selección de las ofertas técnicamente más convenientes (responsable: Tecnología).
- Elaboración de la RDA (Requisición de Compra) y proceso de aprobación (responsables: Tecnología, Control de Gestión, Finanzas y Dirección).
- Negociación del precio y condiciones de compra, selección de la oferta y elaboración del pedido (responsable: Compras).
- Desarrollo de un cronograma conjuntamente con el proveedor (responsable: Tecnología).
- Seguimiento del desempeño del proveedor a través de informes y visitas técnicas (responsable: Tecnología).
- Puesta a punto y prueba del banco con presencia de técnicos de la empresa contratada (responsable: Tecnología).
- Capacitación del personal en su uso y mantenimiento (responsables: Tecnología y Recursos Humanos).
- Fase experimental y verificación de la capacidad técnica y productiva (responsables: Tecnología y Producción).
- Liberación del banco cuando se verifique una serie mínima de piezas (responsables: Tecnología y Calidad).

Compra de nueva balanceadora simple o doble:

El proceso de compra, instalación y puesta en marcha de la nueva balanceadora es similar al detallado anteriormente para el banco de pruebas de estanqueidad y circulación.

Una vez definidos los detalles técnicos, el departamento de Tecnología solicita las cotizaciones a los diferentes proveedores y elabora una RDA, y Compras negocia el precio y demás condiciones de entrega y envía el pedido al proveedor seleccionado.

El plazo de entrega de la balanceadora simple es de aproximadamente tres meses a partir de la fecha del pedido y el de la balanceadora doble es de cinco meses. Una vez en planta se llevará a cabo la instalación, puesta en marcha y prueba del equipo, se capacitará al personal en su uso y mantenimiento y finalmente, se liberará para la producción.

Compra del ventilador del Blower a Pecval:

El plan de implementación propuesto tiene en cuenta la tercerización de este proceso directamente a Pecval, que es el proveedor actual de este componente y forma parte del grupo DENSO, por lo tanto está exento de evaluación y califica directamente como idóneo. En el caso de que se seleccione otro proveedor, el proceso será más extenso ya que deberá incluir también la identificación de fuentes de suministros, la preselección de proveedores, la evaluación a través de auditorías de proceso o sistemas según corresponda, la elaboración de un plan de acción de ser necesario, entre otros.

La tercerización consistirá en los pasos detallados a continuación:

- Solicitud de cotización, envío de la documentación del componente y negociación de los condiciones de compra (responsable: Compras).
- Elaboración de un cronograma de desarrollo y envío de la Carta de Intención (responsable: Compras).
- Envío de la Solicitud de Orden de Muestra (SOM) y pedido de los documentos definidos por Calidad que integran el Proceso de Aprobación de Piezas de Producción o PPAP (responsable: Compras).
- Recepción y evaluación de las muestras (responsable: Calidad).
- Aprobación del PPAP en el caso de que se hayan alcanzado todas las especificaciones, y emisión del Certificado de Aprobación de Muestras o CAM (responsable: Calidad).
- Inclusión en el contrato (responsable: Compras).
- Envío del primer programa de entregas al proveedor (responsable: Logística).

Cambios en el layout:

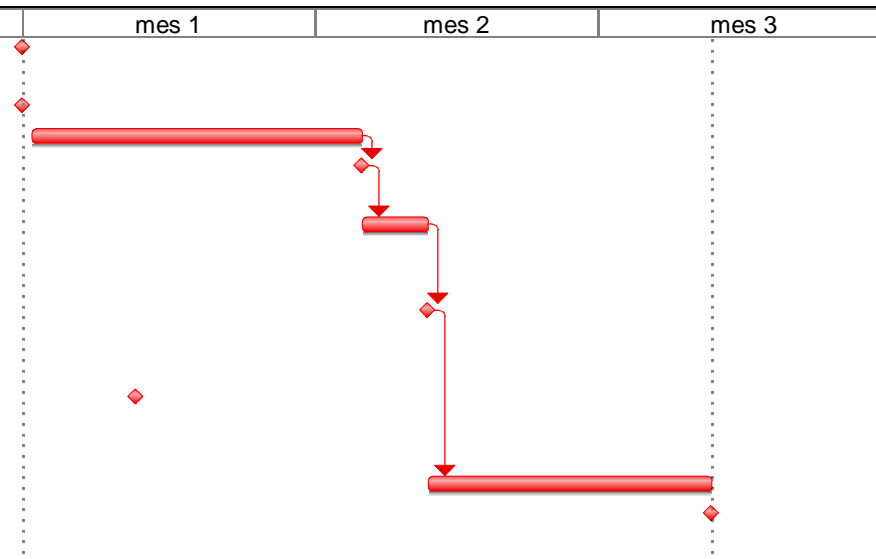
Los cambios propuestos en el layout son relativamente simples y se prevee una semana para llevarlos a cabo, e incluyen: el desplazamiento de los dispositivos, de la línea de montaje y cabina de pruebas, la redistribución de las estaciones de trabajo, el alargamiento de la línea y otras modificaciones menores, como ser la incorporación de nuevos atornilladores y mesas de trabajo, el movimiento de estanterías y escritorio, entre otros.

Esto es teniendo en cuenta la construcción de los nuevos bancos, carros de componentes y segmentos de la línea en el establecimiento del proveedor, que se deberá solicitar aproximadamente con un mes de anticipación, y que deberán estar terminados antes de la semana de trabajo prevista en donde se llevará a cabo la instalación en DENSO.

Los cambios propuestos no requieren de una capacitación específica de los operarios siendo que, como se explicó anteriormente, las tareas dentro de la línea van rotando, formando trabajadores polivalentes con capacidad de adaptación a los cambios propuestos en el orden y contenido de las operaciones.

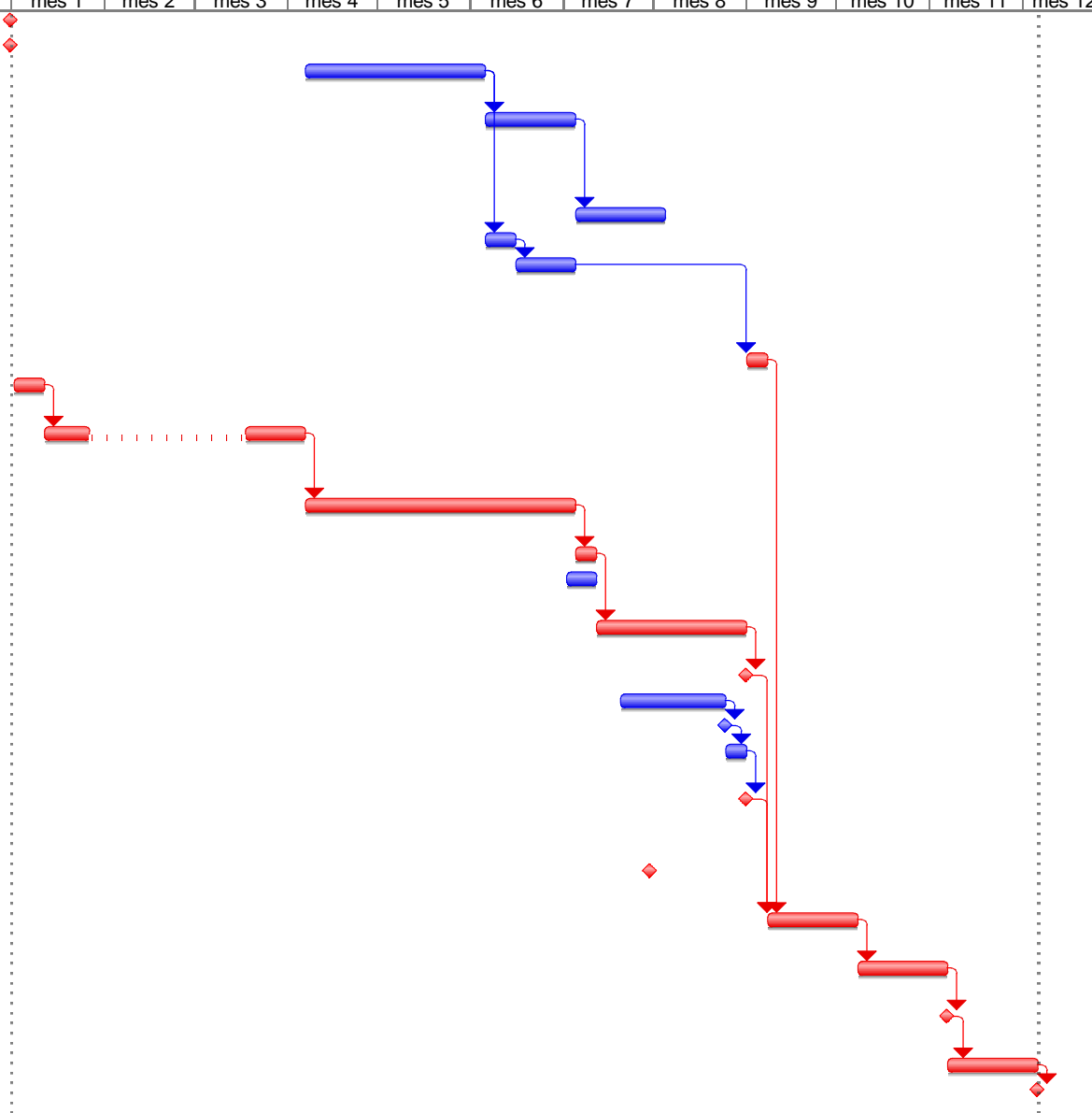
Plan del implementación: alternativa 1

Id	Nombre de tarea	Responsable	Duración	mes -1	mes 1	mes 2	mes 3
1	Recepción de la Carta de Intención de TASA.	Comercial	0 días				
2	Nombrar el equipo de trabajo.	Gerentes de áreas	0 días				
3	Proceso de selección del personal.	RR. HH.	35 días				
4	Incorporación de nuevos operarios y Team Leader.	RR. HH.	0 días				
5	Inducción, capacitación básica introductoria y capacitación teórica-práctica.	RR. HH. y Producción	7 días				
6	Evaluación de la eficacia de los entrenamientos y liberación a desempeño autónomo.	RR. HH. y Producción	0 días				
7	Envío de nuevas ordenes de producción y programas de entregas a los proveedores.	Logística	0 días				
8	Partida piloto de producción.	Producción	30 días				
9	Liberación del proceso e inicio de producción en serie.	Calidad y Producción	0 días				



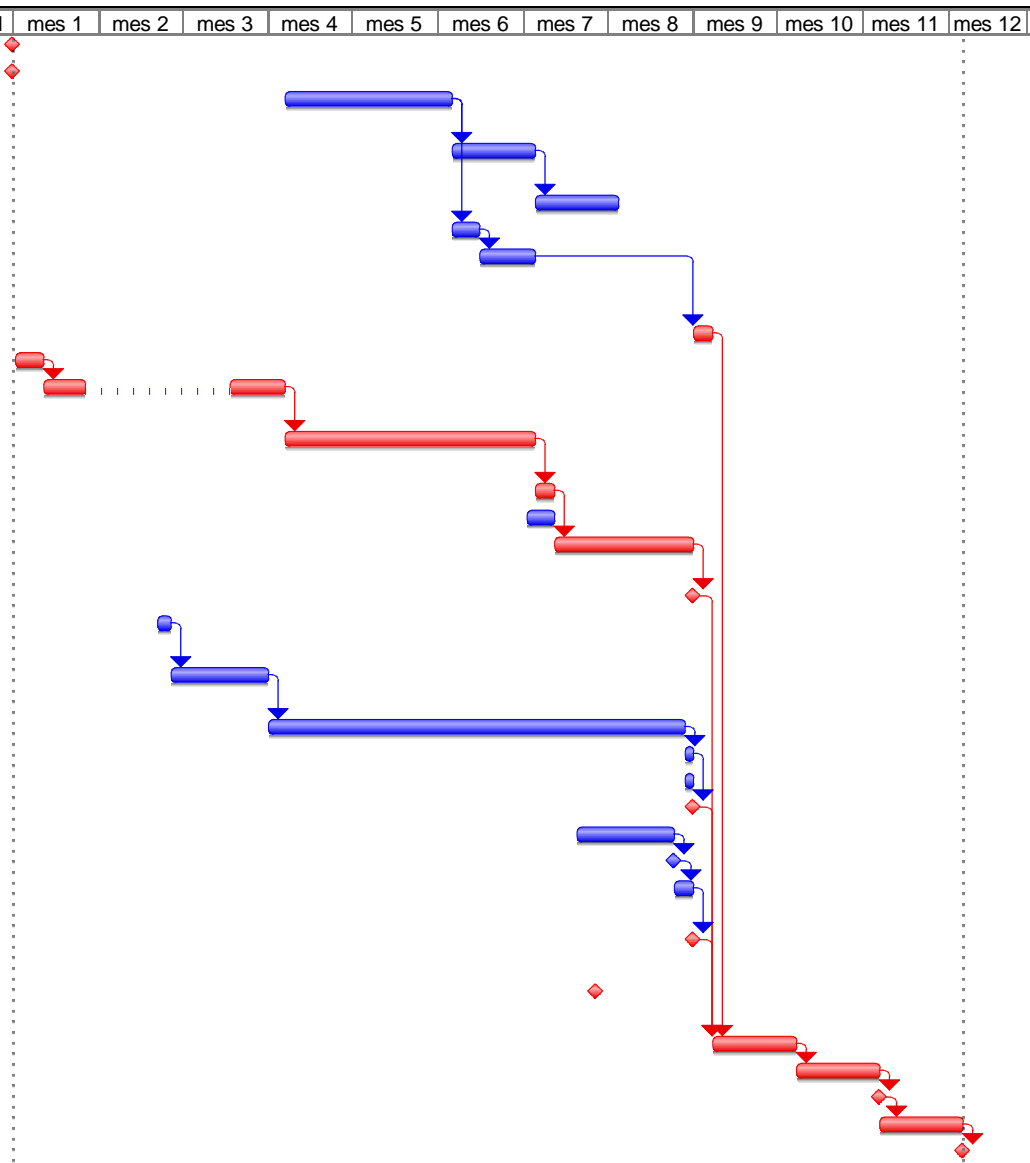
Plan del implementación: alternativa 2

Id	Nombre de tarea	Responsable	Duración	mes -1	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12
1	Recepción de la Carta de Intención de TASA.	Comercial	0 días	◆												
2	Nombrar el equipo de trabajo.	Gerentes de áreas	0 días	◆												
3	Estudio técnico detallado de los cambios del proceso y layout.	Tecnología	60 días					■								
4	Actualización del diagrama de flujo y AMFE del proceso, planes de control, mantenimiento autónomo y preventivo de ser necesario.	Tecnología y Calidad	30 días							■						
5	Actualización de hojas de proceso.	Tecnología	30 días								■					
6	Diseño detallado del nuevo layout.	Tecnología	10 días								■					
7	Selección del proveedor, aprobación de RDA y emisión del pedido, por construcción de bancos de trabajo, carros de componentes y alargamiento de línea.	Tecnología, Compras, Control de Gestión y Finanzas	20 días									■				
8	Cambios en el layout.	Tecnología	7 días										■			
9	Elaboración de las especificaciones técnicas del banco.	Tecnología	10 días	■												
10	Proceso de selección del proveedor, aprobación de RDA y emisión del pedido.	Tecnología, Compras, Control de Gestión, Finanzas y Dirección	35 días	■	■	■	■									
11	Elaboración del cronograma y seguimiento del desarrollo del banco.	Tecnología	90 días					■	■	■	■	■	■	■	■	■
12	Puesta a punto y prueba del banco.	Tecnología	7 días										■			
13	Capacitación del personal en su uso y mantenimiento.	Tecnología y RR. HH.	10 días													
14	Fase experimental y verificación de la capacidad técnica y productiva.	Tecnología y Producción	50 días										■	■	■	■
15	Liberación del banco.	Tecnología y Calidad	0 días													
16	Proceso de selección del personal.	RR. HH.	35 días													
17	Incorporación de nuevos operarios.	RR. HH.	0 días													
18	Inducción, capacitación básica introductoria y capacitación teórica-práctica.	RR. HH. y Producción	7 días													
19	Evaluación de la eficacia de los entrenamientos y liberación a desempeño autónomo.	RR. HH. y Producción	0 días													
20	Envío de nuevas ordenes de producción y programas de entregas a los proveedores.	Logística	0 días													
21	Puesta a punto de la línea y partida piloto de producción.	Tecnología y Producción	30 días													
22	Estudio de R&R y determinación de la capacidad del proceso.	Calidad y Producción	30 días													
23	Presentación de muestras iniciales y carpeta PPAP al cliente.	Calidad	0 días													
24	Aprobación de muestras por el cliente.	Calidad	30 días													
25	Liberación del proceso e inicio de producción en serie.	Calidad y Producción	0 días													



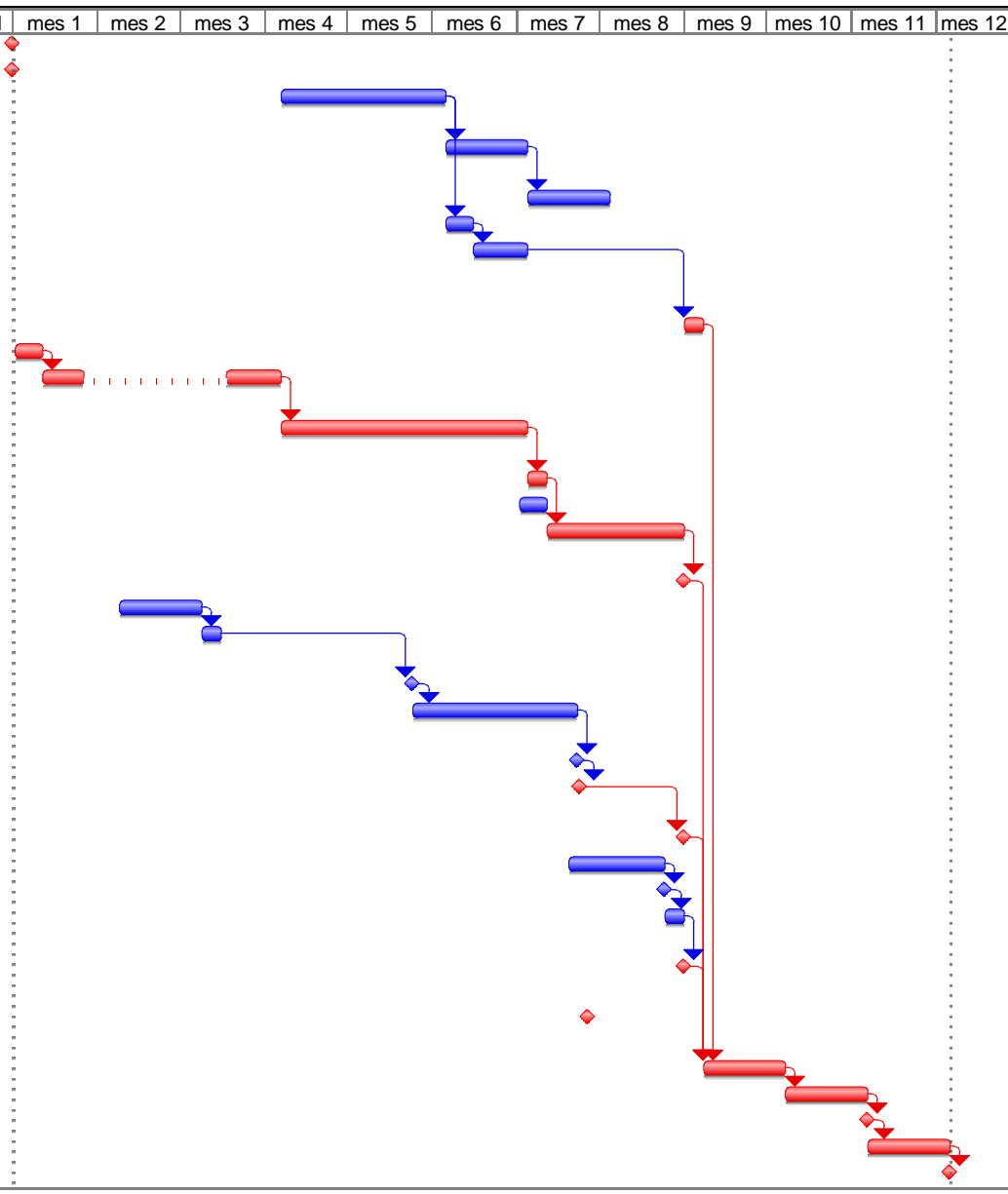
Plan del implementación: alternativa 4

Id	Nombre de tarea	Responsable	Duración	mes -1	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12
1	Recepción de la Carta de Intención de TASA.	Comercial	0 días	◆												
2	Nombrar el equipo de trabajo.	Gerentes de áreas	0 días	◆												
3	Estudio técnico detallado de los cambios del proceso y layout.	Tecnología	60 días					■								
4	Actualización del diagrama de flujo y AMFE del proceso, planes de control, mantenimiento autónomo y preventivo.	Tecnología y Calidad	30 días							■						
5	Actualización de hojas de proceso.	Tecnología	30 días								■					
6	Diseño detallado del nuevo layout.	Tecnología	10 días									■				
7	Selección del proveedor, aprobación de RDA y emisión del pedido, por construcción de bancos de trabajo, carros de componentes y alargamiento de línea.	Tecnología, Compras, Control de Gestión y Finanzas	20 días										■			
8	Cambios en el layout.	Tecnología	7 días													
9	Elaboración de las especificaciones técnicas del banco.	Tecnología	10 días	■	■											
10	Proceso de selección del proveedor, aprobación de RDA y emisión del pedido.	Tecnología, Compras, Control de Gestión...	35 días	■	■	■										
11	Elaboración del cronograma y seguimiento del desarrollo del banco.	Tecnología	90 días					■	■	■	■	■	■	■	■	■
12	Puesta a punto y prueba del equipo.	Tecnología	7 días													
13	Capacitación del personal en su uso y mantenimiento.	Tecnología y RR. HH.	10 días													
14	Fase experimental y verificación de la capacidad técnica y productiva.	Tecnología y Producción	50 días													
15	Liberación del banco.	Tecnología y Calidad	0 días													
16	Elaboración de las especificaciones técnicas de la balanceadora.	Tecnología	5 días													
17	Proceso de selección del proveedor, aprobación de RDA y emisión del pedido.	Tecnología, Compras, Control de Gestión...	35 días													
18	Seguimiento del proveedor durante el plazo de entrega.	Tecnología	150 días													
19	Puesta a punto y prueba de la máquina.	Tecnología	3 días													
20	Capacitación del personal.	Tecnología y RR. HH.	3 días													
21	Liberación de la balanceadora.	Tecnología y Calidad	0 días													
22	Proceso de selección del personal.	RR. HH.	35 días													
23	Incorporación de nuevos operarios.	RR. HH.	0 días													
24	Inducción, capacitación básica introductoria y capacitación teórica-práctica.	RR. HH. y Producción	7 días													
25	Evaluación de la eficacia de los entrenamientos y liberación a desempeño autónomo.	RR. HH. y Producción	0 días													
26	Envío de nuevas ordenes de producción y programas de entregas a los proveedores.	Logística	0 días													
27	Puesta a punto de la línea y partida piloto de producción.	Tecnología y Producción	30 días													
28	Estudio de R&R y determinación de la capacidad del proceso.	Calidad y Producción	30 días													
29	Presentación de muestras iniciales y carpeta PPAP al cliente.	Calidad	0 días													
30	Aprobación de muestras por el cliente.	Calidad	30 días													
31	Liberación del proceso e inicio de producción en serie.	Calidad y Producción	0 días													



Plan del implementación: alternativa 5

Id	Nombre de tarea	Responsable	Duración	mes -1	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12
1	Recepción de la Carta de Intención de TASA.	Comercial	0 días													
2	Nombrar el equipo de trabajo.	Gerentes de áreas	0 días													
3	Estudio técnico detallado de los cambios del proceso y layout.	Tecnología	60 días													
4	Actualización del diagrama de flujo y AMFE del proceso, planes de control, mantenimiento autónomo y preventivo.	Tecnología y Calidad	30 días													
5	Actualización de hojas de proceso.	Tecnología	30 días													
6	Diseño detallado del nuevo layout.	Tecnología	10 días													
7	Selección del proveedor, aprobación de RDA y emisión del pedido, por construcción de bancos de trabajo, carros de componentes y alargamiento de línea.	Tecnología, Compras, Control de Gestión y Finanzas	20 días													
8	Cambios en el layout.	Tecnología	7 días													
9	Elaboración de las especificaciones técnicas del banco.	Tecnología	10 días													
10	Proceso de selección del proveedor, aprobación de RDA y emisión del pedido.	Tecnología, Compras, Control de Gestión...	35 días													
11	Elaboración del cronograma y seguimiento del desarrollo del banco.	Tecnología	90 días													
12	Puesta a punto y prueba del banco.	Tecnología	7 días													
13	Capacitación del personal en su uso y mantenimiento.	Tecnología y RR. HH.	10 días													
14	Fase experimental y verificación de la capacidad técnica y productiva.	Tecnología y Producción	50 días													
15	Liberación del banco.	Tecnología y Calidad	0 días													
16	Cotización del ventilador del Blower y negociación.	Compras	30 días													
17	Elaboración del cronograma de desarrollo, envío de SOM y solicitud de los documentos del PPAP.	Compras	7 días													
18	Recepción de muestras y PPAP.	Compras	0 días													
19	Evaluación de las muestras, aprobación del PPAP y emisión del CAM.	Compras	60 días													
20	Inclusión en el contrato.	Compras	0 días													
21	Envío del primer programa de entregas y corte del suministro de la materia prima del ventilador.	Logística	0 días													
22	Primera entrega del proveedor.	Logística	0 días													
23	Proceso de selección del personal.	RR. HH.	35 días													
24	Incorporación de nuevos operarios.	RR. HH.	0 días													
25	Inducción, capacitación básica introductoria y capacitación teórica-práctica.	RR. HH. y Producción	7 días													
26	Evaluación de la eficacia de los entrenamientos y liberación a desempeño autónomo.	RR. HH. y Producción	0 días													
27	Envío de nuevas ordenes de producción y programas de entregas a los proveedores.	Logística	0 días													
28	Puesta a punto de la línea y partida piloto de producción.	Tecnología y Producción	30 días													
29	Estudio de R&R y determinación de la capacidad del proceso.	Calidad y Producción	30 días													
30	Presentación de muestras iniciales y carpeta PPAP al cliente.	Calidad	0 días													
31	Aprobación de muestras por el cliente.	Calidad	30 días													
32	Liberación del proceso e inicio de producción en serie.	Calidad y Producción	0 días													



CAPÍTULO 10: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS

A continuación se llevará a cabo la identificación de las necesidades de inversión y de los beneficios y egresos a lo largo del horizonte de evaluación. Con esta información se van a confeccionar los diferentes flujos de fondos y calcular los criterios de evaluación, para determinar la conveniencia de llevar a cabo cada alternativa y definir un ordenamiento en función de su rentabilidad, que servirá de soporte para la toma de decisiones del nivel estratégico.

En esta evaluación se analizan los flujos de fondos operativos o sin financiamiento, de manera de medir la rentabilidad de la inversión como un todo y de forma independiente de donde provengan los fondos. Además, al final del capítulo se lleva a cabo el análisis de sensibilidad de cada alternativa, brindando una idea de la influencia que tienen sobre los resultados del proyecto las modificaciones de los valores de las variables más relevantes, frente a distintos grados de error en su estimación.

Para la elaboración de los flujos de fondos se tiene en cuenta:

- Impuesto a las ganancias: 35%.
- Impuesto sobre Ingresos Brutos: 0,1872%.
- Precios y costos sin IVA.
- Horizonte de evaluación: 5 años.
- Vida útil de los activos fijos de acuerdo a la categorización publicada por el AFIP:

Bienes	Años de vida útil
Instalaciones	10
Muebles	10
Maquinarias	10

- Tasa de descuento del 20%, que es aquella empleada por el departamento Comercial de DENSO para evaluar las iniciativas de inversión financiadas con capital propio.
- Tasa de cambio en el período cero:
- USD 1 = AR\$ 5,6.
- EUR 1 = AR\$ 7,5.
- Se adopta una inflación anual promedio de un 15%.
- Se considera un 3% anual de incremento de los precios de venta.
- Se adopta 1% del costo de los insumos en pérdidas y scrap.
- Se consideran las amortizaciones de los activos intangibles despreciables.
- No se tiene en cuenta la tasa de rechazos y retrabajos de manera de no complejizar el cálculo, siendo que no afectará significativamente los resultados al ser de un 0,05%.

Los demás supuestos empleados en el análisis se detallan y explican a lo largo del desarrollo del capítulo.

Identificación y cuantificación de los beneficios de las alternativas

Los beneficios que se tendrán en cuenta en la evaluación son aquellos debidos a: los ingresos por ventas de las cajas de aire a Toyota, los ingresos por ventas de activos cuyo reemplazo haya sido previsto, el valor residual de los activos fijos invertidos en el proyecto y la recuperación del capital de trabajo.

Ingresos por ventas:

La proyección de los ingresos se obtiene como resultado del precio y de las cantidades que serán vendidas a TASA a lo largo del horizonte de evaluación.

El precio de venta de este componente dependerá de las negociaciones que se llevarán a cabo con el cliente, teniendo en cuenta entre otros, el incremento del volumen de ventas. Para esta primera evaluación económica se puede considerar que el precio al inicio de la producción en serie será igual al actual, no obstante, debido al carácter estratégico para la empresa de esta información, no se emplean los valores reales sino que se adoptan precios de mercado.

Modelo de HVAC	Precio de venta (AR\$)	% Mix de producción	Δ Demanda de TASA (piezas/año)	Δ Ingresos por ventas (AR\$/año)
HVAC Automático	880	62,7%	30096	26484480
HVAC Manual	700	37,3%	17904	12532800
Total:		100,0%	48000	39017280

Ingresos por ventas de activos:

En el caso de la alternativa 4, al reemplazar la balanceadora existente por una doble, se deberá considerar en el período cero el ingreso debido a la venta de la balanceadora actual, disminuyendo el desembolso inicial que debe realizarse en el nuevo equipo.

Estas máquinas son activos muy especializados y de aplicación particular en el sector, por lo tanto en la práctica, la balanceadora que es reemplazada no será vendida sino que se empleará en futuras aplicaciones, como por ejemplo: de incremento de capacidad, introducción de nuevos productos o renovación de otras balanceadoras de la planta de tecnología inferior. El ingreso por venta del activo reflejaría entonces la capacidad del equipo reemplazado de generar beneficios futuros.

Debido a esto es que no se dispone de ninguna referencia del valor actual de mercado de este tipo de balanceadora usada y considerar su valor de libro tampoco sería adecuado. Por lo tanto, en base a la experiencia del personal de Compras y Tecnología, se estima el valor para DENSO de la balanceadora existente en un 60% de su precio actual. Para el cálculo se considera el costo relevado para la nueva balanceadora simple, modelo ZB-TO10/S, que se presentará más adelante.

Siempre que el activo se venda efectivamente a un precio superior al valor de libro, la diferencia estará sujeta al impuesto a las utilidades. Por lo tanto, para calcular el valor contable del activo vendido, se tiene en cuenta que la balanceadora empleada actualmente en la línea fue comprada a la empresa Elettrorava en el año 2007 a un precio de \$170000. Su valor de libro en el momento del reemplazo dependerá de la confirmación de TASA del inicio del nuevo volumen de producción, no obstante, para el cálculo y la elaboración de los flujos de fondos se considera durante el año 2014.

Valor residual de los activos invertidos en el proyecto y recuperación del capital de trabajo:

En el último período del horizonte de evaluación se deberá adjudicar un valor residual monetario a los activos fijos invertidos en el proyecto. Teniendo en cuenta que no se disponen de bases confiables para estimar sus precios de mercado dentro de 5 años, en este trabajo se emplea el método contable.

La utilización de este método supone además que las inversiones en capital de trabajo, requeridas para financiar la compra de los insumos de producción y el pago de la mano de obra directa durante un ciclo productivo, se recuperan en su totalidad al final del período de evaluación.

Identificación y cuantificación de los costos de las alternativas

Los egresos que se tienen en cuenta en la evaluación económica incluyen el valor monetario de todos los bienes y servicios consumidos para obtener el producto final, los gastos de comercialización y costos financieros, así como las inversiones necesarias en activos fijos, intangibles y capital de trabajo.

Costo de materias primas y componentes:

El cálculo del delta costo incurrido por la compra de las materias primas (MP) y componentes, se obtiene multiplicando el costo unitario de cada modelo de HVAC, de acuerdo al sourcing externo presentado al inicio del trabajo, por el incremento en las cantidades demandadas.

En este análisis de manera simplificada no se tienen en cuenta posibles descuentos por volúmenes de compra mayores.

Modelo de HVAC	Costo de MP y componentes (AR\$/pieza)	Δ Demanda de TASA (piezas/año)	Δ Costo de MP y componentes (AR\$/año)
HVAC Automático	593,82	30096	17871607
HVAC Manual	448,34	17904	8027018
Total:		48000	25898625

Particularmente, en la alternativa 5 se evaluó la externalización del proceso de inyección plástica del ventilador del Blower. Actualmente el costo interno de este proceso es \$6,28 en conceptos de materia prima, mano de obra directa (MOD) y gastos generales de fabricación (GGF).

Por otro lado, el precio FOB (Free on Board) del ventilador considerado en el análisis es de USD 1,4, y corresponde al precio actualmente negociado con Pecval para este componente empleado en otro modelo similar de HVAC. Además, el departamento de Control de Gestión tiene calculado un coeficiente de importación de un 10,6%, que se deberá sumar a este precio para adicionar los costos incurridos debidos al flete terrestre, flete nacional y local, honorarios del despachante, impuestos, seguros, entre otros.

Por lo tanto, el costo unitario final del ventilador comprado a Pecval se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Costo del ventilador del Blower (AR\$)} = \text{precio FOB (USD)} \times \text{tasa de cambio (AR\$/USD)} \times (100\% + \text{coeficiente de importación})$$

$$\text{Costo del ventilador del Blower} = \text{USD } 1,4 \times 5,6 \text{ AR\$/USD} \times (100\% + 10,6\%).$$

$$\text{Costo del ventilador del Blower} = \text{AR\$ } 8,67.$$

Con esta información se puede determinar el impacto anual en los costos debido a la tercerización del proceso de inyección plástica de este componente:

Costo de materia prima:	3,30	AR\$/pieza
Costos de mano de obra directa:	1,06	AR\$/pieza
Gastos generales de fabricación:	1,92	AR\$/pieza
Costo interno de inyección del ventilador del Blower:	6,28	AR\$/pieza
Costo del ventilador del Blower comprado a Pecval:	8,67	AR\$/pieza
Δ Costo unitario debido a la tercerización del proceso:	2,39	AR\$/pieza
Nueva demanda de TASA:	140000	piezas/año
Δ Costo anual debido a la tercerización del proceso:	334782	AR\$/año

Como resultado de la adopción de la alternativa 5 los costos se incrementarán un 38% debido al margen de utilidad que percibirá el proveedor.

Costo de mano de obra directa:

En la situación actual se requiere de un total de diez operarios por turno de trabajo: siete en las operaciones dentro de la línea de montaje, dos en estaciones fuera de línea y un Team Leader.

Como resultado del incremento de la capacidad productiva, se incurrirán a costos adicionales debido a la remuneración de los nuevos operarios dependiendo de la alternativa que se elija:

Alternativa 1: se propone trabajar en tres turnos de producción, por lo tanto se deberá incrementar la mano de obra directa en la cantidad actualmente empleada por turno.

Alternativa 2: serán necesarios ocho operarios trabajando en las estaciones de la línea de montaje, cuatro en estaciones fuera de línea y un Team Leader. Como resultado, respecto a la situación actual, se deberán incorporar tres operarios para llevar a cabo tareas dentro y fuera de línea.

Alternativas 3, 4 y 5: serán necesarios ocho operarios en las estaciones de la línea de montaje, tres en estaciones fuera de línea y un Team Leader. Por lo tanto, se deberán incorporar dos nuevos operarios encargados de llevar a cabo actividades dentro y fuera de la línea.

Para la determinación del costo debido a la remuneración del personal jornalizado nos remitimos al Convenio Colectivo de Trabajo del Sindicato de Mecánicos y Afines del Transporte Automotor (S.M.A.T.A.), que rige esta actividad.

En este convenio, la remuneración del personal se determina en función de las diferentes categorías del operario:

- Inicial A: hasta los 7 meses de contratación.
- Inicial B: a partir del mes 8 y hasta los 14 meses de contratación.

- Categoría 1 (operario principiante): a partir del mes 15 y hasta los 30 meses de contratación.
- Categoría 2 (operario polivalente): a partir del mes 31 y hasta los 10 años de contratación.
- Categoría 2A (operario polivalente completo): a partir de los 10 años de contratación.
- Categoría 3 (operario técnico especializado).
- Categoría 4 (operario técnico especializado completo): a partir de los 10 años como operario técnico especializado.

A partir de su contratación, el operario se encontrará en un período de entrenamiento y adaptación a las técnicas de producción. Deberá adquirir conocimientos técnicos suficientes para desarrollar las tareas de ensamblaje de autopartes, operaciones de máquinas, herramientas, controles de calidad, manejo de materiales, preparación y cambio de herramientas simples y todas aquellas actividades relacionadas al proceso productivo de la planta. En base al tiempo de permanencia en la empresa la categoría del operario corresponderá a la inicial A, B ó 1.

El operario pasará a ser polivalente una vez cumplido los 30 meses de contratación y los programas de rotación establecidos, habiendo alcanzado un grado de autonomía suficiente como para desempeñarse en distintos puestos en una o más UTE. Al cabo de un plazo de diez años en esta categoría el operario será considerado polivalente completo.

Por otro lado, las categorías 3 y 4 corresponden a aquellos trabajadores que además de poder desarrollar las tareas mencionadas, tienen el conocimiento y entrenamiento suficiente para realizar otras actividades, como por ejemplo de mantenimiento y reparación de máquinas, de matrices e instalaciones, auditorías internas y externas de calidad, y ensayos de materiales y productos finales.

En función de la categoría del operario, en el convenio colectivo de trabajo se encuentra establecida la escala salarial de acuerdo al siguiente detalle:

Categoría	Valor jornal (AR\$)
Operario inicial A	28,64
Operario inicial B	30,73
Operario principiante	33,54
Operario polivalente	36,97
Operario polivalente completo	39,15
Operario técnico especializado	42,88
Operario técnico especializado completo	46,49

Por otro lado, el personal que desempeñe funciones de Team Leader percibirá también un adicional dependiendo de su antigüedad:

- De 0 a 3 años: 10%.
- De 3 a 5 años: 15%.
- Más de 5 años: 18%.

En el cálculo del costo de la mano de obra directa de cada alternativa se va a tener en cuenta únicamente el salario básico y el pago de horas extras, que en promedio alcanzan el 10% de las horas totales de la jornada laboral. No obstante, otros conceptos que conforman la remuneración del operario son:

- Remuneración variable: reconoce el esfuerzo del personal en el cumplimiento de los objetivos establecidos por la empresa, de acuerdo al índice de ausentismo, de las metas sobre accidentes laborales, presentación de PIM o propuesta individual de mejora, programa 5S y cumplimiento de objetivos de calidad.
- Conceptos no remunerativos.
- Bonificación por antigüedad.
- Adicional por vacaciones.
- Adicional de transporte.

Contribuciones patronales:

Para determinar el costo para la empresa debido al pago de la remuneración del personal mensualizado o jornalizado se deberá tener en cuenta un 23% del salario en conceptos de contribuciones patronales:

Contribuciones patronales	Porcentaje sobre sueldo básico
Jubilación	10,17%
Obra social	6,00%
INSSJP	1,50%
Asignaciones familiares	4,44%
Fondo de empleo	0,89%
Total:	23,00%

Pago de servicios de consultoría:

DNAR actualmente realiza la selección y contratación del personal jornalizado a través de una consultora de Recursos Humanos. La misma se encarga del pago a los operarios y factura a DENSO los conceptos remunerativos y no remunerativos multiplicados por un coeficiente que incluye: la selección del personal, el pago de la remuneración bruta, obra social, aguinaldo, vacaciones, aseguradora de riesgos de trabajo, atención médica por accidentes laborales, seguro de vida obligatorio, control médico por ausentismo e impuestos.

La principal ventaja de la contratación de este servicio es que durante los primeros meses de trabajo el operario tiene total relación de dependencia con la consultora, la facturación es únicamente por el tiempo productivo, y se puede evaluar al operario antes de incorporarlo a la empresa definitivamente.

La incorporación al plantel no tiene costos adicionales después de los tres meses de contratación, no obstante, en DENSO en general el operario permanece un año en esta condición antes de ser incorporado. Debido a esto, el costo de la remuneración del personal durante el primer año de contratación se deberá multiplicar por un coeficiente de 1,69, que es el actualmente empleado para los conceptos remunerativos.

Determinación del costo de mano de obra directa:

A continuación se calcula el costo anual del personal jornalizado que deberá ser incorporado en las diferentes alternativas. Para ello, se tiene en cuenta que todos los operarios contratados ingresarán a la empresa en la categoría inicial A y trabajarán en turnos rotativos con los operarios actuales de la línea.

En la alternativa 1, además se deberá asignar la función de Team Leader a un operario polivalente que tenga experiencia y antigüedad en la línea. Para ello incurrimos a costos debidos a la contratación de un nuevo operario que lo reemplazará en su trabajo actual y al pago de un adicional para quien se le asigne esta función.

En el primer cuadro se calculan los costos anuales por operario teniendo en cuenta que, a medida que transcurre el tiempo de permanencia en la empresa, el jornal irá aumentando de acuerdo a la escala salarial presentada. En el segundo cuadro se determina el adicional por Team Leader, calculando el salario de un operario de categoría 2 y multiplicándolo por el porcentaje que corresponda de acuerdo a la antigüedad en la función. Y finalmente, se presentan los costos totales de mano de obra directa para cada una de las alternativas evaluadas en función de los requerimientos de personal en cada caso.

Cálculo del costo anual de mano de obra directa:

Horizonte de evaluación	Concepto	Jornada laboral (horas/mes)	Categoría	Valor jornal (AR\$)	Cálculo costo mensual MOD (AR\$)	Meses	Cálculo costo anual MOD (AR\$)	
AÑO 1	Salario básico	176	Inicial A	28,64	5041			
	Horas extras	18	Inicial A	42,96	756			
	Contribuciones patronales (23%)				1333			
	Costo mensual MOD (AR\$):				7130	7	49910	
	Salario básico	176	Inicial B	30,73	5408			
	Horas extras	18	Inicial B	46,10	811			
	Contribuciones patronales (23%)				1431			
	Costo mensual MOD (AR\$):				7650	5	38251	
	Costo anual MOD (AR\$):						12	88161
	Coeficiente por conceptos remunerativo por pago de servicios a consultora:							1,69
Costo anual MOD + servicio de consultoría (AR\$):						12	148993	
AÑO 2	Salario básico	176	Inicial B	30,73	5408			
	Horas extras	18	Inicial B	46,10	811			
	Contribuciones patronales (23%)				1431			
	Costo mensual MOD (AR\$):				7650	2	15301	
	Salario básico	176	Categoría 1	33,54	5903			
	Horas extras	18	Categoría 1	50,31	885			
	Contribuciones patronales (23%)				1561			
Costo mensual MOD (AR\$):				8350	10	83499		
Costo anual MOD (AR\$):						12	98799	
AÑO 3	Salario básico	176	Categoría 1	33,54	5903			
	Horas extras	18	Categoría 1	50,31	885			
	Contribuciones patronales (23%)				1561			
	Costo mensual MOD (AR\$):				8350	4	33399	

AÑO 3	Salario básico	176	Categoría 2	36,97	6507		
	Horas extras	18	Categoría 2	55,46	976		
	Contribuciones patronales (23%)				1721		
	Costo mensual MOD (AR\$):				9204	8	73630
	Costo anual MOD (AR\$):					12	107029
AÑO 4	Salario básico	176	Categoría 2	36,97	6507		
	Horas extras	18	Categoría 2	55,46	976		
	Contribuciones patronales (23%)				1721		
	Costo mensual MOD (AR\$):				9204	12	110445
	Costo anual MOD (AR\$):					12	110445
AÑO 5	Salario básico	176z	Categoría 2	36,97	6507		
	Horas extras	18	Categoría 2	55,46	976		
	Contribuciones patronales (23%)				1721		
	Costo mensual MOD (AR\$):				9204	12	110445
	Costo anual MOD (AR\$):					12	110445

Cálculo del costo anual por adicional del Team Leader:

Concepto	Jornada laboral (horas/mes)	Categoría	Valor jornal (AR\$)	Cálculo costo mensual MOD (AR\$)	Meses	Costo anual MOD (AR\$)	Adicional Team Leader	
							0-3 años	3-5 años
Salario básico	176	Categoría 2	36,97	6507				
Horas extras	18	Categoría 2	55,46	976				
Contribuciones patronales (23%)				1721				
Costo anual MOD (AR\$):				9204	12	110445	11045	16567

Resumen del costo anual de mano de obra directa por alternativa:

Alternativa	Δ Operarios	Δ Adicional Team Leader	Moneda	AÑO 1			AÑO 2		
				Δ Operarios	Δ Adicional Team Leader	Costo anual MOD	Δ Operarios	Δ Adicional Team Leader	Costo anual MOD
Alternativa 1	10	1	AR\$	1489927	11045	1500972	987991	11045	999035
Alternativa 2	3	0	AR\$	446978	0	446978	296397	0	296397
Alternativa 3	2	0	AR\$	297985	0	297985	197598	0	197598
Alternativa 4	2	0	AR\$	297985	0	297985	197598	0	197598
Alternativa 5	2	0	AR\$	297985	0	297985	197598	0	197598

Alternativa	AÑO 3			AÑO 4			AÑO 5		
	Δ Operarios	Δ Adicional Team Leader	Costo anual MOD	Δ Operarios	Δ Adicional Team Leader	Costo anual MOD	Δ Operarios	Δ Adicional Team Leader	Costo anual MOD
Alternativa 1	1070294	11045	1081339	1104451	16567	1121017	1104451	16567	1121017
Alternativa 2	321088	0	321088	331335	0	331335	331335	0	331335
Alternativa 3	214059	0	214059	220890	0	220890	220890	0	220890
Alternativa 4	214059	0	214059	220890	0	220890	220890	0	220890
Alternativa 5	214059	0	214059	220890	0	220890	220890	0	220890

Cargas fabriles, gastos de comercialización y costos financieros:

De acuerdo a la estructura empleada en DENSO se diferencian centros de costos de producción y centros de servicio. Los de producción son aquellos que realizan alguna etapa del proceso de transformación, y los de servicio sirven de apoyo, coordinación y facilitación de la actividad productiva.

Los gastos generales de fabricación o cargas fabriles corresponden a los costos variables de producción, costos fijos de producción, amortizaciones, costos de mano de obra indirecta y sueldos del personal mensualizado, que se acumulan en los centros de servicio de Mantenimiento, Calidad, Producción, Tecnología, Logística, entre otros.

Mientras que los gastos indirectos de estructura (investigación y desarrollo, administración, sistemas, personal, servicios) y de comercialización (por garantías, transporte, almacenamiento, estructura de venta), corresponden a aquellos gastos que se acumulan en los centros de costos de servicio de Recursos Humanos, Control de Gestión, Dirección, Comercial, entre otros. En las iniciativas de inversión, DNAR considera un porcentaje del 4% del ingreso por ventas como estimación de estos gastos conjuntamente con los costos financieros.

Tratamiento de los gastos generales de fabricación (GGF) o cargas fabriles:

En el procesamiento de los GGF será necesario utilizar criterios contables para repartirlos entre los productos. Los GGF se acumulan en los diferentes centros de costos de servicio que los han originado y luego se redistribuyen hacia los centros de producción: estampado, inyección y montaje, que los reciben en coparticipación en relación a algún factor de acuerdo con el servicio recibido. Por último, los gastos indirectos acumulados en los centros anteriores se deberán prorratear en la unidad de producto.

Siendo que la línea de montaje, inyectoras y el sector de estampado trabajan con diferentes productos y modelos, para llevar a cabo el prorrateo será necesario adjudicar a cada uno los costos acumulados sobre alguna base común de actividad representativa, y cada producto coparticipará el costo en proporción a tal base.

La unidad representativa de actividad que emplea DENSO es la hora-hombre de MOD. Mensualmente se actualiza una tasa que se calcula como la sumatoria de los GGF acumulados durante un año fiscal y se divide por las horas hombre de producción, indicando la cantidad de pesos de GGF por unidad de actividad.

Cada producto va a contener una cierta cantidad de unidades de actividad, por lo tanto, multiplicado esta tasa por el tiempo de ciclo requerido para la fabricación del producto que se está analizando, obtenemos los GGF unitarios.

Para determinar el extra costo incurrido debido al incremento de la producción, se va a considerar de manera aproximada los GGF por unidad multiplicados por el incremento en las cantidades producidas.

Modelo de HVAC	GGF (AR\$/pieza)	Δ Demanda de TASA (piezas/año)	Δ GGF (AR\$/año)
HVAC Automático	49,17	30096	1479787
HVAC Manual	51,41	17904	920441
Total:		48000	2400228

Este valor se calcula empleando la tasa actual determinada por el departamento de Control de Gestión, sin embargo trabajando con este coeficiente se incurre a un margen de error:

- Se asume una tasa fija e igual a la actual, adoptando un criterio conservador, siendo que la carga de costos por unidad disminuirá a medida que aumenten las horas hombre de producción.
- No se tienen en cuenta los cambios en la tecnología empleada y en el proceso productivo que podrán modificar los costos de operación.
- Se considera que los GGF crecen proporcionalmente al volumen de producción, sin tener en cuenta sus componentes fijos.

Costo de contratación del Jefe de UTE:

En la alternativa 1 será necesario considerar también la contratación de un nuevo jefe de UTE encargado de la supervisión del sector de montaje. Si observamos el organigrama, en el departamento de Producción hay un solo Jefe encargado de las líneas de montaje, que actualmente trabajan únicamente durante los turnos mañana y tarde. Por lo tanto, de incorporarse un tercer turno será requerido contratar también un nuevo supervisor, cuyo costo se puede considerar directamente aplicado al centro de montaje de la línea de Toyota siendo que, dentro de esta unidad tecnológica, ninguna otra línea trabaja en tres turnos de producción.

Para determinar los gastos incurridos por la empresa por el pago del sueldo del jefe de UTE se deberá adicionar al sueldo bruto el 23% debido a las contribuciones patronales.

Concepto	Cálculo costo mensual Jefe de UTE (AR\$)	Meses	Cálculo costo anual Jefe de UTE (AR\$)
Sueldo básico	14000	12	168000
Contribuciones patronales (23%)	3220	12	38640
Costo anual Jefe de UTE (AR\$):			206640

Inversiones en activos fijos:

Banco de pruebas de estanqueidad y circulación:

Para la separación del banco de pruebas actual de acuerdo a las especificaciones desarrolladas en el capítulo correspondiente, se cuenta con una cotización por parte de la empresa API S.R.L.

El costo de dicho banco será de aproximadamente USD 25000, e incluye el diseño, la construcción, los materiales (DNAR facilitaría los dos equipos ATQ F520 empleados

actualmente), la mano de obra, las conexiones eléctricas, neumáticas y mecánicas, la capacitación del personal de DENSO y la puesta a punto hasta la entrega "llave en mano" del banco de pruebas.

Balanceadora simple y doble:

Los precios de las balanceadoras cotizadas por la empresa CEMB, según las especificaciones detalladas en el capítulo 7, son:

Balanceadora simple, modelo ZB-TO10/S: €44000.

Balanceadora doble, modelo ZB2-TO10/S: €84300.

Particularmente, la compra de la impresora de las etiquetas de aprobación tiene un costo adicional de €2000 para ambos modelos.

De acuerdo a la información brindada por el departamento de Control de Gestión, el coeficiente de importación que se deberá sumar a este precio FOB es de un 7%, e incluye los gastos debidos al flete marítimo, flete nacional y local, honorarios del despachante, impuestos, seguros, entre otros.

Además, cada máquina se suministra acompañada de un manual de instrucciones detallado, que hace innecesaria la presencia de personal del proveedor para la puesta en marcha de la balanceadora, y los costos de conexión de la máquina, formación del personal e inspección final son despreciables, debido a que la tecnología que emplean es similar a la actual.

Por lo tanto,

$$\text{Costo de la balanceadora (AR\$)} = (\text{precio FOB de la balanceadora} + \text{precio FOB de la impresora}) \times \text{tasa de cambio (AR\$/EUR)} \times (100\% + \text{coeficiente de importación})$$

Costo de la balanceadora simple = (EUR 44000 + EUR 2000) x 7,5 AR\$/EUR x (100% + 7%) = AR\$ 369150.

Costo de la balanceadora doble = (EUR 84300 + EUR 2000) x 7,5 AR\$/EUR x (100% + 7%) = AR\$ 692558.

Cambios en el layout:

En la primera alternativa propuesta no se presentan cambios en la distribución del layout actual, debido a que fue necesaria una redistribución mínima de las tareas para alcanzar el tiempo de ciclo necesario. Para las demás alternativas se detallan a continuación las inversiones requeridas:

Alternativa 2:

- Construcción e instalación del puesto de trabajo fuera de línea 1.
- Desplazamiento de los dispositivos 4 y 2 fuera de línea.
- Construcción de un carro grande para los Case Covers.
- Desplazamiento paralelo de la línea de montaje y cabina de pruebas.
- Redistribución de las estaciones de trabajo (herramientas, dispositivos, reglas, etc.).

163

- Alargamiento de la línea: 1,56 m.

Alternativa 3:

- Construcción e instalación del puesto de trabajo fuera de línea 1.
- Construcción de un carro mediano para los motor-fans terminados.
- Desplazamiento paralelo de la línea de montaje y cabina de pruebas.
- Redistribución de las estaciones de trabajo (herramientas, dispositivos, reglas, etc.).
- Alargamiento de la línea: 1,56 m.

Alternativa 4 y 5:

- Construcción e instalación del puesto de trabajo fuera de línea 1 en forma de L.
- Construcción de un carro mediano para los motor-fans terminados.
- Redistribución de las estaciones de trabajo (herramientas, dispositivos, reglas, etc.).
- Alargamiento de la línea: 1,56 m.

En la enumeración anterior no se tienen en cuenta otras modificaciones menores, como ser la incorporación de mesas de trabajo, nuevos atornilladores, la compra de cachos o contenedores plásticos pequeños, el movimiento de estanterías y escritorio, entre otros.

Se debe tener en cuenta que el desplazamiento paralelo de la línea y de la cabina de pruebas, así como la redistribución de las estaciones de trabajo y dispositivos, no constituyen en sí mismos inversiones en activos fijos. Se analizan en esta oportunidad ya que se tratan de gastos que se incurren antes del inicio de la producción, sin embargo no se deben incluir en el cálculo de la depreciación en los flujos de fondos.

A continuación se detalla la magnitud de las inversiones enumeradas anteriormente, en donde las estimaciones de los costos se calculan a partir de trabajos contratados anteriormente a las firmas API, Serviconst o Transmov según corresponda, y con ayuda del personal del departamento de Tecnología y de Compras de DENSO.

- Construcción e instalación de nuevos puestos de trabajo:

Por conceptos de mano de obra y materiales la construcción de un banco de trabajo de aluminio suma: \$13000 para el banco de la alternativa 2, \$20000 para el banco de la alternativa 3, y \$23000 para el banco de las alternativas 4 y 5. En este último caso, corresponde a un banco de trabajo de iguales características que los demás, pero que abastece a las estaciones a través de un segmento de línea de rodillos.

La construcción de los bancos completos se lleva a cabo en el establecimiento del proveedor y la instalación en DENSO requerirá de 4 a 6 horas de trabajo. El costo hora de Serviconst es de \$69,80 pero, teniendo en cuenta que este tipo de trabajo se debe llevar a cabo durante los fines de semana, de deberá abonar con un 100% de bonificación.

- Construcción de carros para el abastecimiento de la línea:

Serviconst cotiza la construcción de los carros, en estructura de caño y con estantes de chapa, en \$5000 para aquellos de tamaño grande y \$3300 para los medianos.

- Desplazamiento paralelo de la línea de montaje y de la cabina de pruebas:

Esta tarea requiere de aproximadamente el trabajo de cuatro personas de Serviconst, en dos jornadas completas durante un fin de semana. Nuevamente el costo hora se deberá abonar con un 100% de bonificación, por un total de 70,4 horas, teniendo en cuenta dos turnos de trabajo de 8,8 horas.

- Redistribución de las estaciones de trabajo (herramientas, dispositivos, reglas, etc.):

La redistribución de los dispositivos es muy simple debido a que se encuentran sujetos a un riel independiente de la línea, e incluso generalmente este trabajo lo realizan los mismos operarios. En el caso de la alternativa 2 será necesario además el desplazamiento de dispositivos fuera de línea y la fijación en el suelo de los mismos, trabajo que requiere de aproximadamente una hora de una persona. Es por esto que el costo de estas tareas es despreciable y por lo tanto no se incluye en el análisis.

- Alargamiento de la línea:

El precio de la cinta transportadora de PVC vulcanizada se determina en \$1400 el metro, a partir de cotizaciones realizadas por la empresa Transmov. Este precio no incluye la compra del motor, de sensores de barrera infraroja, del pulsador manual de arranque, tablero eléctrico, variador de velocidad, relés, térmicas y demás componentes eléctricos y electrónicos, debido a que se podrán emplear los existentes.

El costo de la estructura de la línea de montaje es de \$2000 el metro y la construcción de cada módulo de reglas, en estructura de caño y de dimensiones y características iguales a las existentes, es de \$4200.

Se debe tener en cuenta que el alargamiento de un segmento de la línea requiere reemplazar toda la cinta transportadora, a diferencia de los costos de estructura que se deberán considerar únicamente por la longitud ampliada.

Calculo de las inversiones por cambios en la distribución del layout:

Concepto	Precio (AR\$)	Unidad de medida	Cantidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Construcción e instalación de nuevos puestos de trabajo:								
Mano de obra y materiales.	13000	Unidad	1		13000			
	20000	Unidad	1			20000		
	23000	Unidad	1				23000	23000
Instalación en DNAR.	139,6	Hora	4		558	558		
	139,6	Hora	6				838	838
Construcción de carros para el abastecimiento de la línea:								
Carro grande.	5000	Unidad	1		5000			
Carro mediano.	3300	Unidad	1			3300	3300	3300
Mano de obra para el desplazamiento de la línea de montaje y cabina de pruebas:	139,6	Hora	70,4		9828	9828		
Alargamiento de la línea:								
Cinta transportadora de PVC.	1400	Metro	10		14000	14000	14000	14000
Mano de obra y materiales para la estructura de la línea:	2000	Metro	1,56		3120	3120	3120	3120
Mano de obra y materiales para la construcción de rulas:	4200	Módulo	1		4200	4200	4200	4200
Inversiones por cambios en la distribución del layout (AR\$):				0	49706	55006	48458	48458
Bienes muebles e instalaciones a depreciar (AR\$):				0	39878	45178	48458	48458

Inversión en activos intangibles:

Selección del personal:

La selección y contratación del personal jornalizado durante el primer año de trabajo se lleva a cabo a través de una consultora. Como se explicó anteriormente, la misma se encarga del pago del personal y factura a DENSO los conceptos remunerativos y no remunerativos multiplicados por un coeficiente que incluye la selección del personal, por lo que no se incurren a costos adicionales por este servicio.

En el caso del personal mensualizado, se podrá incorporar directamente al plantel efectivo, o bien realizar la contratación a través de la consultora durante un período de tiempo determinado. En el primer caso, el pago del servicio de selección suma un total igual al primer sueldo bruto de la persona contratada. En muchos casos sucede que la remuneración estimada es diferente a la acordada finalmente con el candidato, si esto ocurriera se deberá ajustar el último pago de acuerdo a la diferencia presentada, ya sea mayor o menor.

Por lo tanto, el costo de selección del jefe de UTE en la alternativa 1 es de aproximadamente \$14000, y el proceso incluirá la activación y chequeo de diferentes fuentes de datos y contactos, la preselección de curriculums, entrevistas múltiples, test, evaluación de competencias, examen psicotécnico y entrega de informes finales.

Capacitación y formación:

El tiempo requerido para llevar a cabo la capacitación básica de los nuevos operarios, la capacitación teórico-práctica y la evaluación de la eficacia del entrenamiento, es de aproximadamente una semana. Estas actividades están a cargo del personal de Recursos Humanos, de los jefes de UTE, de los Team Leaders de la línea y del operario tutor designado.

El costo de dicha capacitación no es significativo, no obstante mínimamente se debería considerar el costo de mano de obra directa de esa semana de inducción (\$1550 para un operario inicial A), siendo que el operario no se encuentra disponible aún para realizar tareas productivas.

Inversión en capital de trabajo:

El método de cálculo que se va a emplear para determinar la inversión en capital de trabajo es el método del período de defasaje.

Para ello se determina la cuantía de los costos de adquisición de las materias primas e insumos de producción y los costos de mano de obra directa, que deben financiarse desde el momento en que se efectúa el primer pago hasta el momento en que se recauda el ingreso por la venta de los productos.

El cálculo de la inversión en capital de trabajo se determina por la siguiente expresión:

$$ICT: C \times n / 12$$

Donde C es la sumatoria de los costos anuales de materias primas, componentes y mano de obra directa, y n es el número de meses de defasaje o ciclo productivo.

Para definir el valor de n se tiene en cuenta el sourcing de materias primas y componentes e información brindada por los departamentos de Control de Gestión y Comercial. Se determina un ciclo de 3 meses para crear el stock en los almacenes, el pago de las cuentas por los materiales adquiridos y la cobranza de los bienes vendidos.

En el cálculo del capital de trabajo se deberá tener en cuenta el IVA. Este impuesto no afecta a los flujos de fondos, ya que la empresa solo actúa como intermediaria de recursos entre las compras efectuadas a los proveedores, las ventas a las terminales y el fisco. Sin embargo, en la determinación del capital de trabajo, la recuperación efectiva de las ventas se realiza con un cierto tiempo de defasaje, razón por la cual hay que financiar el IVA de las compras efectuadas hasta que se produzca efectivamente el ingreso correspondiente y el impuesto sea recuperado.

Teniendo en cuenta esto, las inversiones en capital de trabajo en cada flujo de fondos se calculan de la siguiente forma:

ICT: costo de materias primas y componentes x 1,21 x (3 meses / 12 meses) + costos de mano de obra directa x (3 meses / 12 meses)

Flujos de fondos operativos y cálculo de los criterios de evaluación económica

Alternativa 1:

Rubros	Períodos (años)					
	0	1	2	3	4	5
Beneficios afectados por el impuesto a las utilidades						
Ingresos por ventas: HVAC automático		26484480	26484480	26484480	26484480	26484480
Ingresos por ventas: HVAC manual		12532800	12532800	12532800	12532800	12532800
Incremento de precios (3%)		0	1170518	1205634	1206687	1206719
Total de beneficios	0	39017280	40187798	40222914	40223967	40223999
Gastos deducibles de impuestos a utilidades						
Costos de mano de obra directa		1500972	999035	1081339	1121017	1121017
Costo de materias primas y componentes		25898625	25898625	25898625	25898625	25898625
Pérdidas y scrap (1%)		258986	258986	258986	258986	258986
Gastos generales de fabricación		2400228	2400228	2400228	2400228	2400228
Remuneración jefe de UTE.		206640	206640	206640	206640	206640
Gastos de estructura, de comercialización y financieros		1560691	1607512	1608917	1608959	1608960
Inflación (15%)		0	4773921	5421742	5531472	5553889
Total de gastos	0	31826143	36144948	36876478	37025927	37048346
Utilidad antes de impuestos	0	7191137	4042850	3346436	3198040	3175653
Impuesto sobre Ingresos Brutos		73040	75232	75297	75299	75299
Impuesto a las Utilidades		2516898	1414997	1171253	1119314	1111478
Utilidades después de impuestos		4601199	2552621	2099886	2003427	1988875
Inversión en activos intangibles: selección jefe de UTE.	14000					
Inversión en activos intangibles: capacitación y formación	15500					
Inversión en capital de trabajo	8287920					
Recuperación del capital de trabajo						8287920
Flujo de fondos operativos	8317420	4601199	2552621	2099886	2003427	10276795
Valores actuales	8317420	3834332	1772653	1215212	966159	4130014
Valores actuales acumulados	8317420	4483088	2710435	1495223	529064	3600950
PRI	4					
TAR	20%					
VAN	3600950					
TIR	36,5%					

Alternativa 2:

Rubros	Períodos (años)					
	0	1	2	3	4	5
Beneficios afectados por el impuesto a las utilidades						
Ingresos por ventas: HVAC automático		26484480	26484480	26484480	26484480	26484480
Ingresos por ventas: HVAC manual		12532800	12532800	12532800	12532800	12532800
Incremento de precios (3%)		0	1170518	1205634	1206687	1206719
Total de beneficios	0	39017280	40187798	40222914	40223967	40223999
Gastos deducibles de impuestos a utilidades						
Costos de mano de obra directa		446978	296397	321088	331335	331335
Costo de materias primas y componentes		25898625	25898625	25898625	25898625	25898625
Pérdidas y scrap (1%)		258986	258986	258986	258986	258986
Gastos generales de fabricación		2400228	2400228	2400228	2400228	2400228
Gastos de estructura, de comercialización y financieros		1560691	1607512	1608917	1608959	1608960
Inflación (15%)		0	4584826	5256986	5361725	5378979
Depreciación del banco de pruebas		14000	14000	14000	14000	14000
Depreciación de los cambios en el layout		3988	3988	3988	3988	3988
Total de gastos	0	30583497	35064563	35762819	35877846	35895101
Utilidad antes de impuestos	0	8433783	5123235	4460095	4346121	4328898
Impuesto sobre Ingresos Brutos		73040	75232	75297	75299	75299
Impuesto a las Utilidades		2951824	1793132	1561033	1521142	1515114
Utilidades después de impuestos	0	5408919	3254871	2823765	2749680	2738484
Inversión en activos fijos: banco de pruebas	140000					
Inversión en activos fijos: cambios en el layout	49706					
Inversión en activos intangibles: capacitación y formación	4650					
Inversión en capital de trabajo	8024422					
Depreciación del banco de pruebas		14000	14000	14000	14000	14000
Depreciación de los cambios en el layout		3988	3988	3988	3988	3988
Valor residual del banco de pruebas						70000
Valor residual de los cambios en el layout						29767
Recuperación del capital de trabajo						8024422
Flujo de fondos operativos	8218778	5426906	3272859	2841752	2767667	10880661
Valores actuales	8218778	4522422	2272819	1644533	1334716	4372694
Valores actuales acumulados	8218778	3696356	1423537	220995	1555712	5928405
PRI	2					
TAR	20%					
VAN	5928405					
TIR	47,5%					

Alternativa 3:

Rubros	Periodos (años)					
	0	1	2	3	4	5
Beneficios afectados por el impuesto a las utilidades						
Ingresos por ventas: HVAC automático		26484480	26484480	26484480	26484480	26484480
Ingresos por ventas: HVAC manual		12532800	12532800	12532800	12532800	12532800
Incremento de precios (3%)		0	1170518	1205634	1206687	1206719
Total de beneficios	0	39017280	40187798	40222914	40223967	40223999
Gastos deducibles de impuestos a utilidades						
Costos de mano de obra directa		297985	197598	214059	220890	220890
Costo de materias primas y componentes		25898625	25898625	25898625	25898625	25898625
Pérdidas y scrap (1%)		258986	258986	258986	258986	258986
Gastos generales de fabricación		2400228	2400228	2400228	2400228	2400228
Gastos de estructura, de comercialización y financieros		1560691	1607512	1608917	1608959	1608960
Inflación (15%)		0	4562477	5238814	5342944	5359595
Depreciación del banco de pruebas		14000	14000	14000	14000	14000
Depreciación de la balanceadora simple		36915	36915	36915	36915	36915
Depreciación de los cambios en el layout		4518	4518	4518	4518	4518
Total de gastos	0	30471949	34980860	35675062	35786066	35802718
Utilidad antes de impuestos	0	8545331	5206938	4547852	4437902	4421281
Impuesto sobre Ingresos Brutos		73040	75232	75297	75299	75299
Impuesto a las Utilidades	0	2990866	1822428	1591748	1553266	1547448
Utilidades después de impuestos	0	5481425	3309278	2880806	2809337	2798534
Inversión en activos fijos: banco de pruebas	140000					
Inversión en activos fijos: balanceadora simple	369150					
Inversión en activos fijos: cambios en el layout	55006					
Inversión en activos intangibles: capacitación y formación	3100					
Inversión en capital de trabajo	7987174					
Depreciación del banco de pruebas		14000	14000	14000	14000	14000
Depreciación de la balanceadora simple		36915	36915	36915	36915	36915
Depreciación de los cambios en el layout		4518	4518	4518	4518	4518
Valor residual del banco de pruebas						70000
Valor residual de la balanceadora simple						184575
Valor residual de los cambios en el layout						32417
Recuperación del capital de trabajo						7987174
Flujo de fondos operativos	8554430	5536858	3364711	2936239	2864770	11128132
Valores actuales	8554430	4614048	2336605	1699213	1381544	4472147
Valores actuales acumulados	8554430	3940382	1603777	95435	1476979	5949126
PRI	2					
TAR	20%					
VAN	5949126					
TIR	46,5%					

Alternativa 4:

Rubros	Periodos (años)					
	0	1	2	3	4	5
Beneficios afectados por el impuesto a las utilidades						
Ingresos por ventas: HVAC automático		26484480	26484480	26484480	26484480	26484480
Ingresos por ventas: HVAC manual		12532800	12532800	12532800	12532800	12532800
Incremento de precios (3%)		0	1170518	1205634	1206687	1206719
Venta de la balanceadora actual	221490					
Total de beneficios	221490	39017280	40187798	40222914	40223967	40223999
Gastos deducibles de impuestos a utilidades						
Costos de mano de obra directa		297985	197598	214059	220890	220890
Costo de materias primas y componentes		25898625	25898625	25898625	25898625	25898625
Pérdidas y scrap (1%)		258986	258986	258986	258986	258986
Gastos generales de fabricación		2400228	2400228	2400228	2400228	2400228
Gastos de estructura, de comercialización y financieros		1560691	1607512	1608917	1608959	1608960
Inflación (15%)		0	4562477	5238814	5342944	5359595
Depreciación del banco de pruebas		14000	14000	14000	14000	14000
Depreciación de la balanceadora doble		69256	69256	69256	69256	69256
Depreciación de los cambios en el layout		4846	4846	4846	4846	4846
Valor de libro de la balanceadora vendida	51000					
Total de gastos	51000	30504618	35013529	35707731	35818734	35835386
Utilidad antes de impuestos	170490	8512662	5174270	4515183	4405233	4388613
Impuesto sobre Ingresos Brutos		73040	75232	75297	75299	75299
Impuesto a las Utilidades	59672	2979432	1810994	1580314	1541832	1536014
Utilidades después de impuestos	110819	5460190	3288044	2859572	2788102	2777299
Inversión en activos fijos: banco de pruebas	140000					
Inversión en activos fijos: balanceadora doble	692558					
Inversión en activos fijos: cambios en el layout	48458					
Inversión en activos intangibles: capacitación y formación	3100					
Inversión en capital de trabajo	7987174					
Depreciación del banco de pruebas		14000	14000	14000	14000	14000
Depreciación de la balanceadora doble		69256	69256	69256	69256	69256
Depreciación de los cambios en el layout		4846	4846	4846	4846	4846
Valor residual del banco de pruebas						70000
Valor residual de la balanceadora doble						346279
Valor residual de los cambios en el layout						24229
Recuperación del capital de trabajo						7987174
Flujo de fondos operativos	8760470	5548292	3376145	2947673	2876204	11293082
Valores actuales	8760470	4623576	2344545	1705829	1387058	4538436
Valores actuales acumulados	8760470	4136894	1792349	86519	1300539	5838975
PRI	3					
TAR	20%					
VAN	5838975					
TIR	45,3%					

Alternativa 5:

Rubros	Períodos (años)					
	0	1	2	3	4	5
Beneficios afectados por el impuesto a las utilidades						
Ingresos por ventas: HVAC automático		26484480	26484480	26484480	26484480	26484480
Ingresos por ventas: HVAC manual		12532800	12532800	12532800	12532800	12532800
Incremento de precios (3%)		0	1170518	1205634	1206687	1206719
Total de beneficios	0	39017280	40187798	40222914	40223967	40223999
Gastos deducibles de impuestos a utilidades						
Costos de mano de obra directa		297985	197598	214059	220890	220890
Costo de materias primas y componentes		25898625	25898625	25898625	25898625	25898625
Pérdidas y scrap (1%)		266504	266504	266504	266504	266504
Incremento de costos debido a la tercerización de la inyección plástica del ventilador del Blower.		334782	334782	334782	334782	334782
Gastos generales de fabricación		2400228	2400228	2400228	2400228	2400228
Gastos de estructura, de comercialización y financieros		1560691	1607512	1608917	1608959	1608960
Inflación (15%)		0	4613822	5297861	5403146	5419970
Depreciación del banco de pruebas		14000	14000	14000	14000	14000
Depreciación de los cambios en el layout		4846	4846	4846	4846	4846
Total de gastos	0	30777662	35337918	36039822	36151981	36168806
Utilidad antes de impuestos	0	8239618	4849880	4183092	4071987	4055193
Impuesto sobre Ingresos Brutos		73040	75232	75297	75299	75299
Impuesto a las Utilidades	0	2883866	1697458	1464082	1425195	1419318
Utilidades después de impuestos	0	5282711	3077191	2643713	2571492	2560576
Inversión en activos fijos: banco de pruebas	140000					
Inversión en activos fijos: cambios en el layout	48458					
Inversión en activos intangibles: capacitación y formación	3100					
Inversión en capital de trabajo	8104975					
Depreciación del banco de pruebas		14000	14000	14000	14000	14000
Depreciación de los cambios en el layout		4846	4846	4846	4846	4846
Valor residual del banco de pruebas						70000
Valor residual de los cambios en el layout						24229
Recuperación del capital de trabajo						8104975
Flujo de fondos operativos	8296532	5301557	3096036	2662558	2590338	10778626
Valores actuales	8296532	4417964	2150025	1540832	1249198	4331688
Valores actuales acumulados	8296532	3878568	1728543	187711	1061488	5393176
PRI	3					
TAR	20%					
VAN	5393176					
TIR	44,8%					

Análisis de sensibilidad

El modelo empleado para llevar a cabo el análisis es el unidimensional, en donde se modifican los valores de las variables más relevantes de a una por vez, y se observa su influencia en los resultados de cada alternativa.

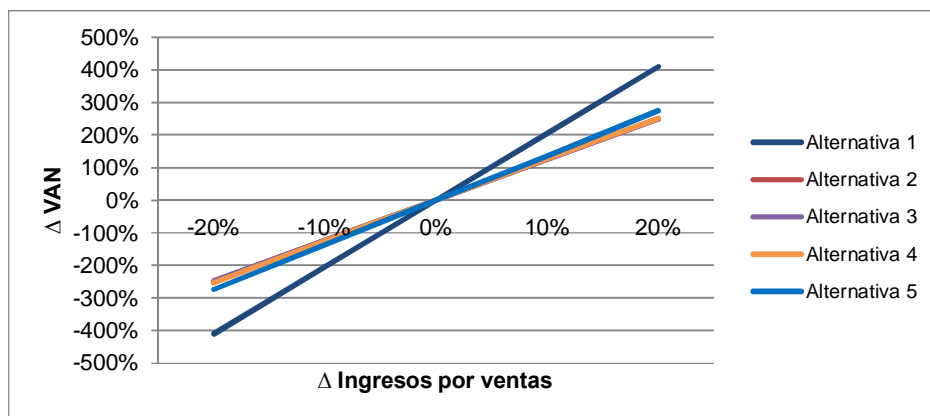
Las variables analizadas son aquellas que afectan en mayor medida al valor del VAN y de mayor riesgo de error en su estimación:

- Ingresos por ventas.
- Costos de mano de obra directa.
- Costo de materias primas y componentes.
- Gastos generales de fabricación.
- Gastos de estructura, de comercialización y financieros.
- Precio del ventilador del Blower inyectado (alternativa 5).

Ingresos por ventas:

		Δ Ingresos por ventas				
		-20%	-10%	0%	10%	20%
Δ VAN	Alternativa 1	-11163951	-3781501	3600950	10983400	18365851
	Alternativa 2	-8836496	-1454045	5928405	13310856	20693306
	Alternativa 3	-8815775	-1433324	5949126	13331577	20714027
	Alternativa 4	-8925926	-1543475	5838975	13221425	20603876
	Alternativa 5	-9371725	-1989275	5393176	12775626	20158077

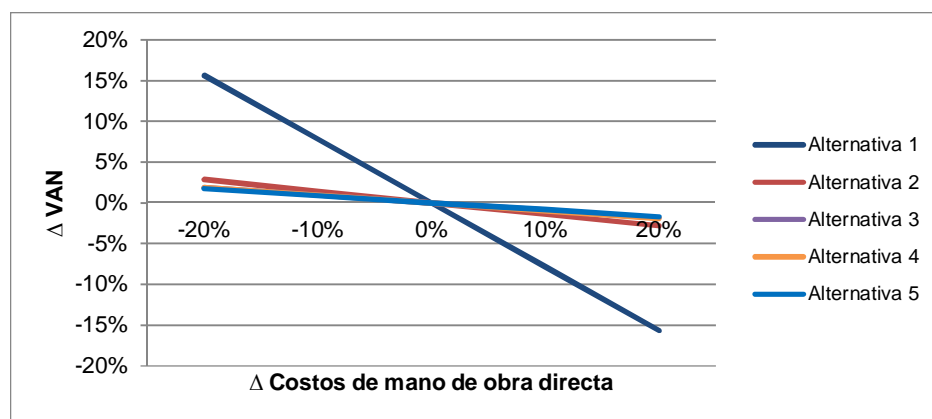
Δ VAN (%)	Alternativa 1	-410%	-205%	0%	205%	410%
	Alternativa 2	-249%	-125%	0%	125%	249%
	Alternativa 3	-248%	-124%	0%	124%	248%
	Alternativa 4	-253%	-126%	0%	126%	253%
	Alternativa 5	-274%	-137%	0%	137%	274%



Costos de mano de obra directa:

		Δ Costos de mano de obra directa				
		-20%	-10%	0%	10%	20%
Δ VAN	Alternativa 1	4165139	3883044	3600950	3318855	3036761
	Alternativa 2	6095916	6012161	5928405	5844650	5760894
	Alternativa 3	6060800	6004963	5949126	5893289	5837452
	Alternativa 4	5950649	5894812	5838975	5783138	5727301
	Alternativa 5	5487027	5440101	5393176	5346250	5299325

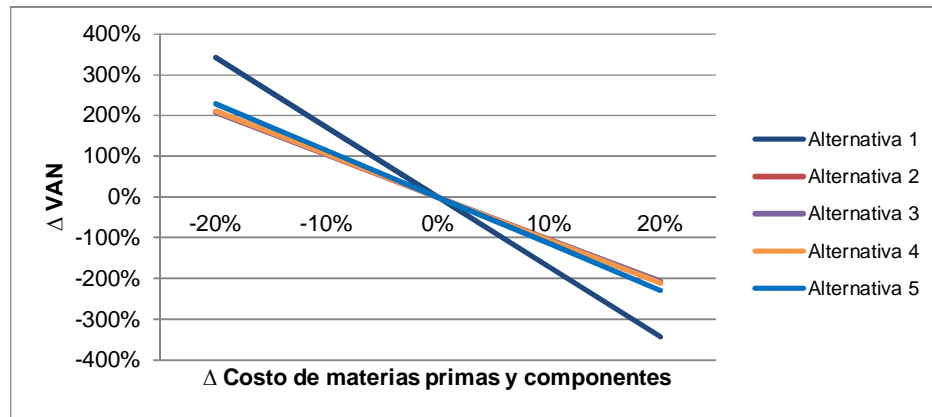
Δ VAN (%)	Alternativa 1	16%	8%	0%	-8%	-16%
	Alternativa 2	3%	1%	0%	-1%	-3%
	Alternativa 3	2%	1%	0%	-1%	-2%
	Alternativa 4	2%	1%	0%	-1%	-2%
	Alternativa 5	2%	1%	0%	-1%	-2%



Costo de materias primas y componentes:

		Δ Costo de materias primas y componentes				
		-20%	-10%	0%	10%	20%
Δ VAN	Alternativa 1	15940177	9770563	3600950	-2568664	-8738278
	Alternativa 2	18267632	12098019	5928405	-241209	-6410822
	Alternativa 3	18288353	12118740	5949126	-220488	-6390101
	Alternativa 4	18178202	12008589	5838975	-330639	-6500252
	Alternativa 5	17732403	11562789	5393176	-776438	-6946052

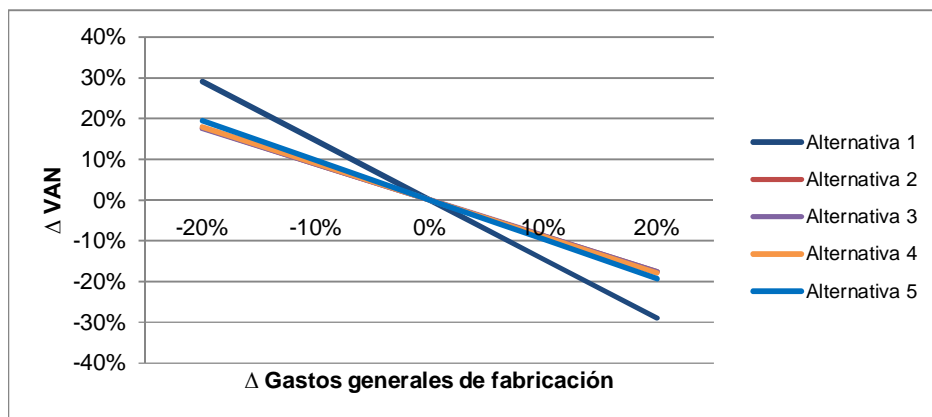
		Δ Costo de materias primas y componentes				
		-20%	-10%	0%	10%	20%
Δ VAN (%)	Alternativa 1	343%	171%	0%	-171%	-343%
	Alternativa 2	208%	104%	0%	-104%	-208%
	Alternativa 3	207%	104%	0%	-104%	-207%
	Alternativa 4	211%	106%	0%	-106%	-211%
	Alternativa 5	229%	114%	0%	-114%	-229%



Gastos generales de fabricación:

		Δ Gastos generales de fabricación				
		-20%	-10%	0%	10%	20%
Δ VAN	Alternativa 1	4646344	4123647	3600950	3078252	2555555
	Alternativa 2	6973800	6451102	5928405	5405708	4883011
	Alternativa 3	6994521	6471823	5949126	5426429	4903732
	Alternativa 4	6884370	6361672	5838975	5316278	4793580
	Alternativa 5	6438570	5915873	5393176	4870478	4347781

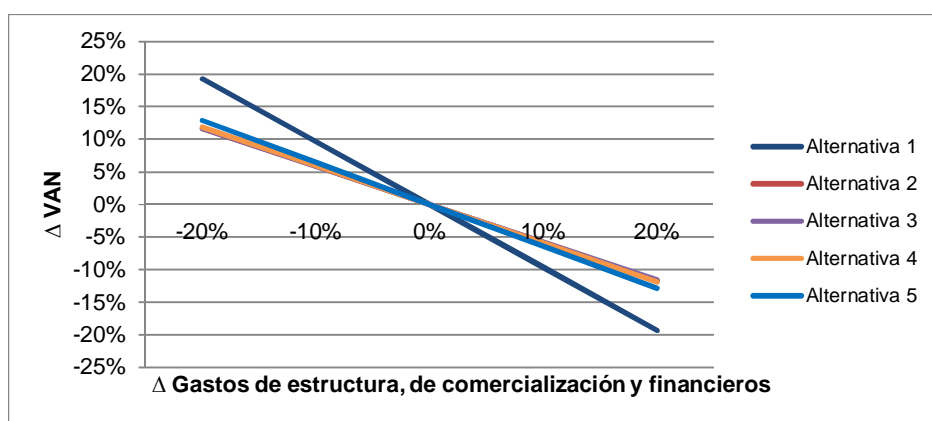
Δ VAN (%)	Alternativa 1	29%	15%	0%	-15%	-29%
	Alternativa 2	18%	9%	0%	-9%	-18%
	Alternativa 3	18%	9%	0%	-9%	-18%
	Alternativa 4	18%	9%	0%	-9%	-18%
	Alternativa 5	19%	10%	0%	-10%	-19%



Gastos de estructura, de comercialización y financieros:

		Δ Gastos de estructura, de comercialización y financieros				
		-20%	-10%	0%	10%	20%
Δ VAN	Alternativa 1	4295587	3948268	3600950	3253631	2906313
	Alternativa 2	6623042	6275724	5928405	5581087	5233768
	Alternativa 3	6643763	6296445	5949126	5601808	5254489
	Alternativa 4	6533612	6186293	5838975	5491657	5144338
	Alternativa 5	6087813	5740494	5393176	5045857	4698539

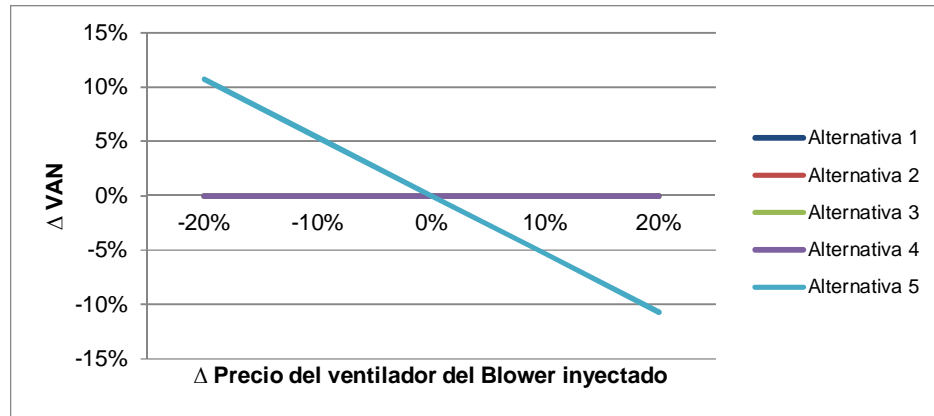
Δ VAN (%)	Alternativa 1	19%	10%	0%	-10%	-19%
	Alternativa 2	12%	6%	0%	-6%	-12%
	Alternativa 3	12%	6%	0%	-6%	-12%
	Alternativa 4	12%	6%	0%	-6%	-12%
	Alternativa 5	13%	6%	0%	-6%	-13%



Precio del ventilador del Blower inyectado:

		Δ Precio del ventilador del Blower inyectado				
		-20%	-10%	0%	10%	20%
Δ VAN	Alternativa 1	3600950	3600950	3600950	3600950	3600950
	Alternativa 2	5928405	5928405	5928405	5928405	5928405
	Alternativa 3	5949126	5949126	5949126	5949126	5949126
	Alternativa 4	5838975	5838975	5838975	5838975	5838975
	Alternativa 5	5971483	5682329	5393176	5104022	4814869

Δ VAN (%)	Alternativa 1	0%	0%	0%	0%	0%
	Alternativa 2	0%	0%	0%	0%	0%
	Alternativa 3	0%	0%	0%	0%	0%
	Alternativa 4	0%	0%	0%	0%	0%
	Alternativa 5	11%	5%	0%	-5%	-11%



CAPÍTULO 11: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

A modo de resumen, en este capítulo se presentan los principales resultados abordados a lo largo del desarrollo del trabajo, a través de un análisis integrador de los diferentes elementos que servirán de apoyo en el proceso de decisión.

Estudio técnico:

Determinación de las alternativas de ampliación:

Con el objetivo de alcanzar el futuro volumen de producción de Toyota, se estudiaron seis alternativas diferentes de ampliación:

- *Alternativa 1:* apertura de un tercer turno de producción.
- *Alternativa 2:* asignación de las operaciones de implante y balanceo a dos estaciones de trabajo diferentes.
- *Alternativa 3:* duplicación de la balanceadora existente.
- *Alternativa 4:* reemplazo de la balanceadora actual por una doble.
- *Alternativa 5:* tercerización del proceso de inyección plástica del ventilador del Blower.
- *Alternativa 6:* reemplazo de la balanceadora actual por una automática.

Cada alternativa estudiada en el capítulo 8, se obtiene como una combinación de las medidas de aprovechamiento de capacidad y de ampliación, desarrolladas previamente en los capítulos 6 y 7.

A continuación, se indican a modo de resumen que medidas fueron necesarias aplicarse en cada una de las alternativas propuestas:

	Alternativas					
	1	2	3	4	5	6
Medidas de incremento de capacidad:						
Incremento del número de estaciones de trabajo		X	X	X	X	X
Aumento de la mano de obra	X	X	X	X	X	X
Duplicación de los dispositivos existentes						
Tercerización del proceso de inyección plástica del ventilador del Blower					X	
Duplicación de la balanceadora existente			X			
Reemplazo de la balanceadora actual por una doble				X		
Reemplazo de la balanceadora actual por una automática						X
Fabricación del banco de pruebas de estanqueidad y circulación		X	X	X	X	X
Medidas de aprovechamiento de la capacidad:						
Reducción de las esperas de los tiempos de máquina		X	X	X	X	X
Estrategias de balanceo	X	X	X	X	X	X

Como se puede observar en la tabla anterior, en ningún caso fue requerida la duplicación de algún dispositivo de armado y montaje. Pese a la reducción significativa en el tiempo de ciclo

de la línea, fue suficiente con separar todas aquellas tareas que no requieren necesariamente llevarse a cabo con la pieza sujeta en el mismo, y asignarlas a otras estaciones de acuerdo a las relaciones de precedencia definidas.

Además, como resultado de un análisis teórico, a partir de la definición del concepto de tiempo de recorrido de la línea, se determinó que no será conveniente adoptar la alternativa 6. Se menciona que, la principal ventaja de la automatización del balanceo es la independización del tiempo de la estación de la destreza del operario, y la eliminación de la dificultad de esta tarea. No obstante, disponiendo actualmente de personal capacitado y entrenado, este beneficio no podría justificar, por sí solo, la inversión en una balanceadora automática y por lo tanto, en el análisis a continuación se excluye esta alternativa.

Parámetros de la línea de montaje:

Una vez determinada la distribución de tareas más conveniente en cada alternativa, se calcularon los diferentes parámetros que se resumen a continuación:

Parámetros de la línea de montaje	Alternativas					
	1	2	3	4	5	
Tiempo de ciclo de la línea	2,242	1,561	1,561	1,561	1,561	minutos
Turnos de producción	3	2	2	2	2	turnos
Cantidad de operarios	9	12	11	11	11	operarios
Tiempo de recorrido de la línea	15,692	12,487	12,487	12,487	12,487	minutos
Tiempo de tareas del Team Leader	0,517	0,934	1,155	1,155	1,155	minutos
Tiempo de montaje total	21,930	21,876	19,732	19,732	19,795	minutos
Capacidad disponible diaria:	616	615	615	615	615	piezas
Capacidad disponible anual:	141585	141460	141460	141460	141460	piezas

En el cuadro resumen se observa que el tiempo de ciclo es el mismo en las últimas cuatro alternativas estudiadas. Esto es así debido a que presentan la misma estación cuello de botella, que consiste en el cierre del Heater. Si revisamos el procedimiento empleado para determinar que tareas se asignan a esta estación, descrito detalladamente en la alternativa 2, podemos concluir que este tiempo es el menor que podríamos obtener de no incrementar la capacidad del puesto. Por lo tanto, si Toyota decidiera aumentar la demanda por encima de 141460 unidades al año, será necesario el desarrollo de un nuevo dispositivo de cierre del Heater.

Además, casualmente en las alternativas 3, 4 y 5, en el caso del modelo automático, la estación de armado de puerta Mix y subconjuntos Case Cover, carcasa Recirculo y Servo Modo, presenta el mismo tiempo de ciclo que el puesto de cierre del Heater. En esta estación se emplea el dispositivo Poka Yoke 4 y el dispositivo de armado 1, no obstante las tareas realizadas en cada uno de ellos son de corta duración, y una vez incorporado el nuevo dispositivo de cierre de Heater, se podrán reasignar y superar la limitación sin una nueva medida de incremento de capacidad.

Se concluye además que, el hecho de que el mismo puesto sea cuello de botella de ambos modelos: manual y automático, ofrece una ventaja importante, ya que independiza la capacidad de la línea de las futuras variaciones que puedan presentarse en el mix de producción.

Por otro lado, la alternativa 1 presenta mayor flexibilidad ante un incremento en la demanda, redistribuyendo las tareas actualmente asignadas a las estaciones cuellos de botella es posible variar la capacidad disponible sin requerir inversiones, capacitaciones, ni modificaciones relevantes en el layout de la línea.

Resultados de la aplicación de las medidas de aprovechamiento de capacidad:

En el capítulo 6, se analizaron las tareas del proceso actual que no agregan valor al producto final desde la óptica del cliente, y se identificaron oportunidades de reducción de tiempos de espera de la finalización del trabajo de las máquinas y de tiempos muertos de la línea. Si bien estas no son las únicas tareas que no agregan valor, son aquellas sobre las cuales se trabajó, debido a que corresponden al nivel de profundidad y decisión del tema del trabajo.

Con el objetivo de reducir estos tiempos improductivos, cada vez que se propusieron cambios en la duración o en las tareas de las estaciones de implante y balanceo de ventolas o pruebas en el banco, fue necesario determinar una nueva secuencia que permita minimizar las esperas de los trabajadores y, una vez implementadas las medidas de incremento de capacidad, se debieron emplear estrategias de balanceo para reducir los tiempos muertos.

A modo de cuantificar los beneficios obtenidos debidos a estas dos medidas, se comparan frente a la situación actual, los tiempos de esperas y las eficiencias alcanzadas en las alternativas propuestas.

Esperas de los tiempos de máquina:

Máquina	Situación actual	Alternativas					
		1	2	3	4	5	
Implantadora	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000 min.
Balanceadora	0,145	0,145	0,285	0,000	0,000	0,134	min.
Banco de pruebas	0,823	0,823	0,298	0,298	0,298	0,298	min.
Σ Tiempos de esperas de las máquinas	0,968	0,968	0,583	0,298	0,298	0,432	min.
Reducción de los tiempos de esperas:		0%	-40%	-69%	-69%	-55%	

La mayor reducción de los tiempos de espera se logró en las alternativas 3 y 4, seguidas por la 5 y la 2, mientras que en la primera no se presentan cambios, siendo que no se propuso ninguna modificación en las estaciones de implante, balanceo o pruebas en el banco.

Para el cálculo de estos tiempos se mencionan dos consideraciones que se tuvieron en cuenta:

En la segunda alternativa, la espera de la balanceadora dependerá del modelo que se esté produciendo, y será de 0,3 minutos para el automático y de 0,261 para el manual. En el cálculo se adopta un promedio ponderado de las esperas de acuerdo al mix de producción.

En cuanto a la alternativa 5, la espera de la balanceadora dependerá de si será necesario o no realizar el ciclo de corrección, y será de 0,145 minutos ó 0,095 minutos respectivamente. Para el cálculo se adopta el tiempo de espera correspondiente al 78% de ventolas corregidas, siendo que se utilizó este porcentaje en el balanceo de la línea. Sin embargo, de presentarse otra situación, si bien la espera total se verá modificada, el ordenamiento de las alternativas presentado será el mismo.

Eficiencias de la línea:

Modelo de HVAC	Situación actual	Alternativas				
		1	2	3	4	5
Modelo automático	88,27%	92,63%	95,75%	98,05%	98,05%	98,05%
Incremento de la eficiencia		5%	8%	11%	11%	11%
Modelo manual	88,47%	88,47%	93,00%	92,37%	92,37%	92,37%
Incremento de la eficiencia		0%	5%	4%	4%	4%
Incremento de la eficiencia promedio:		3%	7%	9%	9%	9%

El orden resultante es similar al obtenido anteriormente, las eficiencias más elevadas se alcanzan en las alternativas 3, 4 y 5, seguidas por la 2, y por último la primera.

Análisis de las nuevas distribuciones de layout:

	Alternativas				
	1	2	3	4	5
Número de estaciones de la línea	7	8	8	8	8
Número de estaciones fuera de línea	2	4	2	2	2
Alargamiento de la línea	0,00%	16,60%	16,60%	16,60%	16,60%
Ampliación de la superficie asignada a modelo	0,00%	22,50%	22,50%	0,00%	0,00%
Distribución	Lineal	Lineal	Lineal	En forma de L	En forma de L

Como fue detallado en el capítulo correspondiente, en la primera alternativa no será necesaria ninguna modificación en el layout actual de la línea, siendo que para alcanzar la capacidad solicitada por Toyota fue suficiente con redistribuir tareas menores, que no requieren de dispositivos ni herramientas para llevarlas a cabo, mientras que en las demás propuestas si se debieron efectuar modificaciones en las instalaciones existentes.

En las alternativas 2, 3, 4 y 5 fue necesario el alargamiento de la línea de montaje en un 16,6% de su longitud actual, debido a la incorporación de una nueva estación de trabajo. Particularmente, en el caso de la segunda y tercera alternativa será necesaria también la ampliación del 22,5% del espacio asignado al montaje del modelo IMV dentro de la UTE. Mientras que en la cuarta y quinta alternativa, si bien no se requerirá esta ampliación, se deberá adoptar una distribución en forma de L para permitir el abastecimiento de la estación de trabajo 2.

Por último se menciona que, la secuencia de operaciones propuesta en la segunda alternativa es más prolija y con menor cantidad de subconjuntos transportándose de manera simultánea en la línea, que las correspondientes a las alternativas 3, 4 y 5. No obstante, presenta como

desventaja un incremento de los movimientos y transportes del operario encargado de su abastecimiento.

Planes de implementación:

En el capítulo correspondiente, se detallan los plazos necesarios para la implementación de las diferentes alternativas estudiadas, desde la confirmación de la ampliación del cliente hasta el inicio de la producción seriada.

Se observa que, de ser requerido el inicio de la producción en el corto plazo, necesariamente se deberá trabajar con la primera alternativa presentada, es decir, la apertura de un nuevo turno de producción. En este caso, los tiempos están determinados por el proceso de selección, contratación, inducción, capacitación y entrenamiento del nuevo personal, siendo necesarios aproximadamente dos meses y medio para la liberación del proceso.

Si se disponen de plazos más largos que permitan, según corresponda, modificar el layout, construir el banco de pruebas de estanqueidad y circulación, incorporar los nuevos operarios, comprar la balanceadora simple o doble, desarrollar el nuevo proveedor del ventilador del Blower y realizar el proceso de aprobación del cliente de los cambios implementados, se podrán adoptar las alternativas 2, 3, 4 ó 5.

Siendo que el camino crítico, que determina el tiempo requerido para la finalización del proyecto, está determinado por la construcción del nuevo banco de pruebas, común en estas cuatro alternativas, serán necesarios 11 meses de desarrollo independientemente de cual se elija.

No obstante, se debe tener en cuenta que en esta instancia también se deberá relevar e informar a TASA la capacidad de los proveedores actuales de abastecer los nuevos volúmenes de producción, y definir, de ser necesario, un plan de inversión y cronograma para alcanzar la capacidad. Es posible que los tiempos informados por los proveedores determinen la ruta crítica del proyecto, con mayor probabilidad en la primera alternativa, por lo tanto disponer de esta información es esencial para determinar los plazos finales requeridos.

Si las inversiones o tiempos necesarios por los proveedores actuales son mayores a aquellos definidos como objetivo por Toyota, se podrá trabajar en el desarrollo de proveedores alternativos. Sin embargo, observando el sourcing de componentes y teniendo en cuenta el status de los proveedores, es probable que esto no sea necesario.

Evaluación económica:

Inversión inicial:

Se presenta a continuación el ordenamiento de las alternativas estudiadas en función de la magnitud de las inversiones requeridas, diferenciando aquellas en activos fijos, intangibles y en capital de trabajo.

Alternativas	Activos fijos	Activos intangibles	Capital de trabajo	Inversión inicial total
Alternativa 2	189706	4650	8024422	8218778
Alternativa 5	188458	3100	8104975	8296532
Alternativa 1	0	29500	8287920	8317420
Alternativa 3	564156	3100	7987174	8554430
Alternativa 4	881015	3100	7987174	8871289
Promedio:	4,3%	0,1%	95,6%	100,0%

Como se puede observar, en promedio el 95,6% de las inversiones corresponden a capital de trabajo, para el financiamiento de las compras de las materias primas e insumos de producción, y el pago de la mano de obra directa que será empleada durante el primer ciclo productivo.

El ordenamiento de las alternativas queda determinado principalmente por este concepto. Si se hubiesen considerado únicamente las inversiones en activos fijos e intangibles podríamos haber incurrido a un error, siendo que el orden de las primeras tres alternativas de menor inversión inicial sería diferente:

Alternativas	Activos fijos	Activos intangibles	Inversión inicial en activos
Alternativa 1	0	29500	29500
Alternativa 5	188458	3100	191558
Alternativa 2	189706	4650	194356
Alternativa 3	564156	3100	567256
Alternativa 4	881015	3100	884115
Promedio:	97,7%	2,3%	100,0%

Criterios de evaluación económica:

A modo de resumen, se presentan a continuación los resultados obtenidos en el cálculo del VAN, TIR y PRI de las distintas alternativas, y se define el ordenamiento de las mismas en función de los resultados alcanzados en cada criterio.

Alternativas	VAN	TIR	PRI
Alternativa 3	5949126	46,5%	2
Alternativa 2	5928405	47,5%	2
Alternativa 4	5838975	45,3%	3
Alternativa 5	5393176	44,8%	3
Alternativa 1	3600950	36,5%	4

Desde el punto de vista de la conveniencia de llevar a cabo o no la ampliación, siendo el VAN mayor a cero y el valor de TIR mayor a la tasa de descuento empleada, se llega a la conclusión que, independientemente de la alternativa que se elija, el proyecto de ampliación es

conveniente. Este resultado es el esperando siendo que el montaje de HVAC es el negocio vaca de DENSO.

Para definir el ordenamiento de las alternativas se tiene en cuenta que un proyecto será más conveniente cuanto mayor sea su VAN, indicando la ganancia adicional que recibirá el inversionista frente a la tasa de descuento empleada, mayor sea su TIR, indicando la mayor tasa que podrá exigir el inversionista al proyecto, y menor sea el PRI.

Se observa que los tres criterios arrojan los mismos resultados, a excepción de las dos primeras alternativas del cuadro anterior, en donde el criterio del VAN y la TIR conducen a un ordenamiento diferente. Esto se debe a los supuestos en los que están basados, mientras que el criterio de la tasa interna de retorno supone que los flujos de fondos generados son reinvertidos a la tasa de rentabilidad del proyecto, el criterio del valor actual neto supone una reinversión a la tasa de descuento del inversionista. No obstante, aquel que tendrá que primar en la evaluación es el VAN, siendo que proporciona una medida concreta de la contribución de un proyecto para la empresa.

De acuerdo al ordenamiento de las alternativas presentado, serán económicamente más convenientes las alternativas 3 y 2. No obstante, ambas implican una ampliación del sector asignado a la línea de Toyota dentro de la UTE de montaje, empleando el espacio que quedará disponible tras la caída del modelo de Peugeot. Será el nivel estratégico quien finalmente adopte una u otra propuesta de acuerdo a la estrategia de la empresa, y por lo tanto, respecto a este tema, se podrán presentar diferentes situaciones:

- Que se decida que el espacio disponible no será empleado en este proyecto y, en consecuencia, se elija alguna de las alternativas restantes.
- Que se estén analizando futuros negocios para el sector, y por lo tanto la tasa de descuento exigida a la inversión debiera ser mayor al 20%, debido al incremento del costo de oportunidad.
- Que el sector pueda ser empleado para el proyecto de ampliación del modelo IMV.

Esto es importante, debido a que el espacio asignado al montaje de cajas de aire es limitado, y si bien actualmente DNAR se encuentra en un proyecto de expansión de su planta, el nuevo espacio ya fue asignado a otras unidades tecnológicas. Aún si no fuese así, cualquier intento de disponer la nueva línea en otro sector diferente al actual, incrementará sustancialmente el recorrido del personal, el transporte de materias primas, componentes, productos en proceso y productos terminados, y afectará la prolijidad y normalización del diseño actual de la planta.

Esta consideración podría parecer poco relevante, pero una pequeña simulación permitiría concluir que no es así. De exigirse a las alternativas que implican una ampliación del sector solamente una TAR 1% mayor respecto a las demás, el ordenamiento obtenido sería el siguiente:

Alternativas	VAN	TIR	PRI
Alternativa 4	5838975	45,3%	3
Alternativa 3	5603872	46,5%	2
Alternativa 2	5591874	47,5%	2

Alternativa 5	5393176	45,8%	3
Alternativa 1	3600950	36,5%	4

El empleo de una balanceadora doble será en esta oportunidad la alternativa más conveniente desde el punto de vista del criterio del VAN.

Análisis de sensibilidad:

Al final del capítulo se llevó a cabo un análisis de sensibilidad, permitiendo estudiar la influencia de la modificación de diferentes variables sobre los valores del VAN.

Las primeras cinco variables estudiadas fueron:

- Ingresos por ventas.
- Costos de mano de obra directa.
- Costo de materias primas y componentes.
- Gastos generales de fabricación.
- Gastos de estructura, de comercialización y financieros

Del análisis de las mismas se abordaron las siguientes conclusiones:

Independientemente de la alternativa elegida, el proyecto es significativamente más sensible a la variación de los ingresos por ventas: precios o cantidades demandadas, seguido por los costos de las materias primas y componentes. Por otro lado, el proyecto es menos sensible a los cambios en los gastos generales de fabricación y los gastos de estructura, comercialización y financieros, cuya variación es similar. Por último, la variable que menos impacta en los resultados del VAN es el costo de mano de obra directa, debido a las elevadas eficiencias alcanzadas en el empleo del personal disponible.

Se observa además, que la primera alternativa es en promedio un 60% más sensible a la modificación de estas variables. Particularmente, es un 711% mayor que las demás alternativas frente a cambios en los costos de mano de obra directa. Por lo tanto, de adoptarse trabajar en tres turnos de producción, serán necesarios estudios más profundos, de manera de reducir posibles errores en la estimación de las variables.

Por último, se determinó el impacto de la variación del precio del ventilador del Blower en el caso de comprarlo a un proveedor externo. La negociación de un precio superior o inferior al estimado afectará solo los resultados de la alternativa 5. Únicamente de reducirse el precio de este componente un 15,5% respecto al actual, se volverá más rentable esta alternativa frente a la incorporación de la balanceadora doble. Esta situación corresponde a un costo total de compra del ventilador de \$7,33 frente a los \$8,67 estimados.

CAPÍTULO 12: CONCLUSIONES FINALES

El objetivo general de este Proyecto Integrador consistió en:

“Llevar a cabo un estudio de la factibilidad de incrementar la capacidad de producción de la línea de montaje de HVAC de Toyota y determinar las diferentes alternativas de ampliación, a los fines de proporcionar información para la toma de decisiones del nivel estratégico, para afrontar la futura expansión del volumen de producción de TASA.”

Con esta finalidad, en el trabajo se propusieron distintas combinaciones de medidas de incremento y de aprovechamiento de capacidad estudiadas previamente de manera individual.

En primer lugar, se verificó la factibilidad técnica de cada una de las alternativas presentadas, que debieron permitir alcanzar el tiempo de ciclo requerido para el nuevo volumen de producción, cumpliendo con las restricciones identificadas en la secuencia de operaciones, y teniendo en cuenta limitaciones en el espacio disponible.

Seguido al estudio técnico, se evaluó la factibilidad económica de cada alternativa. Para ello fue necesario determinar previamente las necesidades de inversión, proyectar los beneficios y egresos a lo largo de los distintos períodos, y calcular los criterios de evaluación económica.

El trabajo se limita a abordar los resultados más importantes que proporcionen información relevante para la toma de decisiones del nivel estratégico. Corresponderá al Director General, asesorado por los gerentes de área, decidir si afrontar o no esta decisión de ampliación y elegir entre las opciones desarrolladas. Para ello deberán valorar con múltiples criterios cada uno de los elementos proporcionados en este trabajo acorde a la estrategia general de la empresa, su juicio, experiencia, suposiciones sobre el futuro, entre otros.

A modo de síntesis e integrando los distintos análisis realizados, se resumen a continuación los principales resultados abordados:

Desde el punto de vista de la conveniencia se llega a la conclusión que, independientemente de la alternativa que se elija, el proyecto de ampliación es económicamente beneficioso, siendo el VAN calculado mayor a cero y el valor de TIR superior a la tasa de descuento empleada.

Además, como resultado de la evaluación económica, se determinó el siguiente ordenamiento de las alternativas propuestas en función de su rentabilidad:

- *Alternativa 3.*
- *Alternativa 2.*
- *Alternativa 4.*
- *Alternativa 5.*
- *Alternativa 1.*

La duplicación de la balanceadora existente o alternativa 3 no solo resultó ser la económicamente más conveniente, sino la que garantiza el mejor aprovechamiento del personal, reduciendo los requerimientos de mano de obra para operar la línea. Como consecuencia de la disminución de los tiempos muertos se alcanzaron las eficiencias más elevadas, un 9% superior que en la distribución actual, y se lograron tiempos de espera de las

187

máquinas un 69% inferiores. La única desventaja en particular que presenta esta propuesta, es que requiere necesariamente de la ampliación del espacio asignado al modelo dentro de la UTE de montaje.

Siguiendo el ordenamiento, la siguiente opción más conveniente desde un punto de vista económico es la alternativa 2, que consiste en asignar las operaciones de implante y balanceo a estaciones de trabajo diferentes. Esta propuesta presenta dos ventajas principalmente, en primer lugar requiere de la menor inversión inicial entre las alternativas estudiadas y, en segundo lugar, la secuencia de operaciones propuesta en la línea de estudio asegura avanzar al producto con un mínimo de manipulaciones y con la menor cantidad de subconjuntos transportándose en la línea de manera simultánea, con el impacto que esto pueda tener en la calidad del producto final.

La siguiente alternativa, de acuerdo al orden indicado anteriormente, es la número 4, y consiste en reemplazar la balanceadora existente por una doble. Los resultados son similares al caso de trabajar con dos balanceadoras simples, debido a que la secuencia de tareas es la misma, y por lo tanto se alcanzan nuevamente mínimos requerimientos de mano de obra, tiempos muertos y esperas de máquinas. Como desventaja, esta opción implica la mayor inversión inicial entre las alternativas estudiadas, incrementando el período de recuperación de 2 a 3 años, sin embargo, permitirá renovar las tecnologías y equipos empleados en la empresa y no será necesaria la ampliación de la superficie de la línea.

Respecto de este último tema se pudo determinar que, si bien son económicamente más convenientes las alternativas 3 y 2, ambas implican emplear parte del espacio que quedará disponible tras la caída del modelo de Peugeot. Dependiendo de la estrategia de la empresa, puede que se decida que este espacio no se encuentre disponible para utilizarse en la ampliación del modelo IMV y, en consecuencia, el reemplazo de la balanceadora existente por una doble pasará a ser la alternativa más conveniente bajo todos los criterios de evaluación mencionados en el trabajo. Por otro lado, si se estuviesen analizando futuros negocios para el sector, posiblemente la tasa de descuento empleada en la evaluación económica deberá ser superior al 20%, como resultado del incremento del costo de oportunidad. De esta forma, la alternativa 4 se volverá la más conveniente desde el punto de vista del criterio del VAN, y presentará como única desventaja un período de recuperación de la inversión superior.

A continuación, la anteúltima alternativa enumerada, consiste en tercerizar el proceso de inyección plástica del ventilador del Blower. Frente a la duplicación de la balanceadora existente presenta nuevamente la ventaja de no requerir la ampliación del sector de montaje. Sin embargo, comparándola con la compra de la balanceadora doble, no se identificó ningún beneficio adicional, y solamente pasará a ser más conveniente que ésta alternativa de negociarse un precio un 15,5% inferior al estimado en los flujos de fondos. Aun así, la Dirección podrá ponderar otras ventajas que resultan de no inyectar este componente en planta, por ejemplo la reducción de la dificultad de la tarea de balanceo de ventolas, el traspaso de actividades a proveedores especializados y el incremento de la calidad del componente.

Finalmente, la apertura de un tercer turno de producción se identificó como la alternativa económicamente menos conveniente, debido a que requiere de mayor cantidad de mano de obra directa y se obtienen menores eficiencias en la línea. Otras desventajas son: el mayor riesgo en la calidad del producto y en la caída de productividad por falta de experiencia del

personal recientemente incorporado, la dependencia de la disponibilidad y de las exigencias de la mano de obra, y la mayor sensibilidad a las modificaciones de las variables más relevantes, incrementando el riesgo de futuros cambios o de posibles errores en su estimación.

Como ventajas de la alternativa 1, se menciona que no serán necesarias modificaciones en la línea actual de montaje, ni inversiones iniciales en activos fijos, además de ser la única alternativa factible de requerirse plazos de implementación cortos, menores a los 11 meses necesarios en las cuatro alternativas restantes. Sin embargo, se observa que ambas ventajas son relativas y es posible considerar esta opción como la menos conveniente entre las estudiadas. Por un lado, si bien son necesarios desembolsos menores, únicamente para la selección, capacitación y formación del nuevo personal en el período cero, las mayores inversiones requeridas para financiar la mano de obra directa durante el primer ciclo productivo, darán como resultado inversiones totales superiores comparadas con las alternativas 2 y 5. Por otro lado, por más que el plan de implementación tenga una duración de pocos meses, los plazos finales quedarán definidos no solo por los tiempos de desarrollo propios de la empresa, sino también de los demás proveedores de Toyota y de DENSO.

Habiendo presentado los principales resultados alcanzados a lo largo del desarrollo del trabajo de acuerdo al objetivo general del proyecto, se detalla el grado de cumplimiento de cada uno de los objetivos particulares enunciados en la introducción:

“Garantizar un aprovechamiento adecuado de la capacidad productiva y buscar eficiencia en el empleo de los equipos y dispositivos de manera de minimizar las inversiones requeridas.”

En el trabajo se estudiaron diferentes medidas para incrementar la disponibilidad de los recursos explotando las limitaciones existentes y, de esta forma, no incurrir a inversiones innecesarias y al sobredimensionamiento de las instalaciones, sin antes asegurar un correcto aprovechamiento de los medios de producción.

Para garantizar eficiencia en el empleo de las máquinas: implantadora, balanceadora y bancos de pruebas según corresponda, se trabajó en la redistribución de las tareas, pasando elementos de trabajo manuales exteriores a trabajos interiores al tiempo de actividad de la máquina, de manera tal que el trabajo exterior quede compuesto únicamente por las actividades que necesariamente deben ser ejecutadas fuera del tiempo condicionado por la misma.

Como resultado de la aplicación de esta estrategia en la distribución de tareas actual, se logró una reducción del 33,33% de los tiempos en la estación de implante y balanceo de ventolas, y del 15,31% en la inspección final de las piezas. Siendo la estación de pruebas el cuello de botella del balanceo de línea original, la reducción de su tiempo de ciclo permitió incrementar la capacidad disponible de la línea un 2,23%.

Este procedimiento se debió repetir cada vez que se presentaron cambios en la duración o en las tareas de estas estaciones al implementar medidas de ampliación, como ser la incorporación de la nueva balanceadora simple o doble, la tercerización del proceso, la división de las operaciones de implante y balanceo en dos puestos de trabajo diferentes, y la incorporación del nuevo banco de pruebas de estanqueidad y circulación.

Por otro lado, para asegurar eficiencia en el empleo de los dispositivos de montaje y armado, en el capítulo 6 se analizó detalladamente cada una de las estaciones actuales, y se separó todas aquellas tareas que no requieren necesariamente llevarse a cabo con la pieza sujeta en el mismo. Una vez identificadas, se las asignó a otras estaciones con contenido de trabajo únicamente manual, de acuerdo a las relaciones de precedencia definidas.

Como resultado se determinó que, pese a la reducción significativa en el tiempo de ciclo requerido para alcanzar el nuevo volumen de producción, no será necesario incurrir a inversiones para duplicar los dispositivos existentes en ninguna de las alternativas propuestas.

“Mejorar el aprovechamiento de la mano de obra directa incrementando la eficiencia de la línea a través de la reducción de tiempos muertos.”

Para definir la secuencia en que deben realizarse las tareas en la línea de montaje, se tuvieron en cuenta las relaciones de precedencia definidas conforme con las restricciones existentes: de acuerdo al diseño del producto, al empleo de dispositivos especializados de armado y montaje y a restricciones de calidad. Con esta información y de manera de asignar cargas lo más uniformes posibles a los puestos de trabajo, se aplicaron estrategias durante el balanceo de la línea que consistieron en: dividir elementos de trabajo, modificar la secuencia del proceso de montaje y compartir tareas entre operarios.

En todas las alternativas estudiadas, como resultado de la aplicación de estas medidas se han logrado alcanzar eficiencias superiores a las actuales, un 3% mayor en la primera, un 7% en la segunda y un 9% en la tercera, cuarta y quinta alternativa, reduciendo el tiempo de ciclo e incrementando la capacidad disponible de la línea para un determinado nivel de costos e inversiones.

“Lograr una distribución de línea y secuencia de operaciones que facilite el proceso de montaje y optimice el manejo de materiales, permitiendo al producto avanzar con un mínimo de manipulaciones, detenciones y transportes durante todo el curso del proceso.”

En la definición de la secuencia de operaciones no se identificaron muchas soluciones admisibles para el tiempo de ciclo objetivo, debido a las numerosas restricciones consideradas y a la cantidad de dispositivos especializados de montaje. En aquellas oportunidades en las que se pudo elegir por una u otra asignación de tareas alternativa se adoptó este objetivo como uno de los criterios de evaluación.

En cada alternativa de ampliación, una vez definida la secuencia de operaciones, se presentó el nuevo layout y el detalle del transporte de componentes y productos en proceso de mayor tamaño. Si comparamos cada propuesta con la distribución actual, si bien se observa un incremento en los movimientos y transportes de componentes para el abastecimiento del proceso, se puede concluir que cumplen adecuadamente con este objetivo.

“Detallar la necesidad de inversiones en activos fijos de la empresa (máquinas, instalaciones, dispositivos y herramientas según corresponda), los tiempos requeridos y la conveniencia, en función de su rentabilidad, de llevar a cabo cada alternativa.”

Las inversiones requeridas en activos fijos se definieron como resultado del estudio técnico. En el capítulo 7, se presentaron las especificaciones, se determinó la factibilidad tecnológica y se estimaron los nuevos tiempos de las tareas, tras la incorporación del nuevo banco de pruebas

de estanqueidad y circulación y la compra de la balanceadora simple o doble. A continuación, en base a este detalle y a las nuevas distribuciones de layout, se cuantificaron las necesidades de inversión, solicitando cotizaciones aproximadas a empresas actualmente proveedoras de DENSO y relevando precios históricos de trabajos anteriores con ayuda del personal del departamento de Tecnología y de Compras.

Para estimar los tiempos necesarios para la implementación de cada alternativa, desde la confirmación de la ampliación del cliente hasta el inicio de la producción seriada, en el capítulo 9 se identificaron las actividades más relevantes, su duración estimada, responsables, secuenciación e interrelaciones. Con esta información se elaboraron los diagramas de Gantt y se llegó a la conclusión que, de ser requerido el inicio de la producción en el corto plazo, se deberá trabajar en tres turnos de producción, siendo necesarios dos meses y medio para la liberación del proceso. Si se disponen de plazos mayores a once meses, se podrán adoptar las propuestas 2, 3, 4 ó 5, cuyo camino crítico está determinado por la construcción del nuevo banco de pruebas, común en estas cuatro alternativas.

Finalmente, definidas las necesidades de inversión, en el capítulo 10 se proyectaron los beneficios y egresos a lo largo del horizonte de evaluación, se elaboraron los diferentes flujos de fondos, se calcularon los criterios de evaluación económica y se estableció la conveniencia de llevar a cabo cada alternativa.

La extensión y el grado de detalle presentado en el proyecto quedaron determinados por la definición de los objetivos, alcance y los límites de su aplicación. Este trabajo se podrá profundizar incorporando otros estudios adicionales de interés, como ser:

- *Determinación de la rentabilidad del capital propio:*

En la evaluación se analizaron únicamente los flujos de fondos operativos o sin financiamiento, con el objetivo de medir la rentabilidad de la inversión como un todo y de forma independiente de donde provengan los fondos.

Una vez confirmada la ampliación por parte de Toyota, se deberán definir las necesidades totales de recursos financieros y el origen de los mismos, analizando distintas fuentes y sus costos.

Incorporando esta información en los flujos de fondos operativos, mediante un cuadro de amortización de deudas por cada fuente externa, se logrará medir la rentabilidad de los recursos propios invertidos en el proyecto.

- *Estudio de factibilidad y determinación de las alternativas de ampliación de los demás productos vendidos a TASA:*

Este trabajo tiene por objetivo estudiar el principal producto de la empresa, que es la caja de aire o HVAC. No obstante, la demanda de otros componentes se verá incrementada también al aumentar el volumen de producción de la camioneta Hilux y, por lo tanto, se deberá repetir un procedimiento similar en las demás líneas de producción.

- *Análisis de los procesos que abastecen la línea de ensamble:*

El proceso de montaje de HVAC requiere del abastecimiento de piezas del sector de inyección plástica y de estampado, de acuerdo al sourcing presentado en el capítulo 4.

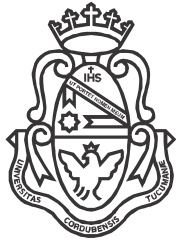
Teniendo en cuenta los diferentes componentes que actualmente se inyectan en planta, en primer lugar se deberá definir si se dispone de capacidad suficiente para incrementar el volumen de producción. Para ello se deberá relevar información sobre: volúmenes anuales de la totalidad de las piezas incluyendo las de otros clientes, número de bocas de los moldes, inyectora que emplea cada componente, tiempos de máquina, tiempos de operaciones de transformación, auxiliares y accesorios, rendimientos esperados, tiempos de cambio de matrices, entre otros.

Una vez definidos los requerimientos de capacidad, se deberán identificar y evaluar diferentes alternativas de ampliación, que podrán consistir por ejemplo, en la compra de una inyectora o la tercerización del proceso. En el primer caso, se deberá analizar en qué inyectoras se excede la capacidad, siendo que no será lo mismo requerir la compra de una sola o bien, no disponer de capacidad suficiente en diferentes inyectoras de distintos tonelajes. En el segundo caso, la tercerización del proceso dependerá principalmente de la complejidad y criticidad del componente, a modo de ejemplo, será más difícil tercerizar la inyección de la carcasa del Heater, en comparación con la placa Modo o las levas de control de puertas.

En cuanto al sector de estampado, siendo que no se trata del Core Business o competencia distintiva de la empresa, actualmente se está buscando un proveedor para llevar a cabo este proceso completo fuera de planta, y el análisis se reducirá a garantizar la capacidad requerida del proveedor elegido.

BIBLIOGRAFÍA

- ANTÓN, Fernando; GIOVANNINI, Oscar. 2007. *Costos industriales*. 4ª edición. Córdoba: Universitas, Editorial Científica Universitaria de Córdoba.
- ANTÓN, Fernando; GIOVANNINI, Oscar. 2002. *Planificación y Control de la Producción*. Córdoba: Universitas, Editorial Científica Universitaria de Córdoba.
- ÇENGEL, Yunus; BOLES, Michael. 2006. *Termodinámica*. 5ª edición. México: McGraw-Hill.
- DOMÍNGUEZ MACHUCA, José Antonio. 1995. *Dirección de operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. Madrid: McGraw-Hill.
- KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MANOJ, Malhotra. 2008. *Administración de operaciones*. 8ª edición. México: Pearson Educación.
- MEYERS, Fred; STEPHENS, Matthew. 2006. *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. 3ª edición. México: Pearson Educación.
- NAHMIAS, Steven. 2007. *Análisis de la producción y las operaciones*. 5ª edición. México: McGraw-Hill.
- NIEBEL, Benjamin; FREIVALDS, Andris. 2004. *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11ª edición. México: Alfaomega.
- Oficina Internacional del Trabajo. 2000. *Introducción al Estudio del Trabajo*. 4ª edición. México: Limusa.
- SAPAG CHAIN, Nassir; SAPAG CHAIN Reinaldo. 2008. *Preparación y Evaluación de Proyectos*. 5ª edición. México: McGraw-Hill.



Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Escuela de Ingeniería Industrial



ANEXOS

Incremento de la Capacidad de Producción de una Línea de Montaje de HVAC en DENSO Manufacturing

ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MONTAJE

ANEXO 2: LAYOUT DE LA PLANTA AMPLIADA

ANEXO 3: BALANCEO ACTUAL DE LA LÍNEA

ANEXO 4: BALANCEO DE LA LÍNEA OPTIMIZADA

ANEXO 5: RELACIONES DE PRECEDENCIA DE LAS OPERACIONES

ANEXO 6: PERFORMANCE DE PECVAL

ANEXO 7: ALTERNATIVA 1

ANEXO 8: ALTERNATIVA 2

ANEXO 9: ALTERNATIVAS 3 Y 4

ANEXO 10: ALTERNATIVA 5

ANEXO 11: NOTA TÉCNICA

ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MONTAJE

Operación 10: armado de puerta Face.



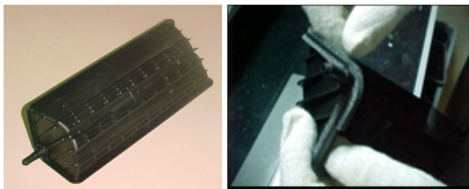
Tomar la puerta Face, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa en la misma.

Inspección 10:

Verificar visualmente la integridad de la puerta Face y la adherencia de las guarniciones. Controlar que la distancia entre el límite de los packings y el borde plástico no sea mayor a 1 mm, ya que una mala colocación de los mismos provocará una incorrecta distribución del aire y fugas.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 20: armado de puerta Foot.



Tomar la puerta Foot, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa en la misma.

Inspección 20:

Verificar visualmente la integridad de la puerta Foot y la adherencia de las guarniciones. Controlar que la distancia entre el límite de los packings y el borde plástico no sea mayor a 1 mm, ya que una mala colocación de los mismos provocará una incorrecta distribución del aire y fugas.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 30: armado del marco plástico.



Tomar el marco plástico y montar las dos guarniciones en el mismo.

Inspección 30:

Verificar que el borde de los packings no invada la cavidad del marco plástico, ya que una mala colocación de los mismos provocará que sea necesario un esfuerzo excesivo en el accionamiento de los comandos.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 40: armado de puerta Recirculo.



Tomar la puerta Recirculo. Tomar las guarniciones internas, sacarles el film y montarlas en la puerta. Tomar las guarniciones externas, sacarles el film y montarlas en la puerta.

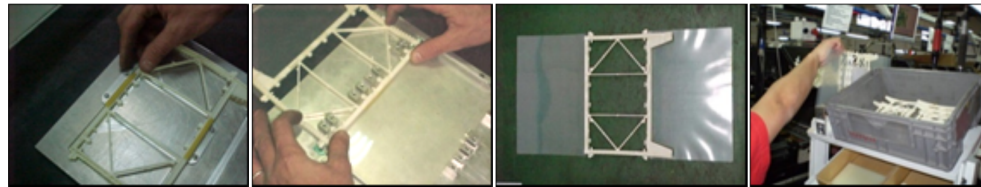
Inspección 40:

Verificar visualmente la integridad de la puerta Recirculo y la adherencia de las guarniciones. Controlar que la distancia entre el límite de los packings y el borde plástico no sea mayor a 1 mm, ya que una mala colocación de los mismos provocará una incorrecta distribución del aire y fugas.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 50: armado de puerta Mix o A/M.

Tomar el marco de la puerta Mix y colocarlo en el dispositivo de montaje. Tomar las guarniciones y colocarlas en el marco. Montar los films superior e inferior y colocar la puerta Mix armada en la bandeja correspondiente.

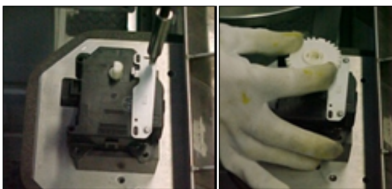


Inspección 50:

Verificar que el marco no esté deformado y que los packings se monten sobre el área delimitada por el dispositivo. Controlar que el film no esté rayado ni manchado.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 60: armado del subconjunto Servo Air Mix (solo para el modelo automático).



Tomar el servomotor Air Mix y colocarlo en el dispositivo de armado. Montar el bracket y fijar sus extremos con dos tornillos. Colocar la leva Servo Air Mix a presión en el servomotor.

Inspección 60:

Verificar el correcto clipsado de la leva, ya que de lo contrario los comandos automáticos no funcionarán de manera correcta.

Tipo de control: manual, frecuencia 100%.

Transporte 60:

Llenar el contenedor de brackets en el caso de que se haya agotado.

Operación 70: armado del subconjunto Servo Modo (solo para el modelo automático).



Colocar la leva Servo Modo en el servomotor Modo.

Inspección 70:

Verificar el correcto clipsado de la leva, ya que de lo contrario los comandos automáticos no funcionarán de manera correcta.

Tipo de control: manual, frecuencia 100%.

Operación 80: cierre de carcasas del Heater.

Tomar las carcasas del Heater derecha e izquierda y desacoplarlas fuera de línea. Colocar la carcasa izquierda en el dispositivo de montaje correspondiente. Objetivar las guarniciones de las puertas Foot y Face. Aplicar grasa en sus extremos y colocarlas dentro de la carcasa izquierda del Heater. Girar la puerta Face en el sentido antihorario hasta que haga tope para posibilitar el encastre de las carcasas. Posicionar la carcasa derecha sobre la izquierda y presionar para cerrar los clips. Atornillar las carcasas empleando 3 tornillos.



Inspección 80:

Asegurarse de que todos los clips estén correctamente cerrados.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 90: montaje de levas.

Colocar las dos levas de control en los extremos de las puertas Foot y Face. Tomar el resorte y montarlo entre las levas (solo en el modelo manual). Tomar la placa Modo y aplicarle grasa en las correderas y el eje, orientarla sobre las levas y clipsarla a la carcasa.



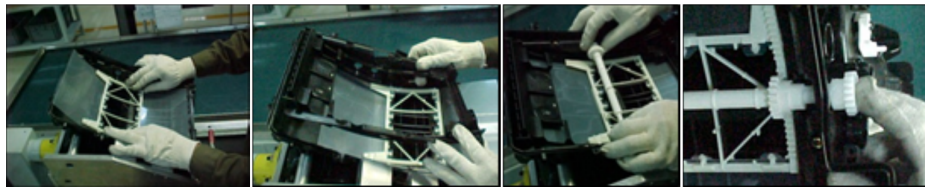
Inspección 90:

Verificar que las guías de las levas coincidan con las correderas de la placa Modo, ya que de lo contrario, el comando no funcionará correctamente.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 100: montaje de puerta Mix en el Heater.

Girar el dispositivo para que la cavidad quede hacia arriba. Posicionar la puerta Mix o A/M en la misma. Colocar el marco plástico sobre la puerta mezcla y atornillarlo empleando 4 tornillos. Colocar el eje dentado en el conjunto. Engrasar la leva dentada y clipsarla en el extremo del eje dentado.



Inspección 100:

Verificar que los extremos del marco plástico se orienten hacia arriba. Revisar que la puerta Mix no esté rayada, sucia, ni presente restos de grasa, de manera que no provoquen inconvenientes al accionar el comando. Asegurar su libre movimiento lateral y el correcto ensamble y funcionamiento de la puerta girando el eje dentado.

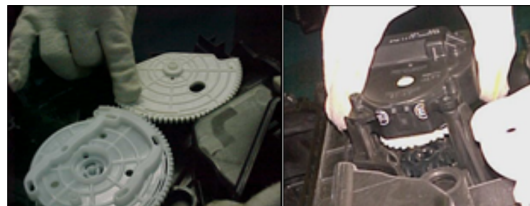
Tipo de control: visual y manual, frecuencia 100%.

Transporte 100:

Llenar el contenedor de levas dentadas en el caso de que se haya agotado.

Operación 110: montaje de los subconjuntos Servo Modo y Servo Air Mix (solo para el modelo automático).

Colocar los subconjuntos Servo Modo y Air Mix en la carcasa del Heater empleando 5 tornillos.



Inspección 110:

Para asegurar un correcto funcionamiento de los comandos, verificar que el diente mayor de la placa Modo coincida con la ranura correspondiente en la leva Servo Modo, y que el diente mayor de la leva dentada coincida con la ranura correspondiente en la leva Servo Air Mix.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 120: armado del subconjunto carcasa Recirculo.

Posicionar la puerta Recirculo dentro de la carcasa Recirculo. Aplicar grasa en el alojamiento de la carcasa y en la guía de la leva Recirculo, y clipsar esta última en el subconjunto para asegurar la puerta.



Inspección 120:

Verificar que el diente de la leva encastre en el alojamiento previsto en la puerta Recirculo, ya que de lo contrario provocará dificultades al accionar el comando.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 130: armado del subconjunto Heater Core.

Tomar el Heater Core (o masa radiante) del buffer y posicionarlo en el dispositivo de armado. Tomar los tubos metálicos largo y corto y montar los o'rings en sus extremos. Tomar las grampas y posicionarlas en la masa. Montar los tubos y cerrar las grampas empleado 2 tornillos.



Inspección 130:

Verificar la integridad y la ausencia de golpes o marcas en el Heater Core. Asegurar que las grampas queden cerradas al ras y que no se hayan desplazado al ajustarlas. Controlar su correcto ajuste y la alineación entre la masa y el tubo, de manera que no se presenten pérdidas de agua.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 140: montaje del subconjunto Heater Core en el Heater.



Montar el subconjunto Heater Core en el equipo, colocar el soporte de tubos y atornillarlo.

Operación 150: armado del subconjunto Case Cover.

Tomar el Case Cover, posicionarlo en el dispositivo Poka Yoke y verificar la obturación de la carcasa. Montar la guarnición de goma y los packings sobre el bode lateral y en la salida de la válvula.



Inspección 150:

Controlar la obturación del tubo de descarga, debido a que si se encuentra tapado habrá ingreso de agua al habitáculo. Para esto se deberá montar el Case Cover en el dispositivo Poka Yoke y presionar el pulsador Start. Si el resultado del control es una luz verde, podemos continuar con el montaje, si la luz es roja, se deberá retirar la pieza y dar aviso al Team Leader y al técnico de Calidad.

Tipo de control: Poka Yoke, frecuencia 100%.

Operación 160: armado del subconjunto evaporador.



Tomar el evaporador y posicionarlo en el dispositivo de armado correspondiente. Colocar los packings en el evaporador. Retirar la tapa del mismo y aceitar los o'rings con pincel. Sacarlo del dispositivo, colocarlo en la línea y posicionar el termistor en el alojamiento previsto en el evaporador.

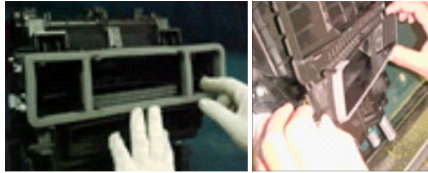
Inspección 160:

Verificar la correcta colocación de los packings, ya que un packing faltante o mal colocado provocará pérdidas en el rendimiento de refrigeración. Verificar que el cable del termistor no quede holgado ni tensionado y tener cuidado en su manipulación, ya que si éste se suelta se podrá producir hielo en el evaporador.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 170: montaje de packings en el Heater y objetivaciones.

Tomar el Heater y posicionarlo en la línea. Montar las guarniciones pequeñas y la guarnición grande en la puerta Face. Colocar el packing en la salida del desempañador según la marca en la carcasa.



Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings.

Inspección 170:

Verificar la integridad de los packings y asegurar que no queden espacios entre los sellados, ya que una incorrecta colocación de los mismos provocará pérdidas de aire en el equipo, disminuyendo su eficiencia.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 180: montaje de packing fino en el Heater.



Tomar el Heater, colocarlo en el dispositivo y montar el packing fino en la carcasa de manera simétrica.

Inspección 180:

Asegurar una correcta colocación del packing, ya que si este interfiere al cerrar las carcasas, se producirán pérdidas de aire y silbido.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 190: montaje del subconjunto evaporador.

Tomar el subconjunto evaporador y colocarlo sobre la puerta Mix en el Heater.



Operación 200: montaje del subconjunto Case Cover.



Montar el subconjunto carcasa cobertor sobre el Heater-Cooler y cerrar los clips. Acomodar el cable del termistor de manera que se oriente hacia afuera y atornillar el Case Cover empleando 4 tornillos.

Inspección 200:

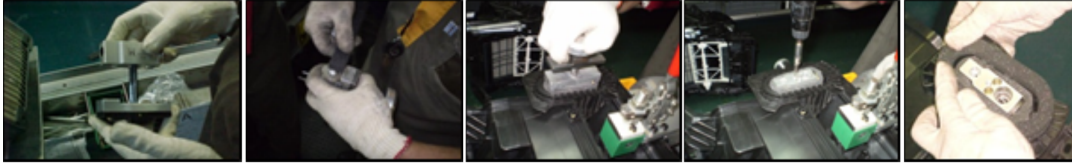
Asegurarse que los clips queden bien cerrados y verificar el correcto ajuste de los tornillos.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 210: armado y montaje de la válvula de expansión.

Insertar la válvula de expansión en el dispositivo de armado. Colocar el packing de salida en la misma. Posicionar la válvula en el evaporador y presionar para montar. Atornillar la válvula con

2 bulones y controlar su torque. Posicionar sobre la línea y montar la guarnición de conectores del evaporador.

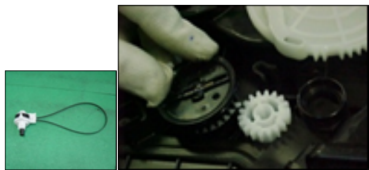


Inspección 210:

Verificar la correcta posición del packing de la válvula, ya que si se encuentra mal colocado provocará inconvenientes durante el montaje.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

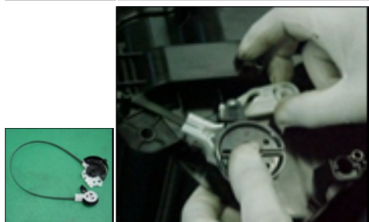
Operación 220: montaje del cableado (solo para el modelo manual).



Montar el cable control Air Mix: girar la leva dentada en sentido antihorario hasta que haga tope, de manera de orientar el diente mayor de la misma, y clipsar el extremo del cable control.



Montar el cable control Modo: orientar la placa Modo de manera que el diente mayor de la misma coincida con la ranura correspondiente, y clipsar el extremo del cable control.



Montar el cable control Recirculo o Fresh Air Control: posicionar el extremo del cable sobre la leva Recirculo y clipsarlo a la carcasa.

Inspección 220:



Verificar el accionamiento de los mandos para asegurar el correcto movimiento de las puertas. Un mal funcionamiento del comando causará problemas al cliente al intentar accionar el equipo de aire acondicionado.

Tipo de control: manual, frecuencia 100%.

Operación 230: montaje del servomotor Blower y clipsado de leva Servo Blower (solo para el modelo automático).

Tomar el servomotor Blower y posicionarlo en el subconjunto carcasa Recirculo. Ajustarlo empleando 3 tornillos. Orientar la leva Recirculo y la leva Servo Blower, y clipsar esta última en el servomotor.



Inspección 230:

Verificar que se encuentren bien orientadas la leva Servo Blower y la leva Recirculo para un funcionamiento correcto del comando automático.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 240: implante y balanceo de ventola.



Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas. Tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante con los pulsadores bimanuales. Una vez implantado, retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.

Colocar el Blower en la balanceadora de ventolas y conectar la ficha de alimentación al motor. Cerrar la balanceadora, y esperar el tiempo de máquina de balanceo.



En el caso de que el desbalanceo sea superior al permitido, se deberá hacer girar la ventola lentamente, hasta que la aleta posicionada a 180° de aquella desbalanceada se situé en la parte superior. Cuando se cumple esta condición en la pantalla aparecerá un cartel en verde. Colocar las grampas según el desequilibrio indicado y cerrar la puerta. Repetir el balanceo para verificar que en esta oportunidad se encuentre dentro de tolerancias.

Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y colocar el subconjunto sobre el tubo metálico que abastece la línea de ensamble.

Inspección 240:

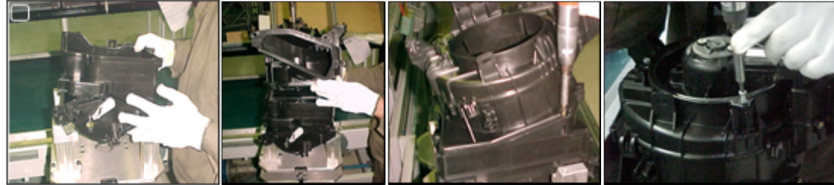
Tipo de control: Poka Yoke, frecuencia 100%.

Transporte 240:

Cambiar la caja de ventolas y la de motores en el caso de que se hayan agotado. Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.

Operación 250: montaje del conjunto Blower.

Tomar el subconjunto carcasa Recirculo y colocarlo en el dispositivo de montaje. Tomar el subconjunto carcadas Blower y clipsarlo en la carcasa Recirculo. Posicionar el motor-fan en la cavidad prevista.



En el HVAC automático se deberá colocar el IC Power en el alojamiento previsto en la carcasa Blower.



En el HVAC manual, colocar el packing al resistor de variación de velocidad antes de posicionarlo en el alojamiento.

Unir las carcadas del Blower (superior e inferior) empleando 3 tornillos, unir el motor y la carcasa Recirculo al subconjunto carcadas Blower empleando 3 tornillos en cada caso, atornillar el IC Power o resistor con 2 tornillos, y asegurar las carcadas del Blower con uno extra.

Inspección 250:

Verificar el correcto ajuste de los tornillos y cerrado de los clips, ya que de lo contrario provocarán una mala circulación del aire, disminuyendo la eficiencia del equipo.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 260: montaje de packing en el Blower.

Montar la guarnición de sellado en la apertura del Blower.



Inspección 260:

Verificar que no queden espacios entre los sellados, ya que una incorrecta colocación del packing provocará pérdidas de aire en el equipo, disminuyendo su eficiencia.

Tipo de control: visual, frecuencia 100%.

Operación 270: armado del equipo final.

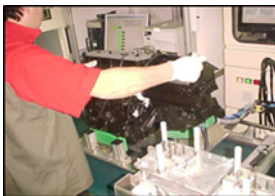


Unir el conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler, trabar los clips y fijar empleando 3 tornillos.

Objetivar en el HVAC la presencia de los tornillos de uniones: de las carcasas del Blower, de las carcasas del Blower con el motor-fan y la carcasa Recirculo, del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler y del resistor.

Operación 280: prueba del equipo en el banco final.

Objetivar en el HVAC la presencia de clips, uniones, guarniciones grande y pequeñas del Heater, guarnición de salida del desempañador, leva Servo Blower, entre otros.



Tomar el HVAC, posicionarlo sobre el banco de pruebas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.

Al finalizar el mismo, dar confirmación visual para aprobar el equipo presionando el botón ciclo visivo. Tomar las etiquetas, pegarlas en la unidad y desconectar el HVAC.

Conexiones:

En el banco se deberán conectar los cables de pruebas al motor, al resistor (manual o IC Power, según corresponda), termistor y, únicamente en el modelo automático, a las puertas Modo, Mix y Recirculo. Para verificar el correcto accionamiento de las puertas en el modelo manual, se conectan los cables control a los torquímetros del banco.



Inspección 280:

Controles del banco:

- Control de estanqueidad y circulación en el evaporador y Heater Core.
En el control de estanqueidad se emplea un ATEQ, que crea una presión interna en el componente y controla que no presente fugas o pérdidas. El control de circulación

se realiza a través de un presostato, que verifica la caída de presión en la salida del circuito masa radiante o evaporador.

- Control de vibración de electroventolas mediante el empleo de un acelerómetro.
- Sensores de presencia de: tornillos del motor, etiquetas de prueba (no permite retirar el equipo si no son colocadas las etiquetas de aprobación e identificación), de unidad del Heater y carcasa Recirculo (modelo manual o automático) y del acelerómetro.
- Dureza de las puertas: movimiento adecuado de las mismas al accionar los comandos.
- Control eléctrico: continuidad del termistor y consumo de corriente del motor en las cuatro velocidades (en el modelo automático mediante el empleo de un dispositivo electrónico y, en el manual, a través de diferentes resistencias).

Controles del operador: verificar que el cable del motor este correctamente conectado y controlar el movimiento de las puertas y la ausencia de ruidos extraños en las mismas y el motor.

Tipo de control: Poka Yoke, visual y auditivo, frecuencia 100%.

Operación 290: colocación del tapón en la válvula de expansión.

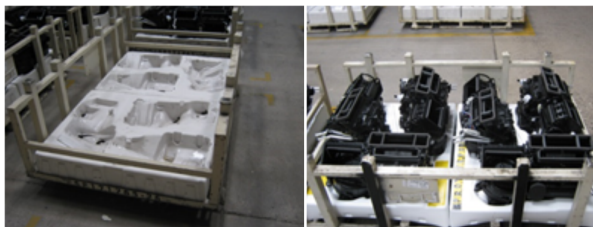


Tomar el HVAC y colocar el tapón (plug) en los conectores de la válvula de expansión. Objetivar la presencia del tapón y la etiqueta de aprobación, y colocar en la cinta de salida.

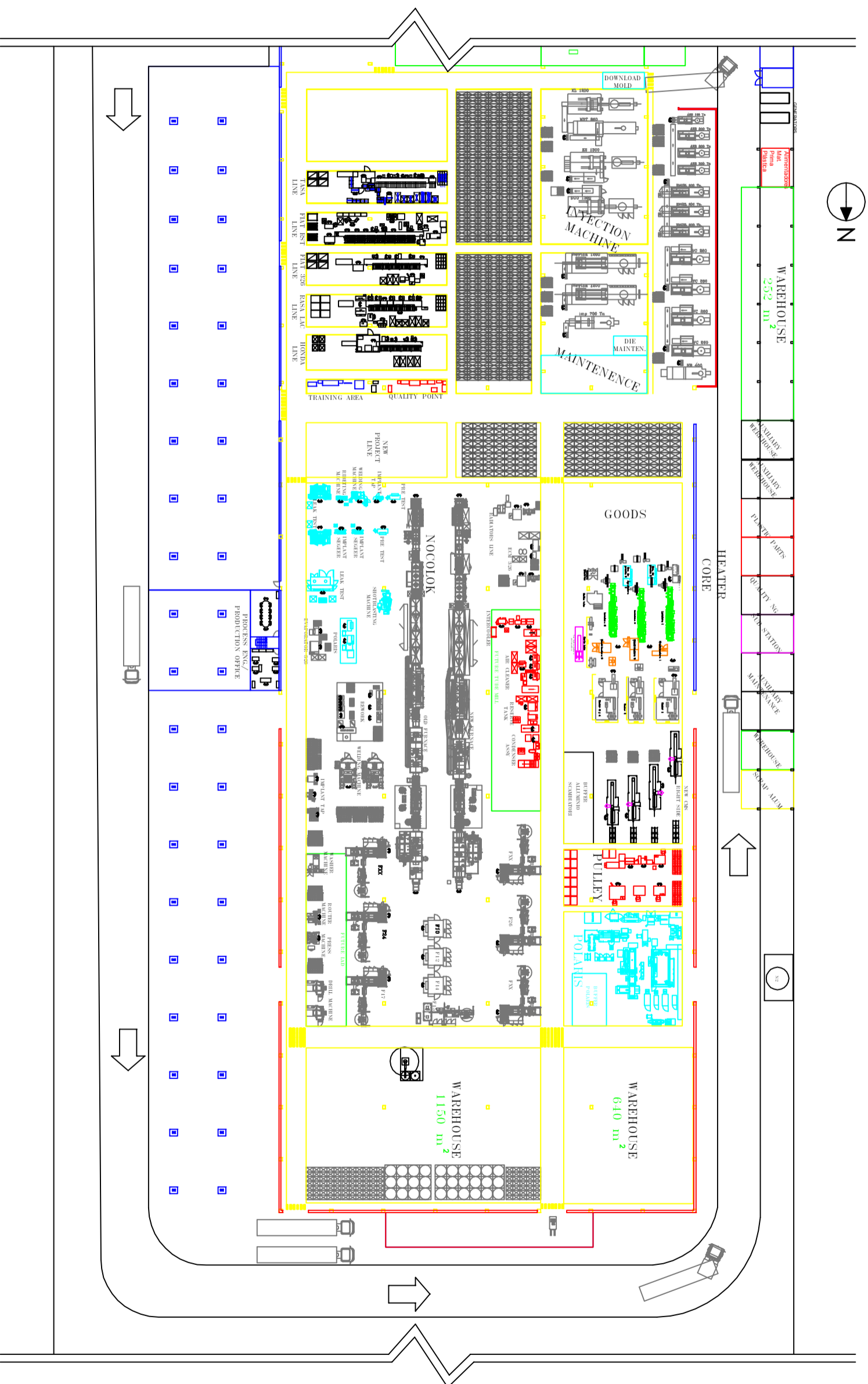
Transporte 290:

Cargar los tapones de la válvula en el contenedor en caso de que se hayan agotado.

Operación 300: colocación de los equipos en racks.



Limpiar con lampazo los racks, tomar la unidad de la línea de salida y colocar 6 equipos por rack.



Hoja		Escala		Apellido y nombre		TEMA
A3		1:750				
				Dibujó:		
				Revisó:		
				Aprobó:		
				Empresa:		
				DENSO Manufacturing Argentina		
				DENSO		
				UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA		
				Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales		
				Escuela de Ingeniería Industrial - Proyecto Integrador		

Rev.	Modificación	Fecha	Nombre



ANEXO 3: BALANCEO ACTUAL DE LA LÍNEA

Nota: todos los tiempos están indicados en minutos.

Estación 1: Armado de puertas Face y Foot y marco plástico (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
10	Armado de puerta Face	1	Tomar la puerta Face, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.	0,800			0,800		
20	Armado de puerta Foot	2	Tomar la puerta Foot, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.	0,800			0,800		
30	Armado de marco plástico	3	Tomar el marco plástico.	0,050			0,050		
		4	Tomar y montar las dos guarniciones en el mismo.	0,200			0,200		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 1:				1,850	0,000	0,000	1,850	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 1:				1,850			1,850		

Estación 2: Armado de puerta Recirculo, puerta Mix y subconjuntos Servo Air Mix y Modo.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
40	Armado de puerta Recirculo	5	Tomar la puerta Recirculo, tomar las guarniciones internas y sacarles el film.	0,150			0,150		
		6	Montar la primera guarnición interna en la puerta.	0,140			0,140		
		7	Montar la segunda guarnición interna en la puerta.	0,150			0,150		
		8	Tomar las guarniciones externas y sacarles el film.	0,180			0,180		
		9	Montar la primera guarnición externa en la puerta.	0,140			0,140		
		10	Montar la segunda guarnición externa en la puerta.	0,140			0,140		
50	Armado de puerta Mix o A/M	11	Tomar el marco de la puerta Mix y colocarlo en el dispositivo, tomar y montar las guarniciones, montar los films superior e inferior en el marco y colocar la puerta en la bandeja correspondiente.	0,300			0,300		
60	Armado del subconjunto Servo Air Mix	12	Tomar el servomotor Air Mix y colocarlo en el dispositivo, montar el bracket y fijar sus extremos con dos tornillos. Colocar la leva Servo Air Mix a presión en el servomotor.	0,350					
		13	Llenar el contenedor de brackets.		0,019				
70	Armado del subconjunto Servo Modo	14	Colocar la leva Servo Modo en el servomotor Modo.	0,100					
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 2:				1,650	0,019	0,000	1,200	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 2:				1,669			1,200		

Estación 3: Montaje del Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
80	Cierre de carcasas del Heater	15	Tomar las carcasas del Heater y desacoplar fuera de línea.	0,160			0,160		
		16	Colocar la carcasa izquierda en el dispositivo de montaje correspondiente.	0,060			0,060		
		17	Objetivar las guarniciones de las puertas Foot y Face.	0,100			0,100		
		18	Aplicar grasa en los extremos y colocar las puertas dentro de la carcasa izquierda del Heater.	0,130			0,130		
		19	Posicionar la carcasa derecha sobre la izquierda y presionar para cerrar los clips.	0,120			0,120		
		20	Atornillar las carcasas empleando 3 tornillos.	0,228			0,228		

90	Montaje de levas	21	Colocar las dos levas de control de puertas en los extremos de las puertas Foot y Face, tomar el resorte y montarlo entre las levas, tomar la placa Modo, aplicarle grasa en las correderas y eje y clipsarla a la carcasa.	0,350			0,350		
100	Montaje de puerta Mix en el Heater	22	Girar el dispositivo para que la cavidad quede hacia arriba.	0,050			0,050		
		23	Posicionar la puerta Mix o A/M en la cavidad, colocar el marco plástico sobre la puerta.	0,100			0,100		
		24	Atornillar empleando 4 tornillos.	0,210			0,210		
		25	Colocar el eje dentado en el conjunto.	0,110			0,110		
		26	Engrasar la leva dentada y clipsarla en el extremo del eje dentado.	0,150			0,150		
		27	Llenar el contenedor de levas dentadas.		0,010				0,010
110	Montaje de los subconjuntos Servo Modo y Servo Air Mix	28	Colocar los subconjuntos Servo Modo y Air Mix en la carcasa del Heater empleando 5 tornillos.	0,350					
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 3:				2,118	0,010	0,000	1,768	0,010	0,000
Total tiempo normal de la estación 3:				2,128			1,778		

Estación 4: Armado de carcasa Recirculo, Heater Core y Case Cover.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
120	Armado del subconjunto carcasa Recirculo	29	Posicionar la puerta Recirculo dentro de la carcasa Recirculo.	0,060			0,060		
		30	Aplicar grasa en la guía de la leva Recirculo y en el alojamiento de la carcasa y clipsar la leva.	0,270			0,270		
130	Armado del subconjunto Heater Core	31	Tomar la masa radiante del buffer y posicionarla en el dispositivo de armado.	0,100			0,100		
		32	Tomar los tubos metálicos largo y corto y montar los o'rings en sus extremos.	0,150			0,150		
		33	Tomar las grampas y posicionarlas en el Heater Core. Montar los tubos largo y corto.	0,250			0,250		
		34	Cerrar las grampas y atornillarlas empleado 2 tornillos.	0,200			0,200		
140	Montaje del subconjunto Heater Core en el Heater	35	Montar el subconjunto Heater Core en el equipo.	0,120			0,120		
		36	Colocar el soporte de tubos y atornillarlo empleando 1 tornillo.	0,180			0,180		
150	Armado del subconjunto Case Cover	37	Tomar el Case Cover, posicionarlo en el dispositivo Poka Yoke, verificar la obturación de la carcasa y montar la guarnición de goma.	0,150			0,150		
		38	Tomar y montar la primera guarnición sobre el bode lateral.	0,200			0,200		
		39	Tomar y montar la segunda guarnición en la salida de la válvula.	0,100			0,100		
		40	Dejar en línea de montaje.	0,060			0,060		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 4:				1,840	0,000	0,000	1,840	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 4:				1,840			1,840		

Estación 5: Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
160	Armado del subconjunto evaporador	41	Tomar el evaporador y posicionarlo en el dispositivo de armado.	0,150			0,150		
		42	Colocar los packings en el evaporador.	0,750			0,750		
		43	Retirar la tapa del mismo y aceitar los o'rings con pincel.	0,100			0,100		
		44	Sacarlo del dispositivo y colocarlo en la línea.	0,100			0,100		
		45	Posicionar el termistor en el alojamiento previsto del evaporador.	0,100			0,100		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	46	Tomar el Heater, posicionarlo en la línea y montar las guarniciones pequeñas.	0,250			0,250		
		47	Montar la guarnición grande en la puerta Face.	0,350			0,350		
		48	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (internas).	0,100			0,100		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 5:				1,900	0,000	0,000	1,900	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 5:				1,900			1,900		

Estación 6: Cierre del Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
180	Montaje de packing fino en el Heater	49	Tomar el Heater y colocarlo en el dispositivo.	0,100			0,100		
		50	Montar el packing fino en la carcasa del Heater de manera simétrica.	0,170			0,170		
190	Montaje del subconjunto evaporador	51	Tomar el subconjunto evaporador y colocarlo sobre la puerta Mix en el Heater.	0,100			0,100		
200	Montaje del subconjunto Case Cover	52	Montar el subconjunto carcasa cobertor sobre el Heater-Cooler y cerrar los clips.	0,100			0,100		
		53	Acomodar el cable del termistor de manera que se oriente hacia afuera.	0,150			0,150		
		54	Atornillar el Case Cover empleando 4 tornillos.	0,300			0,300		
210	Armado y montaje de la válvula de expansión	55	Insertar la válvula de expansión en el dispositivo de armado. Posicionarla en el evaporador y presionar para montar. Colocar el packing de salida en la misma.	0,100			0,100		
		56	Atornillar la válvula con 2 bulones.	0,200			0,200		
		57	Controlar el torque de los bulones de la válvula y dejar en línea.	0,100			0,100		
		58	Montar guarnición de conectores del evaporador.	0,110			0,110		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	59	Colocar el packing en la salida del desempañador según la marca en la carcasa.	0,200			0,200		
		60	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (externas).	0,130			0,130		
220	Montaje del cableado	61	Montar el cable control Air Mix.				0,100		
		62	Montar el cable control Modo.				0,080		
230	Montaje del servomotor Blower y clipsado de leva Servo Blower	63	Montar el cable control Recirculo o Fresh Air Control.				0,080		
		64	Tomar el servomotor Blower y posicionarlo en el subconjunto carcasa Recirculo. Ajustarlo empleando 3 tornillos.	0,220					
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 6:				1,980	0,000	0,000	2,020	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 6:				1,980			2,020		

Estación 7: Implante y balanceo de ventolas (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL			
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio	
240	Implante y balanceo de ventola	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	0,270			0,270			
		66	Tiempo de máquina de implante.	0,500			0,500			
		67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	0,150			0,150			
		68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.	0,230			0,230			
		69	Tiempo de máquina de balanceo 1.	0,200			0,200			
		70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.	0,350			0,350			
		71	Tiempo de máquina de balanceo 2.	0,200			0,200			
		72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.	0,260			0,260			
		73	Cambiar la caja de ventolas.		0,014			0,014		
		74	Cambiar la caja de motores.		0,088			0,088		
		75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.		0,003			0,003		
		Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 7:				2,160	0,105	0,000	2,160	0,105
Total tiempo normal de la estación 7:				2,265			2,265			

Estación 8: Armado del conjunto Blower y unión con el Heater-Cooler

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
250	Montaje del conjunto Blower	76	Tomar el subconjunto carcasa Recirculo y colocarlo en el dispositivo de montaje de carcasas del Blower.	0,06			0,06		
		77	Tomar el subconjunto carcasas Blower y clipsarlo en la carcasa Recirculo.	0,080			0,080		
		78	Posicionar el motor-fan en la cavidad prevista en el Blower.	0,088			0,088		
		79	Colocar el packing al resistor de variación de la velocidad.				0,139		
		80	Posicionar el IC Power / resistor en el alojamiento previsto en la carcasa.	0,174			0,174		
260	Montaje de packing en el Blower	81	Fijar con 12 tornillos y posicionar en línea.	0,580			0,580		
		82	Montar la guarnición de sellado en la apertura del Blower.	0,203			0,203		
270	Armado del Equipo Final	83	Unir el conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler, trabar los clips.	0,174			0,174		
		84	Fijar empleando 3 tornillos.	0,200			0,200		
		85	Objetivar el HVAC.	0,267			0,267		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 8:	1,825	0,000	0,000	1,964	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 8:	1,825			1,964		

Estación 9: Banco de pruebas.

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
280	Prueba del equipo en el banco final	86	Objetivar el HVAC.	0,200			0,200		
		87	Tomar el HVAC, posicionarlo sobre el banco de pruebas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.	0,150			0,150		
		88	Tiempo de controles del banco.	1,150			1,150		
		89	Dar confirmación visual presionando el botón Ciclo Visivo para aprobar el equipo.	0,343			0,343		
		90	Tomar las etiquetas y pegarlas en la unidad.	0,115			0,115		
290	Colocación del tapón en la válvula de expansión	91	Tomar el equipo del banco de pruebas y colocarlo sobre la línea de salida.	0,050			0,050		
		92	Colocar el tapón en los conectores de la válvula de expansión.	0,042			0,042		
		93	Objetivar la presencia del tapón y la etiqueta de aprobación.	0,082			0,082		
		94	Cargar los tapones de la válvula en el contenedor.		0,003			0,003	

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 9:	2,131	0,003	0,000	2,131	0,003	0,000
Total tiempo normal de la estación 9:	2,134			2,134		

Tareas del Team Leader:

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
-	-	1	Hoja de control "X-R".			0,012			0,012
-	-	2	Hoja de mantenimiento autónomo.			0,022			0,022
-	-	3	Transcripción de avance de producción.			0,012			0,012
-	-	4	Informe de recuperado y registro de Scrap.			0,121			0,121
300	Colocación de los equipos en racks	5	Limpiar con lampazo los racks, tomar la unidad de la línea de salida y colocar 6 equipos por rack.	0,300			0,300		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio del Team Leader:	0,300	0,000	0,167	0,300	0,000	0,167
Total tiempo normal del Team Leader:	0,467			0,467		

Resumen del balanceo de línea:

Nota: todos los tiempos están indicados en minutos.

Estación	Descripción	HVAC AUTOMÁTICO		HVAC MANUAL		Capacidad diaria 1 ^{er} turno		Capacidad diaria 2 ^{do} turno	
		Tiempo normal	Tiempo estándar	Tiempo normal	Tiempo estándar	Automático	Manual	Automático	Manual
2	Armado de puerta Recirculo, puerta Mix y subconjuntos Servo Air Mix y Modo.	1,669	1,848	1,200	1,328	270	375	250	348
3	Montaje del Heater.	2,128	2,356	1,778	1,968	211	253	196	235
4	Armado de carcasa Recirculo, Heater Core y Case Cover.	1,840	2,037	1,840	2,037	244	244	227	227
5	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	1,900	2,103	1,900	2,103	237	237	220	220
6	Cierre del Heater.	1,980	2,192	2,020	2,236	227	223	211	207
8	Armado del conjunto Blower y unión con el Heater-Cooler.	1,825	2,020	1,964	2,174	246	229	229	213
9	Banco de pruebas.	2,134	2,363	2,134	2,363	211	211	196	196
Contenido de trabajo de la línea:		14,919		14,210					
1	Armado de puertas Face y Foot y marco plástico.	1,850	2,048	1,850	2,048	243	243	226	226
7	Implante y balanceo de ventolas.	2,265	2,507	2,265	2,507	199	199	184	184
Contenido de trabajo fuera de línea:		4,555		4,555					
Tareas del Team Leader		0,467	0,517	0,467	0,517				
Tiempo de tareas del Team Leader:		0,517		0,517					

ANEXO 4: BALANCEO DE LA LÍNEA OPTIMIZADO

Nota: todos los tiempos están indicados en minutos.

Estación 1: Armado de puertas Face y Foot y marco plástico (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
10	Armado de puerta Face	1	Tomar la puerta Face, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.	0,800			0,800		
20	Armado de puerta Foot	2	Tomar la puerta Foot, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.	0,800			0,800		
30	Armado de marco plástico	3	Tomar el marco plástico.	0,050			0,050		
		4	Tomar y montar las dos guarniciones en el mismo.	0,200			0,200		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 1:				1,850	0,000	0,000	1,850	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 1:				1,850			1,850		

Estación 2: Armado de puerta Recirculo, puerta Mix y subconjuntos Servo Air Mix y Modo.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
40	Armado de puerta Recirculo	5	Tomar la puerta Recirculo, tomar las guarniciones internas y sacarles el film.	0,150			0,150		
		6	Montar la primera guarnición interna en la puerta.	0,140			0,140		
		7	Montar la segunda guarnición interna en la puerta.	0,150			0,150		
		8	Tomar las guarniciones externas y sacarles el film.	0,180			0,180		
		9	Montar la primera guarnición externa en la puerta.	0,140			0,140		
		10	Montar la segunda guarnición externa en la puerta.	0,140			0,140		
50	Armado de puerta Mix o A/M	11	Tomar el marco de la puerta Mix y colocarlo en el dispositivo, tomar y montar las guarniciones, montar los films superior e inferior en el marco y colocar la puerta en la bandeja correspondiente.	0,300			0,300		
60	Armado del subconjunto Servo Air Mix	12	Tomar el servomotor Air Mix y colocarlo en el dispositivo, montar el bracket y fijar sus extremos con dos tornillos. Colocar la leva Servo Air Mix a presión en el servomotor.	0,350					
		13	Llenar el contenedor de brackets.		0,019				
70	Armado del subconjunto Servo Modo	14	Colocar la leva Servo Modo en el servomotor Modo.	0,100					
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 2:				1,650	0,019	0,000	1,200	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 2:				1,669			1,200		

Estación 3: Montaje del Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
80	Cierre de carcasas del Heater	15	Tomar las carcasas del Heater y desacoplar fuera de línea.	0,160			0,160		
		16	Colocar la carcasa izquierda en el dispositivo de montaje correspondiente.	0,060			0,060		
		17	Objetivar las guarniciones de las puertas Foot y Face.	0,100			0,100		
		18	Aplicar grasa en los extremos y colocar las puertas dentro de la carcasa izquierda del Heater.	0,130			0,130		
		19	Posicionar la carcasa derecha sobre la izquierda y presionar para cerrar los clips.	0,120			0,120		
		20	Atornillar las carcasas empleando 3 tornillos.	0,228			0,228		
90	Montaje de levas	21	Colocar las dos levas de control de puertas en los extremos de las puertas Foot y Face, tomar el resorte y montarlo entre las levas, tomar la placa Modo, aplicarle grasa en las correderas y eje y clipsarla a la carcasa.	0,350			0,350		

100	Montaje de puerta Mix en el Heater	22	Girar el dispositivo para que la cavidad quede hacia arriba.	0,050			0,050		
		23	Posicionar la puerta Mix o A/M en la cavidad, colocar el marco plástico sobre la puerta.	0,100			0,100		
		24	Atornillar empleando 4 tornillos.	0,210			0,210		
		25	Colocar el eje dentado en el conjunto.	0,110			0,110		
		26	Engrasar la leva dentada y clipsarla en el extremo del eje dentado.	0,150			0,150		
		27	Llenar el contenedor de levas dentadas.			0,010			0,010
110	Montaje de los subconjuntos Servo Modo y Servo Air Mix	28	Colocar los subconjuntos Servo Modo y Air Mix en la carcasa del Heater empleando 5 tornillos.	0,350					

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 3:	2,118	0,010	0,000	1,768	0,010	0,000
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 3:	2,128	1,778
--	--------------	--------------

Estación 4: Armado de carcasa Recirculo, Heater Core y Case Cover.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
120	Armado del subconjunto carcasa Recirculo	29	Posicionar la puerta Recirculo dentro de la carcasa Recirculo.	0,060			0,060		
		30	Aplicar grasa en la guía de la leva Recirculo y en el alojamiento de la carcasa y clipsar la leva.	0,270			0,270		
		31	Tomar la masa radiante del buffer y posicionarla en el dispositivo de armado.	0,100			0,100		
130	Armado del subconjunto Heater Core	32	Tomar los tubos metálicos largo y corto y montar los o'rings en sus extremos.	0,150			0,150		
		33	Tomar las grampas y posicionarlas en el Heater Core. Montar los tubos largo y corto.	0,250			0,250		
		34	Cerrar las grampas y atornillarlas empleado 2 tornillos.	0,200			0,200		
140	Montaje del subconjunto Heater Core en el Heater	35	Montar el subconjunto Heater Core en el equipo.	0,120			0,120		
		36	Colocar el soporte de tubos y atornillarlo empleando 1 tornillo.	0,180			0,180		
150	Armado del subconjunto Case Cover	37	Tomar el Case Cover, posicionarlo en el dispositivo Poka Yoke, verificar la obturación de la carcasa y montar la guarnición de goma.	0,150			0,150		
		38	Tomar y montar la primera guarnición sobre el bode lateral.	0,200			0,200		
		39	Tomar y montar la segunda guarnición en la salida de la válvula.	0,100			0,100		
		40	Dejar en línea de montaje.	0,060			0,060		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 4:	1,840	0,000	0,000	1,840	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 4:	1,840	1,840
--	--------------	--------------

Estación 5: Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
160	Armado del subconjunto evaporador	41	Tomar el evaporador y posicionarlo en el dispositivo de armado.	0,150			0,150		
		42	Colocar los packings en el evaporador.	0,750			0,750		
		43	Retirar la tapa del mismo y aceitar los o'rings con pincel.	0,100			0,100		
		44	Sacarlo del dispositivo y colocarlo en la línea.	0,100			0,100		
		45	Posicionar el termistor en el alojamiento previsto del evaporador.	0,100			0,100		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	46	Tomar el Heater, posicionarlo en la línea y montar las guarniciones pequeñas.	0,250			0,250		
		47	Montar la guarnición grande en la puerta Face.	0,350			0,350		
		48	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (internas).	0,100			0,100		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 5:	1,900	0,000	0,000	1,900	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 5:	1,900	1,900
--	--------------	--------------

Estación 6: Cierre del Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
180	Montaje de packing fino en el Heater	49	Tomar el Heater y colocarlo en el dispositivo.	0,100			0,100		
		50	Montar el packing fino en la carcasa del Heater de manera simétrica.	0,170			0,170		
190	Montaje del subconjunto evaporador	51	Tomar el subconjunto evaporador y colocarlo sobre la puerta Mix en el Heater.	0,100			0,100		
200	Montaje del subconjunto Case Cover	52	Montar el subconjunto carcasa cobertor sobre el Heater-Cooler y cerrar los clips.	0,100			0,100		
		53	Acomodar el cable del termistor de manera que se oriente hacia afuera.	0,150			0,150		
		54	Atornillar el Case Cover empleando 4 tornillos.	0,300			0,300		
210	Armado y montaje de la válvula de expansión	55	Insertar la válvula de expansión en el dispositivo de armado. Posicionarla en el evaporador y presionar para montar. Colocar el packing de salida en la misma.	0,100			0,100		
		56	Atornillar la válvula con 2 bulones.	0,200			0,200		
		57	Controlar el torque de los bulones de la válvula y dejar en línea.	0,100			0,100		
		58	Montar guarnición de conectores del evaporador.	0,110			0,110		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	59	Colocar el packing en la salida del desempañador según la marca en la carcasa.	0,200			0,200		
		60	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (externas).	0,130			0,130		
220	Montaje del cableado	61	Montar el cable control Air Mix.				0,100		
		62	Montar el cable control Modo.				0,080		
		63	Montar el cable control Recirculo o Fresh Air Control.				0,080		
230	Montaje del servomotor Blower y clipsado de leva Servo Blower	64	Tomar el servomotor Blower y posicionarlo en el subconjunto carcasa Recirculo. Ajustarlo empleando 3 tornillos.	0,220					
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 6:				1,980	0,000	0,000	2,020	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 6:				1,980			2,020		

Estación 7: Implante y balanceo de ventolas (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
240	Implante y balanceo de ventola	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	0,270			0,270		
		66	Tiempo de máquina de implante.	0,500			0,500		
		68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.	(0,230)			(0,230)		
		69	Tiempo de máquina de balanceo 1.	(0,200)			(0,200)		
		73	Cambiar la caja de ventolas.		(0,014)			(0,014)	
		74	Cambiar la caja de motores.		(0,088)			(0,088)	
		75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.		(0,003)			(0,003)	
		70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.		(0,070)			(0,070)	
					0,280			0,280	
		71	Tiempo de máquina de balanceo 2.	0,200			0,200		
		67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	(0,150)			(0,150)		
		72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.	0,260			0,260		
		Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 7:				1,510	0,000	0,000	1,510
Total tiempo normal de la estación 7:				1,510			1,510		

Estación 8: Armado del conjunto Blower y unión con el Heater-Cooler

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
250	Montaje del conjunto Blower	76	Tomar el subconjunto carcasa Recirculo y colocarlo en el dispositivo de montaje de carcasas del Blower.	0,06			0,06		
		77	Tomar el subconjunto carcasas Blower y clipsarlo en la carcasa Recirculo.	0,080			0,080		
		78	Posicionar el motor-fan en la cavidad prevista en el Blower.	0,088			0,088		
		79	Colocar el packing al resistor de variación de la velocidad.				0,139		
		80	Posicionar el IC Power / resistor en el alojamiento previsto en la carcasa.	0,174			0,174		
260	Montaje de packing en el Blower	81	Fijar con 12 tornillos y posicionar en línea.	0,580			0,580		
		82	Montar la guarnición de sellado en la apertura del Blower.	0,203			0,203		
270	Armado del Equipo Final	83	Unir el conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler, trabar los clips.	0,174			0,174		
		84	Fijar empleando 3 tornillos.	0,200			0,200		
		85	Objetivar el HVAC.	0,267			0,267		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 8:				1,825	0,000	0,000	1,964	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 8:				1,825			1,964		

Estación 9: Banco de pruebas.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
280	Prueba del equipo en el banco final	87	Tomar el HVAC, posicionarlo sobre el banco de pruebas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.	0,150			0,150		
		88	Tiempo de controles del banco.	1,150			1,150		
		86	Objetivar el HVAC.	(0.200)			(0.200)		
290	Colocación del tapón en la válvula de expansión	92	Colocar el tapón en los conectores de la válvula de expansión.	(0.042)			(0.042)		
		93	Objetivar la presencia del tapón y la etiqueta de aprobación.	(0.082)			(0.082)		
280	Prueba del equipo en el banco final	94	Cargar los tapones de la válvula en el contenedor.		(0.003)			(0.003)	
		89	Dar confirmación visual presionando el botón Ciclo Visivo para aprobar el equipo.	0,343			0,343		
		90	Tomar las etiquetas y pegarlas en la unidad.	0,115			0,115		
		91	Tomar el equipo del banco de pruebas y colocarlo sobre la línea de salida.	0,050			0,050		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 9:				1,808	0,000	0,000	1,808	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 9:				1,808			1,808		

Tareas del Team Leader:

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
-	-	1	Hoja de control "X-R".			0,012			0,012
-	-	2	Hoja de mantenimiento autónomo.			0,022			0,022
-	-	3	Transcripción de avance de producción.			0,012			0,012
-	-	4	Informe de recupero y registro de Scrap.			0,121			0,121
300	Colocación de los equipos en racks	5	Limpiar con lampazo los racks, tomar la unidad de la línea de salida y colocar 6 equipos por rack.	0,300			0,300		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio del Team Leader:				0,300	0,000	0,167	0,300	0,000	0,167
Total tiempo normal del Team Leader:				0,467			0,467		

Resumen del balanceo de línea:

Nota: todos los tiempos están indicados en minutos.

Estación	Descripción	HVAC AUTOMÁTICO		HVAC MANUAL		Capacidad diaria 1 ^{er} turno		Capacidad diaria 2 ^{do} turno	
		Tiempo normal	Tiempo estándar	Tiempo normal	Tiempo estándar	Automático	Manual	Automático	Manual
2	Armado de puerta Recirculo, puerta Mix y subconjuntos Servo Air Mix y Modo.	1,669	1,848	1,200	1,328	270	375	250	348
3	Montaje del Heater.	2,128	2,356	1,778	1,968	211	253	196	235
4	Armado de carcasa Recirculo, Heater Core y Case Cover.	1,840	2,037	1,840	2,037	244	244	227	227
5	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	1,900	2,103	1,900	2,103	237	237	220	220
6	Cierre del Heater.	1,980	2,192	2,020	2,236	227	223	211	207
8	Armado del conjunto Blower y unión con el Heater-Cooler.	1,825	2,020	1,964	2,174	246	229	229	213
9	Banco de pruebas.	1,808	2,001	1,808	2,001	249	249	231	231
Contenido de trabajo de la línea:		14,557		13,848					
1	Armado de puertas Face y Foot y marco plástico.	1,850	2,048	1,850	2,048	243	243	226	226
7	Implante y balanceo de ventolas.	1,510	1,672	1,510	1,672	298	298	276	276
Contenido de trabajo fuera de línea:		3,720		3,720					
Tareas del Team Leader		0,467	0,517	0,467	0,517				
Tiempo de tareas del Team Leader:		0,517		0,517					

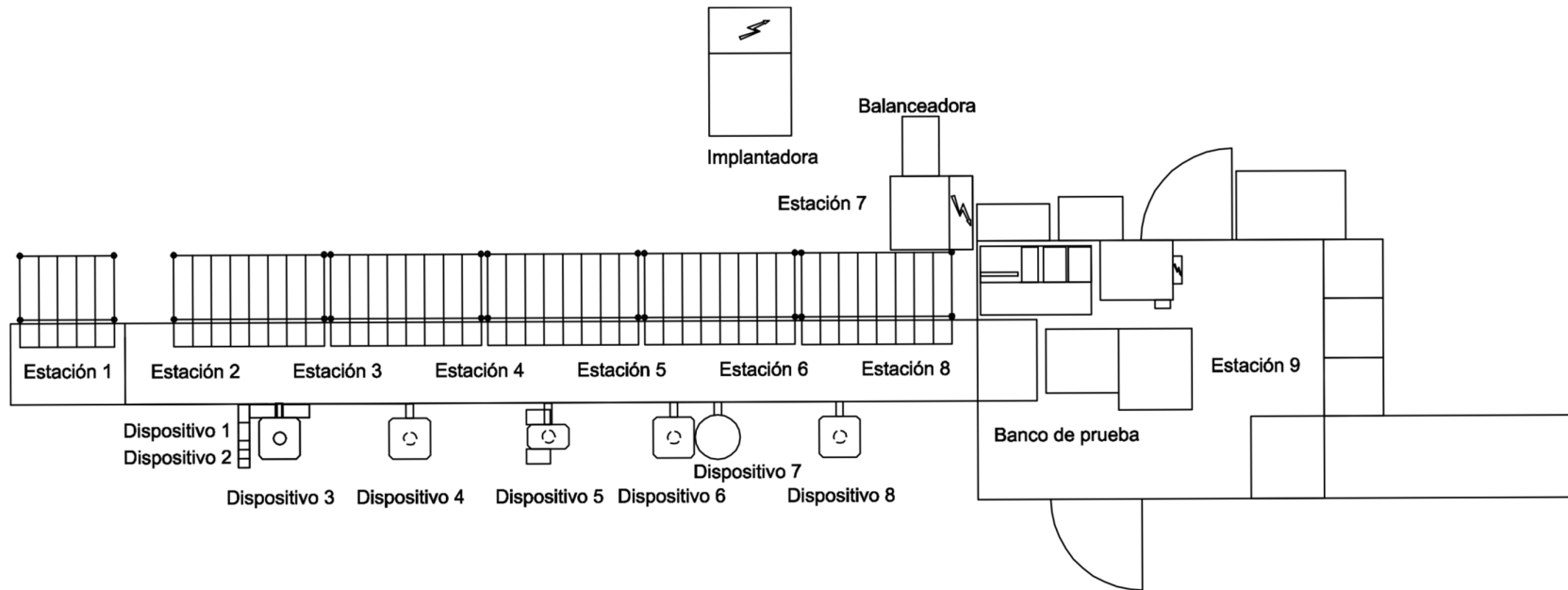
ANEXO 5: RELACIONES DE PRECEDENCIA DE LAS OPERACIONES

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		Predecesoras inmediatas	Observaciones
		N°	Descripción		
10	Armado de puerta Face	1	Tomar la puerta Face, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.		
20	Armado de puerta Foot	2	Tomar la puerta Foot, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.		
30	Armado de marco plástico	3	Tomar el marco plástico.		
40	Armado de puerta Recirculo	4	Tomar y montar las dos guarniciones en el mismo.		
		5	Tomar la puerta Recirculo, tomar las guarniciones internas y sacarles el film.		
		6	Montar la primera guarnición interna en la puerta.		
		7	Montar la segunda guarnición interna en la puerta.		
		8	Tomar las guarniciones externas y sacarles el film.		
		9	Montar la primera guarnición externa en la puerta.		
50	Armado de puerta Mix o A/M	10	Montar la segunda guarnición externa en la puerta.		
		11	Tomar el marco de la puerta Mix y colocarlo en el dispositivo, tomar y montar las guarniciones, montar los films superior e inferior en el marco y colocar la puerta en la bandeja correspondiente.		Requiere del dispositivo de armado 1. La puerta Mix no se podrá trasladar en la línea y se deberá colocar en la bandeja que se encuentra a la izquierda del dispositivo, de manera de reducir su manipulación y transporte evitando que se manche o raye.
60	Armado del subconjunto Servo Air Mix	12	Tomar el servomotor Air Mix y colocarlo en el dispositivo, montar el bracket y fijar sus extremos con dos tornillos. Colocar la leva Servo Air Mix a presión en el servomotor.		Requiere del dispositivo de armado 2.
		13	Llenar el contenedor de brackets.		
70	Armado del subconjunto Servo Modo	14	Colocar la leva Servo Modo en el servomotor Modo.		
80	Cierre de carcasas del Heater	15	Tomar las carcasas del Heater y desacoplar fuera de línea.		
		16	Objetivar las guarniciones de las puertas Foot y Face.	10 y 20	
		17	Colocar la carcasa izquierda en el dispositivo de montaje correspondiente.		
		18	Aplicar grasa en los extremos y colocar las puertas dentro de la carcasa izquierda del Heater.		
		19	Posicionar la carcasa derecha sobre la izquierda y presionar para cerrar los clips.	50 y 80 (Tareas N° 15 y 17)	Requiere del dispositivo de montaje 3. El puesto de armado del Heater debe encontrarse inmediatamente después del montaje de la puerta Mix, de manera de tener acceso a la bandeja de puertas terminadas.
		20	Atornillar las carcasas empleando 3 tornillos.		
90	Montaje de levas	21	Colocar las dos levas de control de puertas en los extremos de las puertas Foot y Face, tomar el resorte y montarlo entre las levas, tomar la placa Modo, aplicarle grasa en las correderas y eje y clipsarla a la carcasa.	80	
100	Montaje de puerta Mix en el Heater	22	Girar el dispositivo para que la cavidad quede hacia arriba.		
		23	Posicionar la puerta Mix o A/M en la cavidad, colocar el marco plástico sobre la puerta.		
		24	Atornillar empleando 4 tornillos.	30 y 90	Requiere del dispositivo de montaje 3 ó 7.
		25	Colocar el eje dentado en el conjunto.		
		26	Engrasar la leva dentada y clipsarla en el extremo del eje dentado.		
		27	Llenar el contenedor de levas dentadas.		
		28	Colocar los subconjuntos Servo Modo y Air Mix en la carcasa del Heater empleando 5 tornillos.	60, 70 y 100	
110	Montaje de los subconjuntos Servo Modo y Servo Air Mix	29	Posicionar la puerta Recirculo dentro de la carcasa Recirculo.		
120	Armado del subconjunto carcasa Recirculo	30	Aplicar grasa en la guía de la leva Recirculo y en el alojamiento de la carcasa y clipsar la leva.	40	
		31	Tomar la masa radiante del buffer y posicionarla en el dispositivo de armado.		
130	Armado del subconjunto Heater Core	32	Tomar los tubos metálicos largo y corto y montar los o-rings en sus extremos.		Requiere del dispositivo de armado 5.
		33	Tomar las grampas y posicionarlas en el Heater Core. Montar los tubos largo y corto.		
		34	Cerrar las grampas y atornillarlas empleado 2 tornillos.		
		35	Montar el subconjunto Heater Core en el equipo.		
140	Montaje del subconjunto Heater Core en el Heater	36	Colocar el soporte de tubos y atornillarlos empleando 1 tornillo.	100 y 130	
		37	Tomar el Case Cover, posicionarlo en el dispositivo Poka Yoke, verificar la obturación de la carcasa y montar la guarnición de goma.		Requiere del dispositivo Poka Yoke 4.
150	Armado del subconjunto Case Cover	38	Tomar y montar primera guarnición sobre el bode lateral.		Relación de precedencia considerada para asegurar que no se consuma
		39	Tomar y montar la segunda guarnición en la salida de la válvula.	150 (Tarea N° 37)	
		40	Dejar en línea de montaje.		tiempo de ciclo en productos defectuosos.

160	Armado del subconjunto evaporador	41	Tomar el evaporador y posicionarlo en el dispositivo de armado.		Requiere del dispositivo de armado 6.
		42	Colocar los packings en el evaporador.		
		44	Sacarlo del dispositivo y colocarlo en la línea.		
		43	Retirar la tapa del mismo y aceitar los o'rings con pincel.		
		45	Posicionar el termistor en el alojamiento previsto del evaporador.	160	
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	46	Tomar el Heater, posicionarlo en la línea y montar las guarniciones pequeñas.	100	
		47	Montar la guarnición grande en la puerta Face.	100	
		59	Colocar el packing en la salida del desempañador según la marca en la carcasa.	100	
		48	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (internas).	100	
		60	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (externas).	200	
180	Montaje de packing fino en el Heater	49	Tomar el Heater y colocarlo en el dispositivo.	100	
		50	Montar el packing fino en la carcasa del Heater de manera simétrica.		
190	Montaje del subconjunto evaporador	51	Tomar el subconjunto evaporador y colocarlo sobre la puerta Mix en el Heater.	160 (Tarea N° 45), 170 (Tarea N° 48) y 180	Requiere del dispositivo de montaje 3 ó 7.
200	Montaje del subconjunto Case Cover	52	Montar el subconjunto carcasa cobertor sobre el Heater-Cooler y cerrar los clips.	150 y 190	Requiere del dispositivo de montaje 3 ó 7.
		53	Acomodar el cable del termistor de manera que se oriente hacia afuera.		
		54	Atornillar el Case Cover empleando 4 tornillos.		
210	Armado y montaje de la válvula de expansión	55	Insertar la válvula de expansión en el dispositivo de armado. Posicionarla en el evaporador y presionar para montar. Colocar el packing de salida en la misma.	160	Requiere del dispositivo móvil de montaje de la válvula de expansión, y del dispositivo de armado 3, 6 ó 7 para el apoyo del evaporador.
		56	Atornillar la válvula con 2 bulones.	(Tareas N° 41, 42, 43 y 44)	
		57	Controlar el torque de los bulones de la válvula y dejar en línea.		
		58	Montar guarnición de conectores del evaporador.	200 y 210	
220	Montaje del cableado	61	Montar el cable control Air Mix.	200	
		62	Montar el cable control Modo.		
		63	Montar el cable control Recirculo o Fresh Air Control.	120	
230	Montaje del servomotor Blower y clipsado de leva Servo Blower	64	Tomar el servomotor Blower y posicionarlo en el subconjunto carcasa Recirculo. Ajustarlo empleando 3 tornillos.	120	
		65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.		
240	Implante y balanceo de ventola	66	Tiempo de máquina de implante.	240 (Tareas N° 65, 66 y 67)	Requiere del empleo de la balanceadora de ventolas.
		67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.		
		68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.		
		69	Tiempo de máquina de balanceo 1.		
		70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.		
		71	Tiempo de máquina de balanceo 2.		
		72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.		
		73	Cambiar la caja de ventolas.		
250	Montaje del conjunto Blower	74	Cambiar la caja de motores.	120, 240 y 250 (Tarea N° 79)	Requiere del dispositivo de montaje 8.
		75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.		
		79	Colocar el packing al resistor de variación de la velocidad.		
		76	Tomar el subconjunto carcasa Recirculo y colocarlo en el dispositivo de montaje de carcasas del Blower.		
		77	Tomar el subconjunto carcasas Blower y clipsarlo en la carcasa Recirculo.		
		78	Posicionar el motor-fan en la cavidad prevista en el Blower.		
		80	Posicionar el IC Power / resistor en el alojamiento previsto en la carcasa.		
260	Montaje de packing en el Blower	81	Fijar con 12 tornillos y posicionar en línea.	250	
		82	Montar la guarnición de sellado en la apertura del Blower.		

270	Armado del Equipo Final	83	Unir el conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler, trabar los clips.	110, 140, 220, 230 y 250	
		84	Fijar empleando 3 tornillos.		
280	Prueba del equipo en el banco final	85	Objetivar el HVAC.	170 (Tareas N° 46, 47, 59 y 60), 210 (Tarea N° 58), 260 y 270	Requiere del banco de pruebas. Posterior a esta operación no se podrán realizar tareas de montaje, sino únicamente colocación de packings externos y objetivaciones finales.
		86	Objetivar el HVAC.		
		87	Tomar el HVAC, posicionarlo sobre el banco de pruebas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.		
		88	Tiempo de controles del banco.		
		89	Dar confirmación visual presionando el botón Ciclo Visivo para aprobar el equipo.		
		90	Tomar las etiquetas y pegarlas en la unidad.		
290	Colocación del tapón en la válvula de expansión	91	Tomar el equipo del banco de pruebas y colocarlo sobre la línea de salida.	270	
		92	Colocar el tapón en los conectores de la válvula de expansión.		
		93	Objetivar la presencia del tapón y la etiqueta de aprobación.		
300	Colocación de los equipos en racks	94	Cargar los tapones de la válvula en el contenedor.	280	
		5	Limpiar con lampazo los racks, tomar la unidad de la línea de salida y colocar 6 equipos por rack.		

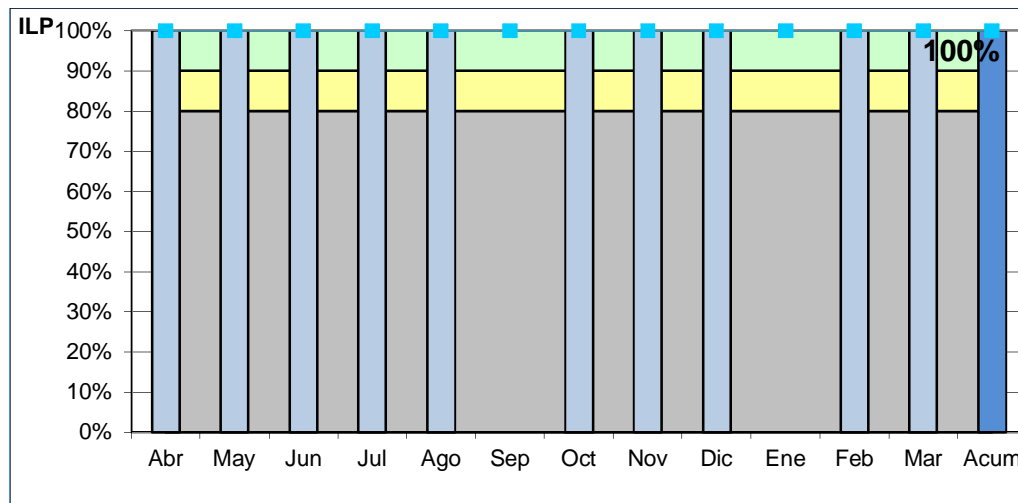
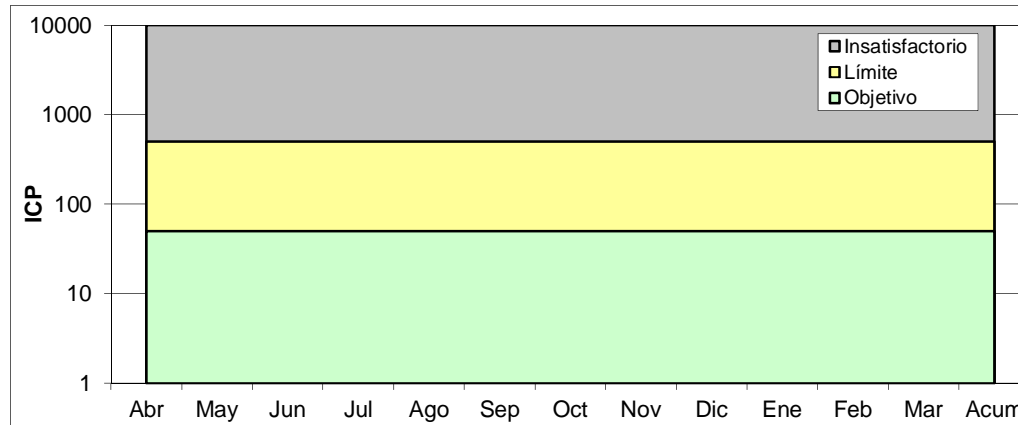
Identificación de los dispositivos:



ANEXO 6: PERFORMANCE DE PECVAL

Objetivos	CALIDAD					LOGISTICA						
	Objetivo = 50 Límite = 500					100 % de entregas completas y sin entregas nulas Satisfactorio >= 90% Regular >= 80%						
Año 2012	Partes rechazadas	Partes recibidas	Índice ICP	Calificación	Cumple	Entregas nulas	Entregas fuera de tiempo	Entregas incompletas	Entregas totales	Índice ILP	Calificación	Cumple
Abril	0	42029	0	Óptimo	Si	0	0	0	1	100%	Óptimo	Si
Mayo	0	27296	0	Óptimo	Si	0	0	0	1	100%	Óptimo	Si
Junio	0	56263	0	Óptimo	Si	0	0	0	1	100%	Óptimo	Si
Julio	0	50939	0	Óptimo	Si	0	0	0	1	100%	Óptimo	Si
Agosto	0	59264	0	Óptimo	Si	0	0	0	1	100%	Óptimo	Si
Septiembre	0	0				0	0	0	0			
Octubre	0	70611	0	Óptimo	Si	0	0	0	1	100%	Óptimo	Si
Noviembre	0	70611	0	Óptimo	Si	0	0	0	1	100%	Óptimo	Si
Diciembre	0	60048	0	Óptimo	Si	0	0	0	1	100%	Óptimo	Si
Enero	0	0				0	0	0	0			
Febrero	0	44714	0	Óptimo	Si	0	0	0	1	100%	Óptimo	Si
Marzo	0	55407	0	Óptimo	Si	0	0	0	1	100%	Óptimo	Si
ACUMULADO	0	537182	0	Óptimo	Si	0	0	0	10	100%	Óptimo	Si

COMPRAS	Objetivo	Real	Diferencia	Calificación	Cumple
Año 2012	100	100	0	Satisfactorio	SI



ANEXO 7: ALTERNATIVA 1

Balanceo de la línea

Nota: todos los tiempos están indicados en minutos.

Estación 1: Armado de puertas Face y Foot y marco plástico (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
10	Armado de puerta Face	1	Tomar la puerta Face, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.	0,800			0,800		
20	Armado de puerta Foot	2	Tomar la puerta Foot, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.	0,800			0,800		
30	Armado de marco plástico	3	Tomar el marco plástico.	0,050			0,050		
		4	Tomar y montar las dos guarniciones en el mismo.	0,200			0,200		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 1:				1,850	0,000	0,000	1,850	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 1:				1,850			1,850		

Estación 2: Armado de puerta Recirculo, puerta Mix y subconjuntos Servo Air Mix y Modo.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
40	Armado de puerta Recirculo	5	Tomar la puerta Recirculo, tomar las guarniciones internas y sacarles el film.	0,150			0,150		
		6	Montar la primera guarnición interna en la puerta.	0,140			0,140		
		7	Montar la segunda guarnición interna en la puerta.	0,150			0,150		
		8	Tomar las guarniciones externas y sacarles el film.	0,180			0,180		
		9	Montar la primera guarnición externa en la puerta.	0,140			0,140		
		10	Montar la segunda guarnición externa en la puerta.	0,140			0,140		
50	Armado de puerta Mix o A/M	11	Tomar el marco de la puerta Mix y colocarlo en el dispositivo, tomar y montar las guarniciones, montar los films superior e inferior en el marco y colocar la puerta en la bandeja correspondiente.	0,300			0,300		
60	Armado del subconjunto Servo Air Mix	12	Tomar el servomotor Air Mix y colocarlo en el dispositivo, montar el bracket y fijar sus extremos con dos tornillos. Colocar la leva Servo Air Mix a presión en el servomotor.	0,350					
70	Armado del subconjunto Servo Modo	13	Llenar el contenedor de brackets.		0,019				
80	Cierre de carcasas del Heater	14	Colocar la leva Servo Modo en el servomotor Modo.	0,100					
		17	Objetivar las guarniciones de las puertas Foot y Face.	0,100			0,100		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 2:				1,750	0,019	0,000	1,300	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 2:				1,769			1,300		

Estación 3: Montaje del Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
80	Cierre de carcasas del Heater	15	Tomar las carcasas del Heater y desacoplar fuera de línea.	0,160			0,160		
		16	Colocar la carcasa izquierda en el dispositivo de montaje correspondiente.	0,060			0,060		
		18	Aplicar grasa en los extremos y colocar las puertas dentro de la carcasa izquierda del Heater.	0,130			0,130		
		19	Posicionar la carcasa derecha sobre la izquierda y presionar para cerrar los clips.	0,120			0,120		
		20	Atornillar las carcasas empleando 3 tornillos.	0,228			0,228		

90	Montaje de levas	21	Colocar las dos levas de control de puertas en los extremos de las puertas Foot y Face, tomar el resorte y montarlo entre las levas, tomar la placa Modo, aplicarle grasa en las correderas y eje y clipsarla a la carcasa.	0,350			0,350		
100	Montaje de puerta Mix en el Heater	22	Girar el dispositivo para que la cavidad quede hacia arriba.	0,050			0,050		
		23	Posicionar la puerta Mix o A/M en la cavidad, colocar el marco plástico sobre la puerta.	0,100			0,100		
		24	Atornillar empleando 4 tornillos.	0,210			0,210		
		25	Colocar el eje dentado en el conjunto.	0,110			0,110		
		26	Engrasar la leva dentada y clipsarla en el extremo del eje dentado.	0,150			0,150		
110	Montaje de los subconjuntos Servo Modo y Servo Air Mix	27	Llenar el contenedor de levas dentadas.		0,010			0,010	
		28	Colocar los subconjuntos Servo Modo y Air Mix en la carcasa del Heater empleando 5 tornillos.	0,350					
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 3:				2,018	0,010	0,000	1,668	0,010	0,000
Total tiempo normal de la estación 3:							1,678		

Estación 4: Armado de carcasa Recirculo, Heater Core y Case Cover.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
120	Armado del subconjunto carcasa Recirculo	29	Posicionar la puerta Recirculo dentro de la carcasa Recirculo.	0,060			0,060		
		30	Aplicar grasa en la guía de la leva Recirculo y en el alojamiento de la carcasa y clipsar la leva.	0,270			0,270		
130	Armado del subconjunto Heater Core	31	Tomar la masa radiante del buffer y posicionarla en el dispositivo de armado.	0,100			0,100		
		32	Tomar los tubos metálicos largo y corto y montar los o'rings en sus extremos.	0,150			0,150		
		33	Tomar las grampas y posicionarlas en el Heater Core. Montar los tubos largo y corto.	0,250			0,250		
		34	Cerrar las grampas y atornillarlas empleado 2 tornillos.	0,200			0,200		
140	Montaje del subconjunto Heater Core en el Heater	35	Montar el subconjunto Heater Core en el equipo.	0,120			0,120		
		36	Colocar el soporte de tubos y atornillarlos empleando 1 tornillo.	0,180			0,180		
150	Armado del subconjunto Case Cover	37	Tomar el Case Cover, posicionarlo en el dispositivo Poka Yoke, verificar la obturación de la carcasa y montar la guarnición de goma.	0,150			0,150		
		38	Tomar y montar la primera guarnición sobre el bode lateral.	0,200			0,200		
		39	Tomar y montar la segunda guarnición en la salida de la válvula.	0,100			0,100		
		40	Dejar en línea de montaje.	0,060			0,060		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 4:				1,840	0,000	0,000	1,840	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 4:							1,840		

Estación 5: Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
160	Armado del subconjunto evaporador	41	Tomar el evaporador y posicionarlo en el dispositivo de armado.	0,150			0,150		
		42	Colocar los packings en el evaporador.	0,750			0,750		
		43	Retirar la tapa del mismo y aceitar los o'rings con pincel.	0,100			0,100		
		44	Sacarlo del dispositivo y colocarlo en la línea.	0,100			0,100		
		45	Posicionar el termistor en el alojamiento previsto del evaporador.	0,100			0,100		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	46	Tomar el Heater, posicionarlo en la línea y montar las guarniciones pequeñas.	0,250			0,250		
		47	Montar la guarnición grande en la puerta Face.	0,350			0,350		
		48	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (internas).	0,100			0,100		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 5:				1,900	0,000	0,000	1,900	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 5:							1,900		

Estación 6: Cierre del Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
180	Montaje de packing fino en el Heater	49	Tomar el Heater y colocarlo en el dispositivo.	0,100			0,100		
		50	Montar el packing fino en la carcasa del Heater de manera simétrica.	0,170			0,170		
190	Montaje del subconjunto evaporador	51	Tomar el subconjunto evaporador y colocarlo sobre la puerta Mix en el Heater.	0,100			0,100		
		52	Montar el subconjunto carcasa cobertor sobre el Heater-Cooler y cerrar los clips.	0,100			0,100		
200	Montaje del subconjunto Case Cover	53	Acomodar el cable del termistor de manera que se oriente hacia afuera.	0,150			0,150		
		54	Atornillar el Case Cover empleando 4 tornillos.	0,300			0,300		
		55	Insertar la válvula de expansión en el dispositivo de armado. Posicionarla en el evaporador y presionar para montar. Colocar el packing de salida en la misma.	0,100			0,100		
210	Armado y montaje de la válvula de expansión	56	Atornillar la válvula con 2 bulones.	0,200			0,200		
		57	Controlar el torque de los bulones de la válvula y dejar en línea.	0,100			0,100		
		58	Montar guarnición de conectores del evaporador.	0,110			0,110		
		59	Colocar el packing en la salida del desempañador según la marca en la carcasa.	0,200			0,200		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	60	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (externas).	0,130			0,130		
		61	Montar el cable control Air Mix.				0,100		
220	Montaje del cableado	62	Montar el cable control Modo.				0,080		
		63	Montar el cable control Recirculo o Fresh Air Control.				0,080		
230	Montaje del servomotor Blower y clipsado de leva Servo Blower	64	Tomar el servomotor Blower y posicionarlo en el subconjunto carcasa Recirculo. Ajustarlo empleando 3 tornillos.	0,220					
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 6:				1,980	0,000	0,000	2,020	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 6:				1,980			2,020		

Estación 7: Implante y balanceo de ventolas (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
240	Implante y balanceo de ventola	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	0,270			0,270		
		66	Tiempo de máquina de implante.	0,500			0,500		
		68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.	(0,230)			(0,230)		
		69	Tiempo de máquina de balanceo 1.	(0,200)			(0,200)		
		73	Cambiar la caja de ventolas.		(0,014)			(0,014)	
		74	Cambiar la caja de motores.		(0,088)			(0,088)	
		75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.		(0,003)			(0,003)	
		70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.	(0,070)			(0,070)		
		71	Tiempo de máquina de balanceo 2.	0,280			0,280		
		67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	0,200			0,200		
		67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	(0,150)			(0,150)		
		72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.	0,260			0,260		
		Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 7:				1,510	0,000	0,000	1,510
Total tiempo normal de la estación 7:				1,510			1,510		

Estación 8: Armado del conjunto Blower y unión con el Heater-Cooler

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
250	Montaje del conjunto Blower	76	Tomar el subconjunto carcasa Recirculo y colocarlo en el dispositivo de montaje de carcasas del Blower.	0,06			0,06		
		77	Tomar el subconjunto carcasas Blower y clipsarlo en la carcasa Recirculo.	0,080			0,080		
		78	Posicionar el motor-fan en la cavidad prevista en el Blower.	0,088			0,088		
		79	Colocar el packing al resistor de variación de la velocidad.				0,139		
		80	Posicionar el IC Power / resistor en el alojamiento previsto en la carcasa.	0,174			0,174		
260	Montaje de packing en el Blower	81	Fijar con 12 tornillos y posicionar en línea.	0,580			0,580		
		82	Montar la guarnición de sellado en la apertura del Blower.	0,203			0,203		
270	Armado del Equipo Final	83	Unir el conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler, trabar los clips.	0,174			0,174		
		84	Fijar empleando 3 tornillos.	0,200			0,200		
		85	Objetivar el HVAC.	0,267			0,267		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 8:	1,825	0,000	0,000	1,964	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 8:	1,825	1,964
--	--------------	--------------

Estación 9: Banco de pruebas.

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
280	Prueba del equipo en el banco final	87	Tomar el HVAC, posicionarlo sobre el banco de pruebas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.	0,150			0,150		
		88	Tiempo de controles del banco.	1,150			1,150		
		86	Objetivar el HVAC.	(0,200)			(0,200)		
290	Colocación del tapón en la válvula de expansión	92	Colocar el tapón en los conectores de la válvula de expansión.	(0,042)			(0,042)		
		93	Objetivar la presencia del tapón y la etiqueta de aprobación.	(0,082)			(0,082)		
		94	Cargar los tapones de la válvula en el contenedor.		(0,003)			(0,003)	
280	Prueba del equipo en el banco final	89	Dar confirmación visual presionando el botón Ciclo Visivo para aprobar el equipo.	0,343			0,343		
		90	Tomar las etiquetas y pegarlas en la unidad.	0,115			0,115		
		91	Tomar el equipo del banco de pruebas y colocarlo sobre la línea de salida.	0,050			0,050		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 9:	1,808	0,000	0,000	1,808	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 9:	1,808	1,808
--	--------------	--------------

Tareas del Team Leader:

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
-	-	1	Hoja de control "X-R".			0,012			0,012
-	-	2	Hoja de mantenimiento autónomo.			0,022			0,022
-	-	3	Transcripción de avance de producción.			0,012			0,012
-	-	4	Informe de recuperado y registro de Scrap.			0,121			0,121
300	Colocación de los equipos en racks	5	Limpiar con lampazo los racks, tomar la unidad de la línea de salida y colocar 6 equipos por rack.	0,300			0,300		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio del Team Leader:	0,300	0,000	0,167	0,300	0,000	0,167
---	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal del Team Leader:	0,467	0,467
---	--------------	--------------

Resumen del balanceo de línea:

Nota: todos los tiempos están indicados en minutos.

Estación	Descripción	HVAC AUTOMÁTICO		HVAC MANUAL		Capacidad diaria 1 ^{er} turno		Capacidad diaria 2 ^{do} turno	
		Tiempo normal	Tiempo estándar	Tiempo normal	Tiempo estándar	Automático	Manual	Automático	Manual
2	Armado de puerta Recirculo, puerta Mix y subconjuntos Servo Air Mix y Modo.	1,769	1,958	1,300	1,439	254	346	236	321
3	Montaje del Heater.	2,028	2,245	1,678	1,858	222	268	206	249
4	Armado de carcasa Recirculo, Heater Core y Case Cover.	1,840	2,037	1,840	2,037	244	244	227	227
5	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	1,900	2,103	1,900	2,103	237	237	220	220
6	Cierre del Heater.	1,980	2,192	2,020	2,236	227	223	211	207
8	Armado del conjunto Blower y unión con el Heater-Cooler	1,825	2,020	1,964	2,174	246	229	229	213
9	Banco de pruebas.	1,808	2,001	1,808	2,001	249	249	231	231
Contenido de trabajo de la línea:			14,557		13,848				
1	Armado de puertas Face y Foot y marco plástico.	1,850	2,048	1,850	2,048	243	243	226	226
7	Implante y balanceo de ventolas.	1,510	1,672	1,510	1,672	298	298	276	276
Contenido de trabajo fuera de línea:			3,720		3,720				
Tareas del Team Leader		0,467	0,517	0,467	0,517				
Tiempo de tareas del Team Leader:			0,517		0,517				

ANEXO 8: ALTERNATIVA 2

Balanceo de la línea

Nota: todos los tiempos están indicados en minutos.

Estación 1: Armado de puerta Face y marco plástico (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
10	Armado de puerta Face	1	Tomar la puerta Face, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.	0,800			0,800		
80	Cierre de carcasas del Heater	17	Objetivar las guarniciones de la puerta Face.	0,050			0,050		
30	Armado de marco plástico	3	Tomar el marco plástico.	0,050			0,050		
		4	Tomar y montar las dos guarniciones en el mismo.	0,200			0,200		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 1:				1,100	0,000	0,000	1,100	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 1:				1,100			1,100		

Estación 2: Armado de puertas Foot y Mix (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
20	Armado de puerta Foot	2	Tomar la puerta Foot, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.	0,800			0,800		
80	Cierre de carcasas del Heater	17	Objetivar las guarniciones de la puerta Foot.	0,050			0,050		
50	Armado de puerta Mix o A/M	11	Tomar el marco de la puerta Mix y colocarlo en el dispositivo, tomar y montar las guarniciones, montar los films superior e inferior en el marco y colocar la puerta en la bandeja correspondiente.	0,300			0,300		
80	Cierre de carcasas del Heater	15	Tomar las carcasas del Heater y desacoplar fuera de línea.	0,160			0,160		
100	Montaje de puerta Mix en el Heater	27	Llenar el contenedor de levas dentadas.		0,010			0,010	
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 2:				1,310	0,010	0,000	1,310	0,010	0,000
Total tiempo normal de la estación 2:				1,320			1,320		

Estación 3: Montaje del Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
80	Cierre de carcasas del Heater	16	Colocar la carcasa izquierda en el dispositivo de montaje correspondiente.	0,060			0,060		
		18	Aplicar grasa en los extremos y colocar las puertas dentro de la carcasa izquierda del Heater.	0,130			0,130		
		19	Posicionar la carcasa derecha sobre la izquierda y presionar para cerrar los clips.	0,120			0,120		
		20	Atornillar las carcasas empleando 3 tornillos.	0,228			0,228		
90	Montaje de levas	21	Colocar las dos levas de control de puertas en los extremos de las puertas Foot y Face, tomar el resorte y montarlo entre las levas, tomar la placa Modo, aplicarle grasa en las correderas y eje y clipsarla a la carcasa.	0,350			0,350		

100	Montaje de puerta Mix en el Heater	22	Girar el dispositivo para que la cavidad quede hacia arriba.	0,050			0,050		
		23	Posicionar la puerta Mix o A/M en la cavidad, colocar el marco plástico sobre la puerta.	0,100			0,100		
		24	Atornillar empleando 4 tornillos.	0,210			0,210		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	48	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (internas).	0,100			0,100		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 3:	1,348	0,000	0,000	1,348	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 3:	1,348	1,348
--	--------------	--------------

Estación 4: Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
160	Armado del subconjunto evaporador	41	Tomar el evaporador y posicionarlo en el dispositivo de armado.	0,150			0,150		
		42	Colocar los packings en el evaporador.	0,750			0,750		
		43	Retirar la tapa del mismo y aceitar los o-rings con pincel.	0,100			0,100		
		44	Sacarlo del dispositivo y colocarlo en la línea.	0,100			0,100		
		45	Posicionar el termistor en el alojamiento previsto del evaporador.	0,100			0,100		
180	Montaje de packing fino en el Heater	50	Montar el packing fino en la carcasa del Heater de manera simétrica.	0,170			0,170		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 4:	1,370	0,000	0,000	1,370	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 4:	1,370	1,370
--	--------------	--------------

Estación 5: Implante de ventolas y armado de Case Cover y subconjunto Servo Air Mix (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
240	Implante de ventola	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	0,270			0,270		
		66	Tiempo de máquina de implante.	0,500			0,500		
		73	Cambiar la caja de ventolas.		(0,014)			(0,014)	
		74	Cambiar la caja de motores.		(0,088)			(0,088)	
		75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.		(0,003)			(0,003)	
150	Armado del subconjunto Case Cover	37	Tomar el Case Cover, posicionarlo en el dispositivo Poka Yoke, verificar la obturación de la carcasa y montar la guarnición de goma.	(0,150)			(0,150)		
		38	Tomar y montar la primera guarnición sobre el bode lateral.	(0,200)			(0,200)		
		39	Tomar y montar la segunda guarnición en la salida de la válvula.	(0,045)			(0,045)		
		40	Dejar en el carro.	0,055			0,055		
240	Implante de ventola	67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	0,150			0,150		
60	Armado del subconjunto Servo Air Mix	12	Tomar el servomotor Air Mix y colocarlo en el dispositivo, montar el bracket y fijar sus extremos con dos tornillos. Colocar la leva Servo Air Mix a presión en el servomotor.	0,350					
		13	Llenar el contenedor de brackets.		0,019				

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 5:	1,385	0,019	0,000	1,035	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 5:	1,404	1,035
--	--------------	--------------

Estación 6: Cierre del Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
180	Montaje de packing fino en el Heater	49	Tomar el Heater y colocarlo en el dispositivo.	0,100			0,100		
100	Montaje de puerta Mix en el Heater	25	Colocar el eje dentado en el conjunto.	0,110			0,110		
		26	Engrasar la leva dentada y clipsarla en el extremo del eje dentado.	0,150			0,150		
190	Montaje del subconjunto evaporador	51	Tomar el subconjunto evaporador y colocarlo sobre la puerta Mix en el Heater.	0,100			0,100		

200	Montaje del subconjunto Case Cover	52	Montar el subconjunto carcasa cobertor sobre el Heater-Cooler y cerrar los clips.	0,100			0,100		
		53	Acomodar el cable del termistor de manera que se oriente hacia afuera.	0,150			0,150		
		54	Atornillar el Case Cover empleando 4 tornillos.	0,300			0,300		
210	Armado y montaje de la válvula de expansión	55	Insertar la válvula de expansión en el dispositivo de armado. Posicionarla en el evaporador y presionar para montar. Colocar el packing de salida en la misma.	0,100			0,100		
		56	Atornillar la válvula con 2 bulones.	0,200			0,200		
		57	Controlar el torque de los bulones de la válvula y dejar en línea.	0,100			0,100		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 6:				1,410	0,000	0,000	1,410	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 6:				1,410			1,410		

Estación 7: Armado y montaje del Heater Core y colocación de packings en el Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
130	Armado del subconjunto Heater Core	31	Tomar la masa radiante del buffer y posicionarla en el dispositivo de armado.	0,100			0,100		
		32	Tomar los tubos metálicos largo y corto y montar los o-rings en sus extremos.	0,150			0,150		
		33	Tomar las grampas y posicionarlas en el Heater Core. Montar los tubos largo y corto.	0,250			0,250		
		34	Cerrar las grampas y atornillarlas empleado 2 tornillos.	0,200			0,200		
140	Montaje del subconjunto Heater Core en el Heater	35	Montar el subconjunto Heater Core en el equipo.	0,120			0,120		
		36	Colocar el soporte de tubos y atornillarlos empleado 1 tornillo.	0,180			0,180		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	46	Tomar el Heater, posicionarlo en la línea y montar las guarniciones pequeñas.	0,250			0,250		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 7:				1,250	0,000	0,000	1,250	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 7:				1,250			1,250		

Estación 8: Armado de puerta y carcasa Recirculo.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL				
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio		
40	Armado de puerta Recirculo	5	Tomar la puerta Recirculo, tomar las guarniciones internas y sacarles el film.	0,150			0,150				
		6	Montar la primera guarnición interna en la puerta.	0,140			0,140				
		7	Montar la segunda guarnición interna en la puerta.	0,150			0,150				
		8	Tomar las guarniciones externas y sacarles el film.	0,180			0,180				
		9	Montar la primera guarnición externa en la puerta.	0,140			0,140				
		10	Montar la segunda guarnición externa en la puerta.	0,140			0,140				
		120	Armado del subconjunto carcasa Recirculo	29	Posicionar la puerta Recirculo dentro de la carcasa Recirculo.	0,060			0,060		
				30	Aplicar grasa en la guía de la leva Recirculo y en el alojamiento de la carcasa y clipsar la leva.	0,270			0,270		
		170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	60	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (externas).	0,130			0,130		
		Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 8:				1,360	0,000	0,000	1,360	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 8:				1,360			1,360				

Estación 9: Estación de balanceo de ventolas y armado del subconjunto Servo Modo (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
240	Implante de ventola	68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.	0,230			0,230		
250	Montaje del conjunto Blower	69	Tiempo de máquina de balanceo 1.	0,200			0,200		
		79	Colocar el packing al resistor de variación de la velocidad.				(0,139)		
240	Implante de ventola	70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.	0,350			0,350		
		71	Tiempo de máquina de balanceo 2.	0,200			0,200		
70	Armado del subconjunto Servo Modo	14	Colocar la leva Servo Modo en el servomotor Modo.	(0,100)					

230

240	Implante de ventola	72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.	0,260			0,260		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 9:				1,240	0,000	0,000	1,240	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 9:				1,240			1,240		

Estación 10: Armado del conjunto Blower y colocación de packings en el Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	47	Montar la guarnición grande en la puerta Face.	0,350			0,350		
250	Montaje del conjunto Blower	76	Tomar el subconjunto carcasa Recirculo y colocarlo en el dispositivo de montaje de carcasas del Blower.	0,06			0,06		
		77	Tomar el subconjunto carcasas Blower y clipsarlo en la carcasa Recirculo.	0,080			0,080		
		78	Posicionar el motor-fan en la cavidad prevista en el Blower.	0,088			0,088		
		80	Posicionar el IC Power / resistor en el alojamiento previsto en la carcasa.	0,174			0,174		
		81	Fijar con 12 tornillos y posicionar en línea.	0,580			0,580		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 10:				1,332	0,000	0,000	1,332	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 10:				1,332			1,332		

Estación 11: Unión del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler y montaje de servomotores y cableado.

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	59	Colocar el packing en la salida del desempañador según la marca en la carcasa.	0,200			0,200		
110	Montaje de los subconjuntos Servo Modo y Servo Air Mix	28	Colocar los subconjuntos Servo Modo y Air Mix en la carcasa del Heater empleando 5 tornillos.	0,350					
230	Montaje del servomotor Blower y clipsado de leva Servo Blower	64	Tomar el servomotor Blower y posicionarlo en el subconjunto carcasa Recirculo. Ajustarlo empleando 3 tornillos.	0,220					
220	Montaje del cableado	61	Montar el cable control Air Mix.				0,100		
		62	Montar el cable control Modo.				0,080		
		63	Montar el cable control Recirculo o Fresh Air Control.				0,080		
260	Montaje de packing en el Blower	82	Montar la guarnición de sellado en la apertura del Blower.	0,203			0,203		
270	Armado del Equipo Final	83	Unir el conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler, trabar los clips.	0,174			0,174		
		84	Fijar empleando 3 tornillos.	0,200			0,200		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 11:				1,346	0,000	0,000	1,036	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 11:				1,346			1,036		

Estación 12: Bancos de pruebas.

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
280	Prueba del equipo en los bancos de inspección final	92	Dar confirmación visual presionando el botón Ciclo Visivo para aprobar el equipo.	0,343			0,343		
		93	Pegar la segunda etiqueta de aprobación en el equipo.	0,058			0,058		
		94	Tomar el equipo del banco de pruebas eléctricas y colocarlo sobre la línea de salida.	0,050			0,050		
		90	Tomar el HVAC, posicionarlo sobre el banco de pruebas eléctricas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.	0,150			0,150		
		91	Tiempo del banco de control eléctrico o servomotores.	0,558			0,558		
		87	Tomar el HVAC de la línea de montaje, colocarlo sobre la plataforma del dispositivo de pruebas del banco de estanqueidad y circulación, seleccionar el modelo a probar y dar inicio al ciclo por medio de un pulsador bimanual.	(0,100)			(0,100)		

280	Prueba del equipo en los bancos de inspección final	88	Fijación automática de la pieza y tiempos de pruebas de estanqueidad y circulación.	(0.458)			(0.458)		
				0,167			0,167		
290	Colocación del tapón en la válvula de expansión	86	Objetivar el HVAC.	(0.200)			(0.200)		
		95	Colocar el tapón en los conectores de la válvula de expansión.	(0.042)			(0.042)		
		96	Objetivar la presencia del tapón y las etiquetas de aprobación.	(0.082)			(0.082)		
		97	Cargar los tapones de la válvula en el contenedor.		(0.003)			(0.003)	
280	Prueba del equipo en los bancos de inspección final	89	Pegar la primera etiqueta de aprobación en el equipo.	0,058				0,058	

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 12:	1,384	0,000	0,000	1,326	0,058	0,000
---	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 12:	1,384	1,384
---	--------------	--------------

Tareas del Team Leader:

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
210	Armado y montaje de la válvula de expansión	58	Montar guarnición de conectores del evaporador.	0,110			0,110		
270	Armado del Equipo Final	85	Objetivar el HVAC.	0,267			0,267		
-	-	1	Hoja de control "X-R".			0,012			0,012
-	-	2	Hoja de mantenimiento autónomo.			0,022			0,022
-	-	3	Transcripción de avance de producción.			0,012			0,012
-	-	4	Informe de recuperado y registro de Scrap.			0,121			0,121
300	Colocación de los equipos en racks	5	Limpiar con lampazo los racks, tomar la unidad de la línea de salida y colocar 6 equipos por rack.	0,300			0,300		

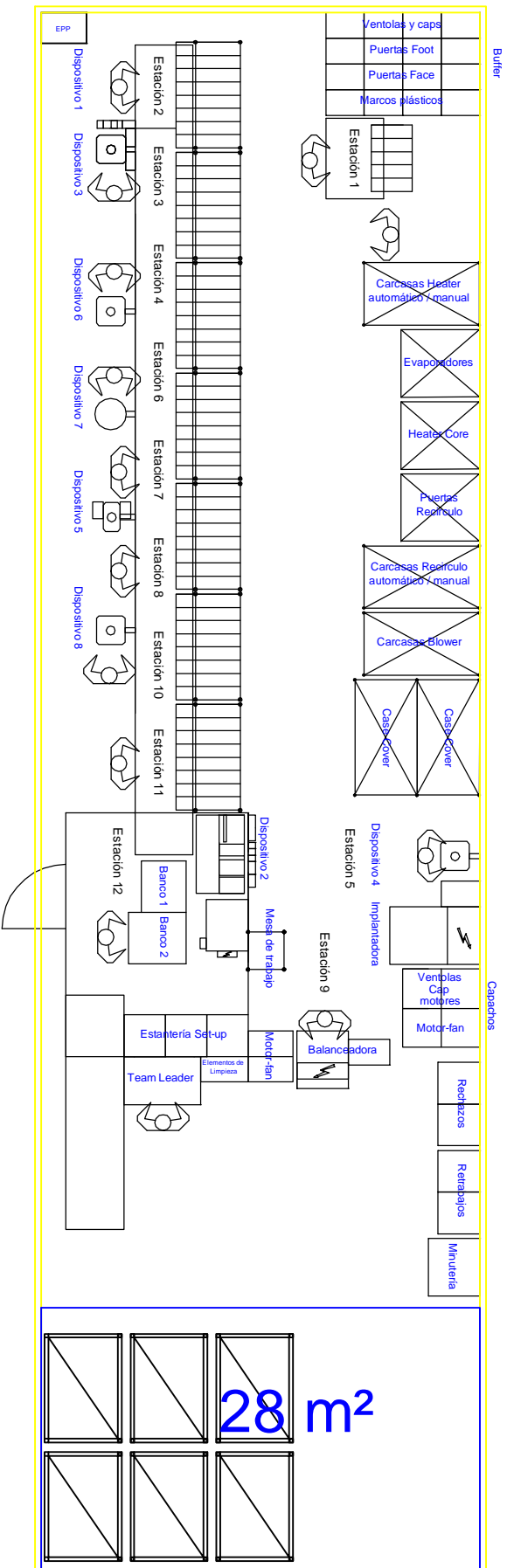
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio del Team Leader:	0,677	0,000	0,167	0,677	0,000	0,167
---	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal del Team Leader:	0,844	0,844
---	--------------	--------------

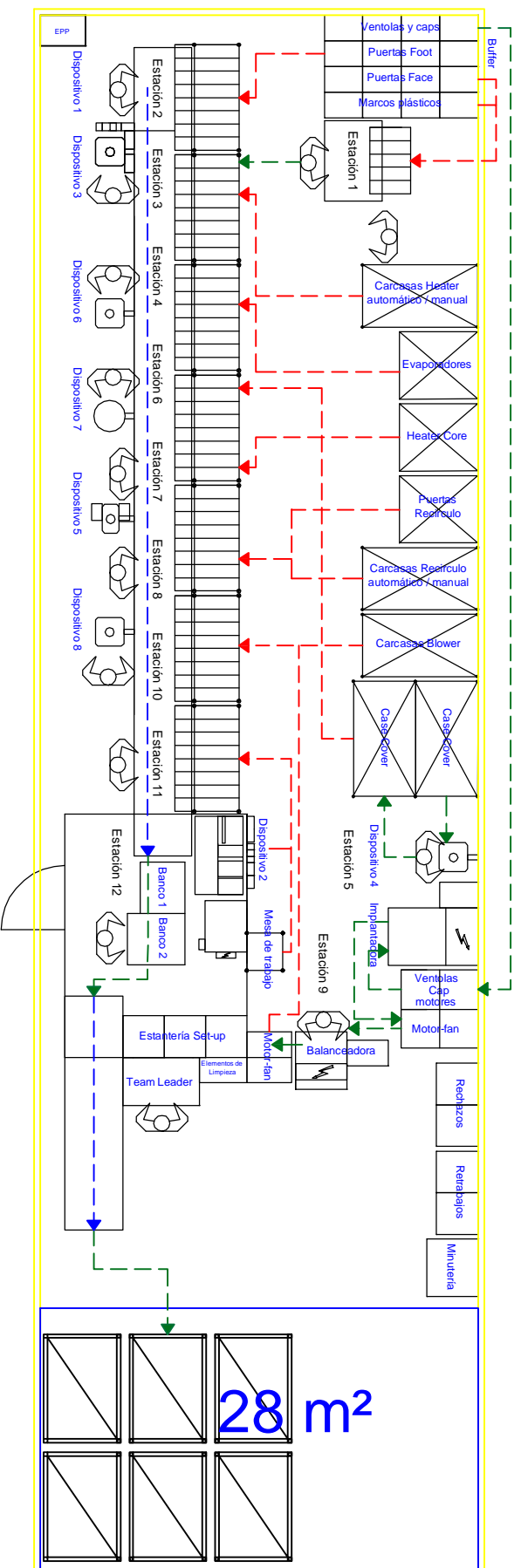
Resumen del balanceo de línea:

Nota: todos los tiempos están indicados en minutos.

Estación	Descripción	HVAC AUTOMÁTICO		HVAC MANUAL		Capacidad diaria 1 ^{er} turno		Capacidad diaria 2 ^{do} turno	
		Tiempo normal	Tiempo estándar	Tiempo normal	Tiempo estándar	Automático	Manual	Automático	Manual
3	Montaje del Heater.	1,348	1,492	1,348	1,492	334	334	310	310
4	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	1,370	1,517	1,370	1,517	328	328	305	305
6	Cierre del Heater.	1,410	1,561	1,410	1,561	319	319	296	296
7	Armado y montaje del Heater Core y colocación de packings en el Heater.	1,250	1,384	1,250	1,384	360	360	334	334
8	Armado de puerta y carcasa Recirculo.	1,360	1,506	1,360	1,506	331	331	307	307
10	Armado del conjunto Blower y colocación de packings en el Heater.	1,332	1,475	1,332	1,475	338	338	313	313
11	Unión del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler y montaje de servomotores y cableado.	1,346	1,490	1,036	1,147	334	434	310	403
12	Bancos de pruebas.	1,384	1,532	1,384	1,532	325	325	302	302
Contenido de trabajo de la línea:		11,956		11,613					
1	Armado de puerta Face y marco plástico.	1,100	1,218	1,100	1,218	409	409	379	379
2	Armado de puertas Foot y Mix.	1,320	1,461	1,320	1,461	341	341	316	316
5	Implante de ventolas y armado de Case Cover y subconjunto Servo Air Mix.	1,404	1,554	1,035	1,146	320	435	297	403
9	Balanceo de ventolas y armado del subconjunto Servo Modo.	1,240	1,373	1,240	1,373	363	363	337	337
Contenido de trabajo fuera de línea:		5,606		5,197					
Tareas del Team Leader		0,844	0,934	0,844	0,934				
Tiempo de tareas del Team Leader:		0,934		0,934					



Hoja		Escala		Apellido y nombre		TEMA
A4		1:100		UNC		
Rev.	Modificación	Fecha	Nombre	Empresa: DENSO DENSO Manufacturing Argentina		
				Medidas en metros	Dibujó:	
					Revisó:	
					Aprobó:	



Hoja		Escala		Apellido y nombre		TEMA
A4		1:100				
Medidas en metros		Dibujos		Revisión		
Revisión		Medidas en metros		Aprobado		
Fecha		Nombre		Empresa:		
Modificación		Nombre		DENSO Manufacturing Argentina		
Rev.		Nombre		DENSO		



Universidad Nacional de Córdoba
 Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
 Escuela de Ingeniería Industrial - Proyecto Integrador

ANEXO 9: ALTERNATIVAS 3 Y 4

Balanceo de la línea

Nota: todos los tiempos están indicados en minutos.

Estación 1: Armado de puertas y marco plástico (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
10	Armado de puerta Face	1	Tomar la puerta Face, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.	0,800			0,800		
20	Armado de puerta Foot	2	Tomar la puerta Foot, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.	0,800			0,800		
80	Cierre de carcasa del Heater	17	Objetivar las guarniciones de la puerta Face.	0,100			0,100		
30	Armado de marco plástico	3	Tomar el marco plástico.	0,050			0,050		
		4	Tomar y montar las dos guarniciones en el mismo.	0,200			0,200		
40	Armado de puerta Recirculo	5	Tomar la puerta Recirculo, tomar las guarniciones internas y sacarles el film.	0,150			0,150		
		6	Montar la primera guarnición interna en la puerta.	0,140			0,140		
		7	Montar la segunda guarnición interna en la puerta.	0,150			0,150		
		8	Tomar las guarniciones externas y sacarles el film.	0,180			0,180		
		9	Montar la primera guarnición externa en la puerta.	0,140			0,140		
		10	Montar la segunda guarnición externa en la puerta.	0,140			0,140		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 1:				1,425	0,000	0,000	1,425	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 1:				1,425			1,425		

Estación 2: Armado de puerta Air Mix y subconjuntos Case Cover, carcasa Recirculo y Servo Modo.

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
150	Armado del subconjunto Case Cover	37	Tomar el Case Cover, posicionarlo en el dispositivo Poka Yoke, verificar la obturación de la carcasa y montar la guarnición de goma.	0,150			0,150		
		38	Tomar y montar la primera guarnición sobre el bode lateral.	0,200			0,200		
		39	Tomar y montar la segunda guarnición en la salida de la válvula.	0,100			0,100		
		40	Dejar en la línea de montaje.	0,060			0,060		
120	Armado del subconjunto carcasa Recirculo	29	Posicionar la puerta Recirculo dentro de la carcasa Recirculo.	0,060			0,060		
70	Armado del subconjunto Servo Modo	30	Aplicar grasa en la guía de la leva Recirculo y en el alojamiento de la carcasa y clipsar la leva.	0,270			0,270		
		14	Colocar la leva Servo Modo en el servomotor Modo.	0,100					
50	Armado de puerta Mix o A/M	11	Tomar el marco de la puerta Mix y colocarlo en el dispositivo, tomar y montar las guarniciones, montar los films superior e inferior en el marco y colocar la puerta en la bandeja correspondiente.	0,300			0,300		
80	Cierre de carcasa del Heater	15	Tomar las carcasa del Heater y desacoplar fuera de línea.	0,160			0,160		
100	Montaje de puerta Mix en el Heater	27	Llenar el contenedor de levas dentadas.		0,010			0,010	
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 2:				1,400	0,010	0,000	1,300	0,010	0,000
Total tiempo normal de la estación 2:				1,410			1,310		

Estación 3: Montaje del Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
80	Cierre de carcasa del Heater	16	Colocar la carcasa izquierda en el dispositivo de montaje correspondiente.	0,060			0,060		
		18	Aplicar grasa en los extremos y colocar las puertas dentro de la carcasa izquierda del Heater.	0,130			0,130		
		19	Posicionar la carcasa derecha sobre la izquierda y presionar para cerrar los clips.	0,120			0,120		
		20	Atornillar las carcasa empleando 3 tornillos.	0,228			0,228		

90	Montaje de levas	21	Colocar las dos levas de control de puertas en los extremos de las puertas Foot y Face, tomar el resorte y montarlo entre las levas, tomar la placa Modo, aplicarle grasa en las correderas y eje y clipsarla a la carcasa.	0,350			0,350		
100	Montaje de puerta Mix en el Heater	22	Girar el dispositivo para que la cavidad quede hacia arriba.	0,050			0,050		
		23	Posicionar la puerta Mix o A/M en la cavidad, colocar el marco plástico sobre la puerta.	0,100			0,100		
		24	Atornillar empleando 4 tornillos.	0,210			0,210		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	48	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (internas).	0,100			0,100		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 3:				1,348	0,000	0,000	1,348	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 3:				1,348			1,348		

Estación 4: Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
160	Armado del subconjunto evaporador	41	Tomar el evaporador y posicionarlo en el dispositivo de armado.	0,150			0,150		
		42	Colocar los packings en el evaporador.	0,750			0,750		
		43	Retirar la tapa del mismo y aceitar los o'rings con pincel.	0,100			0,100		
		44	Sacarlo del dispositivo y colocarlo en la línea.	0,100			0,100		
		45	Posicionar el termistor en el alojamiento previsto del evaporador.	0,100			0,100		
180	Montaje de packing fino en el Heater	50	Montar el packing fino en la carcasa del Heater de manera simétrica.	0,170			0,170		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 4:				1,370	0,000	0,000	1,370	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 4:				1,370			1,370		

Estación 5: Cierre del Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
180	Montaje de packing fino en el Heater	49	Tomar el Heater y colocarlo en el dispositivo.	0,100			0,100		
100	Montaje de puerta Mix en el Heater	25	Colocar el eje dentado en el conjunto.	0,110			0,110		
190	Montaje del subconjunto evaporador	26	Engrasar la leva dentada y clipsarla en el extremo del eje dentado.	0,150			0,150		
		51	Tomar el subconjunto evaporador y colocarlo sobre la puerta Mix en el Heater.	0,100			0,100		
200	Montaje del subconjunto Case Cover	52	Montar el subconjunto carcasa cobertor sobre el Heater-Cooler y cerrar los clips.	0,100			0,100		
		53	Acomodar el cable del termistor de manera que se oriente hacia afuera.	0,150			0,150		
		54	Atornillar el Case Cover empleando 4 tornillos.	0,300			0,300		
210	Armado y montaje de la válvula de expansión	55	Insertar la válvula de expansión en el dispositivo de armado. Posicionarla en el evaporador y presionar para montar. Colocar el packing de salida en la misma.	0,100			0,100		
		56	Atornillar la válvula con 2 bulones.	0,200			0,200		
		57	Controlar el torque de los bulones de la válvula y dejar en línea.	0,100			0,100		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 5:				1,410	0,000	0,000	1,410	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 5:				1,410			1,410		

Estación 6: Armado del Heater Core y subconjunto Servo Air Mix.

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
130	Armado del subconjunto Heater Core	31	Tomar la masa radiante del buffer y posicionarla en el dispositivo de armado.	0,100			0,100		
		32	Tomar los tubos metálicos largo y corto y montar los o'rings en sus extremos.	0,150			0,150		
		33	Tomar las grampas y posicionarlas en el Heater Core. Montar los tubos largo y corto.	0,250			0,250		
		34	Cerrar las grampas y atornillarlas empleado 2 tornillos.	0,200			0,200		
140	Montaje del subconjunto Heater Core en el Heater	35	Montar el subconjunto Heater Core en el equipo.	0,120			0,120		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	36	Colocar el soporte de tubos y atornillarlos empleando 1 tornillo.	0,180			0,180		
		60	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (externas).	0,040			0,040		

60	Armado del subconjunto Servo Air Mix	12	Tomar el servomotor Air Mix y colocarlo en el dispositivo, montar el bracket y fijar sus extremos con dos tornillos. Colocar la leva Servo Air Mix a presión en el servomotor.	0,350					
		13	Llenar el contenedor de brackets.			0,019			
250	Montaje del conjunto Blower	79	Colocar el packing al resistor de variación de la velocidad.				0,139		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 6:				1,390	0,019	0,000	1,179	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 6:				1,409			1,179		

Estación 7: Implante y balanceo de ventolas (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
240	Implante y balanceo de ventola	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	0,270			0,270		
		66	Tiempo de máquina de implante.	0,500			0,500		
		68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.	(0,230)			(0,230)		
		69	Tiempo de máquina de balanceo 1.	(0,200)			(0,200)		
		68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.	(0,230)			(0,230)		
		69	Tiempo de máquina de balanceo 1.	(0,200)			(0,200)		
		70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.	(0,040)			(0,040)		
				0,310			0,310		
		71	Tiempo de máquina de balanceo 2.	0,200			0,200		
		67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	(0,150)			(0,150)		
		65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	(0,050)			(0,050)		
				0,220			0,220		
		66	Tiempo de máquina de implante.	0,500			0,500		
		70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.	(0,350)			(0,350)		
		71	Tiempo de máquina de balanceo 2.	(0,200)			(0,200)		
		72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.	(0,150)			(0,150)		
				0,110			0,110		
		72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.	0,260			0,260		
		67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.	0,150			0,150		
		73	Cambiar la caja de ventolas.		0,028			0,028	
		74	Cambiar la caja de motores.		0,176			0,176	
75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.		0,006			0,006			
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 7:				1,260	0,105	0,000	1,260	0,105	0,000
Total tiempo normal de la estación 7:				1,365			1,365		

Estación 8: Montaje de servomotores, cableado y conjunto Blower.

N° de operación	Descripción de la operación	N°	Tareas Descripción	HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
				Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
110	Montaje de los subconjuntos Servo Modo y Servo Air Mix	28	Colocar los subconjuntos Servo Modo y Air Mix en la carcasa del Heater empleando 5 tornillos.	0,350					
220	Montaje del cableado	61	Montar el cable control Air Mix.				0,100		
		62	Montar el cable control Modo.				0,080		
		63	Montar el cable control Recirculo o Fresh Air Control.				0,080		
250	Montaje del conjunto Blower	76	Tomar el subconjunto carcasa Recirculo y colocarlo en el dispositivo de montaje de carcasas del Blower.	0,06			0,06		
		77	Tomar el subconjunto carcasas Blower y clipsarlo en la carcasa Recirculo.	0,080			0,080		
		78	Posicionar el motor-fan en la cavidad prevista en el Blower.	0,088			0,088		
		80	Posicionar el IC Power / resistor en el alojamiento previsto en la carcasa.	0,174			0,174		
		81	Fijar con 12 tornillos y posicionar en línea.	0,580			0,580		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 8:				1,332	0,000	0,000	1,242	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 8:				1,332			1,242		

Estación 9: Colocación de packings en el Heater y Blower, montaje de servomotor y unión del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
230	Montaje del servomotor Blower y clipsado de leva Servo Blower	64	Tomar el servomotor Blower y posicionarlo en el subconjunto carcasa Recirculo. Ajustarlo empleando 3 tornillos.	0,220					
260	Montaje de packing en el Blower	82	Montar la guarnición de sellado en la apertura del Blower.	0,203			0,203		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	46	Tomar el Heater, posicionarlo en la línea y montar las guarniciones pequeñas.	0,250			0,250		
		47	Montar la guarnición grande en la puerta Face.	0,350			0,350		
270	Armado del Equipo Final	83	Unir el conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler, trabar los clips.	0,174			0,174		
		84	Fijar empleando 3 tornillos.	0,200			0,200		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 9:				1,396	0,000	0,000	1,176	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 9:				1,396			1,176		

Estación 10: Bancos de pruebas.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
280	Prueba del equipo en los bancos de inspección final	92	Dar confirmación visual presionando el botón Ciclo Visivo para aprobar el equipo.	0,343			0,343		
		93	Pegar la segunda etiqueta de aprobación en el equipo.	0,058			0,058		
		94	Tomar el equipo del banco de pruebas eléctricas y colocarlo sobre la línea de salida.	0,050			0,050		
		90	Tomar el HVAC, posicionarlo sobre el banco de pruebas eléctricas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.	0,150			0,150		
		91	Tiempo del banco de control eléctrico o servomotores.	0,558			0,558		
		87	Tomar el HVAC de la línea de montaje, colocarlo sobre la plataforma del dispositivo de pruebas del banco de estanqueidad y circulación, seleccionar el modelo a probar y dar inicio al ciclo por medio de un pulsador bimanual.	(0,100)			(0,100)		
		88	Fijación automática de la pieza y tiempos de pruebas de estanqueidad y circulación.	(0,458)			(0,458)		
290	Colocación del tapón en la válvula de expansión	86	Objetivar el HVAC.	0,167			0,167		
		95	Colocar el tapón en los conectores de la válvula de expansión.	(0,200)			(0,200)		
		96	Objetivar la presencia del tapón y las etiquetas de aprobación.	(0,042)			(0,042)		
280	Prueba del equipo en los bancos de inspección final	97	Cargar los tapones de la válvula en el contenedor.		(0,003)			(0,003)	
		89	Pegar la primera etiqueta de aprobación en el equipo.	0,058				0,058	
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 10:				1,384	0,000	0,000	1,326	0,058	0,000
Total tiempo normal de la estación 10:				1,384			1,384		

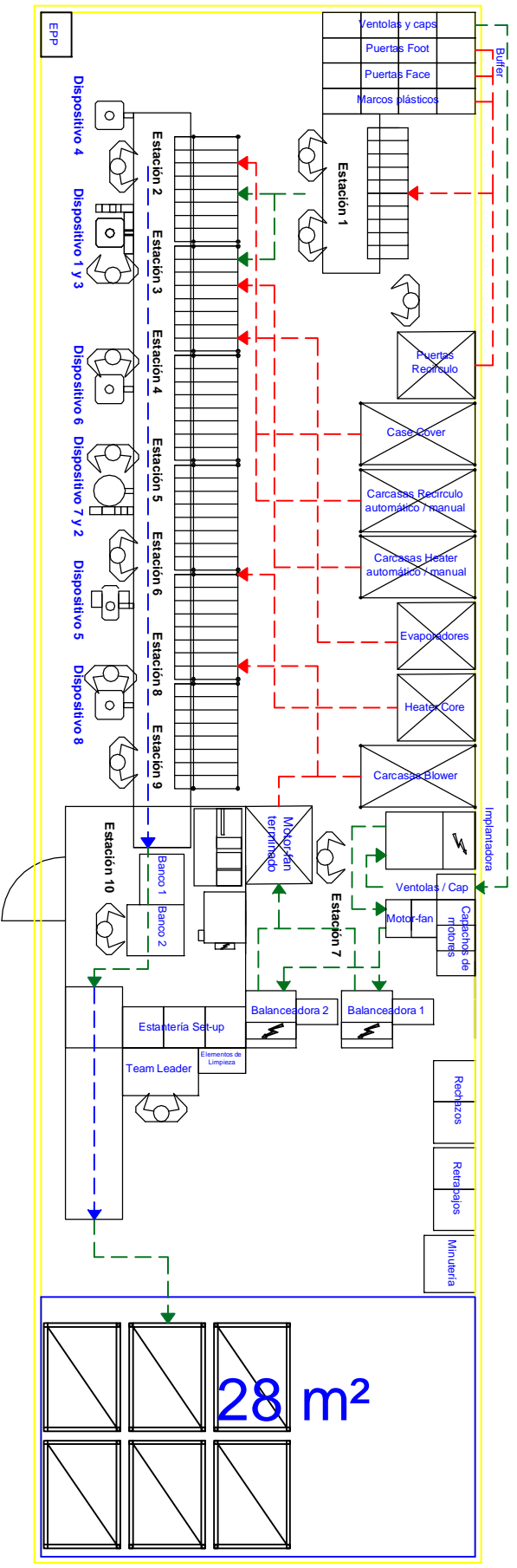
Tareas del Team Leader:

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	59	Colocar el packing en la salida del desempañador según la marca en la carcasa.	0,200			0,200		
210	Armado y montaje de la válvula de expansión	58	Montar guarnición de conectores del evaporador.	0,110			0,110		
270	Armado del Equipo Final	85	Objetivar el HVAC.	0,267			0,267		
-	-	1	Hoja de control "X-R".			0,012			0,012
-	-	2	Hoja de mantenimiento autónomo.			0,022			0,022
-	-	3	Transcripción de avance de producción.			0,012			0,012
-	-	4	Informe de recupero y registro de Scrap.			0,121			0,121
300	Colocación de los equipos en racks	5	Limpiar con lampazo los racks, tomar la unidad de la línea de salida y colocar 6 equipos por rack.	0,300			0,300		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio del Team Leader:				0,877	0,000	0,167	0,877	0,000	0,167
Total tiempo normal del Team Leader:				1,044			1,044		

Resumen del balanceo de línea:

Nota: todos los tiempos están indicados en minutos.

Estación	Descripción	HVAC AUTOMÁTICO		HVAC MANUAL		Capacidad diaria 1 ^{er} turno		Capacidad diaria 2 ^{do} turno	
		Tiempo normal	Tiempo estándar	Tiempo normal	Tiempo estándar	Automático	Manual	Automático	Manual
2	Armado de puerta Air Mix y subconjuntos Case Cover, carcasa Recirculo y Servo Modo.	1,410	1,561	1,310	1,450	319	343	296	319
3	Montaje del Heater.	1,348	1,492	1,348	1,492	334	334	310	310
4	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	1,370	1,517	1,370	1,517	328	328	305	305
5	Cierre del Heater.	1,410	1,561	1,410	1,561	319	319	296	296
6	Armado del Heater Core y subconjunto Servo Air Mix.	1,409	1,560	1,179	1,305	319	382	296	354
8	Montaje de servomotores, cableado y conjunto Blower.	1,332	1,475	1,242	1,375	338	362	313	336
9	Colocación de packings en el Heater y Blower, montaje de servomotor y unión del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler.	1,396	1,546	1,176	1,302	322	382	299	355
10	Bancos de pruebas.	1,384	1,532	1,384	1,532	325	325	302	302
Contenido de trabajo de la línea:		12,243		11,534					
1	Armado de puertas y marco plástico.	1,425	1,577	1,425	1,577	316	316	293	293
7	Implante y balanceo de ventolas.	1,365	1,511	1,365	1,511	330	330	306	306
Contenido de trabajo fuera de línea:		3,089		3,089					
Tareas del Team Leader		1,044	1,155	1,044	1,155				
Tiempo de tareas del Team Leader:		1,155		1,155					



Referencias	
Transporte a cargo de:	
Operario de logistica responsable de la alimentacion de la linea	—
Linea automatica	—
Operarios o Team Leader	—

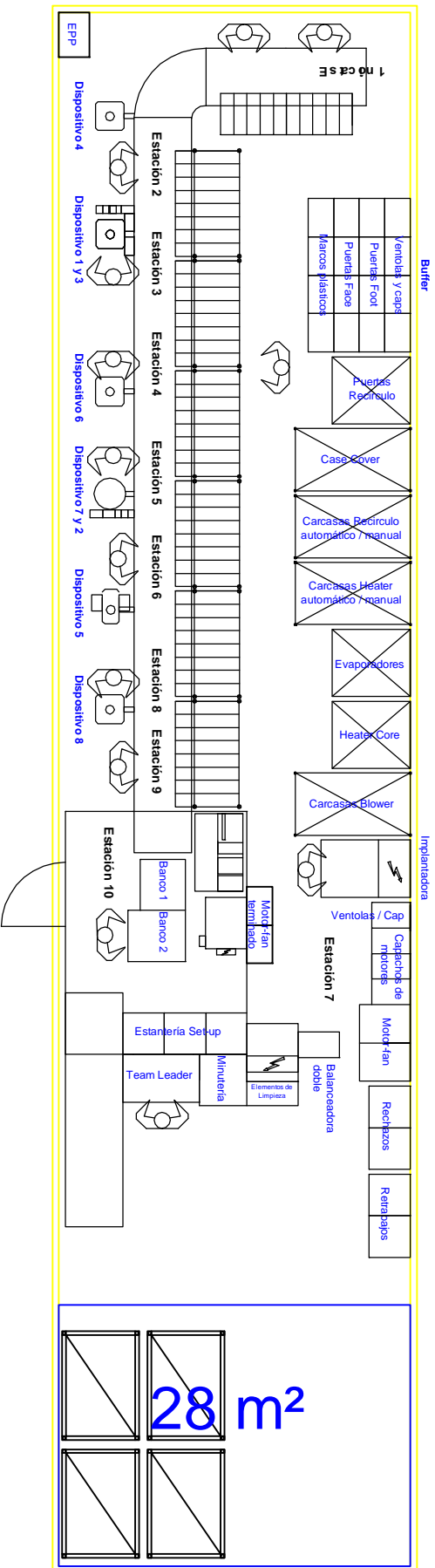
Hoja	Escala	Apellido y nombre	
A4	1:100	Dibujó:	
	Medidas en metros	Revisó:	
		Aprobó:	
		Empresa:	DENSO Manufacturing Argentina
			DENSO

TEMA

Transportes de la alternativa 3



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Escuela de Ingeniería Industrial - Proyecto Integrador



Hoja	Escala	Apellido y nombre	TEMA
A4	1:100		

Medidas en metros	Dibujos:	Revisión:	Aprobado:

Empresa:
DENSO Manufacturing Argentina

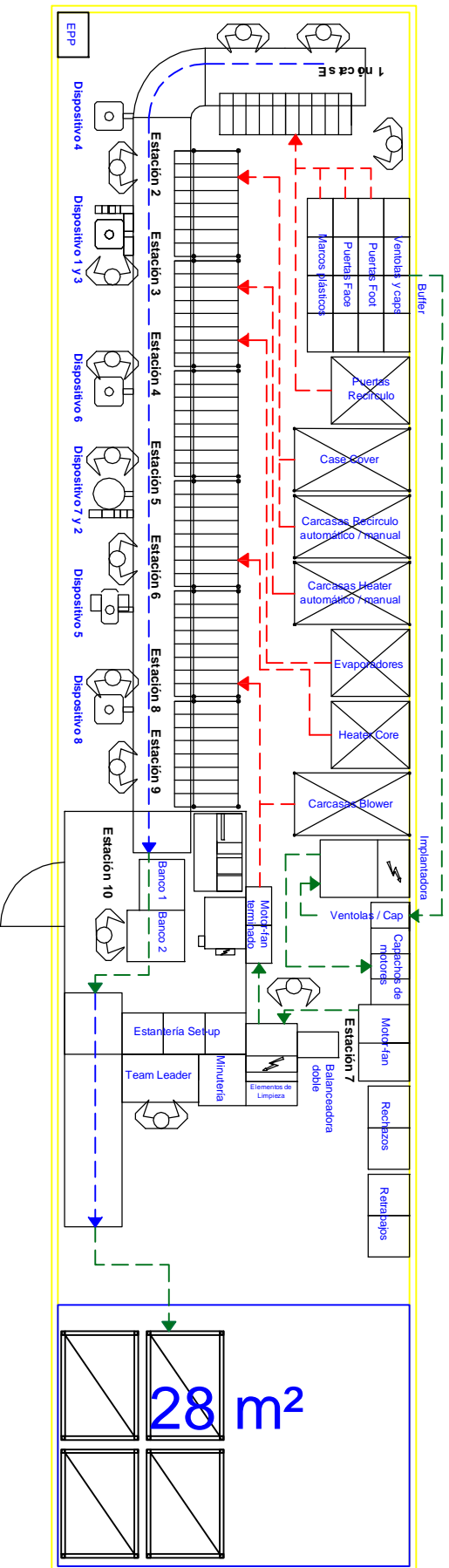


Layout de la alternativa 4



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Escuela de Ingeniería Industrial - Proyecto Integrador

Rev.	Modificación	Fecha	Nombre



Referencias	
Transporte a cargo de:	
—	Operario de logística responsable de la alimentación de la línea
—	Línea automática
—	Operarios o Team Leader

Hoja		Escala		Apellido y nombre		TEMA	
A4		1:100				Transportes de la alternativa 4	
Medidas en metros		Dibujos		Revisión			
Aprobado:		Revisado:		Empresa:			
				DENSO Manufacturing Argentina			
				DENSO			
				Universidad Nacional de Córdoba			
				Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales			
				Escuela de Ingeniería Industrial - Proyecto Integrador			
Rev.	Modificación	Fecha	Nombre				

ANEXO 10: ALTERNATIVA 5

Balanceo de la línea

Nota: todos los tiempos están indicados en minutos.

Estación 1: Armado de puertas y marco plástico (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL				
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio		
10	Armado de puerta Face	1	Tomar la puerta Face, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.	0,800			0,800				
20	Armado de puerta Foot	2	Tomar la puerta Foot, tomar y montar las guarniciones internas y la guarnición externa.	0,800			0,800				
80	Cierre de carcadas del Heater	17	Objetivar las guarniciones de la puerta Face.	0,100			0,100				
30	Armado de marco plástico	3	Tomar el marco plástico.	0,050			0,050				
		4	Tomar y montar las dos guarniciones en el mismo.	0,200			0,200				
40	Armado de puerta Recirculo	5	Tomar la puerta Recirculo, tomar las guarniciones internas y sacarles el film.	0,150			0,150				
		6	Montar la primera guarnición interna en la puerta.	0,140			0,140				
		7	Montar la segunda guarnición interna en la puerta.	0,150			0,150				
		8	Tomar las guarniciones externas y sacarles el film.	0,180			0,180				
		9	Montar la primera guarnición externa en la puerta.	0,140			0,140				
		10	Montar la segunda guarnición externa en la puerta.	0,140			0,140				
		Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 1:				1,425	0,000	0,000	1,425	0,000	0,000
		Total tiempo normal de la estación 1:				1,425			1,425		

Estación 2: Armado de puerta Air Mix y subconjuntos Case Cover, carcasa Recirculo y Servo Modo.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
150	Armado del subconjunto Case Cover	37	Tomar el Case Cover, posicionarlo en el dispositivo Poka Yoke, verificar la obturación de la carcasa y montar la guarnición de goma.	0,150			0,150		
		38	Tomar y montar la primera guarnición sobre el bode lateral.	0,200			0,200		
		39	Tomar y montar la segunda guarnición en la salida de la válvula.	0,100			0,100		
		40	Dejar en la línea de montaje.	0,060			0,060		
120	Armado del subconjunto carcasa Recirculo	29	Posicionar la puerta Recirculo dentro de la carcasa Recirculo.	0,060			0,060		
70	Armado del subconjunto Servo Modo	30	Aplicar grasa en la guía de la leva Recirculo y en el alojamiento de la carcasa y clipsar la leva.	0,270			0,270		
50	Armado de puerta Mix o A/M	14	Colocar la leva Servo Modo en el servomotor Modo.	0,100					
80	Cierre de carcadas del Heater	11	Tomar el marco de la puerta Mix y colocarlo en el dispositivo, tomar y montar las guarniciones, montar los films superior e inferior en el marco y colocar la puerta en la bandeja correspondiente.	0,300			0,300		
100	Montaje de puerta Mix en el Heater	15	Tomar las carcadas del Heater y desacoplar fuera de línea.	0,160			0,160		
		27	Llenar el contenedor de levas dentadas.		0,010			0,010	
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 2:				1,400	0,010	0,000	1,300	0,010	0,000
Total tiempo normal de la estación 2:				1,410			1,310		

Estación 3: Montaje del Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
80	Cierre de carcasas del Heater	16	Colocar la carcasa izquierda en el dispositivo de montaje correspondiente.	0,060			0,060		
		18	Aplicar grasa en los extremos y colocar las puertas dentro de la carcasa izquierda del Heater.	0,130			0,130		
		19	Posicionar la carcasa derecha sobre la izquierda y presionar para cerrar los clips.	0,120			0,120		
		20	Atornillar las carcasas empleando 3 tornillos.	0,228			0,228		
90	Montaje de levas	21	Colocar las dos levas de control de puertas en los extremos de las puertas Foot y Face, tomar el resorte y montarlo entre las levas, tomar la placa Modo, aplicarle grasa en las correderas y eje y clipsarla a la carcasa.	0,350			0,350		
100	Montaje de puerta Mix en el Heater	22	Girar el dispositivo para que la cavidad quede hacia arriba.	0,050			0,050		
		23	Posicionar la puerta Mix o A/M en la cavidad, colocar el marco plástico sobre la puerta.	0,100			0,100		
		24	Atornillar empleando 4 tornillos.	0,210			0,210		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	48	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (internas).	0,100			0,100		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 3:				1,348	0,000	0,000	1,348	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 3:				1,348			1,348		

Estación 4: Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
160	Armado del subconjunto evaporador	41	Tomar el evaporador y posicionarlo en el dispositivo de armado.	0,150			0,150		
		42	Colocar los packings en el evaporador.	0,750			0,750		
		43	Retirar la tapa del mismo y aceitar los o'rings con pincel.	0,100			0,100		
		44	Sacarlo del dispositivo y colocarlo en la línea.	0,100			0,100		
		45	Posicionar el termistor en el alojamiento previsto del evaporador.	0,100			0,100		
180	Montaje de packing fino en el Heater	50	Montar el packing fino en la carcasa del Heater de manera simétrica.	0,170			0,170		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 4:				1,370	0,000	0,000	1,370	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 4:				1,370			1,370		

Estación 5: Cierre del Heater.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
180	Montaje de packing fino en el Heater	49	Tomar el Heater y colocarlo en el dispositivo.	0,100			0,100		
100	Montaje de puerta Mix en el Heater	25	Colocar el eje dentado en el conjunto.	0,110			0,110		
		26	Engrasar la leva dentada y clipsarla en el extremo del eje dentado.	0,150			0,150		
190	Montaje del subconjunto evaporador	51	Tomar el subconjunto evaporador y colocarlo sobre la puerta Mix en el Heater.	0,100			0,100		
200	Montaje del subconjunto Case Cover	52	Montar el subconjunto carcasa cobertor sobre el Heater-Cooler y cerrar los clips.	0,100			0,100		
		53	Acomodar el cable del termistor de manera que se oriente hacia afuera.	0,150			0,150		
		54	Atornillar el Case Cover empleando 4 tornillos.	0,300			0,300		
210	Armado y montaje de la válvula de expansión	55	Insertar la válvula de expansión en el dispositivo de armado. Posicionarla en el evaporador y presionar para montar. Colocar el packing de salida en la misma.	0,100			0,100		
		56	Atornillar la válvula con 2 bulones.	0,200			0,200		
		57	Controlar el torque de los bulones de la válvula y dejar en línea.	0,100			0,100		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 5:				1,410	0,000	0,000	1,410	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 5:				1,410			1,410		

Estación 6: Armado del Heater Core y subconjunto Servo Air Mix.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
130	Armado del subconjunto Heater Core	31	Tomar la masa radiante del buffer y posicionarla en el dispositivo de armado.	0,100			0,100		
		32	Tomar los tubos metálicos largo y corto y montar los o'rings en sus extremos.	0,150			0,150		

130	Armado del subconjunto Heater Core	33	Tomar las grampas y posicionarlas en el Heater Core. Montar los tubos largo y corto.	0,250			0,250		
		34	Cerrar las grampas y atornillarlas empleado 2 tornillos.	0,200			0,200		
140	Montaje del subconjunto Heater Core en el Heater	35	Montar el subconjunto Heater Core en el equipo.	0,120			0,120		
		36	Colocar el soporte de tubos y atornillarlo empleando 1 tornillo.	0,180			0,180		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	60	Realizar objetivaciones varias de tornillos, uniones, clips, componentes y packings (externas).	0,040			0,040		
60	Armado del subconjunto Servo Air Mix	12	Tomar el servomotor Air Mix y colocarlo en el dispositivo, montar el bracket y fijar sus extremos con dos tornillos. Colocar la leva Servo Air Mix a presión en el servomotor.	0,350					
		13	Llenar el contenedor de brackets.		0,019				
250	Montaje del conjunto Blower	79	Colocar el packing al resistor de variación de la velocidad.				0,139		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 6:	1,390	0,019	0,000	1,179	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 6:	1,409	1,179
--	--------------	--------------

Estación 7: Implante y balanceo de ventolas (fuera de línea).

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
240	Implante y balanceo de ventola	65	Tomar el motor y colocarlo en la implantadora de ventolas, tomar una ventola con el Cap y colocarla en el eje del motor en forma alineada. Iniciar el ciclo de implante.	1,422			1,422		
		66	Tiempo de máquina de implante.						
		68	Colocar el subconjunto en la balanceadora de ventolas, conectar la ficha de alimentación al motor y cerrar la balanceadora.						
		69	Tiempo de máquina de balanceo 1.						
		73	Cambiar la caja de ventolas.						
		74	Cambiar la caja de motores.						
		75	Llenar el contenedor de Cap al inicio del turno.						
		70	Colocar las grampas según el desequilibrio indicado en pantalla y cerrar la puerta.						
		71	Tiempo de máquina de balanceo 2.						
		67	Retirar el subconjunto motor-fan, colocar el Name Plate y objetivar el correcto pegado del mismo.						
72	Abrir la puerta, desconectar el motor, retirar la etiqueta y colocarla sobre el mismo, objetivar la presencia de la etiqueta y abastecer la línea.								

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 7:	1,422	0,000	0,000	1,422	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 7:	1,422	1,422
--	--------------	--------------

Estación 8: Montaje de servomotores, cableado y conjunto Blower.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
110	Montaje de los subconjuntos Servo Modo y Servo Air Mix	28	Colocar los subconjuntos Servo Modo y Air Mix en la carcasa del Heater empleando 5 tornillos.	0,350					
220	Montaje del cableado	61	Montar el cable control Air Mix.				0,100		
		62	Montar el cable control Modo.				0,080		
		63	Montar el cable control Recirculo o Fresh Air Control.				0,080		
250	Montaje del conjunto Blower	76	Tomar el subconjunto carcasa Recirculo y colocarlo en el dispositivo de montaje de carcasas del Blower.	0,06			0,06		
		77	Tomar el subconjunto carcasas Blower y clipsarlo en la carcasa Recirculo.	0,080			0,080		
		78	Posicionar el motor-fan en la cavidad prevista en el Blower.	0,088			0,088		
		80	Posicionar el IC Power / resistor en el alojamiento previsto en la carcasa.	0,174			0,174		
		81	Fijar con 12 tornillos y posicionar en línea.	0,580			0,580		

Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 8:	1,332	0,000	0,000	1,242	0,000	0,000
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Total tiempo normal de la estación 8:	1,332	1,242
--	--------------	--------------

Estación 9: Colocación de packings en el Heater y Blower, montaje de servomotor y unión del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
230	Montaje del servomotor Blower y clipsado de leva Servo Blower	64	Tomar el servomotor Blower y posicionario en el subconjunto carcasa Recirculo. Ajustarlo empleando 3 tornillos.	0,220					
260	Montaje de packing en el Blower	82	Montar la guarnición de sellado en la apertura del Blower.	0,203			0,203		
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	46	Tomar el Heater, posicionario en la línea y montar las guarniciones pequeñas.	0,250			0,250		
		47	Montar la guarnición grande en la puerta Face.	0,350			0,350		
270	Armado del Equipo Final	83	Unir el conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler, trabar los clips.	0,174			0,174		
		84	Fijar empleando 3 tornillos.	0,200			0,200		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 9:				1,396	0,000	0,000	1,176	0,000	0,000
Total tiempo normal de la estación 9:				1,396			1,176		

Estación 10: Bancos de pruebas.

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
280	Prueba del equipo en los bancos de inspección final	92	Dar confirmación visual presionando el botón Ciclo Visivo para aprobar el equipo.	0,343			0,343		
		93	Pegar la segunda etiqueta de aprobación en el equipo.	0,058			0,058		
		94	Tomar el equipo del banco de pruebas eléctricas y colocarlo sobre la línea de salida.	0,050			0,050		
		90	Tomar el HVAC, posicionario sobre el banco de pruebas eléctricas, realizar las conexiones que correspondan de acuerdo al modelo y dar inicio al ciclo accionando la palanca.	0,150			0,150		
		91	Tiempo del banco de control eléctrico o servomotores.	0,558			0,558		
		87	Tomar el HVAC de la línea de montaje, colocarlo sobre la plataforma del dispositivo de pruebas del banco de estanqueidad y circulación, seleccionar el modelo a probar y dar inicio al ciclo por medio de un pulsador bimanual.	(0,100)			(0,100)		
		88	Fijación automática de la pieza y tiempos de pruebas de estanqueidad y circulación.	(0,458)			(0,458)		
		86	Objetivar el HVAC.	0,167			0,167		
		86	Objetivar el HVAC.	(0,200)			(0,200)		
290	Colocación del tapón en la válvula de expansión	95	Colocar el tapón en los conectores de la válvula de expansión.	(0,042)			(0,042)		
		96	Objetivar la presencia del tapón y las etiquetas de aprobación.	(0,082)			(0,082)		
		97	Cargar los tapones de la válvula en el contenedor.		(0,003)			(0,003)	
280	Prueba del equipo en los bancos de inspección final	89	Pegar la primera etiqueta de aprobación en el equipo.	0,058				0,058	
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio de la estación 10:				1,384	0,000	0,000	1,326	0,058	0,000
Total tiempo normal de la estación 10:				1,384			1,384		

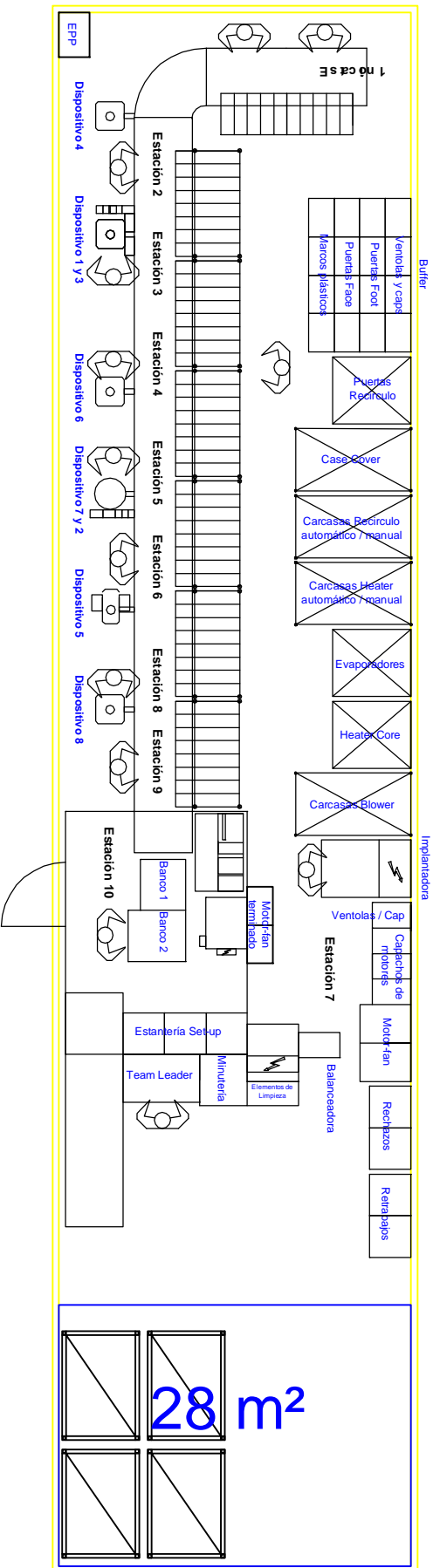
Tareas del Team Leader:

N° de operación	Descripción de la operación	Tareas		HVAC AUTOMÁTICO			HVAC MANUAL		
		N°	Descripción	Transformación	Auxiliar	Accesorio	Transformación	Auxiliar	Accesorio
170	Montaje de packings en el Heater y objetivaciones	59	Colocar el packing en la salida del desempañador según la marca en la carcasa.	0,200			0,200		
210	Armado y montaje de la válvula de expansión	58	Montar guarnición de conectores del evaporador.	0,110			0,110		
270	Armado del Equipo Final	85	Objetivar el HVAC.	0,267			0,267		
-	-	1	Hoja de control "X-R".			0,012			0,012
-	-	2	Hoja de mantenimiento autónomo.			0,022			0,022
-	-	3	Transcripción de avance de producción.			0,012			0,012
-	-	4	Informe de recupero y registro de Scrap.			0,121			0,121
300	Colocación de los equipos en racks	5	Limpiar con lampazo los racks, tomar la unidad de la línea de salida y colocar 6 equipos por rack.	0,300			0,300		
Tiempo normal de transformación, auxiliar y accesorio del Team Leader:				0,877	0,000	0,167	0,877	0,000	0,167
Total tiempo normal del Team Leader:				1,044			1,044		

Resumen del balanceo de línea:

Nota: todos los tiempos están indicados en minutos.

Estación	Descripción	HVAC AUTOMÁTICO		HVAC MANUAL		Capacidad diaria 1 ^{er} turno		Capacidad diaria 2 ^{do} turno	
		Tiempo normal	Tiempo estándar	Tiempo normal	Tiempo estándar	Automático	Manual	Automático	Manual
2	Armado de puerta Air Mix y subconjuntos Case Cover, carcasa Recirculo y Servo Modo.	1,410	1,561	1,310	1,450	319	343	296	319
3	Montaje del Heater.	1,348	1,492	1,348	1,492	334	334	310	310
4	Armado del evaporador y colocación de packings en el Heater.	1,370	1,517	1,370	1,517	328	328	305	305
5	Cierre del Heater.	1,410	1,561	1,410	1,561	319	319	296	296
6	Armado del Heater Core y subconjunto Servo Air Mix.	1,409	1,560	1,179	1,305	319	382	296	354
8	Montaje de servomotores, cableado y conjunto Blower.	1,332	1,475	1,242	1,375	338	362	313	336
9	Colocación de packings en el Heater y Blower, montaje de servomotor y unión del conjunto Blower con el conjunto Heater-Cooler.	1,396	1,546	1,176	1,302	322	382	299	355
10	Bancos de pruebas.	1,384	1,532	1,384	1,532	325	325	302	302
Contenido de trabajo de la línea:		12,243		11,534					
1	Armado de puertas y marco plástico.	1,425	1,577	1,425	1,577	316	316	293	293
7	Implante y balanceo de ventolas.	1,422	1,574	1,422	1,574	316	316	293	293
Contenido de trabajo fuera de línea:		3,152		3,152					
Tareas del Team Leader		1,044	1,155	1,044	1,155				
Tiempo de tareas del Team Leader:		1,155		1,155					



Hoja	Escala	Apellido y nombre	TEMA
A4	1:100		

Medidas en metros	Dibujó:	Revisó:	Aprobó:

Empresa:
DENSO Manufacturing Argentina



Layout de la alternativa 5

Rev.	Modificación	Fecha	Nombre


Universidad Nacional de Córdoba
 Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
 Escuela de Ingeniería Industrial - Proyecto Integrador

ANEXO 11: NOTA TÉCNICA

HVAC: Heating, Ventilating and Air Conditioning

Introducción:

Todos sabemos que el calor fluye en la dirección de las temperaturas decrecientes, de las regiones de alta temperatura a las de baja. Dicho proceso de transferencia de calor ocurre en la naturaleza sin que se requiera de la participación de algún dispositivo. El proceso inverso, sin embargo, no sucede por sí solo. La transferencia de calor de una región de temperatura baja a otra de alta temperatura requiere de dispositivos especiales llamados refrigeradores.

Los refrigeradores son dispositivos cíclicos y los fluidos de trabajo utilizados en los ciclos de refrigeración se llaman refrigerantes.

Los aires acondicionados son instalaciones de refrigeración que, junto a la calefacción y ventilación, climatizan totalmente el vehículo. A la combinación de los tres equipos mencionados se denomina HVAC o caja de aire.

Climatizar el aire significa regular la temperatura, la humedad, la pureza y la circulación del mismo, por medio de unidades manuales o automáticas controladas por el usuario.

Funciones del HVAC:

Ventilación: capturar el aire exterior con la finalidad de ventilar la cabina del vehículo.

Calefacción: calentamiento del aire en el interior del vehículo empleando el agua de enfriamiento del motor.

Refrigeración o aire acondicionado: enfriamiento y control de la humedad (deshumidificación) del aire en el interior del vehículo.

Tipos de HVAC:

HVAC manual:



Los controles de la temperatura del aire, determinada por la posición de la puerta Air Mix y la velocidad del ventilador del Blower, se accionan manualmente por el usuario.

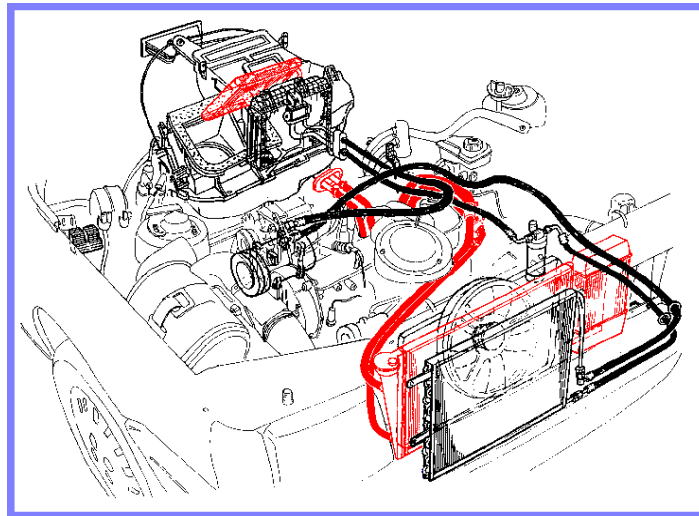
HVAC automático:



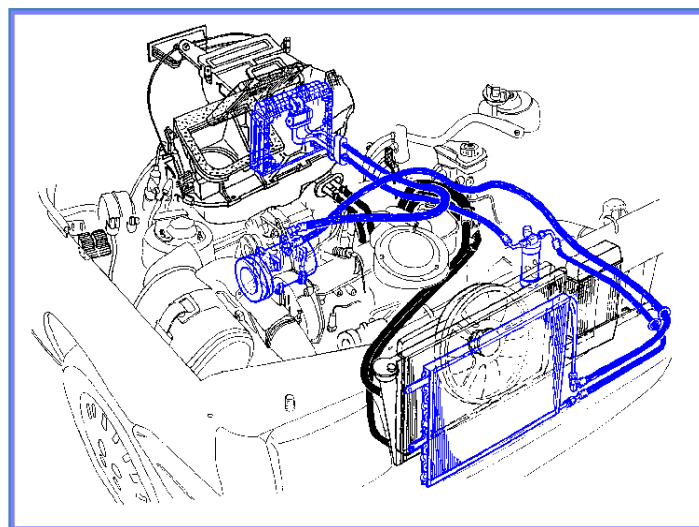
La temperatura interna del vehículo se mantiene en un valor determinado por el usuario de manera automática.

Un sistema computarizado controla la temperatura del aire que se insufla a la cabina, basándose en la información de la temperatura interna, externa y de la radiación solar. Esta es enviada al módulo de control por sensores que se encuentran distribuidos en el vehículo, determinando la velocidad del Blower y la posición de la puerta Air Mix.

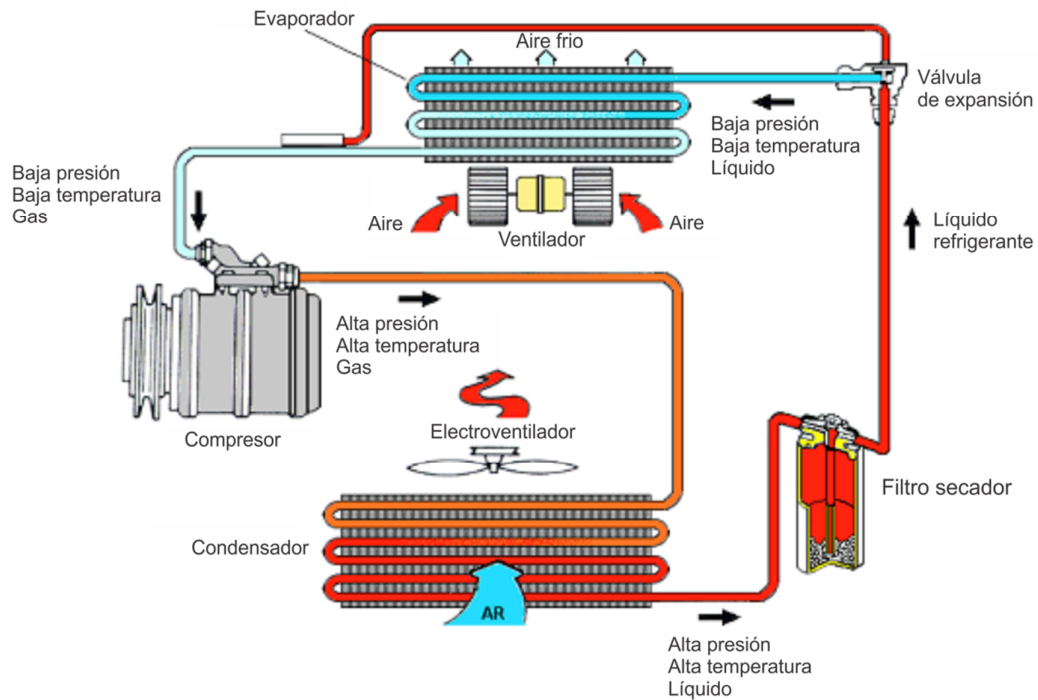
Sistema de calefacción:



Sistema de refrigeración:



Ciclo de refrigeración por compresión de vapor:



De acuerdo al esquema presentado, se distinguen cuatro etapas:

- **Compresión:**

El fluido refrigerante entra al compresor a baja presión, baja temperatura y en estado gaseoso, y se comprime hasta la presión de salida del mismo. La temperatura del refrigerante aumenta durante este proceso hasta un valor superior al de la temperatura del medio circundante.

- **Rechazo de calor en un condensador:**

Luego el refrigerante entra en el condensador como vapor sobrecalentado, a alta presión y temperatura, y sale del mismo en estado líquido, resultado del rechazo de calor hacia los alrededores debido a que la temperatura del fluido es mayor a la del aire que rodea al condensador. La temperatura del refrigerante en la salida del condensador se mantendrá por encima de la de los alrededores.

- **Estrangulamiento en un dispositivo de expansión:**

Después de pasar por el condensador y el filtro secador, el refrigerante líquido a alta presión y temperatura, se estrangula hasta la presión del evaporador al pasar por la válvula de expansión. En esta instancia el fluido se expande y la temperatura del refrigerante desciende por debajo de la temperatura del espacio refrigerado.

- **Absorción de calor en un evaporador:**

El refrigerante entra en el evaporador como una mezcla saturada de baja calidad, a baja presión y temperatura, y se evapora por completo absorbiendo calor del espacio

254

refrigerado. El refrigerante sale del evaporador como vapor y vuelve a entrar al compresor completando el ciclo.

Las dos fuentes comunes de irreversibilidad que se presentan en este ciclo son: la fricción del fluido que causa caídas de presión y la transferencia de calor hacia o desde los alrededores.

Componentes del sistema de refrigeración:

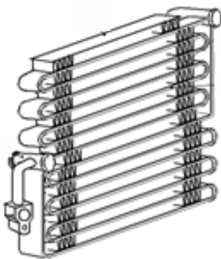
- **Compresor:**

Tiene la capacidad de recibir el gas refrigerante en estado gaseoso, a baja temperatura y presión a través de la válvula de succión, y comprimirlo hacia el sistema de alta presión y temperatura a través de la válvula de descarga, aumentando de esta forma la temperatura de evaporación.



El compresor presenta en la parte superior una válvula de expansión, que abre cuando la presión del sistema sobrepasa los 38 bares. Además posee un embrague magnético, que es el elemento que permite acoplar o desacoplar el compresor del sistema de aire acondicionado. El embrague posee un estator, que es una bobina que, cuando está activada, genera una fuerza electromagnética que atrae al cubo de acoplamiento con el rotor. Este último a su vez está conectado a la correa a través de la cual se transmite el movimiento desde el motor.

- **Condensador:**



Es un intercambiador de calor, montado generalmente en la parte delantera del vehículo, cuya función es que el refrigerante en estado gaseoso, a alta temperatura y presión, suministrado por el compresor, pase a estado líquido (condensación) a través de la pérdida de calor.

El condensador está formado por tubos de cobre o aluminio con aletas, de manera de aumentar la superficie de intercambio de calor.

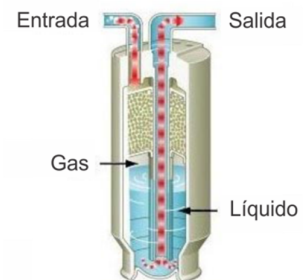
Además lleva incorporado un ventilador eléctrico, el cual fuerza que la corriente de aire lo atraviese.

- **Filtro acumulador secador:**

Este componente tiene 3 funciones:

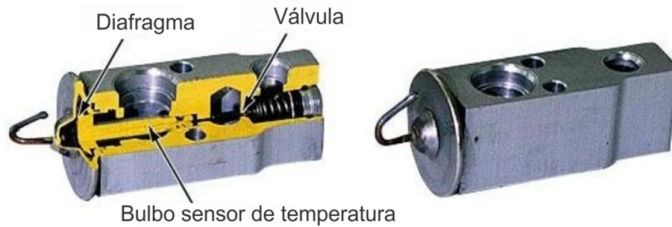
Acumulador: actúa como reservorio de líquido refrigerante, en espera de que se produzca la demanda por parte del evaporador, asegurando que solo el refrigerante en estado líquido pase al mismo.

Secador: en su interior contiene Zeolite que tiene la propiedad de absorber la humedad existente en el sistema, evitando su congelamiento en el momento del pasaje del fluido por la válvula de expansión.



Filtro: retiene cualquier eventual partícula que pueda ser desprendida durante el funcionamiento del sistema.

- **Válvula de expansión:**



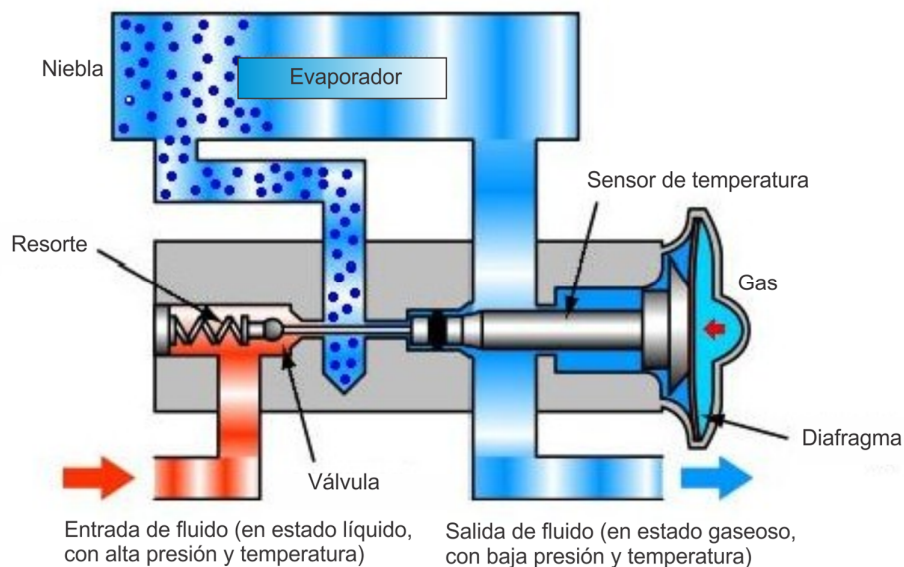
Está montada en la entrada del evaporador y sirve para regular el flujo de refrigerante.

La válvula de expansión inyecta el refrigerante en el evaporador, transformándolo de un líquido a alta temperatura y presión, a una mezcla

de líquido y gas o "niebla" a baja temperatura y presión.

La válvula de expansión realiza el control de la apertura de la expansión del orificio en función de la temperatura de salida del evaporador, con el fin de evitar el congelamiento del mismo.

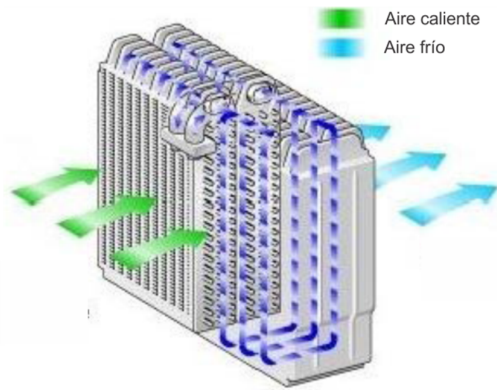
Cuando la temperatura del fluido aumenta, la válvula aumenta el paso a través del orificio, para permitir la entrada de más líquido en el evaporador.



- **Evaporador:**

El evaporador va dispuesto en la caja de distribución del aire, y es el componente en donde ocurre el intercambio de calor que refrigera, seca y limpia el aire que ingresa al habitáculo.

El refrigerante vaporizado por la válvula de expansión, entra en el evaporador a baja temperatura y presión, y absorbe el calor del aire impulsado por la turbina de ventilación, que pasa entre las aletas del mismo.

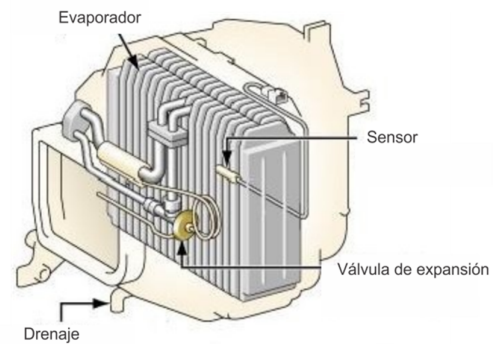


Cuando el aire caliente entra en contacto con las superficies húmedas del evaporador, las partículas de polvo, polen, entre otras, son retenidas y, junto con el agua condensada, son conducidas hasta el exterior a través de tubos flexibles de evacuación dispuestos debajo de la caja de distribución del aire.

Al calentarse el refrigerante, se dilata y aumenta su volumen, y sale del evaporador en estado gaseoso a baja temperatura y presión.

- **Termostato o termistor:**

El termistor es un sensor de temperatura que está localizado en el evaporador, y tiene la función de desligar el embrague magnético del compresor cuando la temperatura del evaporador se encuentre muy baja, con el fin de evitar que la humedad condensada en las aletas se congele, obstruyendo el paso del aire al habitáculo.



- **Sensor de presión o presostato:**

Tiene por función interrumpir la tensión de alimentación del compresor, para proteger los elementos del circuito de refrigeración y mantener las presiones del sistema dentro de la gama de trabajo.

Existen diferentes tipos de presostatos:

Baja presión: interrumpe la tensión de alimentación por debajo de los 28 psi.

Alta presión: detiene la alimentación en el caso de que la presión aumente al 90% de la presión máxima (31,5 bares).

De segunda velocidad: cierra el contacto para accionar la segunda velocidad del electroventilador del radiador, abre entre los 160 y 200 psi y cierra entre los 210 y 230 psi.

Presostato triple: es un tipo de interruptor que reúne, en una sola pieza, a los tres descritos anteriormente.



- **Refrigerante:**

Para el HVAC de estudio se emplea un refrigerante ecológico: R134a, sin clorofluorocarbono (CFC), uno de los agentes químicos que daña la capa de ozono.

Caja de Aire (HVAC):

En el HVAC, el control de la temperatura se obtiene a través del posicionamiento de la puerta Air Mix, que regula el aire que pasa a través del Heater Core.

