TESIS DE GRADO

EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA EN PUESTOS DE REPARACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA AUTOMOTRIZ

Autor: Magdalena M. Llavallol

Legajo 46283

Tutor: Ing. Mariela Soto

Año 2011

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo propone una metodología de mejora continua para la mejora de la calidad en una línea de montaje de una terminal automotriz.

La línea de montaje produce un modelo de auto con 33 combinaciones diferentes. Son 342 los operarios que trabajan y 8 facilitadores que supervisan, un promedio de 43 operarios/facilitador, el grado de automatización es menor al 1%.

En la actualidad la mejora de la calidad es responsabilidad de los facilitadores y un equipo de 8 personas soporte. Como indicador de calidad se utiliza la cantidad de unidades que presentan el defecto cada mil unidades producidas. En el último trimestre hubo 213 defectos diferentes en promedio detectados en la línea. Un 15% de ellos fueron detectados durante 3 meses seguidos y un 24% fue detectado durante dos meses seguidos.

Para el estudio se utilizaron como datos de entrada las planillas de reparación eléctrica de los meses de octubre y noviembre 2010. Se priorizaron los defectos utilizando la metodología A.M.F.E., teniendo en cuenta no solo el grado de ocurrencia sino la gravedad y la posibilidad de detección. Los defectos graves son considerados críticos y deben ser los primeros en resolverse.

Tomando uno de los defectos críticos a raíz del A.M.F.E. se desarrollo la metodología DMAIC para la resolución de problemas. La solución sugerida a implementar consiste en una mejora del proceso de producción aunque el defecto es causado por la mano de obra. Robusteciendo los procesos se independiza la calidad del producto de la mano de obra que lo produce.

Dada la incidencia de la mano de obra en los defectos generados, el 51% de los defectos eléctricos son de mano de obra, y tomando como hipótesis que un personal motivado busca mejorar su desempeño, se realizó un análisis de motivación de personal midiendo cinco variables dimensionales estipuladas por Adalberto Chiavenato, reconocida eminencia en la gestión de recursos humanos.

Se concluyó que existen oportunidades de mejora como la implementación de evaluaciones de desempeño, capacitación que brinde mayor conocimientos acerca de la empresa, el valor de las actividades realizadas por el personal y la incidencia de un trabajo bien realizado en mejoras de productividad, calidad, costos, mayor grado de autonomía, actividades en equipo que fomenten el sentido de pertenencia y mejoras en las hojas de proceso que eviten la supersimplificación y acrecienten la significancia de las tareas realizadas.

Por último se resumió la metodología, sugiriendo que los actores principales en la gestión sean los propios operarios organizados en grupos y ayudados por el equipo de

ingenieros soporte. De esta manera se mejoran las condiciones de trabajo de los operarios y se enfatiza la responsabilidad directa que tienen ellos sobre la calidad.

Se concluye que la empresa tiene tres caminos por optar para mejorar el sistema de calidad, presionar al sistema y exigir rendimiento, invertir en automatización o mejorar la motivación del personal.

Es la última opción la que permite a la empresa como ente social ser generador de empleo para un mayor porcentaje de personas, mejorando así la calidad de vida y bienestar de la sociedad.

EXECUTIVE SUMMARY

The following Project proposes a continuos improvement methodology to improve the quality of a car's assembly plant.

The assembly plant under study produces one car model with a mix of 33 different combinations. There are 342 workers and 8 supervisors, 43 workers/supervisor average, the automatization degree is less than 1%.

Improvement in quality is now a responsibility of the supervisors and eight engineers which aid the production team. The index used to manage quality is the amount of defects found by a thousand cars produced, C/1000. The last trimester there were on average 213 different defects of which 15% were detected three consecutive months and 24% for two consecutive months.

For the study's purpose data from the electrical reparation's bay has been used. Failure modes were ranked according to the F.M.E.A. methodology which takes into account not only frequency but severity and possibility of detection of the failure mode. Severe defects are to be tackled first as they comprise the security either of the client or of the worker.

A DMAIC process for problem resolution was carried out with one highly ranked failure mode. The suggested solution was a process improvement even though the defect was caused by workforce. Creating robust processes frees quality of worker caused defects.

Given the incidence of the work force in quality, 51% of electrical failure modes are caused by workers, and assuming that motivated workers seek to improve their performance, a motivation analysis was performed. Five variables defined by Idalberto Chiavenato, a famous human resources' expert, were measured.

Results show there is space for much improvement. Some suggestions are the implementation of performance evaluations, training that betters workers' knowledge of the enterprise itself, the value of their job for the company and their effect on productivity, quality and costs. Greater autonomy, group activities and improvement of work cycles to avoid supersimplification and add more significance to the routine.

The methodology was then summarized. It was suggested that the main actors in the system be the workers organized in groups and assisted by the engineers' team. In this way working conditions are also improved and the direct responsibility of the worker in the quality of its station is emphasized.

Three alternatives can the company choose from, add pressure to the system demanding better quality, invest in automatic assembly lines or improve personnel motivation.

It’s the last choice the one that permits the company to fulfill its social mission, that of providing employment for people, improving life standards and society’s welfare.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

El presente trabajo desarrolla una metodología de mejora continua para el tratamiento de defectos de calidad en el puesto de reparación eléctrica de una planta de montaje automotriz, basándose en conceptos de Kaizen y buenas prácticas de la industria.
Al ser las operaciones en la planta de montaje principalmente de tipo manual y ocasionar el 51% de los defectos del puesto de reparación, se realiza también un estudio de la motivación del personal bajo la hipótesis de que personal motivado busca mejorar su desempeño.
Por último se delinea una metodología que combina mejora continua y motivación del personal

ABSTRACT

The following project develops a methodology of continuous improvement for the improvement of quality metrics from the electrical repair bay of a car assembly plant. The project is based in Kaizen theory and best practices in the industry.
Being most of the assembly operations manual and representing 51% of total defects in the repair bay, an employee motivation analysis is carried out with the hypotheses that motivated personnel works to improve their performance.
Finally a continuous improvement methodology that empowers workforce is suggested.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora

Al equipo de Producción de Ford, en especial a Ernesto, Alejandro, Carlos, Mario, Ricardo, Nestor y Jorge

Al equipo V.R.T.

A mi familia y mis amigas

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1

2. GESTIÓN DE CALIDAD: STATUS QUO 3

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA 3
2.2 ASSEMBLY PLANT: LÍNEA DE AUTOS 5
2.3 CONTROL DE CALIDAD 10
2.4 TIME & DATA MANAGEMENT 17
2.5 FALLAS EN EL SISTEMA ACTUAL 18

3. METODOLOGÍA DE MEJORA DE LA CALIDAD 19

3.1 RELEVAMIENTO DE LOS DEFECTOS ELÉCTRICOS 19
3.2 REQUISITOS DEL MÉTODO 22
3.3 DESARROLLO DEL MÉTODO A.M.F.E. 24
3.3 APLICACIÓN DEL INDICADOR A LA MUESTRA 34
3.4 ELECCIÓN DE LOS DEFECTOS A ANALIZAR 37

4. ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ: SENSOR DE ABS DELANTERO IZQUIERDO SIN CONECTAR 39

4.1 INTRODUCCIÓN 39
4.2 DEFINICIÓN 40
4.3 MEDICIÓN 50
4.4 ANÁLISIS 52
4.5 IMPLEMENTACIÓN 59
4.6 IMPACTO 60
4.7 VALIDACIÓN DEL MÉTODO 61

5. VINCULACIÓN DE DEFECTOS GENERADOS POR MANO DE OBRA Y LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS 69

5.1 FUNDAMENTO TEÓRICO: LAS PERSONAS Y LAS ORGANIZACIONES 69
5.2 PLANEAMIENTO DEL ANÁLISIS 75
5.3 RELEVAMIENTO 77
5.4 CONCLUSIONES 94
5.5 OPORTUNIDADES DE MEJORA 99

6. RESUMEN DE LA METODOLOGÍA DESARROLLADA 101

6.1 SISTEMA 101
6.2 ESTRUCTURA DE PERSONAL 105
6.3 NECESIDADES DE REESTRUCTURACIÓN 106
6.4 COSTOS ASOCIADOS 107

7. CONCLUSIONES 109

BIBLIOGRAFÍA 111

ANEXOS 112

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA EN PUESTOS DE REPARACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA AUTOMOTRIZ

1. INTRODUCCIÓN

Desde la década de 1950 el método de mejora continua o *kaizen* (mejora en japonés) implementado con éxito en las empresas japonesas es adoptado rápidamente por empresas manufactureras occidentales como método revolucionario a implementar, ya que uno de sus resultados, comprobado en Japón, es la mejora de la competitividad a través del control total de la calidad (CTC). [Imai, 1992]

El sistema se basa en el ciclo de realimentación de Shewhart donde se planea, hace, revisa e implementa constantemente todos los procesos de la empresa. Se forman grupos pequeños para desarrollar y liderar las mejoras y se premia a las personas por su participación ejemplar dentro de la empresa. El resultado es una mejora del sistema global empresa [Imai, 1992].

En el control total de la calidad (CTC), la primera preocupación y la más importante es respecto de la calidad de las personas. Instalar calidad en la gente es fundamental para el CTC. "Los tres bloques de construcción de los negocios son el hardware, el software y el "humanware". El CTC principia con el humanware" [Imai, 1992].

En empresas donde la filosofía y el método kaizen no están fuertemente arraigados en la cultura es usual que exista la creencia de que la calidad del producto es resultado de la calidad de las operaciones que realiza la mano de obra directa cuando un análisis estadístico comprueba que el problema está la mayoría de las veces en el sistema [Deming, 1986].

En empresas con alta dependencia en la mano de obra la calidad de las personas cobra relevancia ya que influyen directamente sobre la calidad, la productividad y los costos del producto.

En la planta de montaje analizada se comenzó a implementar en el 2007 un sistema orientado a la mejora continua donde distintos equipos de mano de obra directa se responsabilizaban por la gestión de su área. Dentro del sistema se gestionaba la calidad basándose en la frecuencia de defectos y su impacto en la seguridad del producto. El proyecto se abortó por reestructuración de costos en el 2009.

Hoy en día la calidad se gestiona siguiendo los lineamientos del sistema anterior de manera informal y poco sistemática. En el trajín diario el tiempo dedicado a la calidad es escaso. La cantidad excesiva de defectos tampoco ayuda al poner a prueba un sistema que no forma parte de la cultura de la empresa.

Es por esto esencial reforzar la importancia de un sistema para el tratamiento efectivo de la calidad. La determinación de la importancia es crítica para direccionar los recursos a

su prevención y eliminación de sus causas de manera eficaz, cerrando así el ciclo de la mejora continua.

Objetivos del proyecto

1. Definir y validar una metodología de trabajo enfocada hacia la mejora continua de la calidad del producto

2. Estudiar el vínculo entre la calidad del producto, la mano de obra directa y la gestión de los recursos humanos

Método

En una primera instancia, se decidirá cuál es la metodología más relevante a utilizar para el análisis de defectos de calidad de una línea de montaje de autos.

Se validará el sistema con una muestra representativa de datos obtenidos del puesto de reparación eléctrica de la línea de montaje de autos.

Se llevará a cabo un análisis de causa raíz a modo de ejemplo.

Se estudiará el vínculo entre la calidad del producto, la mano de obra y la gestión de recursos humanos usando la muestra de datos recogida como base del análisis.

Finalmente se delineará la metodología a implementar para disminuir el promedio de defectos y la gravedad de los defectos relevados en el puesto

.

2. GESTIÓN DE CALIDAD: STATUS QUO

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

La terminal automotriz lleva 95 años en la Argentina como subsidiaria. Tiene una sola planta en el país, en la localidad de Pacheco donde produce un modelo de camionetas y un modelo de autos a un volumen diario de 390 unidades. Son 3500 los empleados que conforman su grupo humano.

La producción se divide en tres plantas:

1. La carrocería se conforma en la planta de estampado
2. después pasa por la planta de pintura
3. y finalmente por la línea de montaje, de donde sale el producto final hacia el área de calidad.

El área de calidad realiza una auditoría interna sobre el producto. Si el producto pasa la auditoría este se lleva al área de despacho, si no la pasa se lleva al área de reparación.

Lo producido abastece de estos dos modelos al mercado chileno, brasilero, mexicano, argentino y venezolano. La producción es del tipo pull, las ventas se hacen hasta con cuatro meses de adelanto a la manufactura del producto.

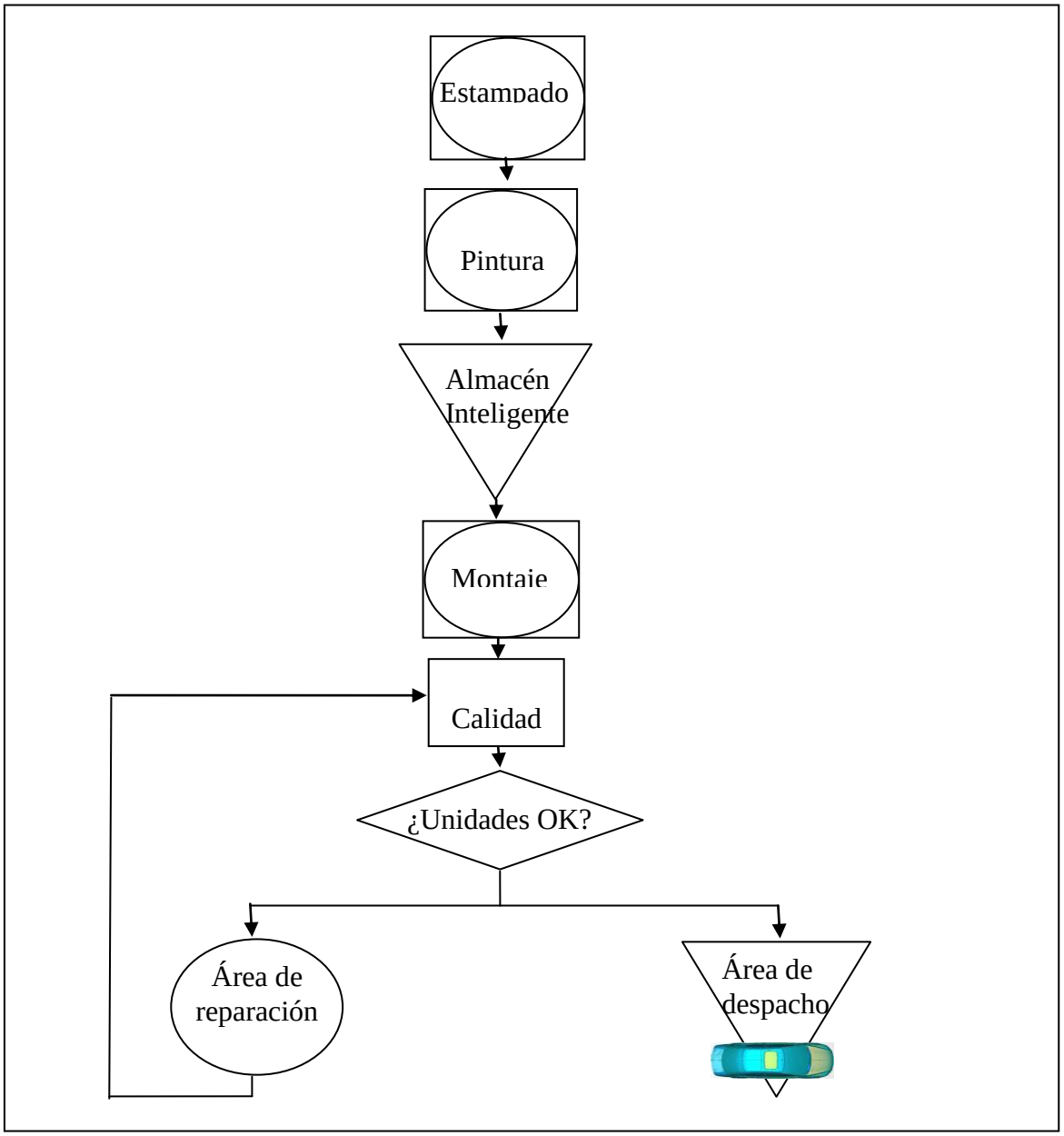


Figura 2.1 - 1. Flujo productivo de la empresa

2.1.1. Crisis automotriz

Desde el 2008, a raíz de la crisis financiera que afectó fuertemente a la industria automotriz estadounidense, la empresa a nivel global lanzó un programa de consolidación de la marca principal direccionando todos los recursos a ganar competitividad dentro del mercado.

El bloque sudamericano ganó relevancia en estos esfuerzos, poniendo en el foco a Argentina, donde aunque la subsidiaria estaba establecida desde hace varios años a nivel global nunca se la había considerado como fuente de competitividad.

Este acontecimiento puso en evidencia la brecha importante que existía entre los procesos y estándares de la planta local y la empresa global. Desde entonces, la planta se encuentra en proceso de reestructuración y transformación en varios aspectos, con visitas de distintos auditores, que ocupan cargos de alta jerarquía en la multinacional, regularmente verificando el avance de la planta local.

2.2 ASSEMBLY PLANT: LÍNEA DE AUTOS

La línea produce un modelo de autos con un mix de 33 configuraciones distintas (ejemplos de configuraciones son modelos 4 puertas/5 puertas, con ABS/sin ABS) en un turno de producción con un volumen diario de 245 unidades.

Existe un tiempo estándar para cada configuración y la secuencia de producción se optimiza teniendo en cuenta la saturación de los operarios y la producción requerida.

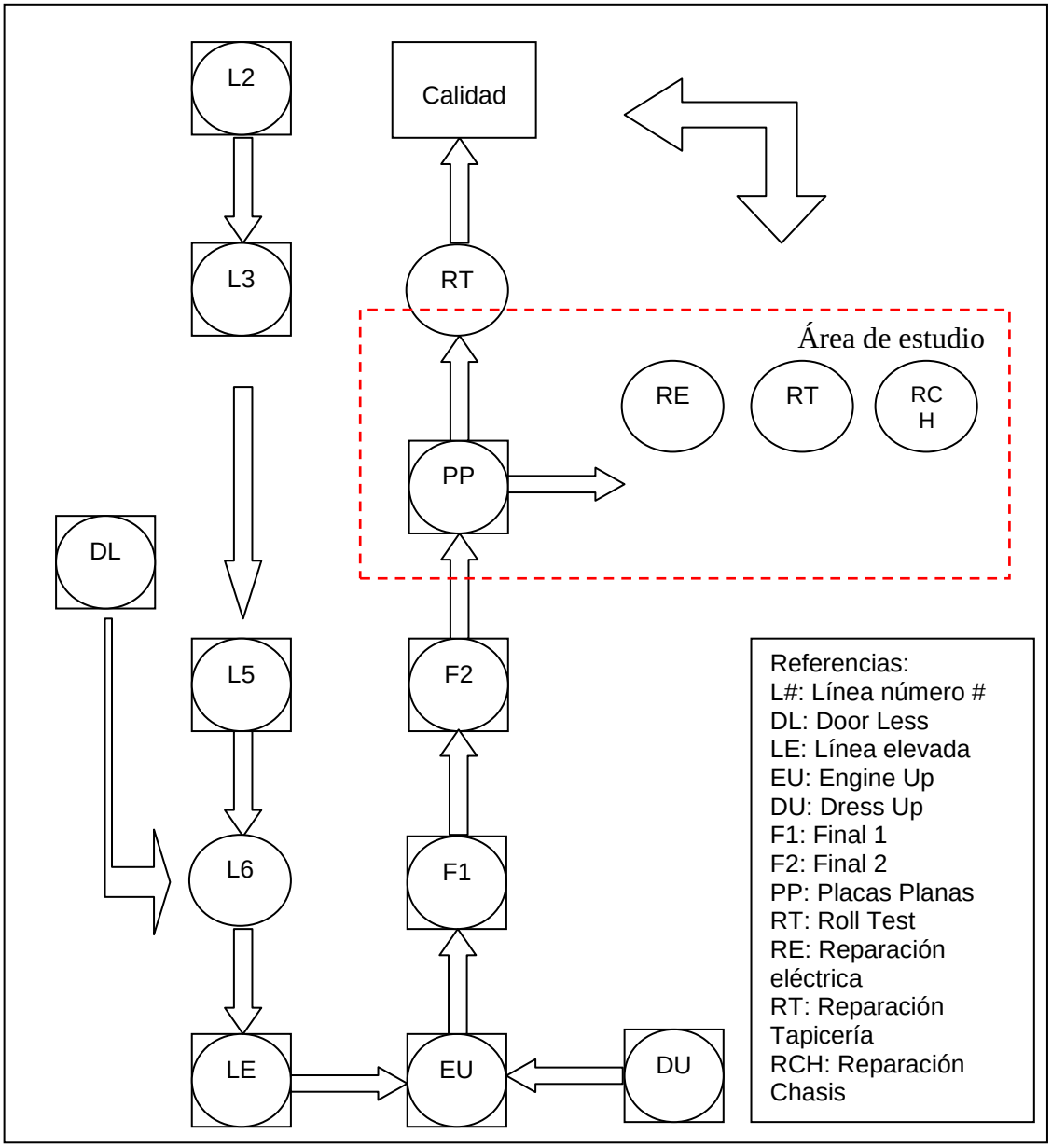


Figura 2.2 - 1. Flujo de producto línea de montaje

2.2.1. Conformado de las líneas

Ocho líneas componen la línea general. Cuatro líneas de tapicería, donde las operaciones están vinculadas al acondicionamiento del auto, y cuatro de chasis, donde las operaciones están vinculadas al funcionamiento mecánico y electrónico del auto.

En total son 342 los operarios que trabajan en la producción de autos, divididos en las siguientes líneas:

Línea	Rol de la línea (personas)
Línea 1 & 2	51
Línea 3	28
Door Less	36
Línea 5	44
Línea elevada	47
Final 1	35
Final 2, Placas Planas y Roll Test	49
Dress Up y Engine Up	46

Tabla 2.2.1 - 1 Operarios por línea

Son siete los facilitadores para los 342 operarios, distribuidos de la siguiente manera:

Facilitador	Línea	Rol de la línea (personas)
1	Línea 1 & 2	51
2	Línea 3 y Door Less	64
3	Línea 5	44
4	Línea elevada	47
5	Final 1	35
6	Final 2, Placas Planas y Roll Test	49
7	Dress Up y Engine Up	46

Tabla 2.2.1 - 2 Operarios por facilitador

2.2.2. Grado de automatización

En toda la línea solo se cuenta con cuatro robots. Tres para el pegado del parabrisas, los vidrios fijos posteriores y la luneta y uno para el grabado del número de motor en el block. Las demás herramientas mecánicas son del tipo de uso manual.

De los 315 puestos de montaje, sólo 4 son puestos automatizados con lo cual el grado de automatización es de:

$$Grado\ de\ automatización = \frac{4*100}{315}$$

$$Grado\ de\ automatización = \quad 1\%$$

Tabla 2.2.2 - 3. Grado de automatización

El grado de automatización es casi inexistente, la mayoría de las tareas de montaje son manuales.

2.2.3. Organigrama de Producción

Los roles en la oficina de producción de autos siguen el siguiente organigrama:

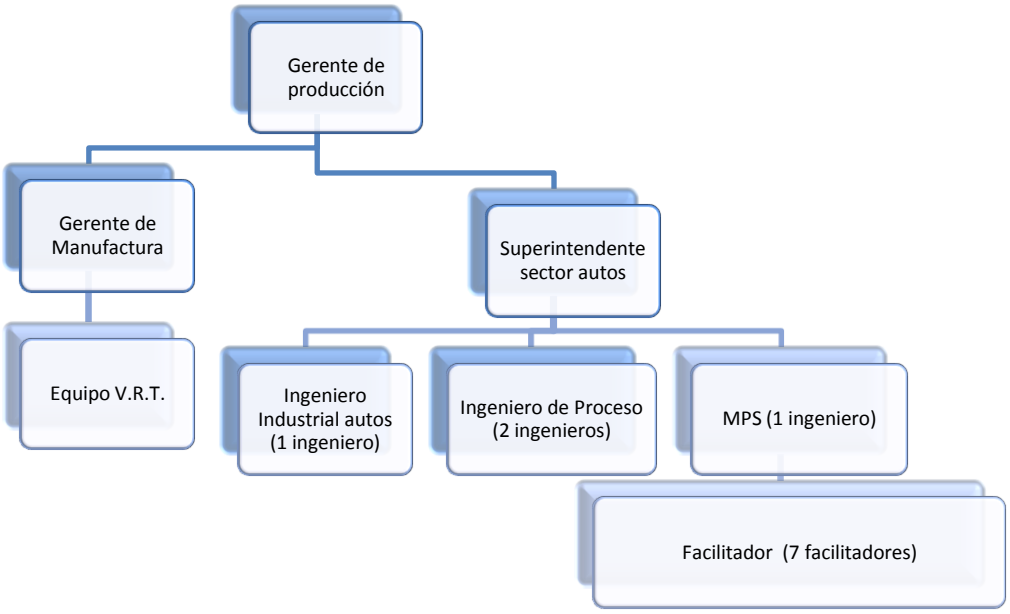


Figura 2.2.3 -1. Organigrama área de producción autos

Los facilitadores responden al M.P.S., el coordinador de los mismos. El M.P.S. a su vez responde al Superintendente.

Existen dos funciones de soporte que responden al superintendente: la de ingeniería industrial y la de ingeniería de procesos y un área soporte de calidad, el equipo V.R.T..

2.2.4 Área Cliente: Calidad

Para el área de montaje el cliente es el área de Calidad.

El área de calidad conduce auditorías internas de calidad realizando los chequeos e inspecciones que establece el estándar. Este estándar está disponible para todas las áreas de la planta a través del QCM (Quality Confirmation Mapping), un conglomerado de tablas que desglosan minuciosamente la inspección del producto llevada a cabo:

CAL - Inspección de Matching Interior

Work Element	GSPAS	Model
Tapizado de puertas- Correspondencia , correcto montaje , ausencia de daños y limpieza	BOP FTZ 05000	F/R
Burletes de puertas -Correcto montaje y ausencia de daños	BOP FSZ 00400	F/R
Butacas delantera , asiento y respaldos traseros correspondencia - Correcto ajuste , montaje , ausencia de daños , funcionamiento de mecanismos y limpieza	BOP FTZ 01030	F/R
Cinturones de Seguridad Delanteros Regulación de altura, traba inercial, posición de hebillas , anclajes y correcto funcionamiento	BOP FTZ 02000	F/R
Cinturones de Seguridad traseros Regulación de altura, traba inercial, posición de hebillas , anclajes y correcto funcionamiento	BOP FTZ 02010	F/R
Tapizado de techo - Correcto montaje , ausencia de daños y limpieza	BOP FTZ 05000	F/R
Viceras- Correspondencia , Correcto montaje, ausencia de daños y calcos	BOP FTZ 02050	F/R
Acolchado - Correcto montaje ausencia de daños y limpieza	BOP FTZ 05000	F/R
Guantera - Correcto montaje, ausencia de daños, correcta apertura , cierre y ajuste	BOP FTZ 05000	F/R
Consola central - Correcto montaje ajuste y ausencia de daños	BOP FTZ 05000	F/R
Consola palanca de cambios - Correcto montaje ajuste y ausencia de daños	BOP FTZ 05000	F/R

Figura 2.2.4 - 1. Ejemplo de tabla en QCM [Ford Argentina, 2010]

Si encuentran algún defecto, éste es cargado en un programa de computadora llamado QLS (quality leadership system). El programa genera informes de los defectos cargados en tiempo real. Estos informes son usados para realizar acciones de contención en el día, acciones que tiendan a la eliminación progresiva de las causas del defecto y como medida de comparación entre las distintas filiales de la empresa a nivel global.

Para anticiparse a los requerimientos del cliente, el área de montaje tiene a su vez un QCM propio que debe contener todas las inspecciones que realiza el área de calidad distribuidas entre los 10 inspectores de la línea.

Los QCM están organizados por puesto de trabajo, siendo así fácilmente identificable quién es el responsable de inspeccionar el ítem. El QCM debe contener todas las inspecciones realizadas en la línea.

Son 15 los inspectores que trabajan en el área de calidad y son 10 los que trabajan en el área de montaje.

2.2.5 El proveedor

El auto viene desde un almacén inteligente en la planta de montaje, habiendo pasado antes por procesos de estampado y pintura.

El área de recepción de materiales (IQ, Incoming Quality) es la responsable de certificar la calidad de las autopartes usadas en la línea de montaje. De haber algún problema de calidad de la pieza hay un responsable de IQ trabajando para toda la línea a la cual el facilitador debe avisar. El responsable de IQ es responsable de contener la falla y garantizar que la pieza esté en condiciones en el futuro.

Cuando se encuentra algún defecto en la pieza, se realiza un control 100% de las piezas en stock para discriminar las defectuosas de las aceptables.

Cuando ninguna de las piezas es apta IQ trabaja con el área de Compras e Ingeniería. Mientras se consigue una solución definitiva se aplican medidas de contención con el fin de evitar parar la producción.

2.3 CONTROL DE CALIDAD

La calidad es asociada con indicadores externos e indicadores internos gestionados por distintos actores:

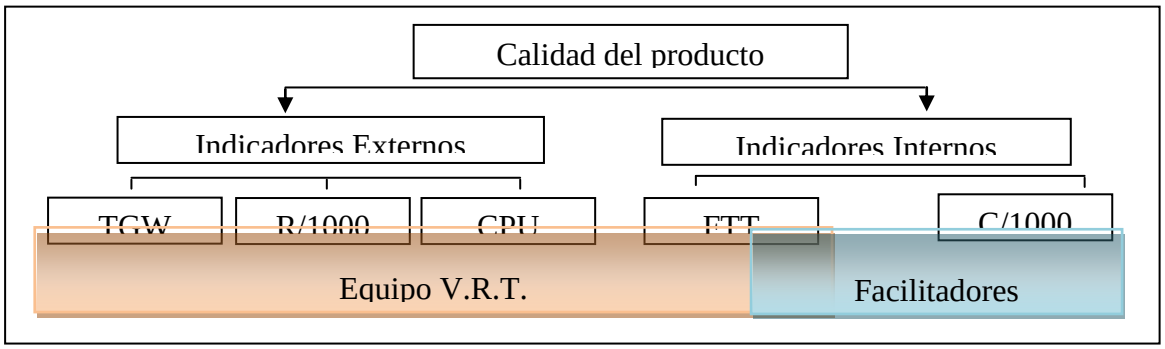


Figura 2.3 - 1. Esquema de gestión de indicadores de calidad

Los indicadores externos de calidad considerados por la empresa son:

- TGW (things gone wrong): indica las cosas que salieron mal en el producto
- R/1000: cantidad de reparaciones de cliente cada 1000 clientes
- CPU: costo por unidad de los costos de reparaciones en garantía

Los indicadores internos de calidad considerados por la empresa son:

- FTT (first time through):mide el porcentaje de unidades que salen bien de un proceso
- C/1000: cantidad de defectos cada 1000 unidades

El equipo V.R.T. es el responsable de mejorar los indicadores externos y algunos de los indicadores de FTT generados.

El cuerpo de facilitadores es responsable de gestionar las mejoras correspondientes a algunos indicadores de FTT y C/1000.

2.3.1 Gestión de Indicadores Externos de Calidad: Equipo V.R.T.

El equipo V.R.T. (variability reduction team) trabaja sobre un sistema altamente estandarizado diseñado por el área de calidad global de la empresa con sede en Estados Unidos. El equipo es responsable de reducir la variabilidad de las características que afectan la satisfacción del cliente final, reflejada en los indicadores externos de calidad.

Existen ocho grupos dentro del equipo, cada uno especializándose en una de las áreas de:

- Chasis
- Eléctrico
- Tren de potencia
- Ingeniería del vehículo
- Pintura
- Body Interior
- Body Exterior

Los grupos están conformados por tres personas: un champion, un colíder de ingeniería y un colíder de manufactura.

Los colíderes analizan un gráfico de Pareto en donde están ordenados los defectos que generaron la mayor cantidad de quejas de los clientes según los tres indicadores externos mencionados, aplican medidas de contención y investigan las causas raíz para aplicar acciones definitivas que prevengan la aparición del defecto.

Del gráfico, el grupo trata la cantidad de temas que le permitan cumplir con el objetivo que como grupo tienen. El objetivo puede ser logrado con medidas de contención y acciones definitivas.

Los defectos a tratar pueden ser hasta 45 y cada tema puede tener a su vez varios reclamos por distintos modos de falla (8/10 modos de falla es un número habitual).

Una vez por quincena el grupo realiza una presentación mostrando la evolución de los temas y las mejoras logradas al resto del equipo V.R.T. Una vez por trimestre el Pareto se actualiza.

Los distintos grupos también son responsables de actuar sobre algunos de los indicadores internos asociados a su área.

2.3.2 Gestión de Indicadores Internos de Calidad

El procedimiento de inspección global

La empresa a nivel global tiene un procedimiento estandarizado de inspección. El procedimiento estipula que los puestos de inspección y el equipo V.R.T. deben identificar potenciales quejas de clientes por problemas de calidad debido a los procesos de manufactura, diseño y pieza. Estas definen los procesos estándar de inspección (largo plazo), las inspecciones temporarias (corto plazo, en general utilizadas como medidas de contención), la manera de registrar los defectos, el tip level (niveles de advertencias) asociado al tipo de defecto, el escalation process (proceso de escalonamiento de defectos), el set up y revisión de la estación de inspección.

El escalation process define quién en la jerarquía organizacional debe estar advertido del defecto dependiendo del tip level (nivel de advertencia) alcanzado.

La subsidiaria está en proceso de adaptación al procedimiento pero debido a su situación actual le es imposible cumplir con el proceso de escalonamiento.

Tampoco se está llevando a cabo la revisión de la estación de inspección, la confiabilidad del inspector se basa en la experiencia de los mismos: se elige a personal altamente capacitado, con amplio conocimiento de la línea, antigüedad y buenas aptitudes generales.

La situación actual

La gestión interna de calidad actual abarca el sistema de reducción de los defectos identificados en la línea por los distintos inspectores.

A lo largo de la línea hay 10 puestos de inspección como muestra el siguiente diagrama:

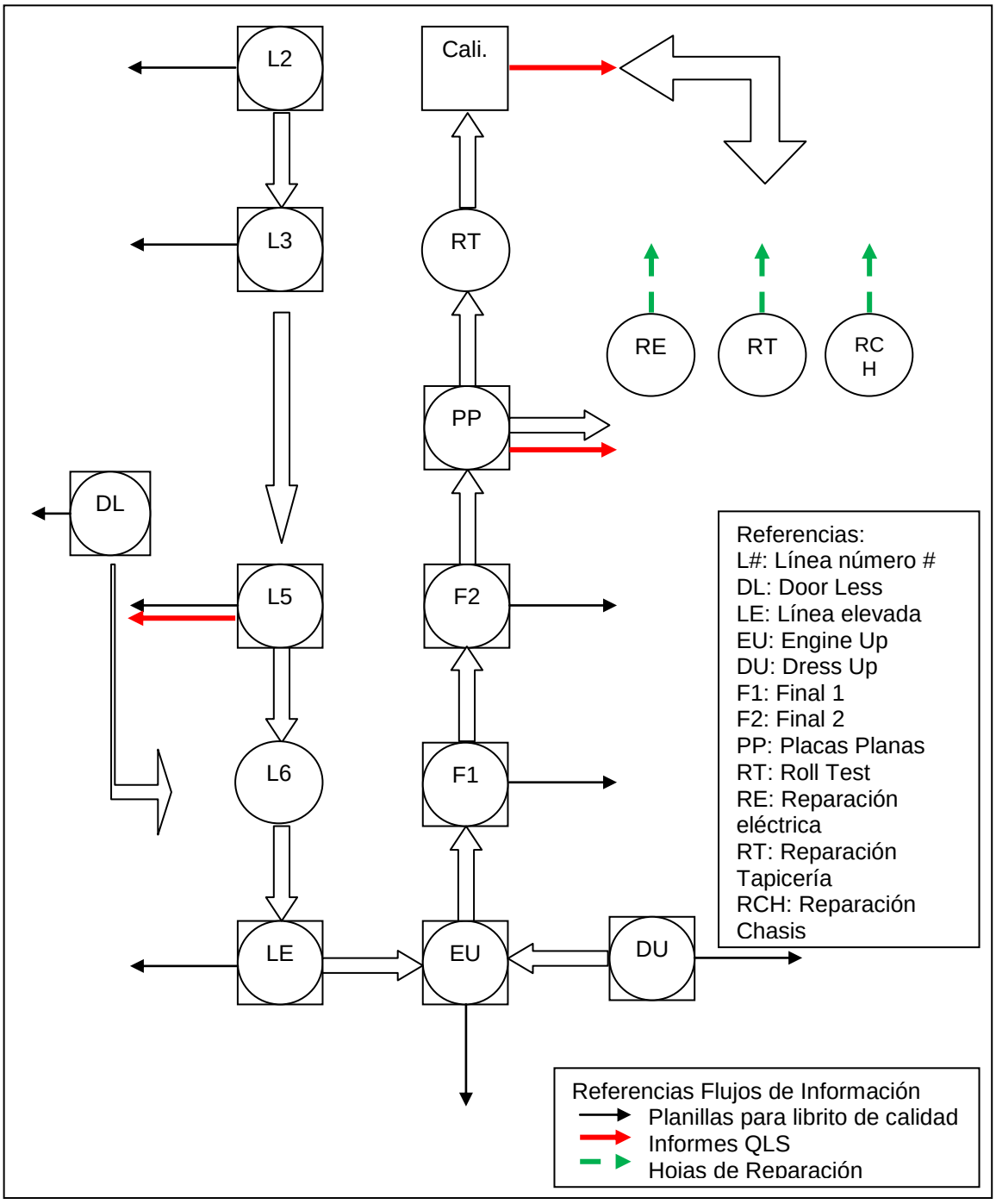


Figura 2.3.2 - 1. Puestos de inspección y flujos de información

Dos de los puestos, uno de la línea 5 y otro en Placas Planas, responden al área de Calidad cargando los defectos que relevan en el programa QLS (en la ilustración 7 se corresponden con las flechas rojas)

Los restantes ocho completan diariamente una planilla de forma manual con los defectos relevados en los autos (en la ilustración 7 se corresponden con las flechas negras):

Planilla para Recolección de Anormalidades

Inspector / Reparador:

Línea	Descripción	Cantidad	Fuente		
			MO	Pr	Pi
L3	***Acolchado LD no asienta***				
L3	***Acolchado LD roto***				
L3	***Bocina alrma SC***				
L3	***Bte techo solar suelto***				
L3	***Cable antena ficha rota***				
L3	***Cable selectora suelto***				
L3	***Calco año 2010 SC***				
L3	***Caño A/A SC***				
L3	***Cubre pilar B LI NC***				
L3	***Cubre pilar CD LI SC***				
L3	***Escuadra acolchado tornillo engranado***				
L3	***Faro TD roto***				
L3	***Ficha faro TD suelta***				
L3	***Ficha pilar A SC***				
L3	***Ficha polen suelto***				
L3	***Freno mano flojo***				

Figura 2.3.2 – 2 Modelo de planilla de recolección de datos

Las planillas son recogidas al día siguiente y cargadas a un archivo Excel conocido dentro de la planta como el "Librito de calidad". Este archivo contiene la evolución por línea de los defectos generados.

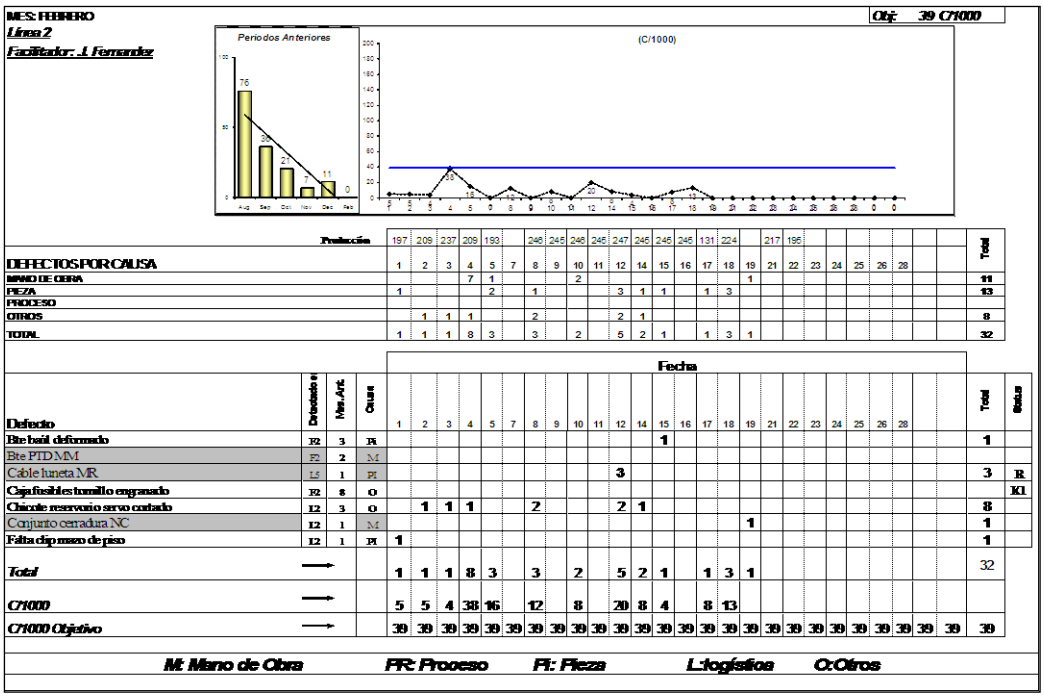


Figura 2.3.2 - 2 Ejemplo hoja librito de calidad

Los defectos se clasifican como causados por mano de obra, proceso o pieza.

Si en el momento los inspectores pueden reparar el defecto, lo reparan. Si no logran repararlo, lo anotan en la hoja de ruta para ser reparado en un puesto de reparación afuera de la línea.

De los ocho inspectores hay tres que cumplen la condición de reparadores volante. Un reparador volante es un reparador que es llamado por alguna estación de trabajo para que repare in situ un defecto. Esto quiere decir que no siempre estos tres reparadores se encuentran en el puesto de inspección y puede haber unidades que no sean inspeccionadas.

Cada supervisor de línea analiza la evolución de los defectos en la hoja del librito de su propia línea y actúa sobre los defectos que considera importantes, teniendo en cuenta en general la frecuencia y gravedad del defecto.

Todas las acciones tomadas son descritas en un plan de acción que genera el supervisor y mantiene registro en una carpeta. El supervisor tiene que exigir mejoras de las áreas que correspondan según el origen del defecto.

Semanalmente el M.P.S. revisa estas carpetas para ver las últimas actualizaciones y ayudar al supervisor de ser necesario. Esto no siempre es así, depende del tiempo disponible que se asigne a esta actividad.

Los defectos relevados en el librito en general son variados, muchos de ellos llegando a ser defectos crónicos. En el último trimestre hubo 213 defectos diferentes en promedio detectados por los inspectores en la línea. Un 15% de ellos fueron detectados durante los 3 meses y un 24% fue detectado durante dos meses.

Si las acciones al alcance del supervisor no tienen efecto en la disminución/eliminación del defecto existe la posibilidad de abrir un plan de acción en el sistema de GPA (Gerenciamiento de Planes de Acción). El GPA tiene la ventaja de que se asigna un responsable del defecto y si el problema no es resuelto dentro de una fecha determinada, la responsabilidad escala hacía alguien de mayor jerarquía pudiendo llegar hasta el director de manufactura de ser necesario.

Hoy en día hay 31 planes de acción abiertos de los cuales 18 fueron abiertos este año, los restantes 13 temas fueron abiertos entre el 2007 y el 2009. De estos 31 hay 8 casos a los que se les venció su plazo de acción, 9 que esperan la aprobación de la solución provista por parte del sistema GPA y 13 que concluyeron.

Este sistema parecería ser bueno, pero otra vez deja en evidencia que sin el compromiso de las personas involucradas los sistemas no son efectivos.

2.3.3 Puestos de reparación EOL

Hay tres puestos de reparación al final de la línea de montaje para reparar los defectos que los inspectores fueron anotando en la hoja de ruta del vehículo, un puesto de reparación eléctrica, otro de tapicería y otro de chasis.

En cada uno hay un reparador durante el turno de producción y de ser necesario más en sobretiempo para reparar las unidades restantes.

Las estaciones son alimentadas por unidades que salen de la línea y unidades que son rechazadas por calidad.

Se establece un límite máximo para las unidades en o esperando ser reparadas considerando la superficie disponible en la planta para tal fin. Actualmente es de 50 unidades.

Si se llegara a pasar el límite el procedimiento establece que se debe parar la producción. De hecho, por alguna causa especial se pasó el límite y se aprovechó el espacio disponible afuera de la planta como almacén de unidades en espera a reparación.

Al reparar los reparadores completan planillas de forma manual con la descripción precisa de la reparación y la causa. Esto es importante ya que hasta el momento de reparación sólo se conoce el defecto.

Las planillas de reparación eléctrica son analizadas por el colíder de manufactura del equipo VRT eléctrico. Él se ocupa del puesto de reparación de la línea de autos, de la línea de camionetas y de todos los puestos de configuración eléctrica al final de ambas líneas.

En el caso de estas reparaciones, los defectos y causas de falla también son registrados por un software utilizado en la configuración eléctrica del vehículo. Este programa sólo es entendido por la persona que analiza las planillas, él analiza un gráfico pareto que produce el software y traduce las causas codificadas para las reuniones de VRT.

Las planillas de los otros dos puestos de reparación son guardadas por el supervisor del final de la línea en una carpeta.

2.4 TIME & DATA MANAGEMENT

El trabajo de planta tiene un alto contenido de tareas operativas que deben realizarse todos los días. Esto permite estructurar la agenda al personal involucrado en gestión de este sistema, facilitadores, MPS, superintendente.

Aunque las tareas a horarios fijos rigen la agenda de estos puestos, ninguno estructura su agenda para incluir otras áreas de gestión necesarias, como calidad, costos, requisición de materiales, observaciones de seguridad. Esta desorganización genera que se gaste tiempo de más decidiendo que se va a hacer en el tiempo libre, tiempo preciado cuando no se tiene tiempo, o que se gaste el tiempo que se debería invertir en tareas importantes pero no urgentes en tareas urgentes pero no tan importantes.

2.5 FALLAS EN EL SISTEMA ACTUAL

Existe una brecha entre el debe ser establecido por los procedimientos y el es, principalmente porque:

- No se respetan los procedimientos que exige la empresa global
- Existe una cultura alternativa en la subsidiaria
- Se gasta tiempo en tareas urgentes pero relativamente no importante
- El tiempo es un recurso limitante
- Hay 10 facilitadores para 342 operarios

Esto aumenta la necesidad de un sistema simple, claro y lógico.

3. METODOLOGÍA DE MEJORA DE LA CALIDAD

El siguiente esquema esquematiza el sistema de información actual para el cual se propone la metodología a desarrollar:

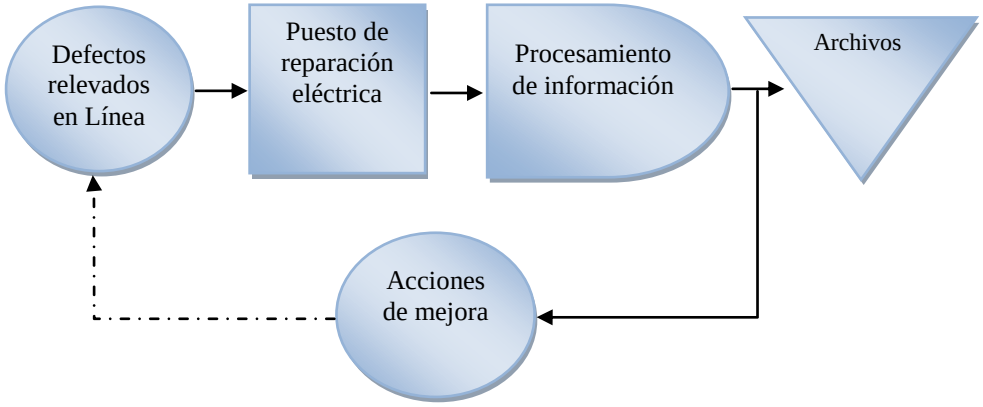


Figura 3 - 1 Sistema de información actual

Las unidades defectuosas son reparadas. El reparador lleva un registro donde anota el defecto reparado. Esta información es procesada por el VRT Eléctrico. La información analizada es archivada y a veces genera acciones de mejora, repercutiendo en la cantidad de defectos relevados en línea. La flecha punteada indica que estas acciones no siempre son efectivas.

3.1 RELEVAMIENTO DE LOS DEFECTOS ELÉCTRICOS

Se relevaron las planillas de reparación del puesto de reparación eléctrica desde el 1 de octubre de 2010 al 1 de diciembre de 2010, considerando este período una muestra representativa de los datos. Se chequeó que no haya habido algún cambio importante durante este período que origine posibles causas especiales para el defecto.

Las planillas de reparación eléctrica son planillas escritas con el siguiente formato:

Planilla para recoleccion de Anormalidades **Fecha: 1/02/2011**
FOCUS
Reparador **Puesto de reparación eléctrica**

Linea	Serie N	Descripcion	Cantidad	Fuente		
				MO	Pr	Pi
PP	382680	Eléct - Levanta cristal TI no funciona desde PTI - Mazo apretado con tornillo de manil	1	x		
F1	395811	Eléct - Instalación ABS TD sin rutear bajo piso	1	x		
PP	383654	ECATS RDO - Código de radio mal ingresado 30 min	1	x		
L3	395764	Ecats rdo - Radio no sintoniza - Ficha de antena en Pilar A izquierdo rota	1		x	

Tabla 3.1- 1. Planilla de recolección de datos del puesto eléctrico

El reparador anota los defectos reparados y las causas de los mismos, la línea en donde se origina el defecto y cuál es la fuente del defecto, si es de mano de obra (MO), proceso (PR) o pieza (PI). Se completa una fila por número de serie y modo de falla del auto.

Al recopilar la información se debe tener en cuenta que algunos defectos están escritos de diferentes maneras, se debe elegir la manera que mejor describa el defecto.

Con los registros relevados se originó una base de datos con 1563 filas y 277 defectos distintos.

De los defectos relevados, 57% fueron causados por mano de obra, 18% son defectos de proceso y el restante 25% responde a defectos de pieza.

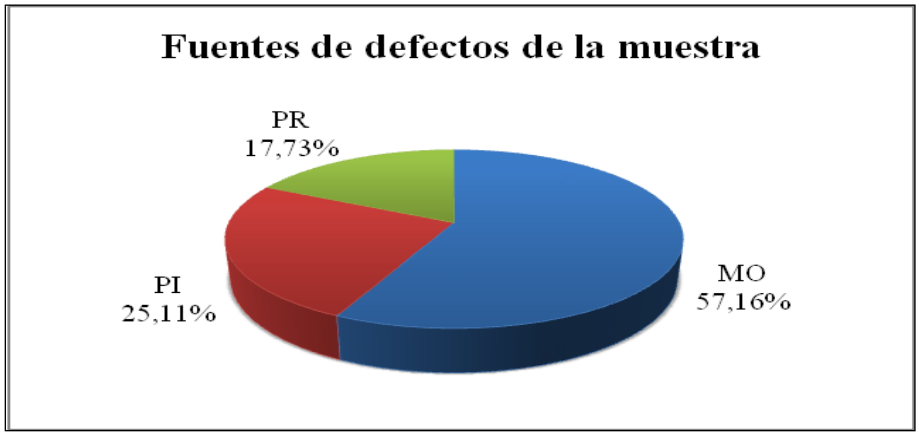


Figura 3.1 - 1. Fuente de las reparaciones eléctricas

Al agrupar los defectos por pieza se observa que existe una concentración de defectos en torno a los vidrios, el motor, la alarma y el levanta cristal.

También se observa que el ABS, un elemento considerado de seguridad, aparece vinculado a un número significativo de defectos.

Para mano de obra:

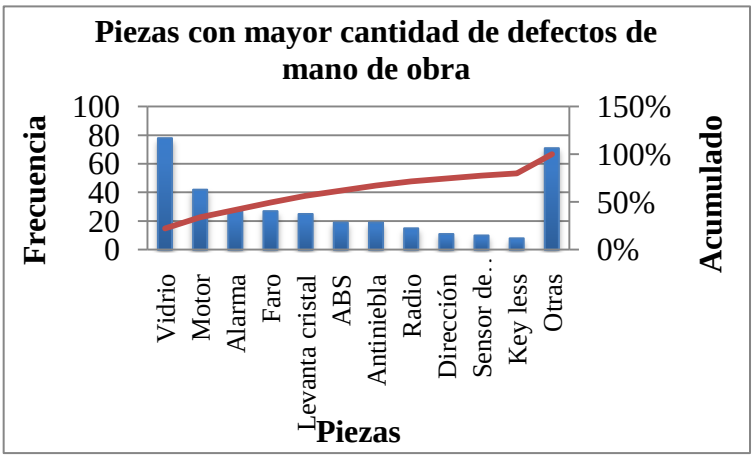


Figura 3.1- 2. Piezas en reparación eléctrica debido a mano de obra

Para pieza:

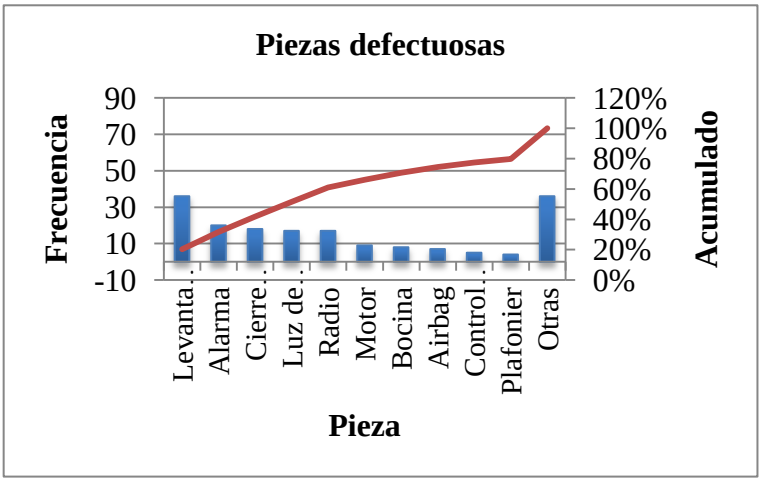


Figura 3.1-3. Piezas defectuosas en reparación eléctrica

Para proceso:

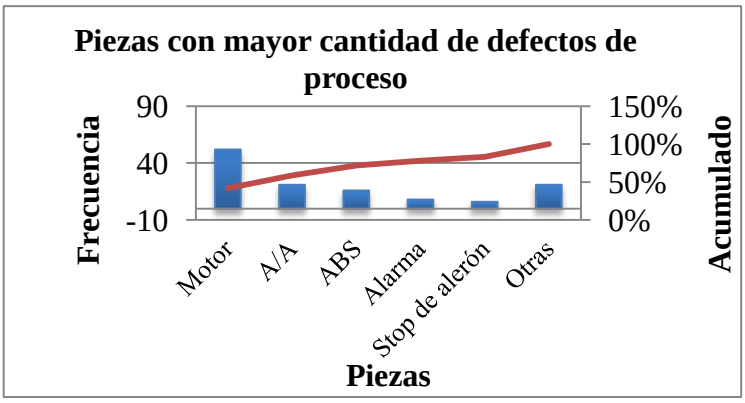


Figura 3.1-4 Piezas en reparación eléctrica debido a procesos defectuosos

3.2 REQUISITOS DEL MÉTODO

El método debe:
Ser simple

- Dado el poco tiempo que se tiene en la actualidad para el análisis y que el análisis tiene que poder ser llevado a cabo por personal con distintos grados de capacitación, el método tiene que poder ser implementado fácilmente

- Visualizar oportunidades de mejora en indicadores clave de performance (ver apartado "Oportunidades de mejora: Impacto en indicadores clave de performance")

Lograr la aceptación del personal

- Tiene que mostrar la información de manera ordenada y ser visualmente atractivo, mostrando las oportunidades de mejora de indicadores de performance clave de manera clara para lograr la aceptación de la gerencia
- Debe minimizar la carga adicional de trabajo que pudiera generar sobre los inspectores/reparadores
- Debe ser congruente con los procedimientos globales de la empresa

Al priorizar los defectos se debe tener en cuenta al cliente final:

- Es el cliente quien fija los estándares de calidad, decidiendo qué productos comprar y a quién se los compran [Imai, 1992]
- De recibir un reclamo asociado a un defecto que afecte la seguridad o la operativa del vehículo el costo para la empresa es muy elevado
- El sistema de detección de defectos es en su gran mayoría de tipo visual. No se puede garantizar la robustez del sistema, existiendo una probabilidad de que los defectos lleguen al cliente y de que acontezca la situación anterior
- el procedimiento global de inspección de la empresa pide que los defectos sean clasificados de esta manera, definiendo distintos niveles de advertencia para cada tipo (ver "El procedimiento de inspección global"). El área de reparación estaría así alineándose con una práctica corporativa.
- el área cliente, Calidad, analiza el producto desde el punto de vista del usuario, generando los reportes del QLS usados como elemento de comparación de las distintas plantas de la terminal.

También se debe considerar el grado de detección del defecto en línea que posee el sistema, si un defecto es fácilmente detectable la probabilidad de que le llegue al cliente es mínima en comparación con defectos más difíciles de detectar.

3.2.1 Oportunidades de mejora: Impacto en indicadores clave de performance

Implementando acciones de mejora se busca mejorar:

1. Los siguientes indicadores del tablero de control del área:

   I. Indicadores Internos de calidad

   Cantidad de defectos que afecten la seguridad en la operativa del auto. Este indicador idealmente debiera ser cero.

   El C/1000 y el FTT de punta de línea.

   En el mes de noviembre, de una producción de 5348uds, 527 unidades pasaron por el box de reparación eléctrica, un 10% de la producción.

   El F.T.T. de final de línea fue de un 63% promedio, pudiendo llegar a un 73% de no haber necesidad de reparación eléctrica.

   El C/1000 promedio diario de final de línea de noviembre fue de 456 defectos cada mil unidades. En noviembre se registraron 582 defectos eléctricos reparados, un C/1000 de 108 defectos cada mil unidades, un 23.6% del C/1000 promedio de final de línea.

   II. Scrap

   Al reparar un defecto de pieza, si la pieza se cambia, se completa una tarjeta de scrap donde se detalla el código de pieza, la cantidad cambiada, la suma total y el centro de costos responsable del scrap.

   Cada línea de la planta tiene un centro de costos y existe un centro de costos global para tapicería y otro para chasis, usados cuando no se sabe con seguridad quién es responsable del scrap.

   Si la responsabilidad es del proveedor el proveedor se hace cargo del costo.

   III. Horas extra de reparación/horas producidas

   El sueldo base ($/hr) es un 50% mayor en horas extra de lunes a viernes y el doble si se trabaja un sábado, domingo o feriado.

Cuando se acumula una cierta cantidad de unidades para reparar se pide autorización para dejar algunas personas en sobre tiempo reparando unidades.

2. La cantidad de reclamos de clientes, reparaciones cada mil autos (*R/1000*) y TGW (*TGW: things gone wrong*), recibidos por los VRT, asociados a defectos asociados a la seguridad y la operativa del vehículo.

3.3 DESARROLLO DEL MÉTODO A.M.F.E.

Teniendo en cuenta los criterios de priorización y requisitos del método, la clasificación de los defectos va a estar basada en el método A.M.F.E., análisis modal de fallas y sus efectos.

El uso de este método es recomendado por la compañía como parte del desarrollo de proyectos 6-sigma en el Entrenamiento Green Belt.

"El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos es un método dirigido a lograr el Aseguramiento de la Calidad, que mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo."[Stamatis, 1995]

Al clasificar los defectos teniendo en cuenta la gravedad, ocurrencia y detección se asegura que se evalúen estos tres parámetros y no solo la recurrencia.

El A.M.F.E. se realiza en una tabla con las siguientes columnas:

- la pieza o proceso donde se detecta la falla
- el modo de falla
- el efecto potencial que esa falla tiene sobre el cliente
- la gravedad (índice de gravedad)
- la causa potencial del modo de falla
- frecuencia (índice de ocurrencia)
- controles actuales de detección
- la robustez del sistema de detección (índice de detección)
- el NPR (número de prioridad de riesgo)
- los controles de contención
- las acciones permanentes de corrección
- el responsable de implementar la acción recomendada
- la acción tomada
- el NPR después de tomada la acción

Las planillas de reparación del puesto alimentan las siguientes columnas:

- Pieza/proceso: la pieza o proceso donde se detecta la falla
- Modo de falla: el modo de falla que originó el defecto
- Efecto potencial en el producto: descripción informal de los efectos que tiene la falla en el producto
- G:cuán grave es esa falla (índice de gravedad)
- Frecuencia: cuán frecuente en el período estudiado
- Tasa de ocurrencia: frecuencia/volumen producido en el período estudiado
- O: índice de ocurrencia asociado a la tasa de ocurrencia
- Controles actuales (detección): cuáles son los controles actuales de detección
- D: cuán robusto es el sistema de detección para esa falla (índice de detección)
- NPR: número de prioridad de riesgo. Resulta de la multiplicación de los tres índices
- MO/PR/PI: si el defecto es un defecto causado por mano de obra (MO), proceso (PR) o pieza (PI)

Obteniendo la siguiente tabla:

Pieza/Proceso	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	Frecuencia	Tasa de Ocurrencia	O	Controles actuales (detección)	D	NPR	MO/PR/PI

Tabla 3.3-1. Tabla de análisis de datos

3.3.1 Puntuación

El Manual de Entrenamiento Green Belt [Ford, 2006] sugiere el siguiente criterio de puntuación:

Índice de Gravedad (G)

Efecto	Criterio: Gravedad del defecto Esta valoración ocurre cuando un modo de falla potencial resulta en un defecto para el cliente final y/o la planta de montaje. El cliente final siempre se considerará prmero. Si ambos ocurren, usar el índice de mayor gravedad.		Puntuación
	Efecto al cliente	Efecto Montaje/Fabricación	
Peligro sin aviso	Puntuación de gravedad muy alta cuando un modo de falla potencial afecta la seguridad de la operativa del vehículo y/o suponga no cumplir con normas legales sin aviso	Puede poner en peligro al operario sin aviso (máquina o montaje)	10
Peligro con aviso	Puntuación de gravedad muy alta cuando un modo de fallo potencial afecta la seguridad de la operativa del vehículo y/o suponga no cumplir con normas legales con aviso.	Puede poner en peligro al operario con aviso (máquina o montaje)	9
Muy alto	Vehículo/ítem inoperativo (pérdida de la función principal)	100% del producto puede ser scrap, o el vehículo/ítem reparado en el área de reparación con un tiempo mayor que una hora	8
Alto	Vehículo/ítem operativo pero en un bajo nivel de desempeño. Cliente muy insatisfecho.	El producto puede ser clasificado y una porción (menos del 100%) hecha scrap o el vehículo/ítem reparado en el área de reparación con tiempo entre media hora y una hora	7
Moderado	Vehículo/ítem operativo pero aspectos confort/conveniencia inoperativas. Cliente insatisfecho.	Una porción (menos del 100%) del producto puede ser scrao sin clasificar, o el vehículo/ítem reparado en el área de reparación con tiempo menor de media hora	6
Bajo	Vehículo/ítem operativo pero aspectos confort/conveniencia a nivel reducido de desempeño. Cliente de alguna forma insatisfecho	100% del producto puede ser retrabajado, o el vehículo/ítem reparado off-line sin ir al área de reparación	5
Muy bajo	Acabado y ajustes Ruidos no conformes Defectos notados por el 50% de los clientes	El producto puede ser clasificado sin scrap, y una porción (menos del 100%) retrabajado.	4
Menor	Acabado y ajustes Ruidos no conformes Defectos notados por mayoría de clientes	Una porción (menos del 100%) del producto puede ser retrabajado, sin scrap, en la línea, pero fuera de la estación de trabajo	3
Muy poco	Acabado y ajustes Ruidos no conformes Defectos notados por menos del 25% de los clientes	Una porción (menos del 100%) del producto puede ser retrabajado, sin scrap, en la estación de trabajo.	2
Ninguno	Ningún efecto discernible	Ligero inconveniente para la operación o el operario o sin efecto	1

Tabla 3.3.1 – 1. Índice de gravedad (G)

El efecto al cliente se evalúa en base al efecto potencial en el producto.

El efecto montaje/fabricación se evalúa en base al modo de falla.

Índice de ocurrencia (O)

El índice de ocurrencia está definido en el método por la siguiente escala:

Probabilidad de fallo	**Ratios de probabilidad de fallos**	**Puntuación**
Muy alta Fallos persistentes	->100 por mil piezas	10
	50 por mil piezas	9
Alta Fallos frecuentes	20 por mil piezas	8
	10 por mil piezas	7
Moderada Fallos ocasionales	5 por mil piezas	6
	2 por mil piezas	5
	1 por mil piezas	4
Baja Pocos fallos	0,5 por mil piezas	3
	0,1 por mil piezas	2
Remota Fallos improbables	->0,01 por mil piezas	1

Tabla 3.3.1 – 2. Índice de ocurrencia (O)

Índice de detección (D)

Detección	Criterio	A	B	C	Rangos sugeridos de métodos de detecciòn	Puntuación
Casi imposible	Certeza absoluta de no detectar				No puede detectar o no compruebo	10
Muy remota	Controles probablemente no detectarán				Control se consigue solo con chequeos indirectos o aleatorios	9
Remota	Controles con poca posibilidad de detectar				Control se consigue con inspección visual solamente	8
Muy baja	Controles con poca posibilidad de detectar				Control se consigue con doble inspección visual solamente	7
Baja	Controles pueden detectar				Control se consigue con métodos gráficos tales como CEP (control estadístico del proceso)	6
Moderada	Controles pueden detectar				Control se basa en verificar piezas después que han salido de la estación, o control Pasa/No pasa se efectua en el 100% después de dejar la estación	5
Moderadamente alta	Controles buena posibilidad de detectar				Detección del error en operaciones siguientes, o chequeo realizado al principio y primera pieza (para causas de ajuste solamente)	4
Alta	Controles buena posibilidad de detectar				Detección del error en la estación Detección del error en operaciones siguientes por distintas condiciones de aceptación: proveedor, selección, instalación. No se acepta piezas no OK.	3
Muy alta	Controles casi seguro que detectan				Detección del error en la estación (sistema automático con parada automática). No es posible que pase una pieza no Ok.	2
Muy Alta	Controles seguro que detectan				Piezas no se pueden fabricar porque el proceso/producto tiene un diseño a prueba de error	1

Referencias:
Tipos de Inspección:
A. A prueba de error
B. Galgas
C. Manual de Inspección

Tabla 3.3.1 - 4. Índice de detección (D)

Clasificación

Los modos de falla con gravedad 9 o 10 son críticos y deben ser resueltos primero. Después se resuelven los modos de falla con un NPR mayor a 80.

3.3.2 Procedimiento

Análisis semanal

Semanalmente se debe:

1. Extraer datos de las planillas de reparación

A partir de la planilla que completa el reparador manualmente.

Planilla para recoleccion de Anormalidades FOCUS				Fecha: 1/02/2011		
Reparador	**Puesto de reparación eléctrica**					
Linea	**Serie N**	**Descripcion**	**Cantidad**	**Fuente**		
				MO	**Pr**	**Pi**
PP	382680	Eléct - Levanta cristal TI no funciona desde PTI - Mazo apretado con tornillo de manil	1	x		
F1	395811	Eléct - Instalación ABS TD sin rutear bajo piso	1	x		
PP	383654	ECATS RDO - Código de radio mal ingresado 30 min	1	x		
L3	395764	Ecats rdo - Radio no sintoniza - Ficha de antena en Pilar A izquierdo rota	1		x	

Tabla 3.3.2 - 1 Planilla de reparación eléctrica

Cada descripción debe separarse por:

- el control que detectó el defecto (Ecats o prueba eléctrica)
- la pieza o el proceso
- el modo de falla
- y efecto potencial de estar descripto.

Si el efecto potencial no está explicitado se debe investigar sobre el mismo.

Si el modo de falla no está detallado se tendrá en cuenta el efecto potencial en el producto como modo de falla.

- el responsable del defecto, si es de mano de obra (MO), proceso (PR) o pieza (PI), y la línea de origen para mayor referencia en caso de necesitarse.

Pieza/ Proceso	**Modo de fallo potencial**	**Efecto potencial en el producto**	**Controles actuales (detección)**	**MO/PR /PI**	**Línea**
Limpiaparabrisas	Bidón sin conectar	No funciona el limpiaparabrisas	Eléctrico	MO	LE
Levanta cristal	Mazo apretado con tornillo de manilon	No se puede abrir/cerrar el vidrio TI	Eléctrico	MO	PP
Radio	Ficha de antena en Pilar A izquierdo rota	Radio no sintoniza	Ecats	PR	L3
Ecats abortado	Código de radio mal ingresado 30 min	Radio no funciona	Ecats	MO	PP

Tabla 3.3.2- 2 Tabla para análisis de datos 1

A medida que se repitan los modos de falla aumentará la frecuencia.

Si al analizar los defectos relevados se observan picos de frecuencia llamativos en la ocurrencia de un defecto en particular, se debe analizar si esto es atribuible a alguna causa especial, una situación momentánea que haya causado la aparición del defecto. Al atribuirle la causa especial el defecto se puede quitar de la muestra ya que no precisará una acción correctiva permanente.

1. Puntuar la gravedad

La gravedad se puntúa en base al criterio utilizado en el Entrenamiento Green Belt (ver puntuación).

Primero se valora el "Efecto al cliente" en base al "Efecto potencial en el producto".

Tomando la información del ejemplo:

- "No se puede abrir/cerrar el vidrio TI" recibe una puntuación de 8 al ser el levanta cristal un elemento inoperativo (no afecta directamente la operación del vehículo) que perdió su función principal, el cristal TI no se puede abrir.
- "No funciona el limpiaparabrisas" recibe una puntuación de 10, al considerarlo un "Peligro sin aviso" para el cliente en caso de lluvia.
- El "Código de radio mal ingresado 30 min" recibe una puntuación de 8 ya que la radio no funciona sin este proceso.
- "Radio no sintoniza" recibe una valoración de 7 por ocasionar que la radio tenga un bajo nivel de desempeño, generando una muy alta insatisfacción en el usuario.

A continuación se realiza un filtro de aquellos efectos potenciales que no tienen una calificación de 8, 9 o 10 ya que dadas las condiciones de seguridad de las operaciones en la planta de montaje ningún modo de falla puede lograr una puntuación de 9 o 10 al tener en cuenta el "Efecto Montaje/Planta".

- En el ejemplo el modo de falla "Ficha de antena de pilar A izquierda rota" recibe una puntuación de 6 en el "Efecto montaje planta" ya que la reparación le lleva al reparador menos de media hora y el único scrap que genera es la ficha de antena.

El valor final del índice G es definido por la puntuación más alta.

Pieza/ Proceso	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	Controles actuales (detección)	MO/PR /PI	Línea
Limpiaparabrisas	Bidón sin conectar	No funciona el limpiaparabrisas	10	Eléctrico	MO	LE
Levanta cristal	Mazo apretado con tornillo de manilon	No se puede abrir/cerrar el vidrio TI	8	Eléctrico	MO	PP
Radio	Ficha de antena en Pilar A izquierdo rota	Radio no sintoniza	7	Ecats	PR	L3
Ecats abortado	Código de radio mal ingresado 30 min	Radio no funciona	8	Ecats	MO	PP

Tabla 3.3.2- 3. Tabla para análisis de datos 2

2. Puntuar la ocurrencia

A partir de la frecuencia de aparición en la semana y el volumen producido se obtiene la tasa de ocurrencia.

$$\text{tasa de ocurrencia} = {}^{\text{frecuencia}}/_{\text{volumen producido}}$$

Ecuación 3.3.2 - 1. Tasa de ocurrencia

Usando la tabla de puntuación del índice de ocurrencia se obtiene O.

Pieza/ Proceso	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	Frecuencia	Tasa de Ocurrencia	O	Controles actuales (detección)	MO/PR /PI	Línea
Limpiaparabrisas	Bidón sin conectar	No funciona el limpiaparabrisas	10	2	0.00163	4	Eléctrico	MO	LE
Levanta cristal	Mazo apretado con tornillo de manilon	No se puede abrir/cerrar el vidrio TI	8	3	0.00245	5	Eléctrico	MO	PP
Radio	Ficha de antena en Pilar A izquierdo rota	Radio no sintoniza	7	1	0.00082	3	Ecats	PR	L3
Ecats abortado	Código de radio mal ingresado 30 min	Radio no funciona	8	2	0.00163	4	Ecats	MO	PP
Volumen producido:		1225 unidades							

Tabla 3.3.2 -4. 5 Tabla para análisis de datos 3

3. Puntuar el sistema de detección

A partir de los "Controles actuales (detección)" y la tabla de referencia para el índice de detección (ver "Puntuación") se valora el sistema de detección actual.

Dependiendo del tipo de defecto eléctrico existen distintos controles.

Si el tipo de defecto es tal que no arranca el motor o genera que se prenda una luz de advertencia del defecto en el tablero del auto, que luego verán la persona que realiza el Ecats, la persona que realiza la prueba eléctrica, el chofer que mueve el auto de la línea, el chofer que realiza la alineación y el área de pre-delivery, la puntuación es de 1 ya que los "Controles seguro que detectan".

Los sistemas que tienen una luz de advertencia de funcionamiento incorrecto en el tablero son:

- El ABS
- El airbag

- El sistema de frenos
- La temperatura del motor
- El nivel de aceite

El control Ecats recibe una puntuación de 3 por ser un programa electrónico de verificación del funcionamiento de las componentes de alta confiabilidad realizado sobre el 100% de la producción que no permite que el defecto salga de la línea sin ir al área de reparación.

La confiabilidad del control eléctrico puede ser evaluada a partir de los defectos eléctricos que detecta el área de calidad. Estos se pueden obtener del programa QLS.

El FTT promedio del indicador de defectos eléctricos relevados por el área de calidad supera el 99%. Esto indica que menos del 1% de las unidades que pasan por el área de pre-delivery tienen problemas eléctricos detectados. El control eléctrico es robusto y en principio se le asigna una puntuación de 4.

Del QLS se pueden obtener los defectos que se escaparon y así diferenciar la puntuación del sistema de detección para estos defectos que pasaron sin que nadie detectara.

Para la muestra analizada estos son:

Descripción	**Casos**	**Efecto potencial al que se relaciona**
Bocina mal funcionamiento	1	Bocina mal funcionamiento
Bocina no funciona	5	Bocina no funciona
Radio mal funcionamiento	20	Display de radio funciona mal
Radio mal funcionamiento	20	Radio no entra CD
Radio mal funcionamiento	20	Radio no sintoniza

Tabla 3.3.2-5. Índice de detección - Excepciones

A estos defectos, donde el control parece insuficiente, se le asigna por el momento una puntuación de 5 ya que el 100% de las piezas son testeadas al final de la línea en el control eléctrico pero la capacidad de detección es moderada en comparación a la capacidad moderadamente alta de las restantes inspecciones.

Cálculo final

Finalmente se calcula el NPR obteniendo así la siguiente tabla:

Pieza/ Proceso	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	Frecuencia	Tasa de Ocurrencia	O	Controles actuales (detección)	D	NPR	MO/PR/PI	Línea
Limpiaparabrisas	Bidón sin conectar	No funciona el limpiaparabrisas	10	2	0.00163	4	Eléctrico	4	160	MO	LE
Levanta cristal	Mazo apretado con tornillo de manilon	No se puede abrir/cerrar el vidrio TI	8	3	0.00245	5	Eléctrico	4	160	MO	PP
Radio	Ficha de antena en Pilar A izquierdo rota	Radio no sintoniza	7	1	0.00082	3	Ecats	5	105	PR	L3
Ecats abortado	Código de radio mal ingresado 30 min	Radio no funciona	8	2	0.00163	4	Ecats	3	96	MO	PP
Volumen producido:		1225 unidades									

Tabla 3.3.2-6. Tabla de análisis de datos 4

Criterio de elección de defectos:

Los defectos deben ordenarse en primero por gravedad y en segundo lugar por G*O.

Una herramienta útil de visualización es realizar un gráfico de dispersión, de gravedad en función de la ocurrencia:

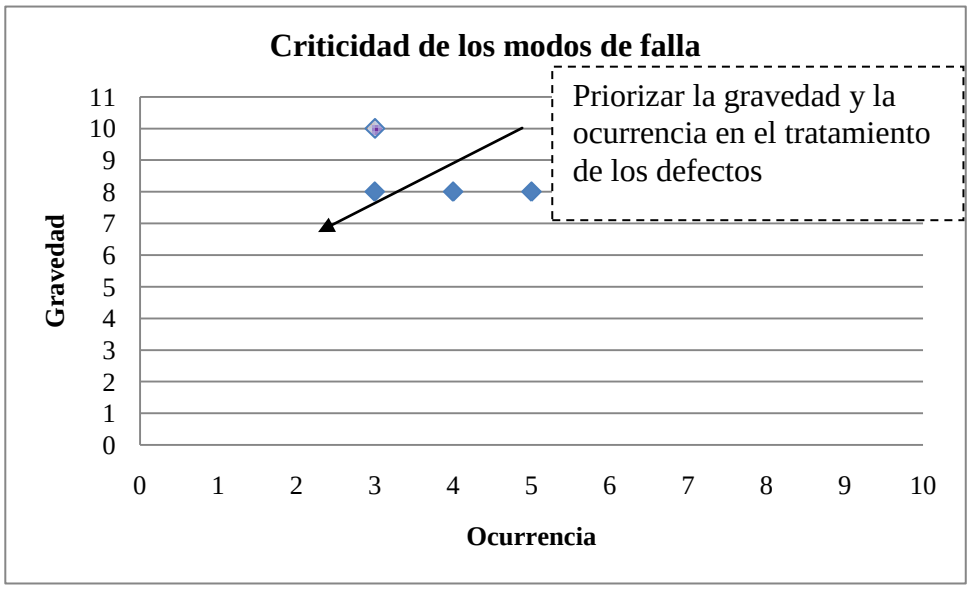


Figura 3.3.2 -1. Criticidad de los modos de falla

La teoría establece que los defectos con gravedad de 10 o 9 se consideran críticos y deben ser analizados. Se aconseja también que los defectos con puntuación NPR mayor a 100 sean analizados.

Pieza/ Proceso	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	Frecuencia	Tasa de Ocurrencia	O	Controles actuales (detección)	D	NPR	MO/PR/PI	Línea
Limpiaparabrisas	**Bidón sin conectar**	**No funciona el limpiaparabrisas**	**10**	**2**	**0.00163**	**4**	**Eléctrico**	**4**	**160**	**MO**	**LE**
Levanta cristal	**Mazo apretado con tornillo de manilon**	**No se puede abrir/cerrar el vidrio TI**	**8**	**3**	**0.00245**	**5**	**Eléctrico**	**4**	**160**	**MO**	**PP**
Radio	**Ficha de antena en Pilar A izquierdo rota**	**Radio no sintoniza**	**7**	**1**	**0.00082**	**3**	**Ecats**	**5**	**105**	**PR**	**L3**
Ecats abortado	Código de radio mal ingresado 30 min	Radio no funciona	8	2	0.00163	4	Ecats	3	96	MO	PP
Volumen producido:		1225 unidades									

Tabla 3.3.2-7. Ejemplo de elección de los defectos más relevantes

Otra herramienta gráfica útil es realizar una curva ABC discriminando los defectos de gravedad 10 o 9:

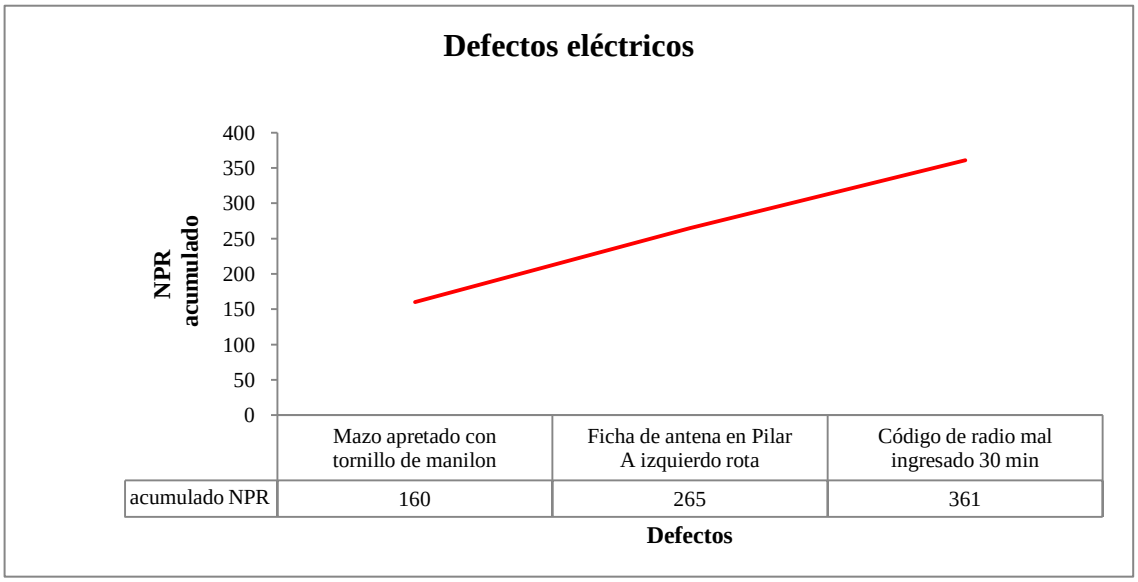


Figura 3.3.2 - 2. Defectos eléctricos

3.3 APLICACIÓN DEL INDICADOR A LA MUESTRA

Al analizar con el criterio descripto la muestra relevada se obtiene la siguiente distribución de fuentes del defecto

Fuente del defecto	Total
MO	134
PI	88
PR	39

Tabla 3.3 - 1 Clasificación por origen de los defectos - Muestra

Al graficar la gravedad en función de la ocurrencia se obtiene:

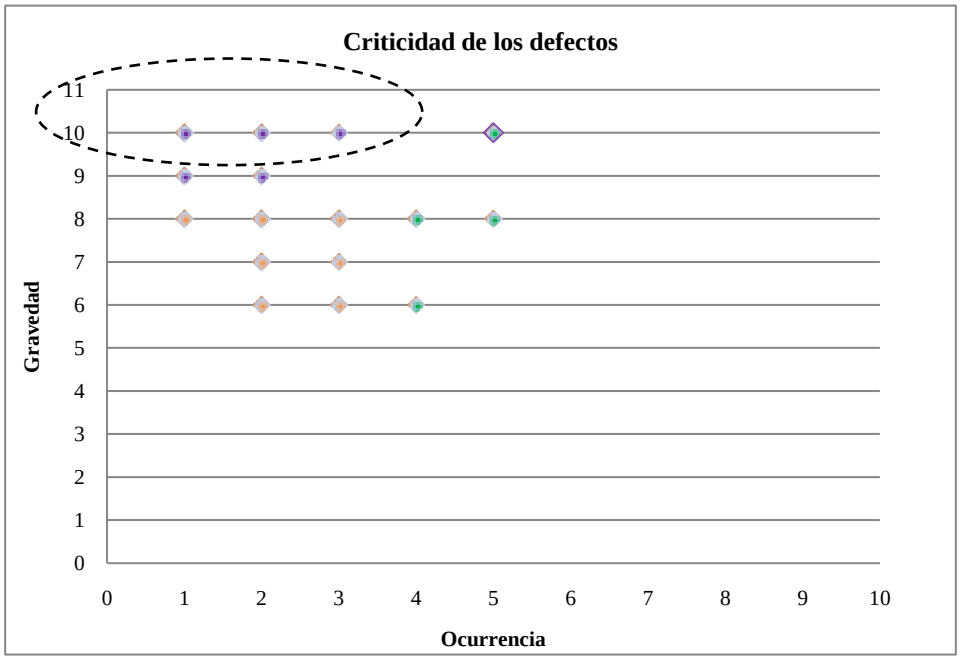


Figura 3.3- 2. Criticidad de los defectos - Muestra

Son 21 los defectos con una puntuación de 10 o 9 por producir los siguientes efectos:

Efecto potencial en el producto	**G**
Potencial rotura de ABS	10
Airbag no funciona	10
ABS no funciona, frenado desparejo del auto	9
Volante queda loco	9

Tabla 3.3-1 Efecto potencial en el producto ocasionado por defectos graves

y estos hay que investigar en primera instancia.

MO/PI/PR	Modo de falla potencial	Total
MO	Sensor de ABS DI sin conectar	81
	Airbag derecho sin conectar	60
	Puente de fusibles de ABS mal montado	54
	Sensor de ABS TD sin conectar	54
	Cable ABS DI mal ruteado en pasarruedas	40
	Instalación ABS TD sin rutear en bajo piso	40
	Instalación de Airbag apretada con tornillo de selectora	40
	Bolsa de airbag lado conductor ficha sin conectar	30
	Sin colocar sensor de ABS delantero (2)	27
	Sensor de ABS TI sin conectar	27
	Falta colocar puente ABS en FJB	27
	Sensor de ABS DD sin conectar	27
PI	Terminal barrido en conector módulo airbag	60
	Ficha de módulo de airbag traba rota	60
	Instalación airbag apretada en acolchado	40
	Ficha en bolsa de airbag izq sin trabar	30
	Terminal invertido en sensor de ABS TD	27
	Clock spring cortado	27
PR	Ficha de sensor de ABS DI rota con cadena	108
	Mazo de módulo airbag cortado con tornillo de selectora	30
	Mazo de airbag dañado en zona acolchado	30

Tabla 3.3 -2 Defectos con gravedad 10 o 9

De los restantes defectos, los que alcanzaron un número de prioridad de riesgo mayor a 100 fueron:

Fuente	**Modo de falla potencial**	**NPR**
MO	Maza en zona baúl izquierdo sin ajustar tornillo	196
MO	Maza sin colocar en pilar B derecho	117
MO	Mazo apretado con tornillo de manilon	112
MO	Vidrio TD rebota	120
MO	Vidrio TI rebota	120
PI	Ficha sin trabar en máquina levanta cristal DD	112
PI	Pin doblado en cerrojo DI	128
PI	Radio defectuosa	113
PI	Terminal barrido en Pilar B izquierdo	112
PR	Válvula de corte de combustible sin activar	120

Tabla 3.3 - 3 Defectos clasificados por NPR

3.4 ELECCIÓN DE LOS DEFECTOS A ANALIZAR

A modo de ejemplo, se analizará el siguiente modo de falla:

- Ficha de sensor de ABS DI rota con cadena.

Este modo de falla tiene una gravedad de 9 y un NPR de 108.

Para ver el A.M.F.E. detallado remítase a Anexo I: A.M.F.E. de la muestra

4. ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ: SENSOR DE ABS DELANTERO IZQUIERDO SIN CONECTAR

4.1 INTRODUCCIÓN

4.1.1 Descripción del sistema de frenado anti-bloqueo

El ABS (Anti-lock Brake System) es un sistema que otorga mayor seguridad en una situación de frenado brusco al dar maniobrabilidad al auto y disminuir el tiempo de frenado.

Todos los modelos de auto vendidos en el mercado argentino tienen ABS con EBD (distribución electrónica de frenado). La EBD es un sistema que compensa la velocidad de rotación de las distintas ruedas para lograr un frenado más controlado y parejo.

El sistema ABS se muestra en la siguiente figura:

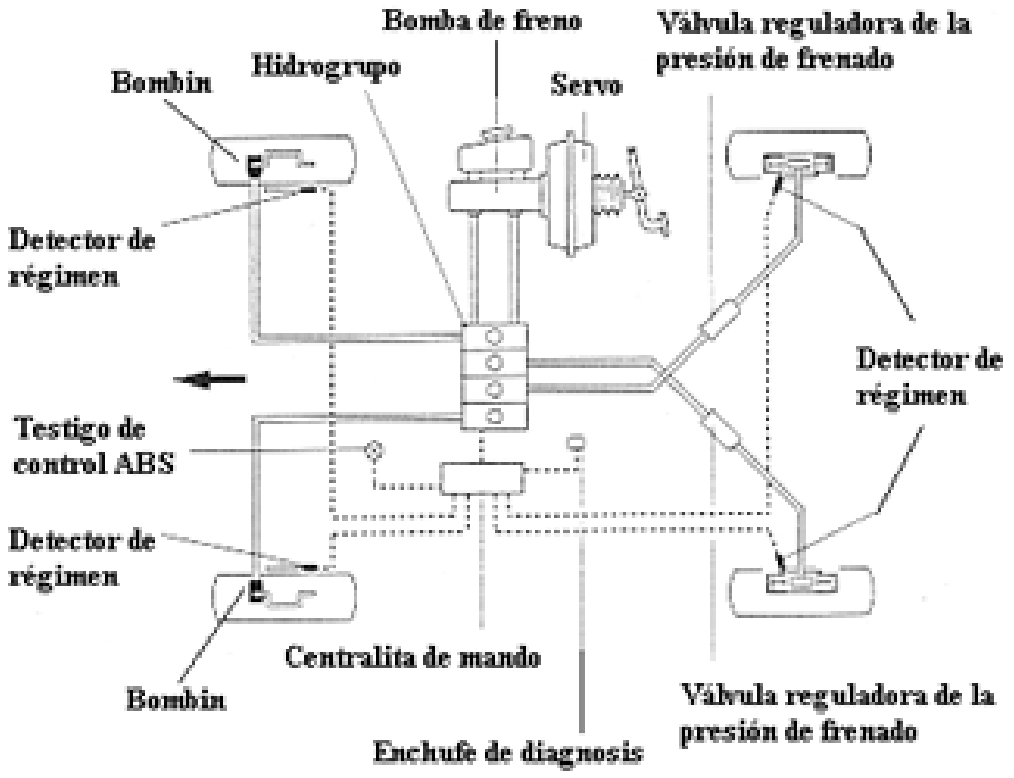


Figura 4.1.1 - 1 Sistema de ABS

Al pisar el pedal de freno, los sensores de velocidad, sensores de ABS, en las ruedas mandan información de la velocidad a la centralita de mando, el módulo de ABS.

El módulo de ABS procesa la información,

- si la fuerza de frenado es menor que la fuerza de adherencia entonces no hay frenado con regulación, el sistema ABS no se activa.
- si la fuerza de frenado es mayor que la fuerza de adherencia (las ruedas tienden a bloquearse) entonces si hay frenado con regulación, el sistema ABS se activa.

En caso de riesgo de bloqueo el módulo del ABS manda señales al hidrogrupo para que regule la presión de frenado en las distintas ruedas tal que la presión de frenado sea la máxima posible evitando el bloqueo de las ruedas. Es en este momento cuando el conductor siente una leve vibración del pedal de freno.

Si el circuito se encuentra abierto en la zona de los sensores de velocidad el ABS no funciona.

Para la resolución de problemas se utiliza el método DMAIC consistente de cinco pasos: definición del problema, medición, análisis, implementación y control.

4.2 DEFINICIÓN

4.2.1 Modos de falla del sensor de ABS delantero izquierdo (DI)

Se relevaron los siguientes modos de falla en la planta

1. Ficha de sensor DI rota con cadena
2. Sensor de ABS DI sin conectar
3. Sensor de ABS DI sin conectar cable sin rutear
4. Sensor de ABS DI sin conectar pin doblado
5. Sensor de ABS DI sin conectar cable corto
6. Cable ABS DI mal ruteado en zona pasarruedas
7. Cable de sensor de ABS DI cortado
8. Sensores ABS delanteros sin colocar
9. Ficha de sensor de ABS DI terminal barrido
10. Sensor de ABS DI sin conectar por ficha mal armada
11. Sensor de ABS DI sin conectar - Cable anudado

Obteniendo la siguiente evolución del C/1000:

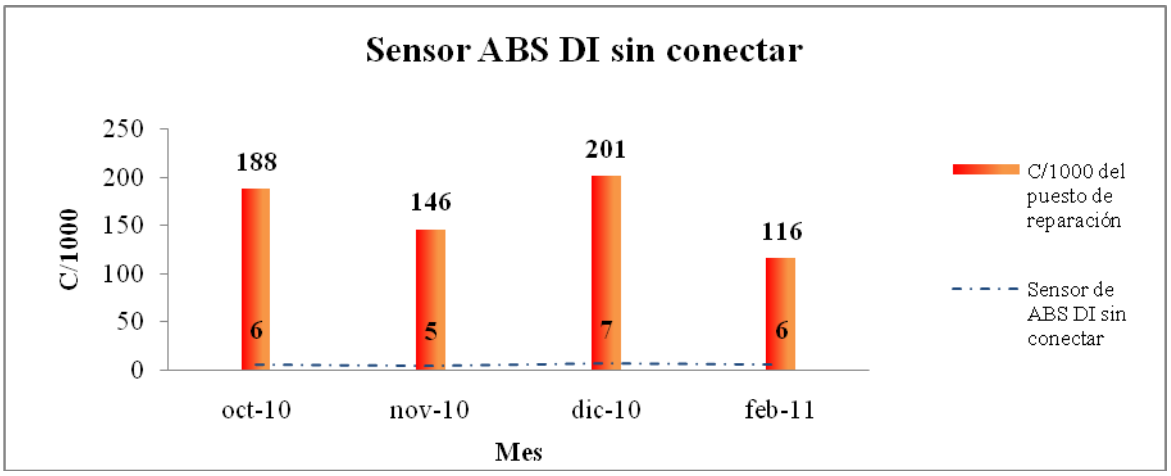


Figura 4.2.1 -5 Evolución del defecto (C/1000)

Siendo los modos de falla más relevantes:

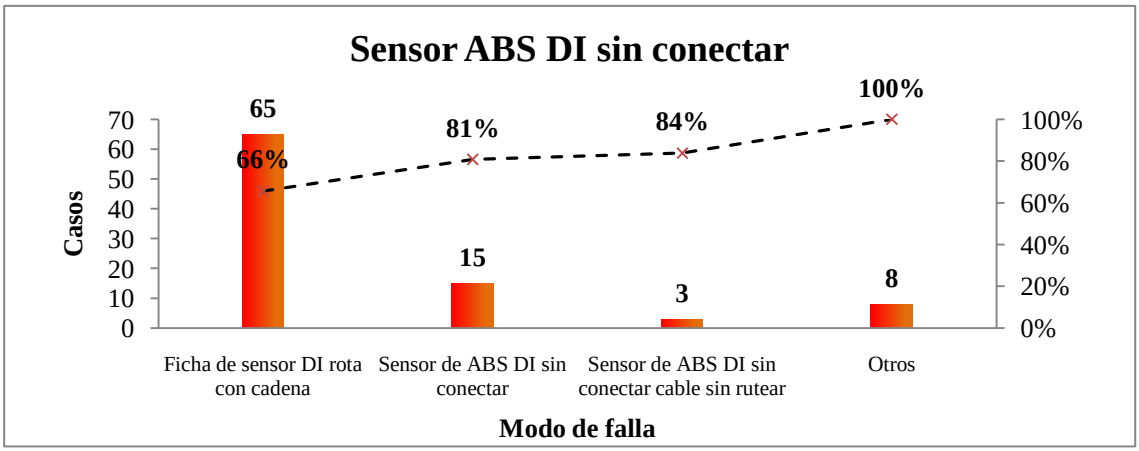


Figura 4.2.1 - 6 Análisis de modos de falla

Al trabajar sobre los primeros dos modos de falla, resolvemos el 81% de los problemas de ABS detectados en el puesto de reparación.

Para el análisis se tomará el modo de falla "Ficha de sensor DI rota con cadena", que acumula el 66% de los casos de falla.

4.2.2 Montaje del sensor de ABS DI en la planta

El cable del sensor de ABS delantero tiene la siguiente especificación:

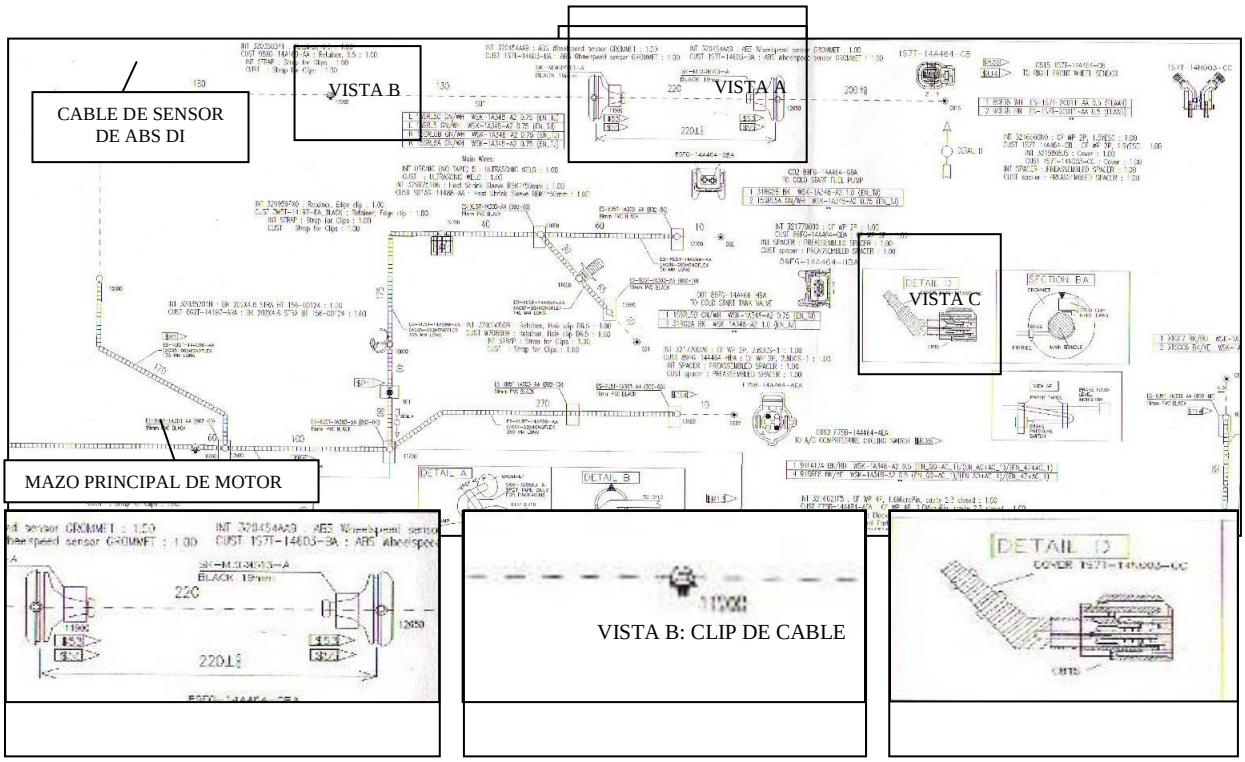


Figura 4.2.2 – 1. Plano técnico del cable de sensor de ABS DI

Las distancias especificadas son:

Medida	*Especificación (mm)*
Desde ramal a clip de cable	180 ± 10
Desde clip a centro de primer grommet	130 ± 10
Entre centros de grommets	220 + 5/ - 0
Desde segundo grommet a ficha	200 +5 / -0

Tabla 4.2.2 – 1. Medidas técnicas del cable de sensor de ABS DI

Los grommets y el clip se fijan a la carrocería a través de soportes de ABS y tienen la función de mantener el cable en posición.

Los sensores de ABS delanteros forman parte del mazo principal de motor y se rutean en la línea 2 en las operaciones C010 y C015.

El cable de sensor ABS viene encintado en conjunto con el mazo del motor del limpiaparabrisas, y ambos conforman una rama del mazo principal del motor.

En el puesto donde se rutean ambos cables el operario sigue la siguiente secuencia:

1. desencinta la cinta que une el cable del sensor ABS del mazo del motor limpiaparabrisas
2. rutea el mazo de motor limpiaparabrisas
3. rutea el sensor de ABS DI.

Una vez ruteado el cable de sensor de ABS DI queda colgando de la siguiente manera:

Figura 4.2.2 – 2. Cable de sensor de ABS ruteado en operación C010

El cable viene encintado con una cinta de papel negra estandarizada para el uso que genera el rulo de la foto y evita que el cable quede colgando en su longitud total hasta el puesto donde se conecta el sensor.

El cable queda colgando en esta posición durante todo el recorrido denotado por las flechas rojas en la figura:

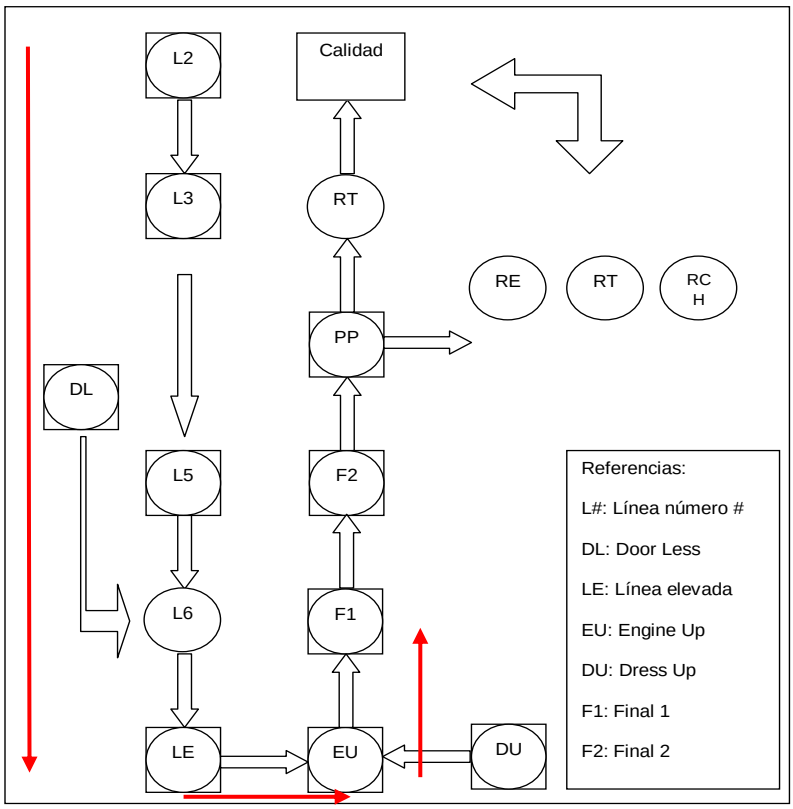


Figura 4.2.2-3. Recorrido del cable desde la operación C010 a la operación J100

Si el encintado se rompe o vino sin encintar de proveedor, el operario que rutea el cable enrula (entrelaza) el cable para evitar que quede colgando.

Si el cable queda colgando, la longitud del mismo aumenta la probabilidad de que la ficha del sensor se enganche con las cadenas de transferencia presentes al final de la línea 2 y entre líneas o en la patinera, donde el auto deja de desplazarse a través de cadenas y cintas transportadoras para estar colgando agarrado por un dispositivo tipo tijera, el overhead conveyor.

La longitud máxima aceptable desde la carrocería en la zona más alta del pasarruedas hacia el piso es de 300 mm.

En la línea elevada (LE en la figura) en la operación H200 y H190 se montan en ambos lados los soportes de ABS delanteros usando una remachadora. Este soporte fija uno de los grommets al pasarruedas.

Figura 4.2.2- 4. Operación de remache de soporte de ABS

En Final 1 (F1 en la figura), en las operaciones K50 y K60 se corta el encintado del cable y se fijan los grommets y el clip a los soportes en ambos lados y en los puestos J090 y J100 se conectan las fichas de sensor ABS delanteras a los correspondientes discos de freno.

Entre la operación C010 y la operación J100 hay 96 unidades en el sistema.

4.2.3 Tipos de rotura

La rotura ocurre en distintos lugares, en el cable, la ficha sin los terminales y la ficha con los terminales rotos, siendo estos últimos los más frecuentes.

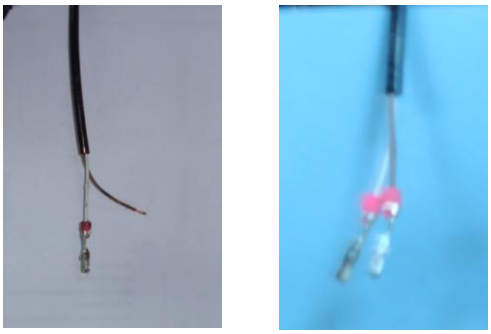


Figura 4.2.3- 1. Tipos de rotura de terminales

Si el operador que conecta la ficha del sensor a la rueda encuentra la ficha rota, la envuelve en una cinta azul que evidencia que la ficha se encuentra rota. El próximo inspector anota el defecto en la hoja de ruta de la unidad.

4.2.4 Proceso de reparación

Al salir por la punta de línea el auto va al puesto de reparación eléctrica directamente donde se repara el terminal.

Figura 4.2.4 – 1. Proceso de reparación

El reparador cuenta con los terminales y protectores plásticos que componen la ficha y una pinza especialmente diseñada para agrafar los terminales. Todo este material es provisto por el proveedor de cables.

Una vez reparada la ficha, se conecta y se corre nuevamente el programa computarizado de diagnóstico de circuitos electrónicos Ecats; si da OK la reparación se toma como efectiva, si el ciclo muestra un error el reparador tiene que cambiar el cable de sensor ABS entero (Figura 2**).**

El cambio de una ficha puede durar 20 min., el cambio de un cable puede durar hasta 1 hora ya que tiene que desmontar el terminal que está conectado al módulo del ABS. Para esto tiene que desmontar la fusiblera, el módulo del ABS y la batería desde el vano motor.

Aunque los reparadores eléctricos tienen mucha experiencia y el sistema computarizado detecta si la reparación fue efectiva, ninguno de los reparadores está capacitado y acreditado por el proveedor para realizar la reparación. De romperse el cable debería cambiarse el cable entero confiando en la calidad de los cables del proveedor, especialmente en un sistema de seguridad como el ABS. De surgir algún reclamo de cliente por este tipo de falla, si el cable fue reparado en la planta automotriz no puede realizarle ningún reclamo al proveedor aunque la reparación haya sido informalmente aceptada por el proveedor.

De cambiarse el cable entero, el reparador tardaría mucho tiempo en desmedro del flujo continuo con que las unidades debieran pasar por la alineación y auditoría de calidad al salir de la punta de línea.

La reparación y el reproceso son parte de la factoría oculta ligada a este tipo de falla.

4.2.5 Causa - Efecto

Al analizar las causas que originan este modo de falla se obtiene el siguiente diagrama causa - efecto:

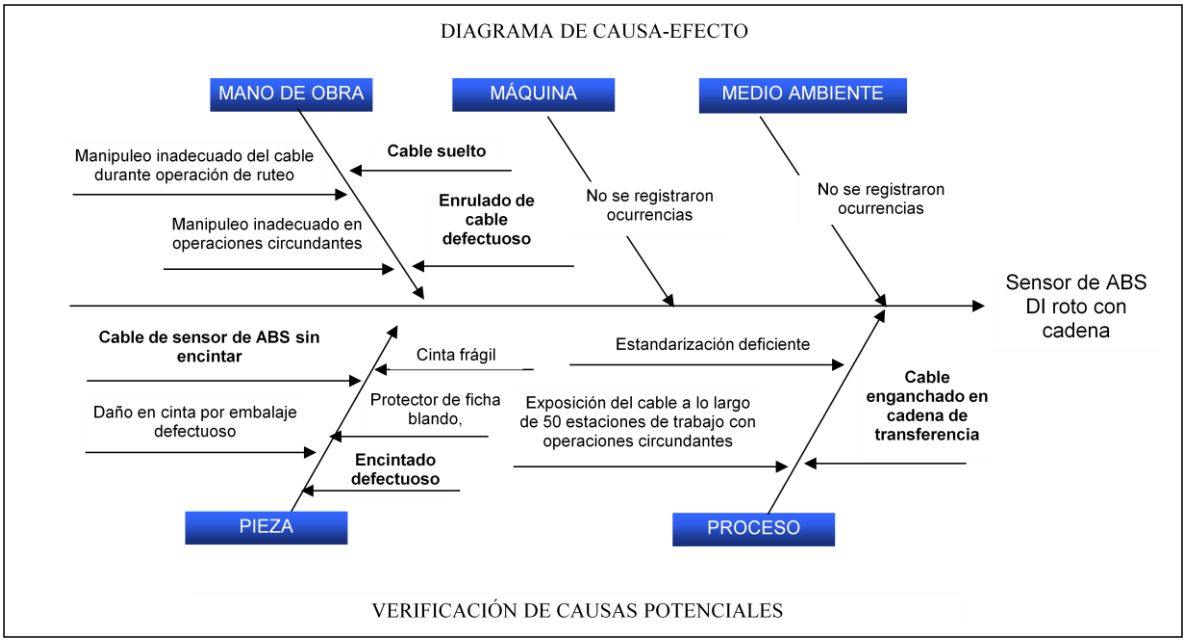


Figura 4.2.5 – 1. Diagrama causa - efecto

Observaciones del diagrama:

Pieza:

Protector de ficha blando: el protector plástico tipo mariposa está hecho de un plástico maleable, siendo los puntos de unión entre las dos caras del protector dos secciones plásticas de bajo espesor fácilmente dañables. Si el operario tira del protector es probable que este se deslice para abajo y rompa la ficha.

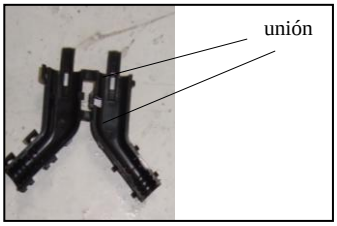


Figura 4.2.5 - 2 Protector de ficha

Encintado defectuoso: Con frecuencia las piezas vienen del proveedor sin el encintado correspondiente.

Al revisar los planos de la pieza, la posición del encintado en el cable sigue especificaciones antiguas, a la altura de los grommet, cuando la nueva posición del encintado es a la altura del clip.

Figura 4.2.5 – 3. Encintado en posición antigua

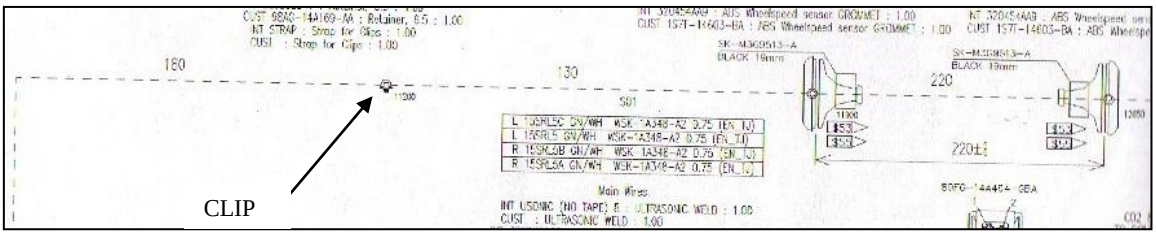


Figura 4.2.5 – 4. Posición modificada de encintado

Cinta frágil: se considera la fragilidad de la cinta aceptable ya que este tipo de cinta es de uso común en la industria automotriz para usos similares a la dada en este ejemplo. Por ello descartamos esta opción.

Mano de obra

Enrulado defectuoso: cuando el cable no está encintado o este se rompe, el operario que rutea el cable le realiza un enrulado (entrelazado) del cable para evitar que este quede colgando en su máxima longitud.

Figura 4.2.5 – 5. Tipos de enrulado del cable

Existen variaciones entre los distintos tipos de enrulado, y entre el enrulado y cómo viene el cable desde el proveedor. En la primera foto el enrulado la altura desde la cadena de transferencia al cable es menor, además la ficha apunta hacia abajo. El enrulado de la última foto es el más seguro ya que la distancia a la transferencia es mayor y la ficha está en la parte superior del cable.

Cable suelto: El enrulado del cable es una operación que no se encuentra estipulada en la hoja de proceso que determina el tiempo de ciclo del operario, no es una operación estandarizada y el facilitador no le puede exigir al operario que realice la operación ni reprenderle.

Manipuleo inadecuado en operaciones circundantes: una vez realizado el ruteo, la unidad pasa por 96 estaciones de trabajo antes de que la ficha sea conectada. De esas 96, 2 son consideradas operaciones circundantes, donde las operaciones se realizan en la zona de la rueda delantera izquierda.

Proceso

El cable se encuentra expuesto a 7 cadenas de transferencia y 9 estaciones de trabajo desde la estación de ruteo hasta la estación de conexión de la ficha.

Estandarización deficiente: la especificación del encintado es incorrecta y la operación de enrulado como medida de contención no forma parte del ciclo de trabajo del puesto.

En el diagrama causa - efecto están resaltadas las causas más significativas.

Aunque existan muchos lugares posibles donde se puede romper la ficha, la condición común a todas ellas es la falta de encintado y el olvido del operario del puesto, dejando el cable suelto.

La condición crítica del proceso será entonces: cantidad de cables sin encintar en el sistema definido.

CTP: Cantidad de cables sin encintar, enrulados o colgando, desde el principio de la línea 3, teniendo en cuenta la unidad en la línea de transferencia, hasta el puesto de inspección al final de la línea elevada.

4.3 MEDICIÓN

Realizando mediciones de esta característica se puede inferir para procesos normales el % de defectuosos.

El tamaño muestral es de 68 unidades, representativo de las 96 unidades que conforman la población total en donde se puede relevar la característica CTP.

Se deben tomar datos en días distintos para garantizar que se tengan en cuenta las variaciones debidas a distintos baches de producción de los cables y distintos operarios en el puesto (en el caso de un relevo).

Al ser las mediciones simples, la CTQ es clara y no presenta ambigüedades, y al estar realizadas por una sola persona, no es necesario realizar un análisis del sistema de medición, se presume que el sistema de medición es confiable.

Se realizaron doce mediciones en días y horarios distintos con los siguientes resultados:

		Población		***68***
#	**Fecha**	**Hora**	**No OK**	**OK**
1	04/03/2011	10:20	11	57
2	04/03/2011	13:30	7	61
3	07/03/2011	10:25	6	62
4	07/03/2011	14:50	8	60
5	09/03/2011	10:20	8	60
6	10/03/2011	10:40	8	60
7	11/03/2011	11:00	7	61
8	14/03/2011	10:30	3	65
9	14/03/2011	15:00	9	59
10	18/03/2011	10:30	5	63
11	21/03/2011	10:45	7	61
12	21/03/2011	16:00	8	60

Tabla 4.3 – 1.6 Toma de datos

Se midió en momentos de parada de línea, principalmente en el relevo del almuerzo, de 10:20 a 11:10 y después de las 14:45 hs, hora de fin de turno, para mayor claridad en la medición. Las restantes mediciones se tomaron durante paradas de línea por diversos motivos.

Se tomó el recaudo de que los horarios estén lo suficientemente distanciados para evitar que haya unidades que pertenezcan a dos muestras.

A partir de la muestra se calculan los defectos por millón de oportunidades (DPMO).

Para eso se tiene en cuenta, el tamaño poblacional (N), la cantidad de oportunidades (O) de defecto por unidad, en nuestro caso una, y la cantidad de unidades defectuosas (D).

Con estos datos se alimenta la ecuación:

$$DPMO = \frac{D}{N * O} * 1000000$$

Ecuación 2 DPMO

$$DPMO = \quad 106618$$

Ecuación 4.3 - 1. DPMO

Utilizando tablas de conversión de DPMO a sigma (Anexo II) obtenemos el valor más próximo de sigma de 1,23, el cual está asociado a un % de defectuoso de 10,6% y un rendimiento del 89,4%, inaceptable para el proceso.

$\sigma =$	*1,23*
% defectuoso =	*10,60%*
Rendimiento =	*89,40%*

Ecuación 4.3 – 2. Sigma

4.4 ANÁLISIS

El análisis se basa en un diagrama de proceso que ayuda a visualizar los lugares donde es factible que la falla se produzca.

4.4.1 Diagrama de proceso

El siguiente diagrama analiza el flujo del proceso y detecta los lugares críticos a lo largo de la línea:

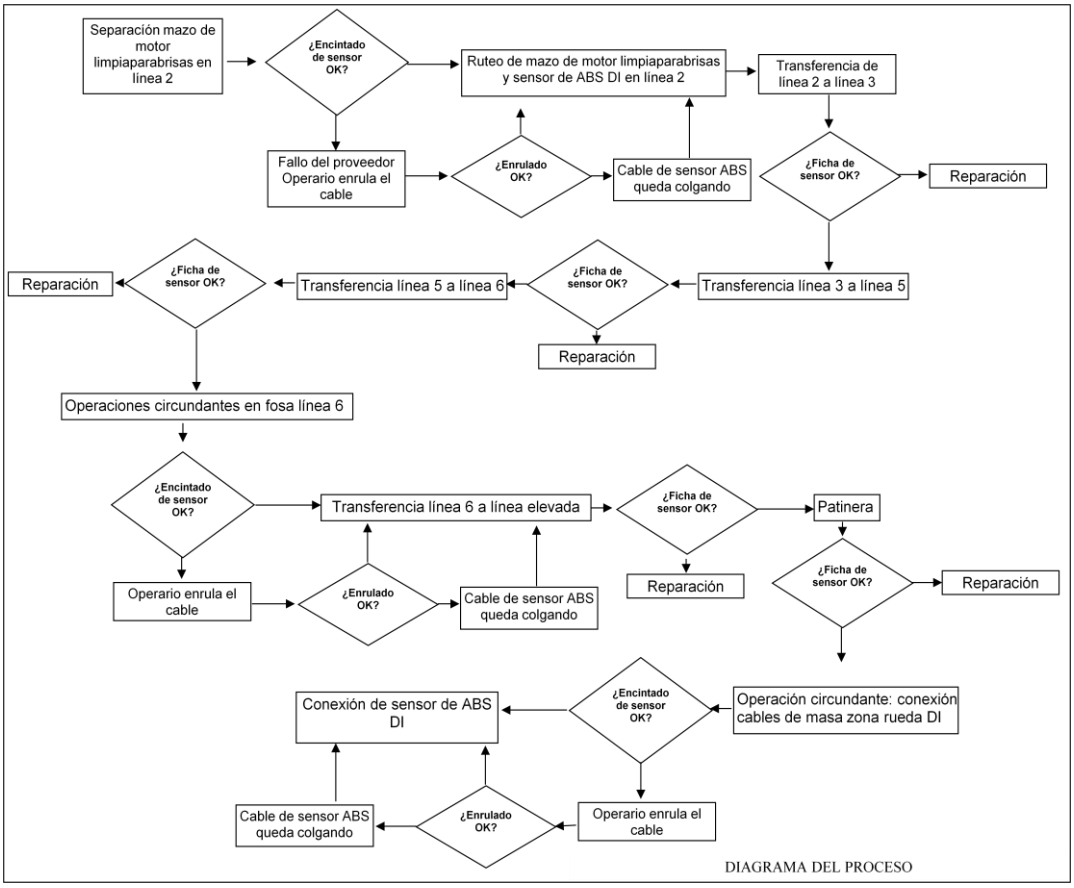


Figura 4.4.1 – 1. 2 Diagrama de proceso sensor de ABS DI

En el diagrama se observa que existen varias oportunidades de que la ficha se encuentre rota y el encintado defectuoso.

Por experiencia la mayoría de las roturas están acotadas entre el puesto de inspección al final de la línea 3 y el puesto de inspección al final de la línea elevada.

4.4.2 Análisis de valor

La distancia innecesaria que recorre el cable desde la operación C010 hasta la J100 no agrega valor, solo oportunidades de rotura de la ficha.

4.4.3 Alternativas de solución

Las soluciones posibles pueden actuar sobre una o muchas de las causas raíz identificadas, sobre la pieza o el proceso.

Soluciones similares

En una primera instancia se evalúa la existencia de soluciones a problemas similares.

Sensor de ABS traseros Auto

Los cables de sensor ABS traseros del auto forman parte de la pieza del eje trasero, montado directamente en la línea Engine Up, a 10 estaciones de la estación donde se conecta el sensor. La diferencia con los sensores delanteros es que el cable viene conectado al disco de freno y en la línea es conectado al mazo de piso. Esto consume dos fichas más por cable que en los sensores delanteros.

El diseño diferente de los cables fue diseñado así desde el principio de producción del modelo.

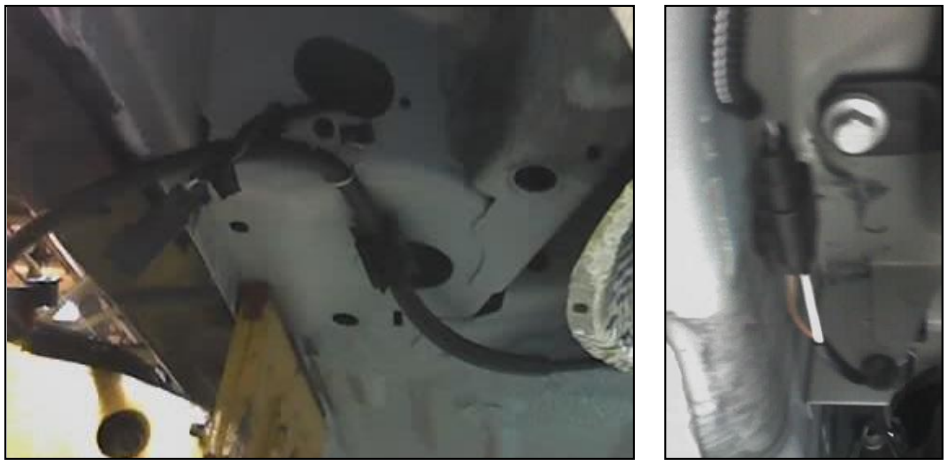


Figura 4.4.3 – 1. Sensor de ABS trasero

Sensores de ABS Camioneta

Son pocos los modelos del producto que poseen sensores de ABS.

Los sensores de ABS se conectan de la misma manera que los sensores de ABS traseros del auto.

Volante

El volante debe permanecer en una posición rígida, sin haberle dado vueltas, hasta el montaje del circuito de dirección ya que de no estarlo el resorte en la dirección se corta.

Al no poder detectar si el volante se encuentra girado o no, el acolchado, donde viene el volante, tiene un retén de goma que evita el movimiento del mismo. Este retén se mantiene hasta la conexión del circuito. Después de la conexión, un operario saca el retén y dejarlo en un recipiente para su re-uso por parte del proveedor.

Precintos de seguridad

Los precintos de seguridad plásticos son usados para mantener piezas unidas. Estos precintos son más rígidos y duros que la cinta de papel y deben de ser cortados con tijera, asegurando que no se va a romper antes de tiempo.

4.4.4 Propuesta de alternativas

Se identificaron las siguientes alternativas de soluciones definitivas factibles que trabajan sobre el proceso, la pieza o la mano de obra:

1. Incorporar la operación de encintado con cinta de papel del sensor ABS en el ciclo de trabajo del operario que rutea el mazo reemplazando el encintado del proveedor.

Figura 4.4.4 - 1 Alternativa 1

2. Reemplazar el encintado de papel por un precinto de seguridad más robusto, agregándole un precinto a cada pieza y una operación de corte del precinto con tijera en la estación de conexión del sensor.

Figura 4.4.4 - 2 Alternativa 2

3. Rediseño de pieza: Rediseñar el cable como el de los sensores traseros, para que el sensor esté conectado a los discos de freno del eje delantero, montado también en el Engine Up, evitando el recorrido innecesario del cable desde la línea 2 al Engine Up.

Figura 4.4.4 – 3. Alternativa 3

4. Cambio de proceso: cambiar la operación de colocación del soporte de sensor de ABS (H200 y H190) a una estación anterior a la estación de ruteo del cable (C010 y C015). En la estación de ruteo del sensor de ABS agregar la operación de clipsado del grommet del sensor al soporte de ABS.

4.4.5 Comparación de alternativas

Para comparar los costos vs. los beneficios de las alternativas se consideran los siguientes criterios:

Obligatorios:

- Seguridad: la solución debe ser segura tanto para los operarios de los puestos involucrados como para el producto.

Deseables:

- Áreas involucradas: cuanto más vinculadas directamente con la producción estén las áreas involucradas mejor
- Tiempo a implementación: cuanto más fácil y menos requerimientos tenga, menor será el tiempo de implementación
- Robustez: se considera robusta una solución que minimiza la probabilidad de falla
- Ergonomía: de incorporar nuevas operaciones se debe tener especial consideración en las condiciones de ergonomía de la operación.
- Ajuste al proceso: cuantas menos piezas auxiliares involucre y menos operaciones necesarias pero que no agregan valor directo al producto involucren mayor será el ajuste al proceso.
- Simplicidad de reparación: de producirse el fallo, la solución que ofrezca una reparación más simple y favorezca el flujo continuo de producción será mejor valorada.

Con estos criterios se realiza la siguiente matriz de ponderación para compararlos beneficios de las distintas alternativas de solución:

MATRIZ DE PONDERACIÓN		**Alternativas**			
Criterios	Ponderación	1	2	3	4
Obligatorios					
Seguridad		Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
Deseables					
Áreas involucradas	20	8		4	7
Tiempo a implementación	15	9		5	8
Robustez	25	4		10	10
Ergonomía	10	9		10	7
Ajuste al proceso	20	8		7	9
Simplicidad de la reparación	10	7		9	7
Total		**145**		**145**	**148**

Tabla 4.4.5 – 1. Matriz de ponderación de alternativas

Aclaraciones:

- La alternativa 1 involucra solamente la incorporación de una operación al puesto C010 por parte de la Ing. Industrial del área y la aceptación del facilitador. Si la saturación del puesto lo permite el tiempo de implementación es corto. Esta solución no afecta la ergonomía del puesto y se ajusta en mayor medida al proceso actual. Igualmente no ofrece una solución robusta ya que la cinta es frágil y como se observa en el diagrama de procesos existen muchas posibilidades de falla a lo largo del recorrido del cable.

- La alternativa 2 no es viable ya que existe el riesgo de que al cortar el precinto se corte también el cable.

- La alternativa 3 involucra al área de Ingeniería de la planta, al área de compras y al proveedor al tratarse de un cambio en el diseño de la pieza, esto también afecta el tiempo de implementación. Como puntos a favor, la sustitución del

cable se ve facilitada al poder conectarse por fichas en vez de involucrar la reconexión de los cables mismos. La solución es robusta ya que se evita el recorrido del cable a una longitud indeseada, sin necesidad de cintas o precintos.

- La alternativa 4 es la alternativa que más se ajusta al proceso al tratarse solamente de una relocalización de operaciones. Es la solución más robusta ya que desde el puesto de ruteo el cable está fijo en la posición de diseño en el auto. Esta solución tiene la ventaja de que elimina la necesidad de encintado, que no agrega valor directo al producto.

Se debe revisar la ergonomía de la solución. En el puesto de colocación del soporte de ABS, el H190, el pasarruedas donde va el soporte se encuentra a la altura de los hombros del operario, mientras que en el puesto C010 se encuentra a la altura de las rodillas.

Al implementar esta solución sugerimos por ergonomía localizar el remachado del soporte de ABS en la línea 1, donde la altura es más cómoda, o en el área de Pintura, donde se realizan operaciones similares.

Figura 4.4.5 – 1. Puesto C010

Figura 4.4.5 – 2. Altura puesto H200

Figura 4.4.5 - 3 Puesto línea 1

Teniendo en cuenta el costo inicial y anual de la pieza que incluyen los costos de rediseño de pieza de haberlos y los costos anuales de la pieza se vincula el costo beneficio.

COSTO INICIAL Y ANUAL DE LA SOLUCIÓN	Alternativas			
Criterios	1	2	3	4
Costo monetario	9		4	10

Tabla 4.4.5 – 2. Costo relativo de alternativas

Cuanto mayor es la puntuación, menor es el costo relativo.

Se obtiene así el siguiente gráfico:

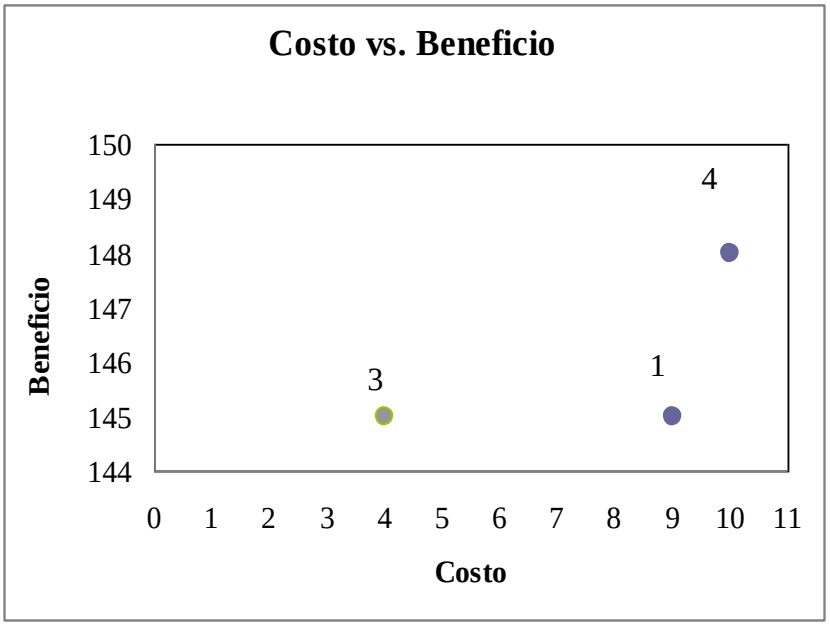


Figura 4.4.5 – 4. Costo vs. Beneficio

La alternativa cuatro es la mas atractiva al considerar una accion definitiva.

4.5 IMPLEMENTACIÓN

4.5.1 Acción de contención y acción definitiva

Finalmente, se sugiere como acción de contención temporaria el control del encintado y el encintado en caso de ser este defectuoso por parte del operario en el puesto C010 y por parte del inspector al final de la línea 3 con la incorporación de una ayuda visual que explicite como debe quedar el cable después de encintar.

Como acción definitiva se sugiere que la operación de remachado del soporte de ABS realizado en la actualidad en la estación H200 se realice en un puesto anterior al puesto C010, preferentemente en la línea 1, y que la operación de fijar el grommet al soporte de ABS se realice en la operación C010.

De no ser factible la implementación de la acción definitiva debido a la ergonomía del puesto se sugiere la implementación de la operación de encintado en la hoja de proceso del puesto C010.

¿Es replicable esta solución en otros modos de falla?

La solución es replicable para el sensor de ABS DD, que presenta el mismo modo de falla e involucra el mismo tipo de condiciones de proceso.

Nota: La implementación en planta y posterior control que completarían el ciclo DMAIC quedan a cargo de la Empresa de interesarles la solución.

4.6 IMPACTO

4.6.1 Gravedad

La implementación logrará eliminar un defecto grave, no solo por la falta de funcionamiento del sensor de ABS sino por el sistema de reparación del circuito.

Al ser un procedimiento informal, que no certificó el proveedor como aceptable, de haber una queja del cliente por el sistema ABS, aunque el primer responsable es la terminal automotriz, no se puede responsabilizar directamente al proveedor por haber entregado un producto defectuoso en caso de que este haya sido reparado en la planta. La gravedad es mayor al ser el ABS un sistema de seguridad del auto.

La gravedad del modo de falla sigue siendo 9.

4.6.2 Frecuencia

Eliminar este modo de falla supone una mejora promedio del 6% en el indicador C/1000 del puesto tomando como referencia datos desde octubre 2010 a marzo 2011.

La frecuencia del modo de falla al implementar la solución sugerida es 0 y por lo tanto el índice de ocurrencia es 0.

4.6.3 Detección

Al no sugerir ningún sistema de inspección, el índice de detección se mantiene para este modo de falla.

4.6.4 Recalculo del índice NPR

Al implementar la solución correctiva permanente se recalcula el NPR:

$$NPR_1 = G*O*D$$

$$NPR_1 = 9*0*3$$

$$NPR_1 = 0$$

$$NPR_0 = 108$$

Figura 4.6.4 – 1. Recalculo NPR

Se mejoró el índice, de 108 a 0.

4.6.5 Mejora del proceso

Prima facie el responsable del modo de falla parece ser la mano de obra, tanto por la falta de encintado en el proveedor, o la rotura del mismo por el operario del puesto C010.

La solución recomendada es una solución de Proceso, modificando el proceso nos aseguramos la eliminación total del defecto, independizándonos de la variabilidad aportada por la mano de obra.

Esta solución concuerda con uno de los pilares del Kaizen, la mejora continua y estandarización del proceso, y con el objetivo de 6-sigma donde un proceso robusto es necesario para alcanzar niveles de calidad del 99,9%.

4.7 VALIDACIÓN DEL MÉTODO

La metodología se valida de dos maneras:

1. *validando los criterios utilizados para generar el indicador*
2. *obteniendo la aprobación del método por el equipo analista.*

4.7.1 Validación de los criterios

Priorización

Al priorizar los modos de falla se tuvo en cuenta primero los modos de falla cuya gravedad es de 9 o 10 y después los modos de falla cuyos índices de prioridad de riesgo es mayor a 100 como delinea la metodología A.M.F.E...

Una puntuación de 10 significa que el modo de falla representa un peligro del que el cliente no tiene conocimiento y una puntuación de nueve implica un peligro del cual el cliente está advertido.

En general la advertencia al cliente se consigue a través de testigos en el tablero del auto que se encienden en caso de falla.

Estos testigos son:

El ABS

El airbag

El sistema de frenos

La temperatura del motor

El nivel de aceite

Estos testigos hacen que la posibilidad de no-detección en la planta sea ínfima ya que la unidad es manejada e inspeccionada por varias personas.

Se cuestiona entonces el criterio de priorizar estos modos de falla antes que modos de falla con un índice de prioridad de riesgo más alto o donde la detección de la falla sea más difícil.

El procedimiento global establece que de existir un modo de falla crítico y no se puede evitar se debe implementar un Poka Yoke o inspección del 100%, trabajando así sobre el índice de detección. En el caso de las reparaciones eléctricas la robustez relativa del sistema de detección en comparación con otras inspecciones realizadas indica la importancia del correcto funcionamiento de los circuitos eléctricos para la subsidiaria. Se concluye entonces que la priorización de los defectos con gravedad 9 o 10 por sobre defectos menos graves pero más recurrentes es correcta.

Se enfatiza además la preferencia de soluciones del tipo Poka Yoke para estos modos de falla que eliminen la posibilidad de falla por completo.

Aglomeración de datos

Al realizar el indicador se utilizó el mismo criterio para modos de falla de mano de obra, de proceso y de pieza.

Defectos de pieza

En un análisis posterior se observa la relevancia de aglomerar los datos también por proveedor ya que la calidad deficiente de un proveedor puede quedar oculta bajo varios modos de falla distintos. Aunque se haga especial hincapié en los defectos con índice de prioridad mayor o críticos por gravedad, la agrupación por proveedor es útil para poner especial hincapié en aquellos con calidad deficiente, sobre todo al tener en cuenta que la empresa no puede actuar directamente sobre las mejoras a ser realizadas en su proveedor pero sí debe exigir la entrega de producto de calidad óptima.

Es por esto que para los defectos de pieza se va a modificar el método para incluir una agrupación por proveedor.

Para esto se va a usar una base de piezas por proveedor y pedir contenciones y acciones definitivas con mayor hincapié en los proveedores más influyentes (Anexo III).

Al aglomerar los defectos por proveedor obtenemos la siguiente tabla:

Proveedor	Frecuencia
1	48
2	29
3	26
4	17
5	10
6	8
7	5
8	5
9	3

Tabla 4.7.1 – 1. Frecuencia por proveedor

Proveedor	Gravedad	Frecuencia	Cantidad de defectos
1	8	24	3
	7	22	5
	6	2	2
Total		***48***	***10***
2	9	1	1
	8	7	7
	7	20	10
	6	1	1
Total		***29***	***19***
3	9	8	5
	8	16	8
	7	2	2
Total		***26***	***15***
4	7	17	7
Total		***17***	***7***
5	8	2	2
	7	8	4
Total		***10***	***6***
6	8	3	2
	7	5	5
Total		***8***	**7**
7	7	5	5
Total		***5***	**5**
8	8	5	5
Total		***5***	**5**

Tabla 4.7.1 – 2. Aglomeración de defectos por proveedor

El proveedor 1 es primero en frecuencia y entregó 24 productos inoperantes, que causan un alto grado de insatisfacción al cliente, el 2 acumuló 29 defectos de los cuales uno es crítico y 7 generan gran insatisfacción en el cliente, el 3 acumuló 26 defectos, de los cuales 8 son críticos y 16 generan gran insatisfacción en el cliente.

Estos tres proveedores deberían ser los primeros a los cuales demandarles una mejora en su producto. La empresa realiza una auditoría exhaustiva sobre la calidad de sus productos antes de que les lleguen al cliente final y debe exigir también calidad a sus proveedores.

Defectos de mano de obra/proceso

Al considerar los defectos de mano de obra y proceso se debe considerar que puede haber modos de falla con una misma causa raíz cuya prioridad quede oculta al dividirse en varios modos de falla similares.

Existen dos opciones de tratamiento dependiendo del conocimiento a priori que se tiene de los defectos. Si no se tiene mucho conocimiento se puede elegir un modo de falla según el criterio acordado y una vez realizado todo el análisis ver dónde la solución desarrollada se puede replicar para solucionar otros modos de falla. Si se tiene conocimiento se puede realizar un análisis previo para redefinir la frecuencia en la que el modo de falla se presenta agrupando modos de falla similares.

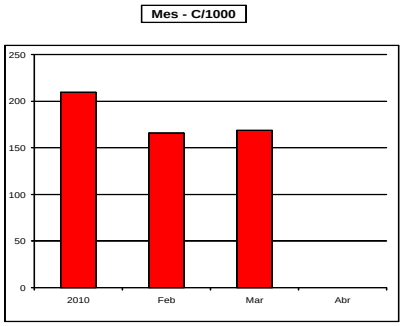
Un ejemplo de esto es el sensor de ABS roto con cadena. La relevancia de este modo de falla es mayor si se considera el sensor delantero izquierdo y el delantero derecho ya que ambos están involucrados en el mismo proceso, pero sería un error incluir los sensores traseros ya que no comparten el mismo proceso/diseño.

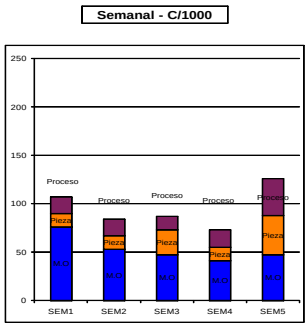
Aprobación del método por el equipo analista

Como resultado de una auditoría en el mes de marzo se empezó a analizar el puesto para reducir la variabilidad en los modos de falla.

El equipo VRT eléctrico empezó a aglomerar los datos en un Paynter Chart, un gráfico que muestra la evolución de los defectos diaria.

REPORTE ECATS / Electrico - Focus





		SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	SEM5	
TOTAL (cantidad de casos)		107	84	87	73	126	
Total Mano de Obra		76	53	47	41	47	Tot
Terminal dañado		2	1				3
Mazo sin rutear / mal ruteado		7	5	1	4	2	19
Masa de zócalo sin colocar	L2	3	1	6	3	2	15
Válvula corte de combustible sin activar	L2	2	5	4	7		18
Conector sin trabar / conectar		37	21	3	1	12	74
Control remoto sin programar	PP	7	4	2	2	5	20
Sin cumplir precondiciones de test	PP	7	7	7	6	8	35
Sin combustible			1				1
Sensor ABS mal ruteado		1	1	4			6
Conector fan sin trabar	F1	1	1	6	3		11
Vidrio sin ajustar		3			1	2	6
Ficha levanta cristal sin conectar		4	6	1		1	12
Espejo no corresponde	DL	2		2	3	1	8
Luz de stop N/F - Bulbo mal regulado					1		1
Antena de radio sin conectar	PP			1			1
Sensor MAF sin conectar en filtro de aire (1.6)	F1			1	3		4
Testigo freno de mano N/F - Interruptor S/C				1			1
Ficha celeste sin trabar en PJB				1			1
Conector de radio mal trabado				1			1
Ficha pretensor mal trabado en módulo airbag				2			2
Sensor de ABS sin conectar				2			2
Masa de EHPAS sin conectar				1		1	2
Sensor de lluvia sin conectar	PP				1	3	4
Caja de batería sin armar	F1				2		2
Sin montar puente en PJB	PP				2	1	3
Filtro de aire sin conectar	F1				1		1
Inyector sin conectar	F1			1	1	1	3
Mazo apretado con acolchado	L3					1	1
Plafonier sin conectar	PP					4	4
Cable de selectora sin conectar						3	3
Total Pieza		14	14	26	14	41	Tot
Lámpara mal montada / sin montar / quemada		2	2				4
Falta fusible / relé		3		1			4
Terminal barrido	L3	2	4	3	1		10
Radio defectuosa	PP	2		3			5
Bobina sin conectar			1				1
Falta traba en PCM			3				3
Vidrio trasero rebota		5	1	1	4		11
Módulo AFS sin conectar			3	4			7
Luz de visera desarmada	L3			2			2
Ficha sin trabar en plaqueta de ignición	L3			1			1
Mazo apretado con tornillo de bigotera	L3			1			1
Ficha de electro sin trabar en módulo (1.6)	LE			2			2
Sensor tobera de aire sin conectar	SAS			1	1	2	4
Luneta térmica N/F - Conector sin trabar				1			1
Sens. de lluvia s/c por resto de pegamento				2		6	8
Módulo HCM desalineado (Code Check)	L3			4	5	8	17
Ficha de sender pin doblado.	ELE				1		1
Electroventilador sin conectar en módulo	ELE				2		2
Terminal barrido en óptica	F1					23	23
Plafonier con exceso de pegamento						2	2
Total proceso		17	17	14	18	38	
Conector dañado		3	4				7
Fusible quemado		1					1
Conector de ABS roto con cadena	L2		2	5	8	18	33
Pérdida de llaves	L2	3	2	1	2	3	11
Sin Ecats (x faltante de repuestos)		5	2	6	4		17
Inicialización de módulo	PP	2			2	6	10
Puente de fusible sin colocar		1					1
falta traba ficha mazo motor a PCM		1					1
Pin doblado en módulo PCM		1	1			5	7
A/A sin carga			1	2	2	6	11
Clock spring cortado			5				5

Figura 4.7.1 – 1. Reporte ECATS

Los defectos repetitivos y similares, por ejemplo “Conector sin trabar/conectar”, fueron aglomerados salvo que dentro del grupo algún modo de falla particular predominase, por ejemplo el Conector de fan sin trabar o Ficha levanta cristal sin trabar.

Aprobación del método por el personal de planta

Preguntando a los Ingenieros de Proceso y el cuerpo de facilitadores, todos coinciden que se debe de tener en cuenta la gravedad, de hecho al analizar los defectos a tratar tanto los facilitadores como los Ing. de proceso y el equipo VRT priorizan defectos graves de baja frecuencia antes que defectos frecuentes de una gravedad menor.

Este comportamiento es avalado por la gerencia pero no se refleja en los indicadores de gestión del área, que en lo que calidad respecta son el C/1000 y el TGW.

Se deben alinear los indicadores de gestión a la cultura de la empresa, si el indicador es la frecuencia un empleado debe elegir trabajar sobre los defectos con el C/1000 más alto, el esfuerzo realizado para eliminar modos de falla graves pero de baja frecuencia no se reflejarán en mejoras del índice.

Es por esto que se sugiere un indicador como:

- cantidad de ítems/gravedad
- cantidad de modos de falla graves arreglados

5. VINCULACIÓN DE DEFECTOS GENERADOS POR MANO DE OBRA Y LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS

Como se estipuló la piedra angular del Control Total de la Calidad (CTC) es la calidad de las personas que conforman el sistema, siendo el 80% de la responsabilidad de la gerencia y un 20% de la mano de obra. [Imai, 1992]

Si la gerencia no se preocupa por establecer políticas orientadas a la mejora, difícil será que la mano de obra lo esté. Este factor cobra una mayor relevancia en plantas con un bajo grado de automatización. En este tipo de plantas buenas prácticas de gestión de los recursos humanos son esenciales.

En el puesto de reparación eléctrica el 51% de los defectos son causados por la mano de obra.

Es interesante entonces analizar cómo administra la empresa los recursos humanos de la planta.

5.1 FUNDAMENTO TEÓRICO: LAS PERSONAS Y LAS ORGANIZACIONES

El análisis se basa en la teoría estipulada por Idalberto Chiavenato en su libro "Administración de los Recursos Humanos" [Chiavenato, 1995]. El autor es un reconocido referente de la teoría de Administración y Recursos Humanos.

En su libro Chiavenato establece la existencia de una divergencia entre los objetivos de las personas y los objetivos de las organizaciones:

Objetivos	
Organización: Productividad, calidad, reducción de costos, market share, satisfacción del cliente	Personas: Salario, beneficios sociales, seguridad y estabilidad en el empleo. Condiciones adecuadas de trabajo. Desarrollo profesional.

Figura 5.1 - 2 Objetivos. Fuente: [Chiavenato, 1995] Pág. 109

"Al divergir, la relación entre las personas y la organización no es siempre cooperativa ni satisfactoria (…) el logro del objetivo de una de las partes impide o evita que la otra logre el suyo. Para alcanzar los objetivos, (…) la organización tiende a crear en los individuos un profundo sentimiento íntimo de frustración, de conflicto, de falta de

logros, una perspectiva de permanencia temporal, en la medida que es formalizada y rígida. Esto sucede cuando las organizaciones formales exigen a los individuos, controlando su desempeño y asignándoles tareas que no les brindan la oportunidad de mostrar responsabilidad, confianza en sí mismos e independencia, haciendo que los individuos se tornen apáticos, desinteresados y frustrados.

La mayor parte de la responsabilidad en cuanto a la integración entre los objetivos de la organización y los de los individuos recae sobre la alta gerencia (…) Entre las necesidades organizacionales sobresale la del elemento humano, recurso indispensable e invaluable. Así, la interdependencia de necesidades del individuo y de la organización es enorme, ya que tanto la existencia como los objetivos de las dos partes están enlazados de manera inseparable. En tanto que el individuo proporciona habilidades, conocimientos, capacidades y destrezas, junto con su aptitud para aprender y un indeterminado grado de desempeño, la organización debe imponer al individuo responsabilidades, definidas e indefinidas, algunas dentro de su capacidad actual o por debajo de ésta, y otras que requieren un aprendizaje a mediano o largo plazo, pero siempre con desafío."

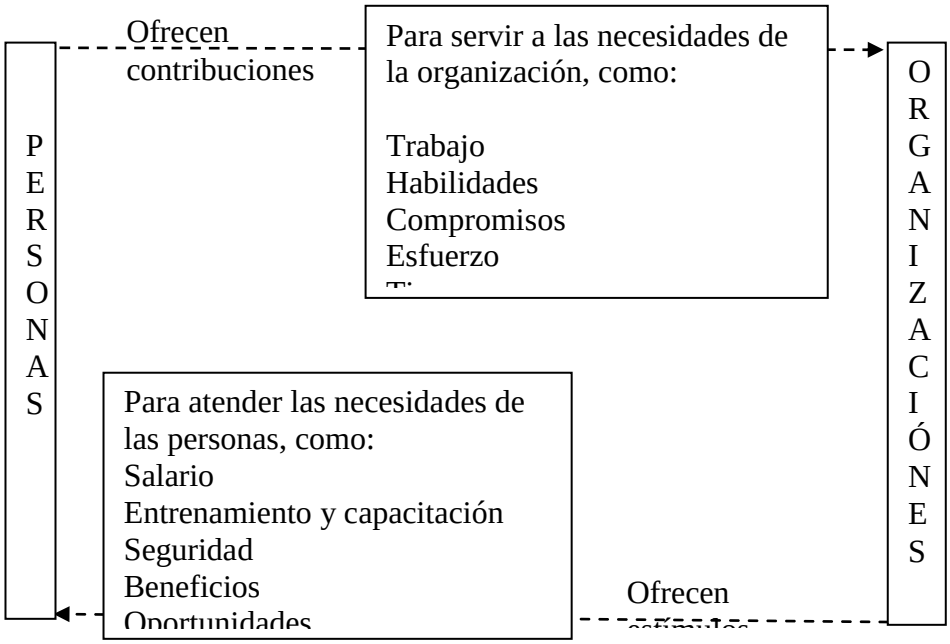


Figura 5.1 - 3Relaciones de intercambio entre personas y organizaciones [Chiavenato, 1995] Pág. 119

Teoría científica de la administración: Modelo clásico

El modelo clásico o mecanicista introducido por Taylor en la década del '20 se basa en:

1. El supuesto de que el hombre es sólo un apéndice de la máquina, un mero recurso productivo. La manera de diseñar un puesto es lógica y determinista: una suma de tareas que optimizan la utilización del recurso.
2. El trabajo se divide y fragmenta en partes, de modo que cada persona realiza sólo una tarea sencilla y rutinaria. Se tiene como referencia el tiempo estándar y los ciclos de producción que deben cumplirse. El trabajo es armonioso, rítmico y coordinado. El entrenamiento del operario es fácil.
3. El diseño del puesto se basa en la permanencia a largo plazo del proceso productivo, el diseño de los puestos es definitivo y se establece para siempre.
4. Mediante el estudio de tiempos y movimientos se busca eliminar actividades y movimientos innecesarios que produzcan fatiga o no estén relacionados con la tarea que va a ejecutarse
5. Se selecciona científicamente al operario de acuerdo con la tarea
6. Se utiliza el estudio de tiempos para obtener el tiempo estándar, se busca que la eficiencia del operario sea del 100% de ese tiempo o superior.
7. Se mejora el ambiente físico de la fábrica para evitar el cansancio y la reducción de la eficiencia. Es decir, se proyectan las condiciones físicas y ambientales que favorecen el trabajo.

Empíricamente, lo que parecía un sistema ventajoso produjo resultados negativos:

VENTAJAS ESPERADAS	RESULTADOS REALES
Dado que las tareas se aprenden con rapidez, no se requiere mucho entrenamiento.	Los ahorros en el costo de entrenamiento se pierden por causa de la elevada rotación de personal.
Los cargos son ocupados por personas poco capacitadas, pero fáciles de seleccionar, a las que se les pagan bajos salarios.	Los altos índices de ausentismo requieren trabajadores extras disponibles, lo cual eleva los costos laborales.
Los trabajadores pueden ser cambiados de sus puestos, debido a las pocas habilidades que se requieren y a la facilidad de entrenamiento.	La rotación de personal incrementa los costos de reclutamiento y selección.
Los trabajadores no se sienten físicamente cansados, debido a la mecanización. La fatiga debe ser mínima.	Es necesario pagar altos salarios para que las personas acepten los cargos repetitivos en la línea de montaje.
La estandarización permite mayor facilidad en el control de calidad; se minimiza la probabilidad de error.	Debido a la falta de compromiso de los trabajadores, ocurren problemas de calidad y productividad.
La producción puede preverse y planearse, gracias a la mecanización.	La producción se vuelve imprevisible debido al comportamiento de las personas.
La administración ejerce el control sobre los trabajadores mediante la simple observación.	Los problemas de supervisión aumentan la distancia entre el trabajador y la gerencia.

Tabla 5.1 – 1. Ventajas esperadas vs. resultados reales de modelo clásico

Estos factores asociados al hecho de que en la actualidad debido al cambio gradual de nuestra sociedad respecto del concepto de bienestar social y calidad de vida, existen ciertos cargos cíclicos y rutinarios que las personas no quieren desempeñar, exigen que se adopten elementos motivadores intrínsecos para atraer y mantener en ellos a sus ocupantes. Surge entonces el modelo humanista de la administración.

El modelo humanista postula que las oportunidades de obtener mejores resultados del personal y del trabajo aumentan cuando se conjugan tres estados psicológicos esenciales en las personas que ejecutan el trabajo:

a. Cuando la persona cree que su trabajo es significativo y tiene valor.

b. Cuando la persona se siente responsable por los resultados del trabajo.

c. Cuando la persona conoce los resultados que obtiene haciendo el trabajo.

Existen cinco dimensiones asociadas a estos estados psicológicos, cuanto más tenga un cargo de estas dimensiones, mayor es el potencial de crear estos estados psicológicos y como consecuencia obtener mejores resultados del personal.

A continuación se postulan estas dimensiones y su graduación:

Bajo grado		Alto grado
Trabajo parcial, secuencial, rutinario, monótono y repetitivo. Las operaciones, equipos y habilidades son siempre iguales, sin ningún cambio, variación o innovación. Rutina.	VARIEDAD ⟷	Trabajo diverso, con operaciones diferentes, equipos y múltiples habilidades. Diversidad y desafío para ejecutar distintas actividades creativas e innovadoras. Variación.
Trabajo programado con rigidez; el lugar y los equipos son definitivos y los métodos son preestablecidos. El jefe determina qué hacer; cómo, cuándo y dónde hacerlo.	AUTONOMÍA ⟷	Amplia libertad para programar y planear el trabajo, escoger el equipo, el lugar y el método de trabajo. El empleado programa su trabajo, escoge el lugar, el método y el equipo.
Desconocimiento del impacto y las interdependencias de la tarea con las otras tareas de la organización. Visión estrecha, confinada, aislada y miope de la actividad.	SIGNIFICADO DE LA TAREA ⟷	Conocimiento amplio de la repercusión del trabajo sobre los demás trabajos de la organización. Visión amplia de las consecuencias y las interdependencias del trabajo.

Bajo grado ⟷ Alto grado		
Trabajo específico, parcial y fragmentado, sin ningún sentido psicológico para la persona, que se frustra y aliena. Trabajo impropio o anormal.	IDENTIFICACIÓN CON LA TAREA ⟷	Trabajo integral, conjunto y global, con significado para la persona, que le permite identificarse con la tarea. El trabajo pertenece a la persona.
Ninguna información sobre el desempeño o el resultado del trabajo. Completa ignorancia del desempeño. Necesidad de evaluación externa y de incentivo salarial para compensar.	RETROALIMENTACIÓN ⟷	Información sobre el desempeño y el resultado del trabajo. Perfecta e inmediata noción del desempeño. Sentido de autoevaluación, autodirección y autocontrol. Autorrealización.

Tabla 5.1 – 2. Dimensiones y graduación

"Las cinco dimensiones esenciales o profundas crean condiciones para que el empleado encuentre satisfacción intrínseca en el cumplimiento de la tarea que realiza. Estas condiciones permiten que los factores motivacionales o de satisfacción influyan profundamente en el cargo. Por medio de estas dimensiones, se puede asegurar que el diseño del cargo permite que:

1. La persona utilice varias de sus habilidades y competencias personales en la ejecución de tareas.
2. La persona tenga cierta autonomía, independencia y autodirección en la ejecución de las tareas.
3. La persona haga algo significativo, que tenga cierto sentido o razón de ser.
4. La persona se sienta responsable por el éxito o el fracaso de las tareas llevadas a cabo con sus propios esfuerzos.
5. La persona descubra y evalúe su propio desempeño mientras ejecuta el trabajo, sin intervención de terceros o de la jefatura. [Chiavenato, 1995] Pág. 295-321.

Las dimensiones esenciales afectan intrínsecamente la calidad de los cargos, producen satisfacción personal e involucramiento humano, y generan mayor productividad."

5.2 PLANEAMIENTO DEL ANÁLISIS

Empíricamente se ha demostrado que un sistema donde prima un modelo clásico de desarrollo de puestos afecta la productividad y la calidad del trabajo de manera negativa.

Se pretende entonces realizar un análisis de los puestos operarios desde un enfoque humanista, utilizando como base las cinco dimensiones esenciales para identificar oportunidades de mejora.

Cada variable es vinculada con mediciones a realizar en la planta,

VARIABLE	MEDICIÓN
VARIEDAD	1. Versatilidad de los operarios. 2. Rotación dentro de la línea.

Una mayor versatilidad y rotación aumentan la variedad en las tareas.

AUTONOMÍA	1. Desarrollo de las hojas de proceso 2. Grado de autonomía en la gestión de problemas relacionados a proveedores, máquinas, control de su propio proceso. 3. Identificación de objetivos para el puesto 4. Saturación de la tarea*

La identificación de objetivos sugiere libertad para su cumplimiento, el involucramiento en el armado de las hojas de proceso y la capacidad de resolver problemas con los proveedores y clientes del puesto reflejan una autonomía superior.

Un grado de saturación alto no da tiempo al operario para desarrollar su autonomía en la gestión de su puesto.

SIGNIFICADO DE LA TAREA	1. Capacitación ofrecida en el sistema global 2. Conocimiento de la incidencia de su trabajo en la producción 3. Importancia que le otorga a su trabajo 4. Conocimiento de las demás áreas de la empresa, su interrelación 5. Interés en la repercusión de su trabajo en áreas cliente 6. Conciencia de las exigencias cliente interno

Un conocimiento global del sistema, interés por conocer cuál es su rol dentro del sistema, la importancia que le otorgue a su trabajo, la conciencia que tenga de responder a un cliente que depende de su buen trabajo personalmente reflejan una tarea con mayor significado.

VARIABLE	MEDICIÓN
IDENTIFICACIÓN CON LA TAREA	1. Porcentaje de tareas combinadas en la hoja de proceso (tareas integradas a diferencia de tareas supersimplificadas) 2. Orgullo en la tarea realizada

Tareas más integrales que muestran una mayor cohesión permitirán una mayor identificación con el trabajo por parte del empleado. Reflejo de esta identificación es el orgullo en el trabajo que realizan.

RETROALIMENTACIÓN	1. Comunicación entre el facilitador y el operario 2. Conocimiento de los defectos de calidad que ocasionó 3. Trabajo realizado a partir de los defectos retroalimentados 4. Conciencia de la necesidad de autocontrol 5. Evaluación de desempeño

Un sistema retroalimentado reduce el aislamiento de la persona ya que genera un marco de pertenencia de la persona e interrelaciona las personas entre sí, formando un equipo, el equipo depende de su buen desempeño y responsabilidad para lograr los objetivos planteados.

Nivel de ausentismo: Mediciones empíricas vinculan un nivel de ausentismo alto con un desarrollo pobre de las dimensiones mencionadas.

*Se considera la saturación de la tarea relevante ya que un proceso rutinario saturado indica que el grado de autonomía que la empresa otorga al operario es bajo al no dejar tiempo libre para que el operario desarrolle actividades vinculadas a la autonomía, como por ejemplo actividades de mejora.

Tabla 5.2 – 1. Variables y variables medibles. Modelo humanista

Para recolectar la información necesaria se utilizaron:

- entrevistas guiadas a 17 personas del plantel operario involucradas en los defectos del puesto de reparación eléctrica más frecuentes (ver Anexo V)

- entrevista a los tres facilitadores de las líneas con los defectos más frecuentes (ver Anexo VI)
- encuesta a 40 operarios basada en respuestas cerradas y abiertas de respuesta corta. (ver Anexo VII)
- registros de planta:
    - matriz de versatilidad (ver ejemplo Anexo IV)
    - rotación de puestos
    - saturación
    - nivel de ausentismo
    - hojas de proceso (QPS)
- observaciones directas del puesto

5.3 RELEVAMIENTO

5.3.1 Defectos de mano de obra más frecuentes en el puesto de reparación eléctrica

De los defectos generados por la mano de obra en el puesto analizado son 125 los modos de falla diferentes, de los cuales:

- 70 son operaciones omitidas (sin conectar, sin trabar, sin colocar, sin rutear)
- 55 son operaciones mal realizadas (mazo apretado, mal ruteado, pieza no corresponde al modelo, mal posicionado)

Dentro de las distintas categorías los tipos de defecto más frecuentes son:

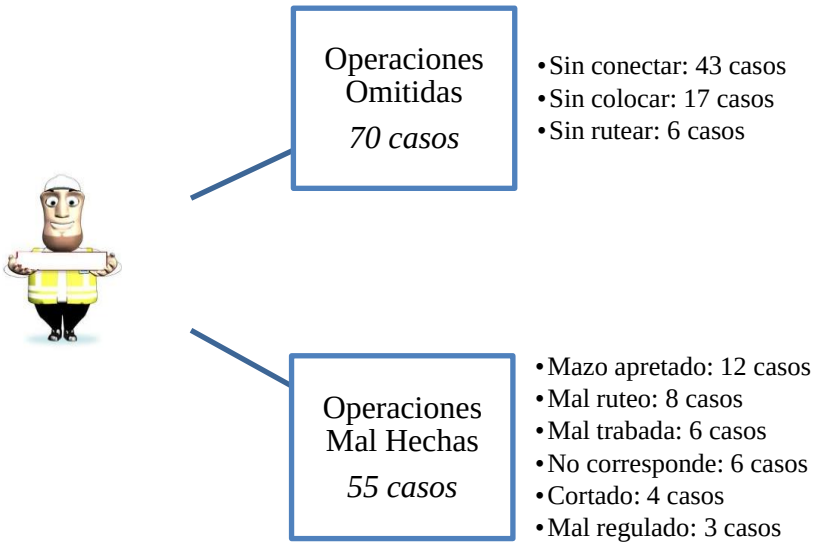


Figura 5.3.1 - 1. Categorías de defectos

Los defectos de mano de obra más frecuentes reparados en el puesto son:

Modo de fallo potencial	Frec.	Puesto	Línea
Sin apretar botón de enter para programar control remoto key less	14	N011	P. Planas
Maza sin colocar en Pilar B derecho	13	B100	Línea 2
Mazo apretado con tornillo de manijón	12	E230	Door Less
Radio no corresponde	12	L230	Final 2
Baúl mal cerrado	11	N040	P. Planas
Faro antiniebla DI sin conectar	10	L015	Final 1
Sensor de temperatura sin colocar en frontal	10	C015	Línea 2

Tabla 5.3.1 - 1 Defectos de mano de obra más frecuentes

Estos se usarán para recolectar información a través de observaciones directas del puesto.

5.3.2 Entrevista con el operario

Las siete operaciones son realizadas por un total de 17 operarios.

A cada uno se le realizó una entrevista personal con el fin de determinar el grado de autonomía, la significancia de su tarea y la retroalimentación existente en la línea.

Grado de autonomía

Se detectó una fuerte falta de autonomía en la relación de la persona con los proveedores de material, del área de logística y de operaciones anteriores en la línea, situaciones donde falle algún herramental, con sus clientes, por ejemplo si no llega a terminar su ciclo de trabajo. De haber algún problema al respecto se llama al facilitador o al inspector como mediadores.

Existe mayor autonomía en el armado de su hoja de proceso ya que esta se arma en conjunto con el entrenador. Es el entrenador quien tiene capacitación en el armado de la hoja, conoce cuales son los lineamientos y factores a tener en cuenta. El operario trabaja en el puesto y conoce las limitaciones prácticas de las operaciones. Entre ambos actualizan trimestralmente la hoja de proceso (conocida en la planta como QPS).

Aunque la hoja de proceso sea actualizada entre ambos, por observación directa se detectó que no siempre es cumplida. Al preguntar al operario involucrado al respecto, respondió que no se cumplía con la hoja de proceso en el puesto porque el cable del herramental utilizado así no lo permitía.

En cuanto a objetivos del puesto, no existen objetivos explícitos. El campo de acción del operario se limita a cumplir con la secuencia de trabajo establecida, minimizando las interferencias que puedan perjudicar la productividad. La exigencia del puesto es meramente de carácter físico, no se le exige administrar su trabajo teniendo en cuenta la calidad de su producción y la conciencia de la necesidad de cumplir con las exigencias del cliente.

Significancia de la tarea

Se preguntó acerca de conocimientos básicos del sistema de calidad relacionados directamente con su tarea.

Todos los entrevistados saben que una característica clave de calidad es aquella que afecta la seguridad y legalidad del producto y se encuentra identificada con un delta invertido en la hoja de proceso.

De los entrevistados, seis no sabían qué características críticas tenían sus hojas de proceso y siete no sabían que si se encuentra una falla clave a la calidad de la cual la mano de obra es responsable en el área de auditoría del producto final se abre una anormalidad por la cual el jefe de los facilitadores es responsable y debe contestar qué acción se tomó al respecto para evitar la recurrencia en la reunión diaria de calidad.

Al preguntar acerca de la administración de la calidad y costos del área todos asignaron como responsable de la misma al facilitador y al inspector de su área.

Las respuestas obtenidas reflejan una baja percepción de la significancia de la tarea y falta de interés en la participación de la tarea en el sistema y sus repercusiones.

Retroalimentación

De los siete defectos, el operario en el puesto de conexión del faro DI no estaba al tanto del defecto del cual es responsable. El resto tenía una noción al respecto, había sido comunicado por el facilitador en alguna ocasión.

De los siete puestos afectados, dos participaron en la generación de un plan de mejora en conjunto con el facilitador del área, ambos puestos pertenecen a la línea 2. El resto fue notificado del error.

5.3.3 Entrevista a los facilitadores

Se entrevistó a los cuatro facilitadores involucrados en los defectos seleccionados. A continuación se presenta el resumen.

Sistema de entrenamiento

El relevista (operario que realiza exclusivamente relevos) está a cargo de la planificación y ejecución del entrenamiento. Se planifica de acuerdo a las necesidades de versatilidad detectadas (siempre se busca aumentar la versatilidad en la línea) o por incorporación de personal. El entrenamiento se realiza cuando el ausentismo lo permite.

El proceso consiste en que el operario lea la hoja de proceso 1 o 2 veces y luego esté en el puesto observando 1 a 2 días si es un operario con experiencia en la planta y 5 días si es un operario nuevo.

El entrenamiento es exitoso si el inspector al final de la línea no detecta defectos vinculados al puesto y si no hay reclamos de áreas cliente.

Es aconsejable para trabajo en una planta de montaje de una a dos semanas, con una parte del entrenamiento enfocada al conocimiento de todo el proceso (significancia de la tarea) y una segunda instancia de entrenamiento en el proceso concreto del puesto.

Evaluación de desempeño del operario

El desempeño de los operarios se evalúa teniendo en cuenta los reclamos de áreas cliente o del inspector en cuanto a calidad. Se procura también mantener un buen clima de trabajo dentro de la línea, el facilitador es responsable de amenizar las diferencias o conflictos que pudieran presentarse.

No se realiza una evaluación de desempeño formal, no es necesaria una evaluación formal ya que no existe una política de reconocimiento al desempeño o castigo.

Si existe una premiación al reconocimiento por un trabajo puntual bien realizado otorgado por el área de recursos humanos dentro de la empresa a pedido del superintendente del área. En el último año se reconocieron seis puestos de trabajo por una labor excelente en la minimización de un defecto grave vinculado a su área.

Realización de las QPS

Las QPS, hojas de proceso, son realizadas por el entrenador junto con el operario que ocupa el puesto.

Los lineamientos generales a tener en cuenta son:

1. La necesidad de precedentes (no es posible ajustar un tornillo sin antes presentarlo)
2. Lo que es fácil de omitir (operaciones aisladas), se coloca como primera operación
3. El flujo de materiales, eliminar desperdicios (movimientos innecesarios)
4. Ítems de seguridad

Las QPS se actualizan trimestralmente y son validadas por el área de seguridad e higiene y por los facilitadores.

Ausentismo

Al armar la línea si alguien está ausente se busca gente entrenada para suplirlo, muchas veces el inspector tiene que cubrir una posición.

De no haber personal para cubrir el puesto se tiene que cerrar la línea. Cerrar la línea implica para la producción.

Defectos de mano de obra

Al ocurrir un defecto de mano de obra primero se apercibe al operario. De repetirse más de tres veces en cinco días consecutivos se abre un plan de acción y se busca solucionar el problema con el operario.

Siempre el inspector al final de la línea contiene los defectos una vez identificados.

En la práctica esto no es así ya que muchos defectos se escapan de la línea y son detectados por inspectores en líneas posteriores e inspectores en el área de pre-delivery.

Esto sucede con más frecuencia si debido al ausentismo el inspector debe realizar un trabajo de línea o si el inspector debe controlar demasiados defectos. No se realizó todavía ningún estudio de tiempos sobre los inspectores pero un buen indicio de que la saturación de estos puestos es demasiado elevada es que por procedimiento de la empresa los defectos auditados en el área de pre-delivery deben ser auditados por los inspectores de línea. Mientras que en pre-delivery hay un rol de 17 inspectores, en la línea hay solamente 11 inspectores.

Propuestas de mejora

El facilitador ocupa un rol altamente exigido. Tiene cuarenta personas a su cargo y además es responsable de la calidad, los costos, la seguridad, los imprevistos de cada día, de lidiar con el ausentismo. La gerencia le exige resultados que él no puede cumplir.

Antes cada facilitador tenía un ayudante con el que compartía la carga laboral, después por prácticas de eficiencia realizadas por el área de dirección de manufactura quedó solo a cargo de toda el área.

Es necesario que el facilitador tenga un ayudante de vuelta para poder gestionar su área exitosamente.

5.3.4 Encuesta al plantel operario

Se pidió a los encuestados que calificasen distintos enunciados con la siguiente puntuación:

1: Totalmente en desacuerdo

2: En desacuerdo

3: Neutral

4: De acuerdo

5: Totalmente de acuerdo

La encuesta se realizó al 10% de la población, 34 operarios.

Con la siguiente distribución de sexo:

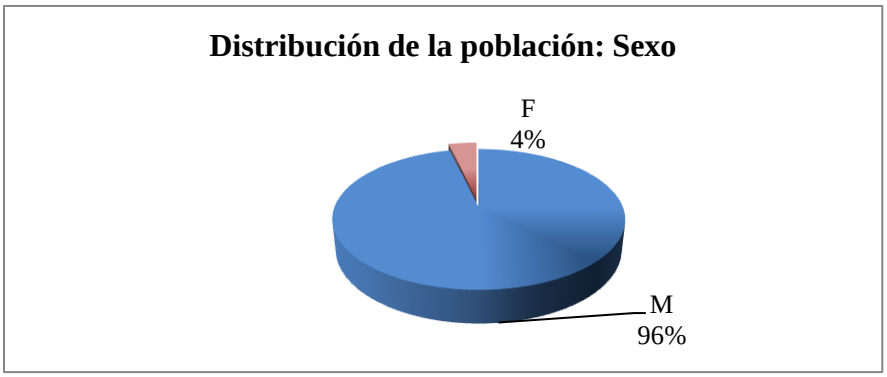


Figura 5.3.4 - 7 Distribución de la población: sexo

Y la siguiente distribución de años de experiencia:

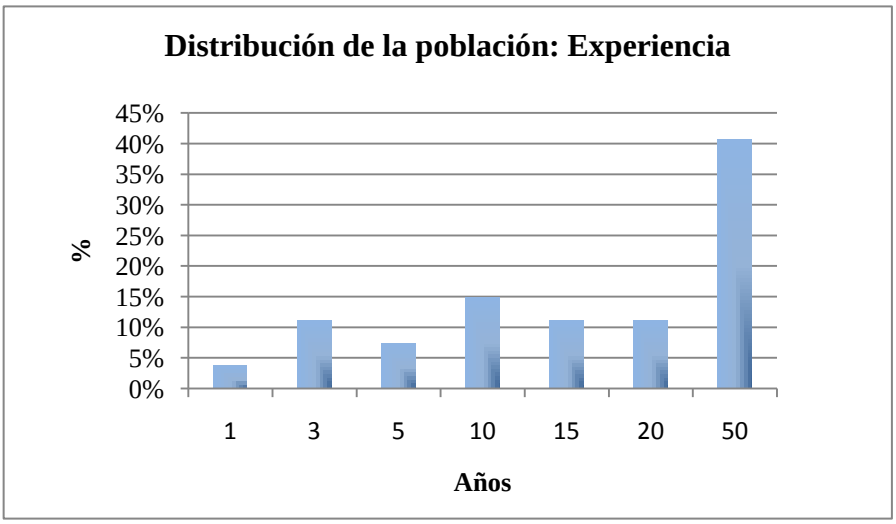


Figura 5.3.4 - 8 Distribución de la población: experiencia

Los resultados más significativos de la encuesta se resumen en la siguiente tabla:

Resultados de la encuesta	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
Mi trabajo es estimulante y me ofrece la oportunidad de aprender	48%	30%	7%	7%	7%
Me siento sobre-capacitado para mi trabajo	52%	7%	19%	7%	11%
Sé lo que se espera de mi trabajo	59%	33%	4%	4%	0%
El tiempo de entrenamiento en mi puesto fue suficiente para realizar mi trabajo con calidad	52%	26%	7%	7%	7%
El clima laboral es muy bueno	56%	22%	19%	4%	0%
Se promueve el trabajo en equipo	52%	33%	11%	4%	0%
Me siento preparado para realizar mi trabajo a tiempo y con calidad	59%	33%	4%	4%	0%
Me preocupa la calidad del trabajo que realizo	67%	22%	4%	4%	4%
Soy consciente de que un defecto generado por mí afecta el trabajo de mis compañeros	63%	30%	0%	0%	7%
Conozco los defectos de calidad de mi puesto y trabajo en controlarlos	70%	30%	0%	0%	0%

Resultados de la encuesta	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
Tengo todo el herramental que necesito para realizar mi trabajo	48%	33%	7%	4%	7%
Sigo las indicaciones de la QPS	56%	33%	4%	0%	7%
Estoy atento a oportunidades de mejora de mi puesto	70%	30%	0%	0%	0%
Mi facilitador escucha mis sugerencias y trata de implementarlas	59%	33%	4%	4%	0%
Mi facilitador me ayuda a sobrepasar los problemas que pudiera tener	56%	30%	7%	7%	0%
Tengo interés por mejorar y crecer dentro de la compañía	70%	26%	0%	0%	4%
Estoy conforme con las oportunidades de crecimiento que me ofrece la compañía	44%	30%	7%	4%	15%
Tengo interés en conocer los fundamentos del sistema productivo de Ford	67%	19%	11%	4%	0%
Coincido con los valores de la compañía	52%	19%	7%	7%	11%
Estoy satisfecho con la empresa	56%	30%	7%	4%	4%

Tabla 5.3.4 – 3. Resultados de la encuesta

Se debe considerar que por los años de experiencia dentro de la empresa de la mayoría de las personas las respuestas tienden a ser más favorables ya que las personas mayores se educaron con un concepto de bienestar social y calidad de vida diferente, donde no se esperaba que el trabajo sea una fuente de satisfacción de las necesidades del individuo y se aceptaban situaciones que personas más jóvenes hoy no aceptan, siendo las personas jóvenes la fuerza de trabajo del futuro.

Distintos resultados pueden vincularse al grado de identificación con la tarea y significancia de la misma, el 59% se siente sobre-capacitado, y el 14% creen que su trabajo no es estimulante, esto puede estar vinculado a apatía y alienación en las tareas, también un 7% no está plenamente consciente de que un defecto generado en su trabajo repercute en sus compañeros, identificados como clientes, un 8% no demuestra

preocupación por la calidad de su performance y un 14% cree que le falta el herramental necesario para realizar su tarea.

En cuanto a la satisfacción de las personas: el 19% no está conforme con las oportunidades de mejora y crecimiento, un 18% no coincide con los valores de la compañía y un 8% no está satisfecho con la empresa.

Los restantes resultados reflejan de manera positiva a la empresa.

5.3.5 Registros de planta

Versatilidad

Se evaluaron las matrices de versatilidad de tres líneas, la Línea 2, la Línea Elevada y Final 1 con los siguientes resultados:

Línea	**2**	**Elevada**	**Final 1**
Cantidad de operaciones	44	35	31
Cantidad de operaciones con mano de obra capacitada para entrenar	8	0	0
Cantidad de operarios habilitados para entrenar	2	0	0
Cantidad de operarios entrenados en sólo una operación	2	4	3
Mínimo de operarios entrenados por estación	7	1	5
Promedio de operarios entrenados por estación	12	4	6
Promedio de operaciones realizadas por operario	8	6	6
Última revisión de la matriz de versatilidad	09/02/2011	02/02/2011	02/02/2011

Tabla 5.3.5 -1. Versatilidad

A raíz de la falta de entrenadores en las matrices de versatilidad se supone que la matriz está mal completada ya que debe haber personal capacitado para entrenar y aumentar la versatilidad de la línea (ver ejemplo de Matriz en Anexo III).

La línea 2 presenta una mayor variedad, en promedio hay 12 operarios entrenados por estación, con un mínimo de dos operarios y en promedio cada operario está capacitado en 8 operaciones.

La línea elevada tiene cuatro operaciones en las que sólo un operario está capacitado para realizar la tarea. Esto significa que el operario del puesto realiza siempre esa

operación, la variación es nula, y, desde el punto de vista de la calidad, si alguno llegara a faltar no habría con quién reemplazarlo sin perder la calidad de la operación.

La línea Final 1 presenta una situación intermedia.

Al preguntar al facilitador de la línea Engine Up por su matriz en dos ocasiones diferentes, éste no la pudo hallar.

5.3.6 Rotación de puestos

Cada facilitador planifica la rotación en los distintos puestos.

De los siete puestos relevados todos pertenecen a un puesto de rotación.

Modo de fallo potencial	Puesto de operación	Línea	Personas en rotación
Sin apretar botón de enter para programar control remoto key less	N011	P. Planas	2
Maza sin colocar en Pilar B derecho	B100	Línea 2	3
Mazo apretado con tornillo de manijón	E230	Línea Door Less	2
Radio no corresponde	L230	Final 2	2
Baúl mal cerrado	N040	P. Planas	2
Faro antiniebla DI sin conectar	L015	Final 1	2
Sensor de temperatura sin colocar en frontal	C015	Línea 2	2

Tabla 5.3.6 – 1. Rotación de puestos

Al entrevistar a tres facilitadores todos acordaron que la rotación de puestos es importante para la capacitación y valoración del trabajo por parte del personal.

5.3.7 Saturación

Por convenio laboral la saturación de los puestos debe ser del 85% o menos. De acuerdo a la visión de la empresa, el balanceo de la línea se realiza con el fin de llegar siempre a esta saturación para optimizar el tiempo de las personas y porque una saturación baja en un sistema clásico es vinculada a un aumento de la probabilidad de falla de mano de obra causada por una mayor distracción.

La saturación de las operaciones para el período octubre – diciembre 2010 fue la siguiente:

Modo de fallo potencial	Puesto de operación	Línea	Saturación
Sin apretar botón de enter para programar control remoto key less	N011	P. Planas	87%
Maza sin colocar en Pilar B derecho	B100	Línea 2	90%
Mazo apretado con tornillo de manijón	E230	Línea Door Less	81%
Radio no corresponde	L230	Final 2	85%
Baúl mal cerrado	N040	P. Planas	75%
Faro antiniebla DI sin conectar	L015	Final 1	85%
Sensor de temperatura sin colocar en frontal	C015	Línea 2	86%

Tabla 5.3.7 – 1. Saturación de los puestos

Para llegar a la saturación de los puestos N011, N040 y L230 se dividió la carga de trabajo en dos operarios en cada uno de los puestos, intercalando autos entre sí (cada operario realiza la operación en la mitad de los autos producidos).

La saturación del puesto B100 es elevada, por convenio laboral la saturación de un puesto de trabajo debe ser como máximo del 85%.

El único puesto con una saturación favorable al desarrollo de actividades vinculadas a la autonomía es el puesto de prueba eléctrica, el N040.

La saturación elevada no brinda el tiempo necesario al operario para actuar en caso de tener un problema ocasionado por problemas con su herramental, la provisión logística, la comunicación con sus compañeros de trabajo de recibir un problema de calidad generado más atrás en la línea. En cambio favorece la dependencia en el facilitador para resolver estos temas, incrementando así también la exigencia sobre el facilitador.

5.3.8 Ausentismo

El registro de ausentismo es realizado por el área de Producción para toda el área de Auto. Se determina un nivel aceptable del 5,7% de ausentismo. De ser este más elevado se debe tomar personal del área de reparación o del área de alineación, la última etapa de la línea.

De ser el ausentismo muy elevado se debe considerar primero desarmar la línea de alineación por completo y compensar las unidades perdidas en sobre tiempo o parar la línea completa.

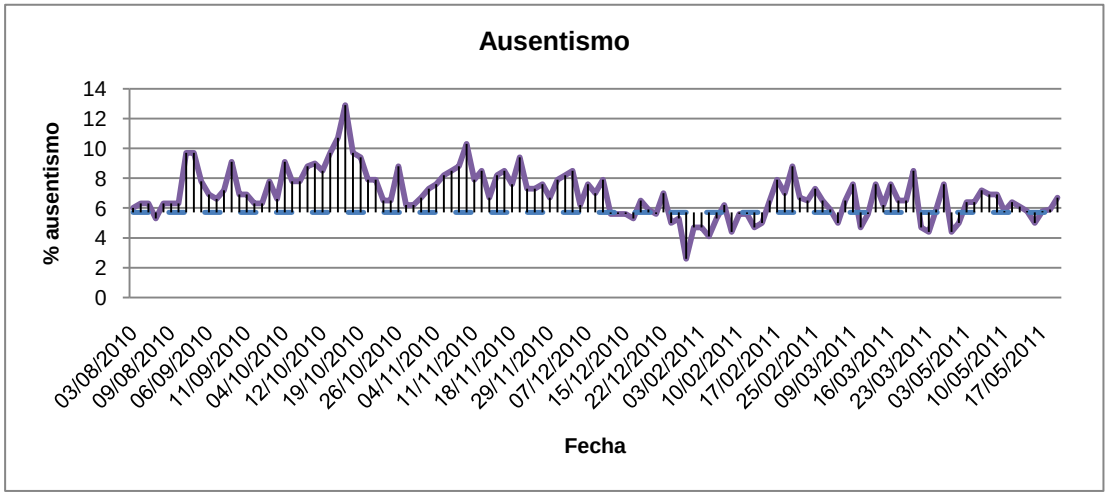


Figura 5.3.8 – 1. Ausentismo registrado vs. target

El nivel de ausentismo promedio es del 6,9%, 1,2% más que el objetivo, representando en un rol de 342 operarios 4 operarios menos que el objetivo planteado.

De ese 6,2%, sólo el 56% en promedio está ausente por enfermedad.

En la curva se puede observar que generalmente, salvo por el principio del mes de febrero después de un mes de cierre de planta y vacaciones, el ausentismo se encuentra por arriba del objetivo deseado.

Según la teoría, esto generalmente está vinculado con condiciones de trabajo desfavorables y poca motivación del empleado hacia el trabajo.

Ausentismo vs. C/1000

Una hipótesis muy difundida en la planta es que el ausentismo se vincula directamente con los defectos de calidad de la empresa. Este argumento tiene lógica en un contexto de versatilidad baja donde no hay gente capacitada para ocupar el puesto de la persona ausente.

A raíz de esto se realiza un estudio de correlación entre el ausentismo del período de octubre 2010 a mediados de mayo de 2011, sin tener en cuenta el mes de enero por vacaciones y mitad del mes de abril ya que se realizó una reestructuración de las líneas por un aumento de volumen. Los defectos de calidad de mano de obra para el período analizado se obtuvieron del indicador C/1000 interno.

Para las mismas fechas se añade la serie C/1000 al gráfico:

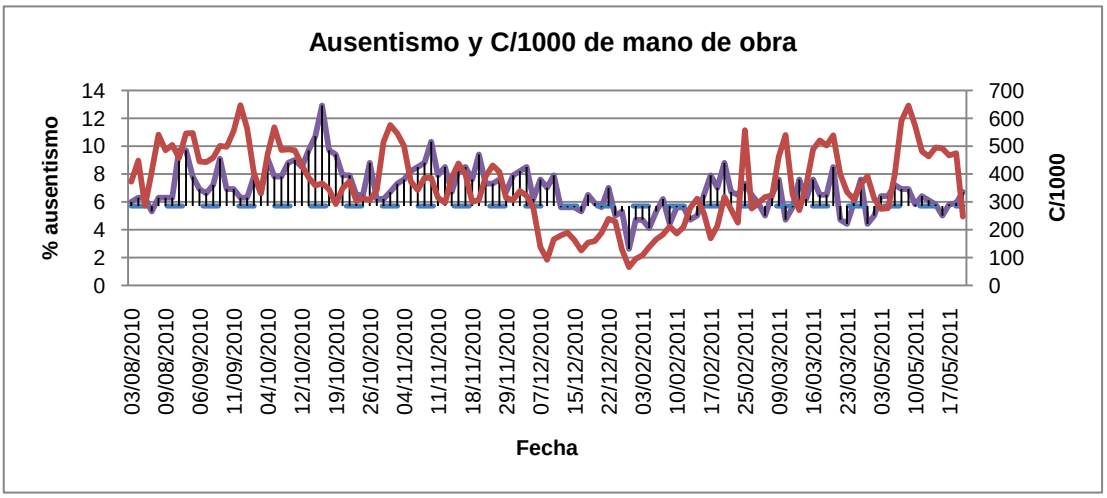


Figura 5.3.8 – 2. Ausentismo vs. C/1000

A simple vista se puede observar que no parece haber una correspondencia entre el % de ausentismo y los defectos generados por mano de obra, ya que los valores no parecen ser proporcionales y las tendencias de las distintas series no siempre van en la misma dirección.

Al realizar un análisis de relación lineal entre ambas variables en el excel los resultados confirman lo fácilmente observable:

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,28078721
Coeficiente de determinación R^2	0,078841457
R^2 ajustado	0,071228577
Error típico	129,9144455
Observaciones	123

Tabla 5.3.8 – 1. Correlación entre ausentismo y C/1000

El coeficiente de correlación es inaceptable para considerar que existe alguna relación entre el % de ausentismo y el C/1000 total de mano de obra. (ver Anexo II para la tabla de datos y el análisis estadístico completo).

Aunque no se pudieron obtener los datos de ausentismo abiertos por línea se obtuvo el coeficiente de correlación entre el nivel total de ausentismo de personal jornalizado para la planta de montaje de Auto y los defectos generados en cada línea a fin de detectar

posibles líneas de investigación si el coeficiente de correlación fuera lo suficientemente atractivo como para justificarlo.

Coeficiente de correlación

L2	L3	DL	L5	LA	EUP	DUP	F1	F2 & PP	Total	Ausentismo
-0,141	-0,079	-0,025	0,472	0,162	0,117	-0,119	0,237	0,202	0,151	1,000

Tabla 5.3.8 – 2. Correlación entre ausentismo y C/1000 líneas

Ninguno de los valores es aceptable para establecer una correlación entre el % de ausentismo y los defectos internos de calidad de mano de obra.

Se descarta entonces esta hipótesis.

5.3.9 Hojas de proceso

Se analizaron las hojas de proceso de los siete puestos de trabajo evaluados con el fin de medir el % de tareas combinadas.

El puesto B100 tiene 14 operaciones, dos operaciones supersimplificadas: tomar un tapón y montarlo y dos grandes tareas divididas en siete y cinco operaciones, la primera en conectar fichas a la fusiblera y la segunda ajustar tornillos de masa en los pilares del auto

El puesto C015 presenta operaciones carentes de sentido en su conjunto, el proceso consiste en tomar dos tapones y montarlos, tomar el sensor de temperatura y conectarlo al mazo de cables, tomar una remachadora y remachar un soporte a la torreta del amortiguador y por último tomar seis tapones y presentar tres en cada pilar A

El puesto E230 presenta una mayor cohesión, el proceso consiste en presentar la máquina levanta cristal en la estructura de la puerta, presentar después el panel de puerta, colocar los manijones de puerta y las fichas levanta cristales. Esta operación tiene secuencia lógica y al ser el sistema más acotado, avocarse exclusivamente al sistema puerta, la relevancia es mayor.

El puesto L015 se forma por 17 operaciones en las que se toma dos topes de gor y dos tornillos, se toma la torqueadora y se ajustan los topes a la unidad, se ajusta un bulón a la óptica DI, se toman cuatro prisioneros de puerta y con una máquina eléctrica se ajustan dos prisioneros a la puerta delantera y dos tornillos a la puerta trasera izquierda, se toma un clip omega y un clip de caño de combustible, se coloca clip omega en manguera líquido refrigerante y manguera de combustible y con el otro clip se separan los caños de combustible, se rutea el cable corrugado de combustible y se traba en manguera combustible, trabar clip de manguera de líquido refrigerante en cable

selectora y finalmente conectar clip de cable corrugado en manguera líquido refrigerante.

El puesto L230 consiste en leer el teletipo para saber cuál es el modelo de radio a montar, montar la radio dejándola lista para funcionar, sacar el cerrojo de capot de la unidad y en autos de transmisión manual montar la funda de la palanca de cambios.

El puesto N040 consiste en tomar el calco de alarma vidrio trasero izquierdo y colocar el calco en la ventana trasera izquierda y luego realizar la inspección eléctrica completa, chequeando el funcionamiento de todos los componentes eléctricos del auto.

El puesto N011 coloca la hoja de ruta en una impresora y la sella, con el lector de la máquina Ecats, escanea la hoja de ruta, conecta conector a unidad, ingresa a unidad y deja correr el programa ECATS, desconecta la ficha y retira la hoja de ruta. Toma monedero de la consola central y monta el monedero en la consola.

Evaluando las distintas operaciones se otorga la siguiente graduación:

Modo de fallo potencial	Cantidad de operaciones	Número de tareas sin sentido aparente	Grado de coherencia entre las tareas del proceso	Grado de exigencia
N011 - Prueba eléctrica	20	0	Alto	Medio
B100 - Ajuste de masas	14	2	Medio	Bajo
E230 - Ajuste manijón en puertas	18	0	Alto	Bajo
L230 - Montaje de radio	20	1	Medio	Medio
N040 - Ecats	14	1	Alto	Bajo
L015 - Óptica DI	17	6	Bajo	Bajo
C015 - Sensor de temperatura	13	10	Bajo	Bajo

Tabla 5.3.9 – 1. Significancia de las tareas

Los puestos donde es más difícil que el operario se identifique con la tarea son los puestos L015, C015 y B100 ya que son puestos donde no es explícito el valor que tienen los procesos realizados dentro de la producción del producto, sobre todo los puestos L015 y C015 donde las operaciones son la mayoría del tipo de ajuste y clipsado de varios elementos distintos dentro del auto.

Las operaciones del C015 carecen de cohesión, el soporte no está en el mismo sistema que los tapones, y ninguno de los dos se relaciona con el sensor de temperatura,

pertenecen a sistemas distintos dentro del auto, desde el punto de vista de ingeniería de la empresa también.

Una mayor significancia de la tarea y el conocimiento de la relevancia de la misma dentro del sistema pueden mejorar las condiciones de identificación de la persona con su tarea en el caso de tareas supersimplificadas y sin cohesión.

5.3.10 Sistema de retroalimentación de defectos de mano de obra

El sistema de retroalimentación de defectos es el proceso por el cual se trabaja en cada línea sobre los defectos de mano de obra detectados en áreas cliente. Este sistema es el descrito por los facilitadores: en una primera instancia se apercibe al operario, al repetirse el defecto más de tres veces se abre un plan de acción donde se trabaja en mejorar el puesto en conjunto con el operario.

El diagrama causal muestra la relación entre los defectos de mano de obra y los planes de acción y mejora abiertos:

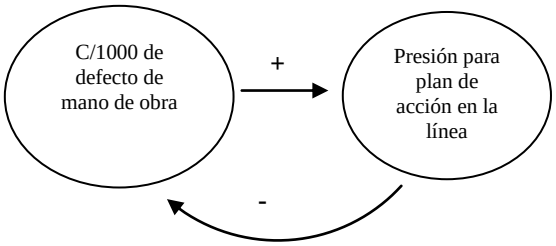


Figura 5.3.10 – 1. Sistema de retroalimentación

Al crecer el indicador C/1000 para un defecto de mano de obra, crece la presión para establecer un plan de acción. Al realizar un plan de acción con el operario se previene la recurrencia del defecto de mano de obra, disminuyendo el indicador C/1000 para ese defecto.

Para corroborar este supuesto se van a analizar los defectos de mano de obra de las líneas 2, Engine Up y Línea Elevada para los meses de febrero, marzo y abril de 2011. Se analizará la evolución de los defectos en el tiempo suponiendo que en una línea con un control efectivo de estos defectos no habrá recurrencia del defecto. Se considerará que un plan de acción es efectivo cuando después de seis días desde la apertura del plan de acción, este no vuelve a ocurrir.

Para el análisis se parte de los siguientes supuestos:

1. Se abre un plan de acción para todos los defectos que así lo ameriten según lo indicado por los facilitadores.

2. Se toma la fecha de apertura del plan de acción como el día siguiente al día en que debería haber sido abierto el plan ya que la información llega procesada a los facilitadores a día vencido.

Los defectos se van a tomar del indicador interno C/1000 ya que no todas las líneas tienen la misma cantidad de operaciones con riesgo de generar un defecto eléctrico.

	Línea 2	**Línea Elevada**	**Línea Engine Up**
Cantidad de defectos de MO	20	38	61
% defectos de MO con necesidad de plan de acción	5%	34%	38%
% defectos con necesidad de un plan de acción resueltos efectivamente	100%	8%	22%

Tabla 5.3.10 – 2. Sistema de retroalimentación en la planta

La línea 2 parece ser la línea con mayor control sobre la calidad, con sólo un 5% de los defectos que ameritaban un plan de acción controlados y cerrados.

En cambio la línea Elevada y la línea Engine Up parecen estar fuera de control, la línea Elevada resuelve el 8% de sus defectos y la línea Engine Up el 22%.

5.3.11 Observaciones directas de planta

Verificación del proceso

Al observar las distintas operaciones por un período de 20 ciclos, todos cumplían con el orden de la QPS salvo el puesto B100.

En el puesto B100 se invertía la secuencia de la hoja de proceso. La hoja de proceso define como últimos pasos el ajuste de las masas mientras que el operario lo realizada al principio. Al cuestionarle al respecto comentó que esto es así porque el cable de la torqueadora no era lo suficientemente largo para realizar la operación de otra manera.

Layout

Se analizaron las dimensiones del layout y la disposición de los insumos y herramental en el mismo.

Los puestos B100 y E230 tienen una longitud menor a la necesaria para el tiempo de ciclo del puesto.

El puesto B100, de la línea 2, mide 1,2m, medido desde el final del rack de insumos del puesto anterior al incio del rack de insumos del puesto siguiente. A una velocidad de

línea de 3,27 m/min para un ciclo de trabajo de 1,5 min la estación requiere de 4, 9 m, 3,7 m más de su longitud actual.

El puesto E230, de la línea Door Less, mide 0,7m. A una velocidad de línea de 2,13m/min requiere de 1,17m para realizar su trabajo, 0,47m más que la longitud de su estación de trabajo.

El efecto del solapamiento no afecta tanto las operaciones al considerar que los operarios siguientes trabajan sobre la parte delantera del auto, en el caso de la línea 2, y sobre la puerta delantera, en el caso de la línea Door Less.

5.4 CONCLUSIONES

Con la información relevada se evalúan las dimensiones esenciales para un buen desempeño según la teoría postulada.

DIMENSIÓN ESENCIAL	Diagnóstico	Calificación
VARIEDAD	Versatilidad: depende de la línea. Las líneas más versátiles en general tienen también un plan de entrenamiento actualizado.	Media/Baja
	Rotación dentro de la línea: se presenta rotación en todas las líneas. Las líneas con mayor versatilidad tienen posibilidad de rotación entre más puestos (por ejemplo en la línea dos hay rotaciones de 3 o 4 operarios) que las líneas con menor versatilidad donde generalmente las rotaciones se realizan entre dos puestos.	Media/Baja
	Ausentismo: El nivel de ausentismo es alto, en promedio hay un ausentismo del 6,2%, de las cuales 9 no responden a enfermedad. Estas representan un costo importante para la empresa, a tener en cuenta a la hora de buscar mejoras.	Alto
CALIFICACIÓN GLOBAL		MEDIA

Tabla 5.4.1 – 1. Conclusiones del relevamiento 1

DIMENSIÓN ESENCIAL	Diagnóstico	Calificación
AUTONOMÍA	Desarrollo de las hojas de proceso: Las hojas de proceso son desarrolladas en conjunto con el operario, el operario influye en el establecimiento de su propio proceso, igualmente supervisado por el entrenador que es el que conoce los lineamientos a tener en cuenta.	Media
	Grado de autonomía en la gestión de problemas relacionados a proveedores, máquinas, control de su propio proceso: El operario no presenta autonomía relacionada a estos factores, existe una fuerte dependencia en el facilitador o inspector para mediar.	Bajo
	Identificación de objetivos para el puesto: No se identifican objetivos formalmente, si existe una expectativa de que se cumpla con la hoja de proceso.	Bajo
	Saturación de la tarea: la saturación de la tarea está calculada para optimizar la línea de producción y el tiempo del operario en producción, la persona no tiene tiempo para desarrollar actividades que refuercen la autonomía de su puesto.	Baja
CALIFICACIÓN GLOBAL		BAJA

Tabla 5.4.1 – 1. Conclusiones del relevamiento 2

DIMENSIÓN ESENCIAL	Diagnóstico	Calificación
SIGNIFICADO DE LA TAREA	Capacitación ofrecida en el sistema global: No existe una capacitación en los sistemas de soporte relacionados al puesto, como son los sistemas de mantenimiento, logística, calidad, costos.	Bajo
	Conocimiento de la incidencia de su trabajo en la producción: De la encuesta se concluye que la mayoría está interesada en conocer su rol en el marco de la empresa.	Alta
	Importancia que le otorga a su trabajo: De la encuesta se concluye que existe desinterés por la calidad con que se realiza el trabajo, que la mayoría se siente sobre-capacitado para realizar la tarea y que no se cree en las oportunidades de crecimiento dentro de la empresa.	Bajo
	Conciencia de las exigencias cliente interno: No existe conciencia de un cliente interno. Se trabaja siguiendo la hoja de proceso sin cuestionar por qué se realizan las operaciones y a quién le generan valor.	Bajo
CALIFICACIÓN GLOBAL		BAJA

Tabla 5.4.1 – 1. Conclusiones del relevamiento 3

DIMENSIÓN ESENCIAL	Diagnóstico	Calificación
IDENTIFICACIÓN CON LA TAREA	Grado de tareas combinadas en la hoja de proceso: del relevamiento de las siete operaciones, se vio que en 5 de ellas existen tareas aisladas y que carecen de significado si no se conoce sobre qué se está trabajando, por ejemplo al colocar tapones, clips. Se detectaron tareas con mayor cohesión, por ejemplo en el montaje de radio, la prueba eléctrica. El puesto L015 es el más desfavorecido ya que se resume en un conjunto de ajustes y clipsados de distintos ítems.	Medio
	Orgullo en la tarea realizada: La falta de autonomía y marco para la acción y la falta de satisfacción con la empresa denotan un orgullo pobre en las tareas que realizan.	Bajo
CALIFICACIÓN GLOBAL		BAJA

Tabla 5.4.1 – 1. Conclusiones del relevamiento 4

DIMENSIÓN ESENCIAL	Diagnóstico	Calificación
RETRO-ALIMENTACIÓN	Comunicación entre el facilitador y el operario: De la encuesta se concluye que en la mayoría de los casos el facilitador comunica los defectos generados y hace un seguimiento con el operario en cuanto a calidad. También existe una fuerte dependencia en el facilitador para la resolución de problemas.	Medio
	Conocimiento de los defectos de calidad que ocasionó: De las entrevistas individuales se obtuvo que sólo dos de los siete operarios sabían que eran responsables de defectos.	Bajo
	Trabajo realizado a partir de los defectos retroalimentados: El estudio del sistema de retroalimentación mostró dos líneas con un % de resolución de problemas de mano de obra bajos lo cual sugiere un trabajo superficial sobre el defecto.	Bajo
	Conciencia de la necesidad de autocontrol: Un alto porcentaje de los encuestados no tiene interés en la calidad con la que realiza su trabajo.	Bajo
	Evaluación de desempeño: No existe una evaluación de desempeño formal.	No existe
CALIFICACIÓN GLOBAL		BAJA

Tabla 5.4.1 – 1. Conclusiones del relevamiento 5

5.5 OPORTUNIDADES DE MEJORA

Los niveles bajos de calificación para las dimensiones relevadas indican una amplia oportunidad de mejora.

Acciones de mejora en la gestión de recursos humanos de planta son una de las bases en la teoría de mejora continua, donde se enfatiza el proceso de mejora gradual basado en las personas como agentes de mejora a diferencia de mejoras tecnológicas que implican saltos de mejora y que luego del salto el nivel de mejora decrece a medida que crece la obsolescencia tecnológica.

Acciones con distinto grado de complejidad son propuestas:

PROPUESTAS DE MEJORA
Evaluación de desempeño: es necesaria para orientar el trabajo y estimular los ciclos de retroalimentación.
Capacitación en la tarea realizada: que explique los mecanismos del vehículo afectados por las tareas, cómo asegurar una buena calidad, cómo afecta una calidad pobre a los puestos siguientes y cómo afecta al puesto una calidad pobre en los puestos anteriores.
Reconocimientos al trabajo bien realizado: reconocimiento por parte del equipo a grupos de trabajo ejemplares.
Actividades de equipo: eventos extra-laborales que fomenten la vinculación entre el sector, competencias entre líneas que fortalezcan el sentimiento de pertenencia a un equipo. Las competencias pueden ser organizadas por consultores externos y tienen que tener en cuenta mediciones comparables.
Entrenamiento de empleados + Rotación : No sólo mejora la variedad sino que garantiza un nivel de calidad sostenido en caso de ausentismo.
Capacitación en sistemas de la empresa: desde sistemas soporte como calidad, seguridad, medio ambiente, costos hasta actividades de marketing, ingeniería, desarrollo de producto. Aunque la capacitación no tenga aplicación directa tener un mayor conocimiento de la empresa genera sentimientos de pertenencia e identificación con la empresa, redundantes en una mayor lealtad y compromiso con la tarea realizada. Las capacitaciones debieran enfatizar la importancia de las tareas de producción y las implicancias y costos que genera la mala calidad.
Tareas de soporte a la producción: en áreas como calidad, costos, seguridad, medio ambiente, mantenimiento de maquinaria.
Reestructuración de las hojas de proceso: buscando en lo posible que cada ciclo de trabajo tenga la mayor significancia posible, evitando la super simplificación de tareas.

Tabla 5.5 – 1. Propuestas de mejora. Gestión de Personal

6. RESUMEN DE LA METODOLOGÍA DESARROLLADA

Repasando las secciones anteriores primero se identificó el estado actual del sistema. Se observó que,

- existe una cultura alternativa en la subsidiaria que no respeta los procedimientos de la empresa a nivel global
- el tiempo y el personal son recursos escasos
- se gasta tiempo en tareas urgentes pero relativamente menos importantes.
- Existe un alto porcentaje de defectos crónicos

Después se identificaron los requisitos de la metodología:

- esta tiene que ser simple en su implementación y optimizar el tiempo
- estar orientada hacia el cliente, el que asigna valor al producto y hacia el personal, el que finalmente va a decidir si lo implementa.

Basándose en los requisitos, el estado actual del sistema y buenas prácticas en la industria se sugirió la utilización de la metodología A.M.F.E. para el ordenamiento de los modos de falla, de manera clara y considerando todos los factores que se debe tener en cuenta al analizar la importancia relativa de un modo de falla.

Se aplicó el método A.M.F.E. a una muestra de dos meses de defectos.

Se realizó un DMAIC (definir, medir, analizar, implementar y controlar) a partir de uno de los defectos identificados top y luego se validó la metodología utilizada hasta el momento, incorporando para los defectos de pieza el análisis aglomerado por proveedor para una mayor visualización del estado de calidad de los proveedores de planta.

Finalmente dada la importancia del desempeño del personal en los sistemas de mejora continua se realizó un análisis sistémico analizando las variables que influyen sobre el desempeño del personal llegando a la conclusión de que existen muchas oportunidades de mejora concretas para realizar en la variedad, autonomía, significancia, identificación con la tarea y retroalimentación.

6.1 SISTEMA

El sistema sugerido consiste de dos procesos paralelos: uno forma parte del sistema de calidad interno de la planta y está orientado a defectos que necesiten acciones permanentes de corrección.

Se propone entonces dividir el sistema de gestión interno actual en dos.

1. Un sistema de contención, alimentado por la información diaria del QLS y gestionado por los facilitadores, que se reúnen todos los días a analizar esta información, los inspectores, encargados de contener el defecto dentro del área evitando que la unidad pase al área cliente sin repararse, y los reparadores, que reparan las unidades.

2. Un sistema de corrección permanente, alimentado por información del área de reparación y los reparadores/inspectores de la línea, gestionado por los grupos de línea y el área de IQ con el soporte de los ingenieros de proceso, el facilitador y de ser necesario áreas soporte.

En este sistema se eliminan las hojas completadas manualmente por los diez inspectores diariamente ya que los defectos anotados en la planilla son los defectos anotados en la hoja de ruta, sólo se conservan planillas de reparación de los reparadores/inspectores y el área de reparación.

Esto tiene dos ventajas, se elimina información duplicada, disminuyendo el tiempo de procesamiento posterior y mejorando la saturación del inspector para un mejor desempeño y se utiliza información de reparación, obteniendo mayor conocimiento de las causas ya que al reparar los reparadores por lo general conocen qué ocasionó la falla mientras que los inspectores sólo perciben los síntomas.

La suma de defectos reparados debiera ser la misma que la suma de defectos inspeccionados en la línea y defectos relevados por el área de Predelivery.

Para que este sistema funcione se tiene que hacer hincapié en obtener un sistema robusto de contención y reparación.

El siguiente diagrama de proceso describe el sistema desarrollado en este trabajo:

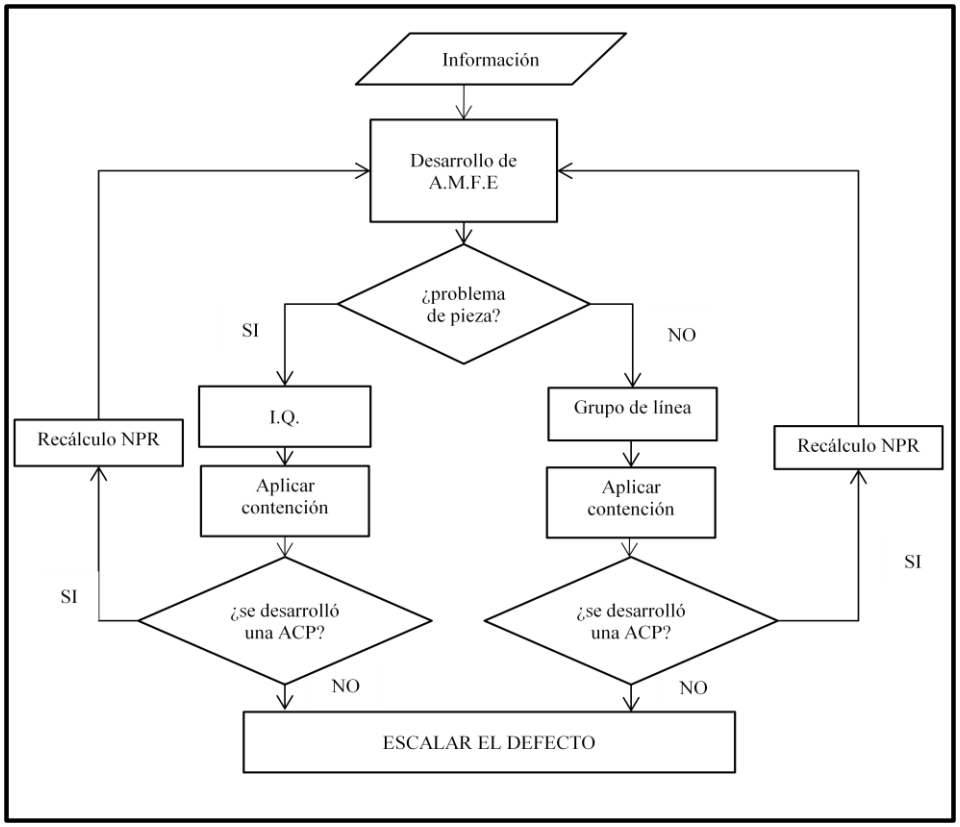


Figura 6.1 – 1. Proceso de mejora continua

El proceso es simple y lógico. Semanalmente se actualiza el A.M.F.E. discriminando los defectos de pieza de los de proceso y mano de obra.

Los defectos de pieza son responsabilidad del área de IQ (calidad de recepción de piezas).

Los defectos de mano de obra son responsabilidad de los grupos de línea. Hay un grupo por línea.

Cada responsable debe chequear que se haya aplicado una acción de contención robusta y desarrollar un DMAIC para la implementación de acciones correctivas permanentes.

Si se encuentra una acción efectiva que actúe sobre la causa raíz, se implementa, controla y recalcula el NPR para retroalimentar el A.M.F.E.

Si no se llega a una ACP en un horizonte temporal razonable para el defecto analizado se escala el defecto para permitir que este sea responsabilidad de áreas con mayor conocimiento técnico y campo de acción, como puede ser Ingeniería, Asistencia Técnica a Proveedores.

Los defectos de pieza son registrados en una planilla de aglomeración de datos por proveedor para realizar un ranking de proveedores visible dentro de la planta que le otorgue mayor poder de negociación con el cual exigir la mejora en la calidad a largo plazo de los proveedores.

Al mismo tiempo, se debe actuar sobre la motivación del personal, vinculado al nivel de defectos de mano de obra. Para actuar sobre la motivación se sugieren las propuestas descritas en el capítulo 5.

6.2 ESTRUCTURA DE PERSONAL

El sistema descrito requiere de una estructura de personal que lo lleve a cabo. Se propone entonces la siguiente asignación de responsabilidades:

Rol	Responsabilidades
Procesador de información	Procesamiento de información de reparación al formato A.M.F.E. Distribución de información semanal a las áreas pertinentes Recibir los nuevos NPR por acciones permanentes y actualizar el A.M.F.E.
Responsables IQ **Responsables Grupo de Línea**	Desarrollo de ACP y verificación de la efectividad de las acciones de contención Auditar acciones de grupos restantes
Facilitador	Auditar desarrollo de ACP del grupo Brindar soporte en la gestión
Ingeniero de Proceso	Asistir a las reuniones de grupos de línea Brindar soporte técnico al grupo Ser el nexo entre el grupo y áreas de soporte escaladas (Ingeniería)
Superintendente	Auditar y apoyar a los grupos

Tabla 6.2 – 1. Roles y Responsabilidades

El responsable de procesar la información puede ser la misma persona que en la actualidad realiza esta tarea con las planillas manuales de los inspectores, que tiene conocimiento y vasta experiencia dentro de la planta o personal idóneo o un pasante que

de esta manera aprenda a asignar la gravedad y la detección de los distintos modos de falla, adquiriendo un mayor conocimiento técnico.

Los responsables de implementar acciones de corrección consisten en grupos de dos personas con el soporte de los ingenieros de proceso, en la actualidad tres, en el caso de los grupos de línea. Estos grupos trabajan con los operarios involucrados o sobre el proceso involucrado. Hay un grupo por línea y deben seguir la metodología descrita en la sección tres.

La dinámica de los grupos consiste en 2 / 3 reuniones semanales de duración 1 hora. Al principio de la semana se revé el A.M.F.E., verificando la efectividad de las acciones de contención y la evolución de los defectos. Las restantes reuniones se usan para desarrollar el proyecto elegido, para pedir soporte a los ingenieros y para verificar la evolución del proyecto con el facilitador y el superintendente de ser necesario.

Los proyectos a desarrollar son elegidos de acuerdo a la calificación del A.M.F.E. Se considera que el horizonte temporal de los proyectos es variable, aunque se determina como mínimo una revisión mensual con los ingenieros y facilitadores para verificar el status y la necesidad de escalar el problema.

El facilitador como mínimo debe auditar el trabajo quincenalmente y el superintendente mensualmente. La auditoría es necesaria para que la gerencia sepa el estado de los temas, para enfatizar la importancia del trabajo realizado por los equipos y apuntalar en caso de ser necesario.

En caso de no hallar una acción correctiva permanente, el defecto debe escalarse a niveles superiores.

Cada uno/dos meses se establece una reunión entre grupos de distintas líneas donde se expongan casos de éxito y se pida ayuda o desarrollen ideas en conjunto.

6.3 NECESIDADES DE REESTRUCTURACIÓN

Para implementar el sistema se necesita que cada miembro responsable asuma la responsabilidad que le corresponde.

Para armar los grupos de línea se debe contar con más relevistas que substituyan a los operarios en sus puestos para que estos atiendan la reunión.

Se sugiere que el responsable de los relevos sea el personal que hoy ayuda al facilitador en tareas administrativas. Estas las realizaría el facilitador con el tiempo libre que tenga al no tener que ocuparse de implementar acciones correctivas permanentes.

También se van a necesitar 2 relevistas más en el rol, uno para el área de Tapicería y otro para el área de Chasis. Por convenio un operario del área de tapicería no puede

desempeñarse en el área de Chasis. Estos van a estar a cargo de relevar al otro integrante del grupo de mejora continua y en el tiempo restante podrán asistir a los facilitadores.

Al terminar el proyecto del grupo, los integrantes del grupo pueden ser nuevos operarios, ayudando a que adquieran un mayor conocimiento de la gestión de calidad, del área y de la metodología de mejora.

6.4 COSTOS ASOCIADOS

Este sistema añade 2 relevistas al plantel operario.

Sin tener en cuenta esta última ya que podría suplirla la persona que hoy en día se encarga de procesar el librito de calidad el costo adicional de estas personas estimativo es de:

AR$ 30500 neto mensual

Basándose en un trabajo de 168 horas semanales de un hombre con experiencia, como tiene que ser un relevista para ocupar los distintos puestos y la cotización del salario del mes de abril 2011.

Alternativa

En el caso de no disponer del monto para invertir, el grupo puede estar formado por el facilitador y un operario, quedando la auditoría del mismo en manos del superintendente.

Este es un proceso de mejora continua.

Es necesario enfatizar la importancia que tienen las personas para lograr implementar un sistema, si las personas no se comprometen a llevar el sistema adelante, por más que este exista no va a ser implementado.

7. CONCLUSIONES

Existen cuatro alternativas para resolver el problema planteado al inicio,

- aceptar la situación actual
- robustecer los procesos para independizarse de la variabilidad generada por la mano de obra, como la solución sugerida en el desarrollo DMAIC realizado
- robustecer el sistema humano dentro de la planta para lograr un mayor compromiso y desempeño del personal. Un buen punto de partida son las sugerencias provistas en la sección IV.
- Aplicar un estricto sistema de control y presión para lograr los resultados esperados

El paradigma de un proceso robusto son los procesos automatizados, donde una máquina se calibra para producir exactamente lo que se programa. La maquinaria no se encuentra afectada por ninguna variable emocional, no necesita que sus tareas tengan variación, autonomía, significancia ni necesita identificarse con su tarea o recibir retroalimentación, su desempeño es constante (considerando el caso de un mantenimiento adecuado). A su vez es una solución rápida.

Por otra parte, la automatización requiere una inversión inicial importante, disminuyendo significativamente el atractivo de un negocio, sobre todo en países donde los salarios comparativamente bajos de la mano de obra son un driver de competitividad.

En el otro extremo un proceso con un alto grado de dependencia de mano de obra se ve afectado por todos los factores que afectan el rendimiento humano y esta variabilidad puede afectar negativamente la calidad y productividad del mismo.

Los sistemas humanos necesitan disciplina y orden para mantener su nivel de performance, estos sistemas tienden a disminuir su desempeño si no están siempre orientados hacia la mejor.

Es necesario entonces considerar a la persona como factor clave para el logro del éxito, buscando un mayor compromiso y orgullo por el trabajo realizado.

Esta solución requiere un compromiso mayor por parte de la empresa, en especial la gerencia de la planta, y un tiempo de aprendizaje e internalización.

Al considerar los fines sociales de una empresa como lo son el desarrollo de sus integrantes y el desarrollo de la sociedad en donde se encuentra, robustecer el sistema

humano dentro de la planta es la alternativa que mejor cumple con ambos. El empleo asegura la satisfacción de las necesidades básicas del personal empleado, ofrece seguridad y bienestar. El empleo de personas en condiciones económicas y educativas en general desfavorables alienta a la superación y se vincula a una disminución de los niveles de inseguridad, violencia y situaciones que degradan al ser humano.

La última opción fue mencionada aunque no es sugerida, ya que muchas veces se cree que es posible conseguir los mismos resultados al implementar un sistema rígido que ejerza una fuerte presión y control sobre el rendimiento, tratando de independizar la calidad del producto del sistema humano que lo produce. Esta solución es costosa ya que por lo general requiere muchas reparaciones y mucho tiempo invertido en el control, y de corto plazo, ya que no ataca la causa raíz del problema, las personas, y el riguroso control acrecienta la insatisfacción agrandando el problema que en principio se quería solucionar.

Finalmente, es decisión de la empresa determinar cuánto está dispuesta a invertir, cuál es el plazo de tiempo aceptable para resolver el problema y qué grado de compromiso está dispuesta a aceptar.

BIBLIOGRAFÍA

- Imai, Masaaki. Kaizen: La clave de la ventaja competitiva japonesa. McGraw-Hill/Irwin, 1992.
- Deming, W. Edwards. Out of the Crisis. MIT Press, 1986.
- Stamatis, D. H. Failure Mode and Effect Analysis. FMEA from Theory to Execution. ASQC Quality Press. Milwaukee, Wisconsin. 1995.
- Ford Motor Company. Entrenamiento Green Belt. Dearborn, Michigan. 2006.

- Chiavenato, Idalberto. Administración de Recursos Humanos. Mc Graw Hill. 5ta Edición.

Los datos de la empresa fueron obtenidos bajo solicitud de confidencialidad.

ANEXOS

ANEXO I: A.M.F.E. DE LA MUESTRA

Ítem/ Función	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	O	D	GxO	NPR
A/A	Ficha negra en comando automático sin trabar	A/A no apaga	7	1	3	7	21
A/A	Ficha de compresor sin trabar diesel	A/A No funciona	8	1	4	8	32
A/A	Compresor sin conectar	A/A No funciona	8	2	3	16	48
A/A	Terminal de masa de mazo de motor cortado	A/A No funciona	8	2	3	16	48
A/A	Bulbo en frontal sin conectar	A/A No funciona	8	1	3	8	24
A/A	Maza sin colocar en larguero	A/A No funciona	8	1	4	8	32
A/A	Terminal de maza en larguero LI cortado	A/A No funciona	8	1	4	8	32
A/A	Ficha electro A/A sin trabar	A/A No funciona	8	1	4	8	32
A/A	A/A Pérdida	A/A No funciona	8	4	3	32	96
A/A	Soplador velocidades 1,2 y 3 no funcionan	A/A Soplador no funciona	7	1	4	7	28
A/A	Falta fusible N 29 en fusiblera c/motor	A/A Soplador no funciona	7	1	4	7	28
A/A	Relay defectuoso R 10	A/A Soplador no funciona	7	1	4	7	28
A/A	Ficha sin conectar en comando manual	Comando de A/A no funciona	7	1	4	7	28
A/A	Comando de A/A sin conectar	No se prende la luz indicadora del aire cuando está encendido	7	2	4	14	56
ABS	Cable ABS DI mal ruteado en pasarruedas	Potencial rotura de ABS	10	1	4	10	40
ABS	Instalación ABS TD sin rutear en bajo piso	Potencial rotura de ABS	10	1	4	10	40
ABS	Puente de fusibles de ABS mal montado	ABS no funciona, frenado desparejo del auto	9	2	3	18	54
ABS	Ficha de sensor de ABS DI rota con cadena	El ABS de la rueda no funciona, desequilibrio de frenado	9	4	3	36	108
ABS	Sin colocar sensor de ABS delantero (2)	El ABS de la rueda no funciona, desequilibrio de frenado	9	1	3	9	27
ABS	Sensor de ABS TD sin conectar	El ABS de la rueda no funciona, desequilibrio de frenado	9	2	3	18	54
ABS	Sensor de ABS DI sin conectar	El ABS de la rueda no funciona, desequilibrio de frenado	9	3	3	27	81

Alarma	Ficha rota en PTI	Alarma No funciona	8	1	4	8	32
Alarma	Terminal barrido en módulo ficha IS	Alarma No funciona	8	3	3	24	72

Ítem/ Función	**Modo de fallo potencial**	**Efecto potencial en el producto**	**G**	**O**	**D**	**Gx O**	**NPR**
ABS	Sensor de ABS DD sin conectar	El ABS de la rueda no funciona, generando un desequilibrio de frenado	9	1	3	9	27
ABS	Sensor de ABS TI sin conectar	El ABS de la rueda no funciona, generando un desequilibrio de frenado	9	1	3	9	27
ABS	Terminal invertido en sensor de ABS TD	El ABS de la rueda no funciona, generando un desequilibrio de frenado	9	1	3	9	27
ABS	Falta colocar puente ABS en FJB	ABS no funciona, frenado desparejo del auto	9	1	3	9	27
Airbag	Ficha en bolsa de airbag izq sin trabar	Airbag no funciona	10	1	3	10	30
Airbag	Terminal barrido en conector módulo airbag	Airbag no funciona	10	2	3	20	60
Airbag	Instalación airbag apretada en acolchado	Airbag no funciona	10	1	4	10	40
Airbag	Airbag derecho sin conectar	Airbag no funciona	10	2	3	20	60
Airbag	Mazo de airbag dañado en zona acolchado	Airbag no funciona	10	1	3	10	30
Airbag	Ficha de módulo de airbag traba rota	Airbag no funciona	10	2	3	20	60
Airbag	Instalación de Airbag apretada con tornillo de selectora	Airbag no funciona	10	1	4	10	40
Airbag	Mazo de módulo airbag cortado con tornillo de selectora	Airbag no funciona	10	1	3	10	30
Airbag	Bolsa de airbag lado conductor ficha sin conectar	Airbag no funciona	10	1	3	10	30
Alarma	Bocina no suena como bocina de alarma estándar	Bocina no suena como bocina de alarma estándar	6	1	4	6	24
Alarma	Bocina de alarma sin conectar	Alarma No funciona	8	3	3	24	72
Alarma	Baúl mal cerrado	Alarma No funciona	8	4	3	32	96
Alarma	Pin doblado en fusiblera PJB	Alarma No funciona	8	2	3	16	48
Alarma	Mazo de PTD no corresponde	Alarma No funciona	8	1	4	8	32
Alarma	PDI mal alineada	Alarma No funciona	8	1	4	8	32

Ítem/ Función	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	O	D	Gx O	NPR
Alarma	Ficha en zona baúl LI sin trabar	Alarma No funciona	8	1	4	8	32
Alarma	PJB defectuosa	Alarma No funciona	8	2	4	16	64
Alarma	Mal probada o puertas mal cerradas	Alarma No funciona	8	1	4	8	32
Alarma	Control remoto sin programar	Alarma No funciona	8	3	3	24	72
Alarma	Cerrojo en PTI defectuoso	Alarma No funciona	8	1	4	8	32
Alarma	Portón sin alinear	Alarma No funciona	8	2	4	16	64
Alarma	Baúl defectuoso	Alarma No funciona	8	1	4	8	32
Alarma	Bocina sin colocar	Alarma No funciona	8	2	4	16	64
Alarma	Sonido de alarma no corresponde	Bocina no suena como bocina de alarma estándar	6	1	4	6	24
Antiniebla	Ficha de faro antiniebla DD rota	Antiniebla DD no funciona	8	1	4	8	32
Antiniebla	Faro antiniebla DD sin conectar	Antiniebla DD no funciona	8	3	4	24	96
Antiniebla	Ficha negra mal trabada en pilar A derecho	Antiniebla DD no funciona	8	1	4	8	32
Antiniebla	Cable cortado	Antiniebla DD no funciona	8	1	4	8	32
Antiniebla	Lámpara defectuosa	Antiniebla DD no funciona	8	1	4	8	32
Antiniebla	Traba de ficha rota en PJB Resto de plástico en interior de ficha	Antiniebla D y T no funciona	8	1	4	8	32
Antiniebla	Faro antiniebla DI sin conectar	Antiniebla DI no funciona	8	3	4	24	96
Antiniebla	Lámpara quemada	Antiniebla DI no funciona	8	1	4	8	32
Antiniebla	Mazo cortado con cadena	Antiniebla DI no funciona	8	1	4	8	32
Antiniebla	Terminal barrido en pilar A derecho	Antiniebla DI no funciona	8	1	4	8	32
Baúl	Ficha sin conectar por pin doblado	Apertura de baúl no funciona	8	1	4	8	32
Baúl	Ficha de moldura sin conectar	Apertura de baúl no funciona	8	2	4	16	64
Baúl	Ficha en cerrojo sin trabar por restos de cinta	Apertura de baúl no funciona	8	1	3	8	24
Bocina	Cable de airbag mal ruteado en interior de centro de volante	Bocina mal funcionamiento	7	2	5	14	70
Bocina	Tornillo maza en larguero LI engranado	Bocina no funciona	8	1	5	8	40
Bocina	Centro de volante mal armado	Bocina no funciona	8	2	5	16	80

Ítem/ Función	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	O	D	Gx O	NPR
Bocina	Ficha negra mal trabada en pilar A derecho	Bocina no funciona	8	1	5	8	40

Bocina	Ficha de bocina rota con cadena	Bocina no funciona	8	1	5	8	40
Bocina	Relay mal montado en FJB	Bocina no funciona	8	1	5	8	40
Bocina	Relay defectuoso	Bocina no funciona	8	1	5	8	40
Bocina	Bocina sin conectar	Bocina no funciona	8	1	5	8	40
Cerrojo de portón	Ficha no traba en cerrojo de portón	Cerrojo de portón no funciona	8	1	3	8	24
Cierre eléctrico	Terminal barrido en pilar A derecho	Cierre eléctrico No funciona	8	1	4	8	32
Cierre eléctrico	Terminal invertido en ficha de módulo de PDI	Cierre eléctrico No funciona	8	1	4	8	32
Cierre eléctrico	PDI mal alineada	Cierre eléctrico Rebota	8	2	4	16	64
Cierre eléctrico	PDD mal alineada	Cierre eléctrico Rebota	8	2	4	16	64
Cierre eléctrico	Pin doblado en cerrojo DI	Cierre eléctrico Rebota	8	4	4	32	128
Control remoto	PJB no corresponde	No funciona el cierre eléctrico y los levanta cristales desde el control remoto	7	2	3	14	42
Dirección	Pin doblado en sensor caja de dirección	Dirección dura	8	1	3	8	24
Dirección	Ficha sin trabar en sensor caja de dirección	Dirección dura	8	1	3	8	24
Dirección	Bulbo de caja de dirección sin conectar	Dirección dura	8	2	3	16	48
Dirección	Módulo HCM en columna de dirección sin conectar	Dirección dura	8	1	3	8	24
Dirección	Sensor de caja de dirección sin conectar	Dirección dura	8	2	3	16	48
Dirección	Maza de bomba de dirección EHPAS sin colocar	Dirección dura	8	2	3	16	48
Dirección	Ficha negra y blanca de bomba de dirección EHPAS sin conectar	Dirección dura	8	2	3	16	48
Faro	Maza bajo pasarrueda DD sin colocar	Faro DD funciona mal	8	1	4	8	32
Faro	Cable de maza cortado	Faro DD funciona mal	8	1	4	8	32
Faro	Ficha de faro sin conectar	Faro TD no funciona	7	2	4	14	56
Faro	Ficha de faro sin rutear	Faro TD no funciona	7	1	4	7	28
Faro	Ficha de faro no traba por pin doblado	Faro TD no funciona	7	1	4	7	28
Faro	Interruptor de palanca sin conectar	Faro TD no funciona	7	1	4	7	28

Ítem/ Función	**Modo de fallo potencial**	**Efecto potencial en el producto**	**G**	**O**	**D**	**Gx O**	**NPR**
Faro	Maza sin colocar en pilar B derecho	Faro TD no funciona	7	2	4	14	56
Faro	Ficha no traba - Pin doblado	Faro TI no funciona	7	2	4	14	56
Faro	Sin conectar - Ficha sin rutear	Faro TI no funciona	7	1	4	7	28

Faro	Ficha de faro TI sin conectar	Faro TI no funciona	7	1	4	7	28
Faro	Maza sin colocar en zona baúl LI	Faro TI no funciona	7	1	4	7	28
Faro	Maza en zona baúl izquierdo sin ajustar tornillo	Faro TI no funciona	7	2	3	14	42
Freno de mano	Reservorio de líquido roto	Testigo de freno de mano queda prendido en el tablero	7	1	3	7	21
Freno de mano	Maza sin colocar Apretada con fusiblera c/motor	Testigo de freno de mano queda prendido en el tablero	7	1	4	7	28
Freno de mano	Ficha de reservorio de freno terminal cortado	Testigo de freno de mano queda prendido en el tablero	7	1	4	7	28
Freno de mano	Cable cortado en zona ficha en PJB	Testigo de freno de mano queda prendido en el tablero	7	1	4	7	28
Freno de mano	Interruptor en palanca sin conectar	No se enciende testigo de freno de mano al tener la palanca levantada	7	2	4	14	56
Freno de mano	Ficha de reservorio rota	No se enciende testigo de freno de mano al tener la palanca levantada	7	1	4	7	28
Freno de mano	Mazo cortado con carreta	No se enciende testigo de freno de mano al tener la palanca levantada	7	1	4	7	28
Key less	Cable de antena de baúl apretado con bisagra de respaldo izquierdo	El comando keyless tiene un menor alcance que el promedio	6	2	3	12	36
Key less	Antena de baúl key less sin colocar	El comando keyless tiene un menor alcance que el promedio	6	2	3	12	36
Key less	Key less Falta	No se puede encender el auto	8	2	3	16	48
Levanta cristal	Ficha sin conectar en comando manual de levanta cristal	Comando levanta cristal de PDI sin conectar	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Ficha sin trabar en máquina levanta cristal DD	Levanta cristal DD no funciona	7	4	4	28	112
Levanta cristal	Máquina defectuosa	Levanta cristal DD no funciona	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Terminal de CAN barrido en pilar A lado derecho mazo de piso	Levanta cristal DD no funciona	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Mazo mal ruteado en interior de PDD	Levanta cristal DD no funciona	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Tecla de levanta cristal DD sin conectar	Levanta cristal DD no funciona	7	1	4	7	28

Ítem/ Función	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	O	D	Gx O	NPR
Levanta cristal	Ficha en máquina sin trabar	Levanta cristal DI no funciona	7	3	4	21	84
Levanta cristal	Ficha gris en pilar A derecho mal trabada	Levanta cristal No funciona	7	1	3	7	21
Levanta cristal	Cable cortado de teclado	Levanta cristal no funciona desde PDI	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Terminal barrido en ficha de teclado	Levanta cristal no funciona desde PDI	7	1	3	7	21
Levanta cristal	Maza sin colocar en Pilar B derecho	Levanta cristal TD no funciona	7	4	4	28	112
Levanta cristal	Maza sin ajustar en Pilar B derecho	Levanta cristal TD no funciona	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Mazo apretado con tornillo de cinturón en pilar B LD - Mazo mal ruteado	Levanta cristal TD no funciona	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Terminal barrido en pilar A	Levanta cristal TD no funciona	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Cable cortado en mazo de puerta	Levanta cristal TD no funciona desde PTD	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Terminal barrido en Pilar B izquierdo	Levanta cristal TI no funciona	7	4	4	28	112
Levanta cristal	Mazo apretado con tornillo de butaca LI - Mazo mal ruteado	Levanta cristal TI no funciona	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Ficha sin trabar en máquina	Levanta cristal TI no funciona	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Mazo apretado con tornillo de manilon	Levanta cristal TI no funciona desde PTI	7	4	4	28	112
Levanta cristal	Ficha sin trabar en tecla	Levanta cristal TI no funciona desde PTI	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Tecla de levanta cristal TI sin conectar	Levanta cristal TI no funciona desde PTI	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Cazoleta TI no corresponde	Levanta cristal TI no funciona desde PTI	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Maza sin colocar en zócalo DI	Levanta cristales no funciona	7	1	4	7	28
Levanta cristal	Cable de can cortado con tornillo de selectora	Levanta cristales no funciona	8	2	4	16	64
Limpialuneta	Mazo apretado con tornillo de maza en zócalo TI	Limpialuneta no funciona	8	1	4	8	32
Limpiaparabrisas	Terminal barrido en ficha celeste PJB	Limpiaparabrisas no funciona	8	1	4	8	32
Limpiaparabrisas	Bidón sin conectar	Limpiaparabrisas no funciona	8	2	4	16	64
Limpiaparabrisas	Mazo apretado con tornillo de pata de motor	Limpiaparabrisas no funciona	8	1	4	8	32
Limpiaparabrisas	PJB defectuosa	Limpiaparabrisas no funciona	8	1	4	8	32
Limpiaparabrisas	Maza sin colocar en zócalo DD	Limpiaparabrisas no funciona	8	1	4	8	32
Limpiaparabrisas	Motor limpiaparabrisas sin conectar	Limpiaparabrisas no funciona	8	1	3	8	24

Ítem/ Función	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	O	D	Gx O	NPR
Limpiaparabrisas	Ficha de bidón limpiaparabrisas rota	Limpiaparabrisas no funciona	8	1	4	8	32
Llave	Juego no corresponde	No se puede encender el auto	8	1	4	8	32
Llave	Cerradura capot rota	No se puede abrir el capot	7	1	4	7	28
Llave	Pin doblado en translever	No se puede encender el auto	8	1	4	8	32
Llave navaja	Llave navaja falta	No se puede encender el auto	8	3	3	24	72
Llave navaja	Llave navaja torcida	No se puede encender el auto	8	1	4	8	32
Luneta térmica	Cable de luneta térmica mal ruteado	No funciona el desempañador de luneta	8	1	4	8	32
Luneta térmica	Ficha sin trabar en tecla luneta térmica	No funciona el desempañador de luneta	8	1	4	8	32
Luneta térmica	Terminal barrido en ficha celeste	No se enciende luz de testigo cuando luneta térmica está encendida	7	1	4	7	28
Luz de giro	Portalámpara defectuosa	Giro de espejo izquierdo no funciona	8	1	3	8	24
Luz de giro	Mal armado	Giro DI no funciona	7	1	4	7	28
Luz de giro	Ficha de faro TD sin trabar	Giro TD no funciona	7	1	4	7	28
Luz de giro	Ficha de faro TI sin trabar	Giro TI no funciona	7	2	4	14	56
Luz de giro	Falta lámpara en luz de giro DD	Luz de giro DD no funciona	7	1	4	7	28
Luz de patente	Lámpara mal montada	Luz de patente No funciona	7	3	4	21	84
Luz de patente	Falta lámpara de patente	Luz de patente No funciona	7	1	4	7	28
Luz de patente	Ficha de moldura de portón sin conectar	Luz de patente No funciona	7	1	4	7	28
Luz de patente	Terminal agrafada con cable	Luz de patente No funciona	7	1	4	7	28
Luz de patente	Lámpara mal posicionada	Luz de patente No funciona	7	2	4	14	56
Luz de patente	Terminal en portalámpara mal agrafado	Luz de patente No funciona	7	2	4	14	56
Luz de patente	Lámpara de patente quemada	Luz de patente No funciona	7	1	4	7	28
Luz de patente	Lámpara suelta	Luz de patente No funciona	7	2	4	14	56
Luz de patente	Terminal sin conectar en moldura	Luz de patente No funciona	7	1	4	7	28
Motor	Manguera de servo sin conectar en zona de múltiple de admisión (1.6)	Motor Falla Reguación mala	7	2	4	14	56
Motor	Maza sin colocar en pilar B derecho	Motor Falla	8	1	4	8	32

Ítem/ Función	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	O	D	Gx O	NPR
Motor	Cable de bujía mal montado	Motor Falla - Potencia reducida	6	1	3	6	18
Motor	Sensor de detonación sin conectar en zona de múltiple de admisión (1.6)	Motor falla - Se pasa de vueltas	7	2	3	14	42
Motor	Sin colocar filtro de aire 1.6	Motor falla - Se acumula basura en el motor, el motor puede llegar a parar	7	2	3	14	42
Motor	Sensor MAF en filtro de aire sin conectar	Motor falla - Presión de aire a múltiple de admisión no es medida, el motor regula mal sobre todo en ralentí	6	1	3	6	18
Motor	Pin doblado en sensor MAF de filtro de aire (1.6)	Motor falla - Presión de aire a múltiple de admisión no es medida, el motor regula mal sobre todo en ralentí	6	1	3	6	18
Motor	Terminal barrido en ficha de pedal de acelerador	Motor No acelera	8	1	3	8	24
Motor	Maza en zócalo DI sin colocar	Motor No acelera	8	2	3	16	48
Motor	Ficha en mariposa no traba Resto de plástico en interior	Motor No acelera	8	1	3	8	24
Motor	Mazo apretado con tornillo de acolchado lado izquierdo	Motor No acelera	8	1	4	8	32
Motor	Ficha verde en pilar A izquierdo no traba - Matriz en interior de ficha	Motor No acelera	8	1	3	8	24
Motor	Ficha de mariposa rota al subir motor	Motor No acelera	8	1	3	8	24
Motor	Pedal de acelerador sin conectar	Motor No acelera	8	1	3	8	24
Motor	Válvula de corte de combustible sin activar	Motor No arranca	8	5	3	40	120
Motor	Sin colocar bulbo en pedal de embrague	Motor No arranca	8	1	4	8	32
Motor	Inicialización de módulos	Motor No arranca	8	2	3	16	48
Motor	Ficha de válvula de corte de combustible cables cortados	Motor No arranca	8	1	3	8	24
Motor	Bulbo en pedal de embrague suelto	Motor No arranca	8	2	4	16	64
Motor	Ficha de tranceiver sin conectar	Motor No arranca	8	2	3	16	48
Motor	Ficha de automático de arranque sin conectar	Motor No arranca	8	1	3	8	24
Motor	Ficha sender rota	Motor No arranca	8	2	3	16	48
Motor	Falta fusible en PJB	Motor No arranca	8	1	4	8	32
Motor	Ficha mazo de motor apretado con caños de dirección	Motor No arranca	8	2	3	16	48

Ítem/ Función	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	O	D	Gx O	NPR

Motor	Luz de retroceso no funciona - Selectora mal regulada	Motor No arranca	8	1	4	8	32
Motor	Ficha de motor mal trabada en fusiblera compartimento motor	Motor No arranca	8	1	3	8	24
Motor	Cable de selectora caja automática sin trabar en palanca	Motor No arranca	8	3	3	24	72
Motor	Ficha sender sin rutear	Motor No arranca	8	1	3	8	24
Motor	Manguera de combustible invertida en parallamas	Motor No arranca	8	1	4	8	32
Motor	Ficha mariposa traba rota	Motor No arranca	8	1	3	8	24
Motor	Falta traba de módulo PCM diesel	Motor No arranca	8	1	3	8	24
Motor	Falta traba de ficha de módulo PCM	Motor No arranca	8	2	3	16	48
Motor	Pines doblados en módulo PCM	Motor No arranca	8	1	3	8	24
Motor	Ficha marrón módulo PCM sin conectar	Motor No arranca	8	1	3	8	24
Motor	Módulo PCM sin colocar	Motor No arranca	8	1	3	8	24
Motor	Ficha de electro apretada contra radiador	Motor se recalienta	8	2	3	16	48
Motor	Electro sin conectar en frontal	Motor se recalienta	8	2	3	16	48
Motor	Ficha de electro sin trabar	Motor se recalienta	8	2	3	16	48
Palanca de cambios	Módulo TCM sin colocar en parallama	No funciona palanca automática	7	2	3	14	42
Pedal de freno	Bulbo azul en pedal de freno sin conectar	Alcahuete de freno en tablero Falla mal diagnosticada	7	2	3	14	42
Pedal de freno	Sin colocar bulbo azul en pedal de freno	Indicador tablero de freno con falla	7	1	3	7	21
Plafonier	Ficha doble de plafonier delantero mal conectada	Plafonier delantero no funciona	8	1	4	8	32
Plafonier	Pin doblado en fusiblera PJB	Plafonier no funciona	8	1	3	8	24
Plafonier	Ficha de tapizado de techo sin conectar en fusiblera	Plafonier no funciona	8	1	3	8	24
Plafonier	Fusible quemado	Plafonier no funciona	8	1	4	8	32
Plafonier	Falta portalámpara	Plafonier no funciona	8	1	4	8	32
Plafonier	Cable apretado con soporte de plafonier delantero	Plafonier no funciona	8	1	4	8	32
Plafonier	Defectuoso	Plafonier trasero funciona mal	7	1	4	7	28
Plafonier	Ficha doble de plafonier trasero mal conectada	Plafonier trasero funciona mal	7	2	4	14	56
Radio	Radio defectuosa	Display de radio funciona mal	7	2	5	14	70

Ítem/ Función	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	O	D	Gx O	NPR
Radio	Radio no entra CD	Radio no entra CD	7	1	5	7	35
Radio	Quemada por mazo apretado	Radio No funciona	8	1	3	8	24
Radio	Radio defectuosa	Radio No funciona	8	2	4	16	64
Radio	Mazo apretado con tornillo de butaca LI	Radio No funciona	8	1	3	8	24
Radio	Código no corresponde - Manual no corresponde a la radio	Radio No funciona	8	1	4	8	32
Radio	Voice no funciona	Radio No funciona	8	1	4	8	32
Radio	Comando satelital sin conectar	Radio No funciona	8	2	3	16	48
Radio	Antena sin conectar en radio	Radio no sintoniza	7	2	5	14	70
Radio	Ficha de antena en Pilar A izquierdo rota	Radio no sintoniza	7	1	5	7	35
Radio	Cable de antena defectuoso	Radio no sintoniza	7	1	5	7	35
Radio	Antena sin conectar en pilar A izquierdo	Radio no sintoniza	7	1	5	7	35
Radio	Cable USB mal ruteado	El auto no tiene radio	8	2	4	16	64
Radio	Falta cable USB	El auto no tiene radio	8	1	4	8	32
Radio	Ficha de radio cortada	El auto no tiene radio	8	1	4	8	32
Radio	Pin doblado en radio	El auto no tiene radio	8	1	4	8	32
Radio	Radio no corresponde	Radio no corresponde a la radio del modelo	7	4	3	28	84
Sensor	Bocina de sensores estacionamiento sin conectar	El auto no emite ruido de advertencia en marcha atrás	7	2	3	14	42
Sensor de lluvia	Ficha rota en sensor de lluvia	No funciona el limpiaparabrisas	8	1	3	8	24
Sensor de lluvia	Sin conectar sensor de lluvia ficha con resto de pegamento	No funciona el limpiaparabrisas	8	2	3	16	48
Stop de alerón	Bulbo de lámpara mal regulado	Stop de alerón No funciona	7	1	4	7	28
Stop de alerón	Bulbo de lámpara mal posicionado en pedal	Stop de alerón No funciona	7	1	4	7	28
Stop de alerón	Bulbo de lámpara sin conectar	Stop de alerón No funciona	7	2	4	14	56
Stop de alerón	Ficha en pilar A lado derecho sin conectar	Stop de alerón No funciona	7	1	4	7	28
Stop de alerón	Mazo cortado con tornillo acolchado lado derecho	Stop de alerón No funciona	7	1	4	7	28
Stop de alerón	Faltan todas las lámparas	Stop de alerón No funciona	7	1	4	7	28
Stop de alerón	Ficha no traba por pin doblado en faro	Stop de alerón No funciona	7	1	4	7	28
Stop de alerón	Cable apretado con tornillo de acolchado LD	Stop de alerón No funciona	7	1	4	7	28

Ítem/ Función	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	O	D	Gx O	NPR
Stop de alerón	Falta ficha	Stop de alerón Sin colocar	7	2	4	14	56
Techo solar	Maza sin colocar en zona plafonier por mal ruteo	Techo solar no funciona	8	1	4	8	32
Techo solar	Ficha de motor sin conectar por exceso de pegamento	Techo solar no funciona	8	1	4	8	32
Techo solar	Tecla de techo sin conectar	Techo solar no funciona	8	2	4	16	64
Sensor de temperatura ambiente	Sensor de temperatura sin colocar en frontal	El tablero no indica la temperatura ambiente	7	3	4	21	84
Sensor de temperatura ambiente	Pin doblado en ficha verde debajo de PJB	El tablero no indica la temperatura ambiente	7	1	4	7	28
Roll test abortado	Sin activar botón de levanta cristales traseros desde PDI		6	3	3	18	54
Roll test abortado	Sin apretar acelerador a fondo		6	3	3	18	54
Roll test abortado	Código de radio mal ingresado 30 min		7	3	3	21	63
Roll test abortado	No se cumplió con el tiempo de programación de key less		6	2	3	12	36
Roll test abortado	Limpiaparabrisas sin apagar		6	2	3	12	36
Roll test abortado	Sensor de lluvia no funciona - mal probado		6	1	3	6	18
Roll test abortado	Sin prender luces bajas		6	2	3	12	36
Roll test abortado	Sin poner en contacto para iniciar el test		6	1	3	6	18
Roll test abortado	Sin activar bloqueo de vidrios traseros		6	1	3	6	18
Roll test abortado	Limpialuneta sin apagar		6	1	3	6	18
Roll test abortado	Sin pulsar tecla traba cristales traseros		6	1	3	6	18
Roll test abortado	No programa control remoto		6	1	3	6	18
Roll test abortado	Sin apretar botón de enter para programar key less		6	4	3	24	72
Roll test abortado	A/A encendido durante test		6	1	3	6	18
Testigo de aceite	Testigo de aceite no funciona - Bulbo sin conectar en 1.6	Tablero - No avisa si le falta aceite	7	2	4	14	56
Vidrio	Vidrio TI mal montado	Vidrio Mal Montado	6	2	3	12	36
Vidrio	Vidrio TI rebota	Vidrio rebota	8	5	3	40	120

Ítem/ Función	Modo de fallo potencial	Efecto potencial en el producto	G	O	D	GxO	NPR
Vidrio	Vidrio TD rebota	Vidrio rebota	8	5	3	40	120
Vidrio	Vidrio DI rebota	Vidrio rebota	8	2	3	16	48
Vidrio	Vidrio DD rebota	Vidrio rebota	8	4	3	32	96
Vidrio	Vidrio TI suelto	Vidrio TI suelto	8	2	3	16	48
Vidrio	Vidrio TD suelto	Vidrio TD suelto	8	2	3	16	48
Vidrio	Vidrio DD suelto	Vidrio DD suelto	8	1	3	8	24
Vidrio	Ficha en motor sin trabar	Vidrio No funciona	6	1	4	6	24
Vidrio	Terminal doblado en módulo de puerta	Vidrio No funciona	6	1	3	6	18
Visera	Luz de visera DD suelta	Luz de visera DD suelta	7	2	4	14	56
Visera	Falta lámpara en visera	Luz de visera derecha no funciona	7	1	4	7	28
Visera	Falta lámpara en visera	Luz de visera izquierda no funciona	7	1	4	7	28
Visera	Lámpara de visera quemada	Luz de visera izquierda no funciona	7	1	4	7	28
Visera	Luz de visera LD suelta	Luz de visera LD suelta	7	1	4	7	28
Volante	Clock spring cortado	Volante queda loco	9	1	3	9	27
Volante	Cables cortados con tornillo de carcasa cubrevolante inferior	Volante afectado	8	1	3	8	24

Tabla 7. 1 A.M.F.E. de la muestra

ANEXO II: TABLAS DE CONVERSIÓN DE DPMO A SIGMA

Z (sigma)	DPMO	% defectuoso	% rendimiento
0	933200	93,32	6,68
0,13	915450	91,545	8,455
0,25	894400	89,44	10,56
0,38	869700	86,97	13,03
0,5	841300	84,13	15,87
0,63	809200	80,92	19,08
0,75	773400	77,34	22,66
0,88	734050	73,405	26,595
1	691500	69,15	30,85
1,13	645650	64,565	35,435
1,25	598700	59,87	40,13
1,38	549750	54,975	45,025
1,5	500000	50	50
1,63	450250	45,025	54,975
1,75	401300	40,13	59,87
1,88	354350	35,435	64,565
2	308500	30,85	69,15
2,13	265950	26,595	73,405
2,25	226600	22,66	77,34
2,38	190800	19,08	80,92
2,5	158700	15,87	84,13
2,63	130300	13,03	86,97
2,75	105600	10,56	89,44
2,88	84550	8,455	91,545
3	66800	6,68	93,32
3,13	52100	5,21	94,79
3,25	40100	4,01	95,99
3,38	30400	3,04	96,96
3,5	22700	2,27	97,73
3,63	16800	1,68	98,32
3,75	12200	1,22	98,78
3,88	8800	0,88	99,12
4	6200	0,62	99,38
4,13	4350	0,435	99,565
4,25	3000	0,3	99,7
4,38	2050	0,205	99,795
4,5	1300	0,13	99,87

Z (sigma)	DPMO	% defectuoso	% rendimiento
4,63	900	0,09	99,91
4,7	687	0,069	99,931
4,8	483	0,048	99,952
4,9	337	0,034	99,966
5	233	0,0233	99,9767
5,1	159	0,0159	99,9841
5,2	108	0,0108	99,9892
5,3	72	0,0072	99,9928
5,4	48	0,0048	99,9952
5,5	32	0,0032	99,9968
5,6	21	0,0021	99,9979
5,7	13	0,0013	99,9987
5,8	9	0,0009	99,9991
5,9	5	0,0005	99,9995
6	3.4	0,00034	99,99966

Tabla 8 Tabla de conversión DPMO/Sigma

ANEXO III: BASE DE DATOS PROVEEDORES

Componente	Pieza	Proveedor
A/A	Falta fusible N 29 en fusiblera c/motor	2
A/A	Relay defectuoso R 10	2
A/A	Soplador velocidades 1,2 y 3 no funcionan	3
A/A	A/A Ficha negra en comando automático sin trabar	3
ABS	Terminal invertido en sensor de ABS TD	2
Airbag	Ficha de módulo de airbag traba rota	3
Airbag	Instalación airbag apretada en acolchado	3
Airbag	Terminal barrido en conector módulo airbag	3
Airbag	Ficha en bolsa de airbag izq sin trabar	3
Alarma	Bocina no suena como bocina de alarma estándar	3
Alarma	Cerrojo en PTI defectuoso	1
Control remoto	PJB no corresponde	2
Alarma	Mazo de PTD no corresponde	1
Alarma	Terminal barrido en módulo ficha IS	Importado
Alarma	Pin doblado en fusiblera PJB	2
Alarma	Sonido de alarma no corresponde	3
Antiniebla	Terminal barrido en pilar A derecho	2
Antiniebla	Lámpara defectuosa	7
Antiniebla	Lámpara quemada	7
Baúl	Ficha sin conectar por pin doblado	2
Baúl	Ficha en cerrojo sin trabar por restos de cinta	2
Bocina	Cable de airbag mal ruteado en interior de centro de volante	3
Bocina	Centro de volante mal armado	3
Bocina	Relay defectuoso	2
Bocina	Relay mal montado en FJB	2
Bocina	Tornillo maza en larguero LI engranado	IMPORT.
Cierre eléctrico	Pin doblado en cerrojo DI	1
Cierre eléctrico	Terminal invertido en ficha de módulo de PDI	2
Cierre eléctrico	Terminal barrido en pilar A derecho	2
Alarma	PJB defectuosa	IMPORT.
Dirección	Módulo HCM en columna de dirección sin conectar	3
Dirección	Pin doblado en sensor caja de dirección	2
Faro	Ficha no traba - Pin doblado	9
Faro	Ficha de faro no traba por pin doblado	9
Freno de mano	Mazo cortado con carreta	Log.

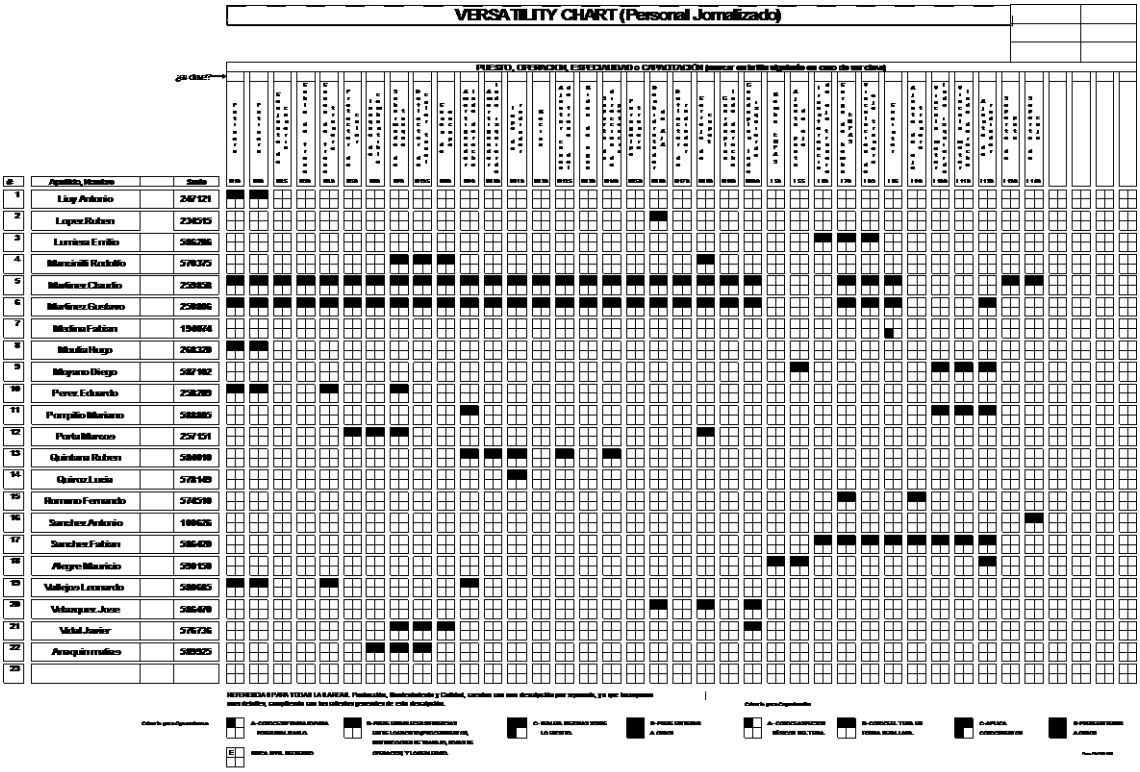
Componente	Pieza	Proveedor
Levanta cristal	Ficha sin trabar en máquina levanta cristal DD	1
Levanta cristal	Ficha en máquina sin trabar	1
Levanta cristal	Terminal barrido en Pilar B izquierdo	2
Levanta cristal	Cazoleta TI no corresponde	Log.
Levanta cristal	Ficha sin trabar en máquina	1
Levanta cristal	Máquina defectuosa	1
Levanta cristal	Terminal barrido en ficha de teclado	1
Levanta cristal	Terminal barrido en pilar A	2
Levanta cristal	Terminal de CAN barrido en pilar A lado derecho mazo de piso	2
Limpiaparabrisas	PJB defectuosa	IMPORT.
Limpiaparabrisas	Terminal barrido en ficha celeste PJB	8
Llave	Pin doblado en translever	IMPORT.
Llave navaja	Llave navaja torcida	Daño
Luneta térmica	Terminal barrido en ficha celeste	10
Luz de giro	Mal armado	7
Luz de giro	Falta lámpara en luz de giro DD	7
Luz de giro	Portalámpara defectuosa	7
Luz de patente	Lámpara mal montada	4
Luz de patente	Lámpara suelta	4
Luz de patente	Terminal en portalámpara mal agrafado	4
Luz de patente	Falta lámpara de patente	4
Luz de patente	Terminal agrafada con cable	4
Luz de patente	Lámpara de patente quemada	4
Luz de patente	Terminal sin conectar en moldura	4
Motor	Cable de bujía mal montado	8
Motor	Falta fusible en PJB	2
Motor	Falta traba de módulo PCM diesel	8
Motor	Ficha de tranceiver sin conectar	3
Motor	Ficha en mariposa no traba Resto de plástico en interior	8

Componente	Pieza	Proveedor
Motor	Ficha mariposa traba rota	8

Motor	Pin doblado en sensor MAF de filtro de aire (1.6)	
Motor	Terminal barrido en ficha de pedal de acelerador	2
Plafonier	Cable apretado con soporte de plafonier delantero	6
Plafonier	Defectuoso	6
Plafonier	Falta portalámpara	6
Plafonier	Fusible quemado	9
Plafonier	Pin doblado en fusiblera PJB	2
Radio	Cable de antena defectuoso	5
Radio	Cable USB mal ruteado	3
Radio	Comando satelital sin conectar	3
Radio	Falta cable USB	3
Radio	Pin doblado en radio	5
Radio	Radio defectuosa	5
Radio	Radio defectuosa	5
Radio	Radio no entra CD	5
Radio	Voice no funciona	5
Sensor de lluvia	Sin conectar sensor de lluvia ficha con resto de pegamento	6
Sensor de temperatura	Pin doblado en ficha verde debajo de PJB	2
Stop de alerón	Bulbo de lámpara mal posicionado en pedal	IMPORT.
Stop de alerón	Faltan todas las lámparas	IMPORT.
Vidrio	Ficha en motor sin trabar	1
Vidrio	Terminal doblado en módulo de puerta	1
Visera	Falta lámpara en visera	6
Visera	Falta lámpara en visera	6
Visera	Lámpara de visera quemada	6
Volante	Cables cortados con tornillo de carcasa cubrevolante inferior	3
Volante	Clock spring cortado	3

ANEXO IV: MATRIZ DE VERSATILIDAD

A ejemplo se anexa una matriz de versatilidad:



ANEXO V: ENTREVISTA AL PERSONAL

Autonomía:

1. ¿Participaste en la formación de tu QPS?
2. ¿Seguís la secuencia de acuerdo a la QPS?
3. ¿Tenes algún objetivo a cumplir?
4. ¿Sabes qué hacer cuando no se cuenta con una parte para ensamblar o si la parte es defectuosa, diferente?
5. ¿Sabes qué hacer cuando llega un defecto a la estación?
6. ¿Sabes cómo reaccionar cuando falla una herramienta o equipo?
7. ¿Sabes qué hacer cuando tienes un material crítico y no te llega?
8. ¿Sabes qué hacer cuando tu tiempo ciclo no te deja terminar en tu estación de trabajo?
9. ¿Alguna vez propusiste una recomendación de mejora en tu puesto?

Significancia de la tarea:

10. ¿Sabes qué es una Característica Clave de Calidad?
11. ¿Conoces las Características claves de Calidad que están escritas en la QPS?
12. ¿Sabes qué es una anormalidad?
13. ¿Sabes cómo se administran la calidad y los costos de tu área?

Retroalimentación:

14. ¿Cómo te enteras de la calidad con la cual realizas tu tarea?
15. ¿Alguna vez iniciaste un proceso de mejora?

ANEXO VI: ENTREVISTA AL FACILITADOR

La siguiente entrevista se realizó a tres facilitadores de planta:

1. ¿Cómo se conforma el sistema de entrenamiento, capacitación? ¿Qué importancia le da a la capacitación en su línea?
2. ¿Plantea objetivos a alcanzar al personal a su cargo? ¿Evalúa con ellos su rendimiento y oportunidades de desarrollo?
3. ¿Qué responsabilidad tiene el operario sobre su equipamiento, los problemas de provisión de material que pueda tener
4. ¿Cómo reacciona frente a defectos de calidad originados por un operario de su línea?
5. ¿Qué rol cumple dentro de la organización?
6. ¿Qué oportunidades de mejora encuentra?

ANEXO VII: ENCUESTA AL PERSONAL DE PLANTA

Línea:

Edad:

Años dentro de la empresa:

Sexo: F ☐ M ☐

1. ¿Recomendaría a la empresa para trabajar en ella? Si ☐ No ☐

2. Establezca el grado de coincidencia con los siguientes enunciados:

1: Totalmente en desacuerdo; 2: En desacuerdo; 3:Neutral;4:De acuerdo; 5: Totalmente de acuerdo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Coincido con los valores de la compañía					
Mi trabajo es estimulante y me ofrece la oportunidad de aprender					
Me siento sobre-capacitado para mi trabajo					
Sé lo que se espera de mi trabajo					
El tiempo de entrenamiento en mi puesto fue suficiente para realizar mi trabajo con calidad					
El clima laboral es muy bueno					
Se promueve el trabajo en equipo					
Mi puesto de trabajo cumple con las normas de seguridad, higiene y medio ambiente					
Me siento preparado para realizar mi trabajo a tiempo y con calidad					
Me preocupa la calidad del trabajo que realizo					
Soy consciente de que un defecto generado por mí afecta el trabajo de mis compañeros					
Tengo todo el herramental que necesito para realizar mi trabajo					
Sigo las indicaciones de la QPS					
Estoy atento a oportunidades de mejora de mi puesto					
Estoy capacitado para trabajar en más de un puesto					
Conozco los defectos de calidad de mi puesto y trabajo en controlarlos					

2. Establezca el grado de coincidencia con los siguientes enunciados:

1: Totalmente en desacuerdo; 2: En desacuerdo; 3:Neutral;4:De acuerdo; 5: Totalmente de acuerdo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Trabajo junto a mi facilitador para mejorar mi puesto de trabajo					
Mi facilitador escucha mis sugerencias y trata de implementarlas					
Mi facilitador evalúa mi desempeño periódicamente					
Puedo preguntarle a mi facilitador todas las dudas que tengo					
Mi facilitador me ayuda a sobrepasar los problemas que pudiera tener					
Tengo interés por mejorar y crecer dentro de la compañía					
Estoy conforme con las oportunidades de crecimiento que me ofrece la compañía					
Tengo interés en conocer los fundamentos del sistema productivo de Ford					
Estoy satisfecho con la empresa					

¡Muchas gracias por completar la encuesta!

Resultados completos:

Resultados de la encuesta	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
Coincido con los valores de la compañía	52%	19%	7%	7%	11%
Mi trabajo es estimulante y me ofrece la oportunidad de aprender	48%	30%	7%	7%	7%
Me siento sobre-capacitado para mi trabajo	52%	7%	19%	7%	11%
Sé lo que se espera de mi trabajo	59%	33%	4%	4%	0%
El tiempo de entrenamiento en mi puesto fue suficiente para realizar mi trabajo con calidad	52%	26%	7%	7%	7%
El clima laboral es muy bueno	56%	22%	19%	4%	0%
Se promueve el trabajo en equipo	52%	33%	11%	4%	0%
Mi puesto de trabajo cumple con las normas de seguridad, higiene y medio ambiente	56%	26%	11%	4%	0%
Me siento preparado para realizar mi trabajo a tiempo y con calidad	59%	33%	4%	4%	0%
Me preocupa la calidad del trabajo que realizo	67%	22%	4%	4%	4%
Soy consciente de que un defecto generado por mí afecta el trabajo de mis compañeros	63%	30%	0%	0%	7%
Conozco los defectos de calidad de mi puesto y trabajo en controlarlos	70%	30%	0%	0%	0%
Tengo todo el herramental que necesito para realizar mi trabajo	48%	33%	7%	4%	7%
Sigo las indicaciones de la QPS	56%	33%	4%	0%	7%
Estoy atento a oportunidades de mejora de mi puesto	70%	30%	0%	0%	0%
Estoy capacitado para trabajar en más de un puesto	70%	30%	0%	0%	0%
Trabajo junto a mi facilitador para mejorar mi puesto de trabajo	59%	30%	7%	4%	0%
Mi facilitador escucha mis sugerencias y trata de implementarlas	59%	33%	4%	4%	0%
Mi facilitador evalúa mi desempeño periódicamente	56%	22%	15%	7%	0%
Puedo preguntarle a mi facilitador todas las dudas que tengo	56%	37%	4%	4%	0%
Mi facilitador me ayuda a sobrepasar los problemas que pudiera tener	56%	30%	7%	7%	0%
Tengo interés por mejorar y crecer dentro de la compañía	70%	26%	0%	0%	4%

Resultados de la encuesta	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
Estoy conforme con las oportunidades de crecimiento que me ofrece la compañía	44%	30%	7%	4%	15%
Tengo interés en conocer los fundamentos del sistema productivo de Ford	67%	19%	11%	4%	0%
Estoy satisfecho con la empresa	56%	30%	7%	4%	4%