

# **Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente**

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976.

---

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD



## **MEJORA EN EL RENDIMIENTO DE ICT PROYECTO NISSAN**

Tesis que para obtener el grado de

MAESTRA EN INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD

Presentan: Gloria Valdovinos Flores

Tutor: Ignacio Álvarez Plasencia

San Pedro Tlaquepaque, Jalisco. Diciembre de 2017.

## **Resumen**

La intervención documentada en el presente Trabajo de Obtención de Grado se basa en la investigación de herramientas de calidad, tanto de solución de problemas, como de metodologías de prevención de fallas y métodos de control, para aplicar dichas herramientas en la planta de Continental Periférico, división de Interiores, al proyecto que representa la mayor cantidad de ventas y por lo tanto, el más significativo para medir resultados. El proyecto se basó en la mejora del rendimiento o *yield*, por medio de la aplicación de un proyecto DMAIC. Se plantean objetivos de aumento de productividad y reducción de desperdicios (es decir aumentar la ganancia). Se plantea la introducción a la metodología KATA para la mejora continua y seguimiento de fallas en el equipo seleccionado. Posteriormente se analiza el proceso con herramientas como diagrama de flujo, Mapeo de cadena de valor, SIPOC y matriz causa-efecto con la finalidad de acotar el problema y proponer soluciones pertinentes a dicho problema. En la etapa de análisis se identificaron las oportunidades de mejora de las fallas principales de manera que durante la etapa de Mejora se desarrollaron soluciones efectivas para los problemas encontrados; se realizó un mantenimiento constructivo a las Fixturas del equipo ya que se encontraron discrepancias en el sistema de medición, se desarrolló e implemento una aplicación local para solucionar la necesidad de evitar intermediarios en fallas de comunicación, esta solución superó la barrera de la inversión proporcionando no solo la solución al problema de comunicación sino también a problemas de trazabilidad y flujo que afectan continuamente no solo al proyecto en cuestión, sino a toda la planta. Se estandarizaron formatos de seguimiento como: mantenimientos, listas de verificación de auditorías y documentos de entrega de fixturas con la finalidad de mantener las soluciones encontradas y prevenir estos modos de falla en otros productos. Así mismo se incorpora la matriz de lecciones aprendidas el mantenimiento a las fixturas y la implementación de la aplicación de trazabilidad y flujo. Es un trabajo de intervención concluido y exitoso con la recomendación de replicar en el resto de los proyectos que apliquen dichas soluciones.

## **Palabras Clave**

ICT, FPY, DMAIC, Mejora Continua

## **Agradecimientos.**

Primeramente gracias a Dios por permitirme concluir un ciclo mas tanto personal como profesional al haber estudiado la Maestría en Ingeniería y Gestión de la Calidad y haber aplicado los conocimientos en un trabajo de intervención aplicado a la empresa en donde actualmente laboro, Continental planta Periférico. Gracias a los directivos de la empresa y compañeros que participaron en la implementación y seguimiento del proyecto sin los cuales no habría sido posible este trabajo. “Todo lo puedo en Cristo que me fortalece” y esto es una demostración de ello. Agradecimiento especial al Maestro Ignacio Álvarez Plasencia por el acompañamiento durante la elaboración de este TOG. Posteriormente agradezco a mi hijo Alejandro, quien no solo me acompañó en las clases sino durante todo lo que implica el estudiar y siempre lo hizo con una sonrisa y su apoyo incondicional. Te amo hijo, eres el motor que me impulsa a no rendirme y seguir superando obstáculos. Muy especial agradecimiento a mi mamá, quien con su apoyo no solo me ayudo a recargar energía cuando lo necesite sino que me brindo la ayuda que tanto necesite a lo largo de estos 2 años. Gracias mami, no tengo palabras para decirte cuanto te quiero y aprecio lo que hiciste y sigues haciendo por mí. A mi esposo quien vivió los primeros 2 años de matrimonio conmigo en una etapa de tiempos limitados, Julio, gracias por tu paciencia y apoyo. Por supuesto gracias también a mis hermanas Ana e Ingrid por su apoyo incondicional al igual que mi papá y también gracias papi por el ejemplo que me has dado de trabajar y disfrutar de lo que uno hace al máximo. Hubo muchas personas adicionales que me acompañaron en este camino, Mona, Toño, hermanos y amigos, profesores: ¡gracias!

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>MEJORA EN EL RENDIMIENTO DE ICT PROYECTO NISSAN</b> .....	1
1. DEFINICION DEL PROBLEMA DE MEDICION .....	7
1.1 Contexto .....	7
1.1.1 Descripción del contexto de la empresa.....	7
1.1.2 Continental en la Industria Automotriz.....	8
1.2 Descripción del problema de intervención. ....	9
1.3 Objetivo general.....	10
1.4 Objetivos particulares .....	11
1.5 Justificación económica y estratégica.....	14
1.6 Alcances y limitaciones.....	15
1.7 Conclusiones de definición. ....	15
2. MARCO TEORICO .....	17
2.1 Antecedentes.....	17
2.2 Bases conceptuales.....	17
2.2.1 Metodología KATA .....	17
3. MARCO METODOLOGICO.....	20
3.1 Diseño de la intervención.....	20
3.2 Identificación de población y muestras para analizar. ....	22
3.3 Técnicas de recolección de datos.....	22
4. MEDICION DEL PROBLEMA .....	24
4.1 Requerimientos y expectativas del cliente. ....	24
4.2 Proceso clave: In Circuit Test (ICT) .....	25
4.3 Diagrama de flujo del proceso. ....	25
4.4 SIPOC.....	28
4.5 Mapeo de la cadena de valor.....	29
4.6 Desempeño del FPY en el ICT .....	31
4.7 Diagrama de Pareto.....	32
4.8 Desempeño en campo.....	33
4.9 Análisis de capacidad inicial del proceso .....	35
4.10 Verificación del sistema de medición. ....	35
4.11 Diagrama causa – efecto .....	37
4.12 Conclusiones de medición. ....	39
5. ANALISIS DEL PROBLEMA.....	41
5.1 Análisis de modo y efecto de fallos.....	41
5.2 Matriz causa efecto.....	43
5.3 Diagrama de árbol .....	44
5.4 Estratificación de los datos .....	44
5.5 Situación actual, oportunidad de mejora y fuente de variación de fallas ofensoras.....	45
5.5.1 Fallas de CAMLine .....	45
5.5.2 Fallas de Guiones (Falla no asignada).....	46
5.5.3 SHORTS (Cortos) .....	47
5.5.4 START MANUFACTURING .....	48
5.5.5 IC2000:TJ.....	48
5.6 Selección de soluciones .....	50
5.7 Plan de acción .....	51
5.8 Conclusiones de análisis .....	51
6. PROPUESTAS DE MEJORA E IMPLEMENTACION .....	54
6.1 Implementación de soluciones.....	54
6.1.1 Falta de Mantenimiento.....	54
<b>6.1.2 Limites no apropiados</b> .....	63
6.1.3 Evitar interfaz de comunicación .....	66
6.1.4 Falta de Capacitación.....	70
6.2 Mejora optimización del proceso .....	74
6.3 Confirmación del sistema de medición .....	76
6.4 CONCLUSIONES DE PROPUESTAS DE MEJORA E IMPLEMENTACIÓN. ....	78
7. CONTROL .....	80
7.1 Falta de mantenimiento .....	80
7.2 Limites no apropiados.....	81
7.3 Fallas de guion .....	81
7.4 TPM en ICT .....	82
7.5 OCAP.....	83

7.6	Lecciones Aprendidas.....	84
7.7	Acciones implementadas .....	84
7.8	Acciones abiertas .....	85
7.9	AMEF después de las mejoras .....	86
7.10	Conclusiones de control .....	87
8.	CONCLUSIONES TOG. ....	89
8.1	Verificación de la solución Final.....	89
8.1.1	Reducción en re-trabajo en ICT de Nissan. ....	89
8.1.2	Reducción de pérdidas de venta por tiempo caído en ICT.....	90
8.1.3	Histograma de fallas en ICT para el proyecto de Nissan después de la intervención. ....	91
8.2	Recomendaciones .....	92
	ANEXO I. FUNCIONAMIENTO DE UN ICT. ....	96
	ANEXO II. ....	103
	<b>REFERENCIAS</b> .....	108

## **CAPÍTULO I**

### **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INTERVENCIÓN**

## 1.1 Contexto

### 1.1.1 Descripción del contexto de la empresa.

Continental, es una empresa con presencia mundial con 430 localidades en 55 países, dedicada a la manufactura de partes automotrices, actualmente trabaja con 5 divisiones principales:

Continental Corporation				
5 Strong Divisions				
Chassis & Safety	Powertrain	Interior	Tires	ContiTech
Vehicle Dynamics	Engine Systems	<b>Instrumentation &amp; Driver HMI</b>	PLT, Original Equipment	Air Spring Systems
Hydraulic Brake Systems	Transmission	Infotainment & Connectivity	PLT, Repl. Business, EMEA	Benecke-Kaliko Group
Passive Safety Sensorics	Hybrid Electric Vehicle	Intelligent Transportation Systems	PLT, Repl. Business, The Americas	Compounding Technology
Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)	Sensors & Actuators	Body & Security	PLT, Repl. Business, Asia Pacific	Conveyor Belt Group
	Fuel & Exhaust Management	<b>Comm. Vehicules &amp; Aftermarket</b>	Commercial Vehicle Tires	Elastomer Coatings
			Two Wheel Tires	Fluid Technology
				Power Transmission Group
				Vibration Control

Figura 1. Divisiones de Continental

La Planta Periférico cuenta con 2 de las divisiones de la compañía: Instrumentation & Driver HMI donde principalmente se elaboran Paneles de Control (Instrument Clusters), así como módulos de climatización (HVAC, por Heating, Ventilation and Air Conditioning), Head up Displays, Modulo Central (Center Stack), entre otros.



Figura 2. Productos Manufacturados en Continental.

Entre los principales clientes con los que cuenta la división se encuentran, entre otros:



Figura 3. Principales clientes de Continental Automotive ID

### 1.1.2 Continental en la Industria Automotriz.

Algunos de los competidores de Continental como proveedores de partes automotrices son Bosch y Denso de acuerdo a Semicast (Semicast Research provee investigación independiente de mercado de semiconductores, análisis y reportes acerca de la industria automotriz y los mercados industriales).

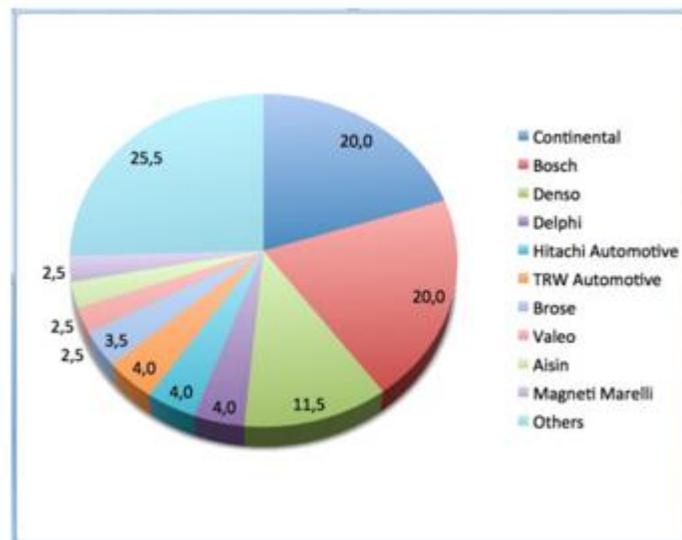


Figura 4. Dos y medio líderes de Mercado, fragmentación al final. Fuente: Semicast.

Como se muestra en la gráfica, la competencia en la industria es muy fuerte por lo que las empresas compiten con innovación en la tecnología y la calidad de sus productos entre otras cosas.

## 1.2 Descripción del problema de intervención.

En la empresa, Continental Periférico, se tiene la necesidad de mejorar el rendimiento de la división de ID, con la finalidad de aumentar el margen de utilidades por medio de la reducción de desperdicios y el aumento de la productividad para llegar a una meta particular de la misma.

El Rendimiento de Primer Paso, mejor conocido en la empresa como FPY por sus siglas en Inglés: *First Pass Yield*, es el porcentaje de piezas buenas, obtenidas de los pasos del proceso. (Número de piezas buenas divididas por el total de piezas que iniciaron el proceso.) También se conoce como la tasa de la calidad, el porcentaje de unidades que completa un proceso y cumple con las normas de calidad sin ser re-trabajado.

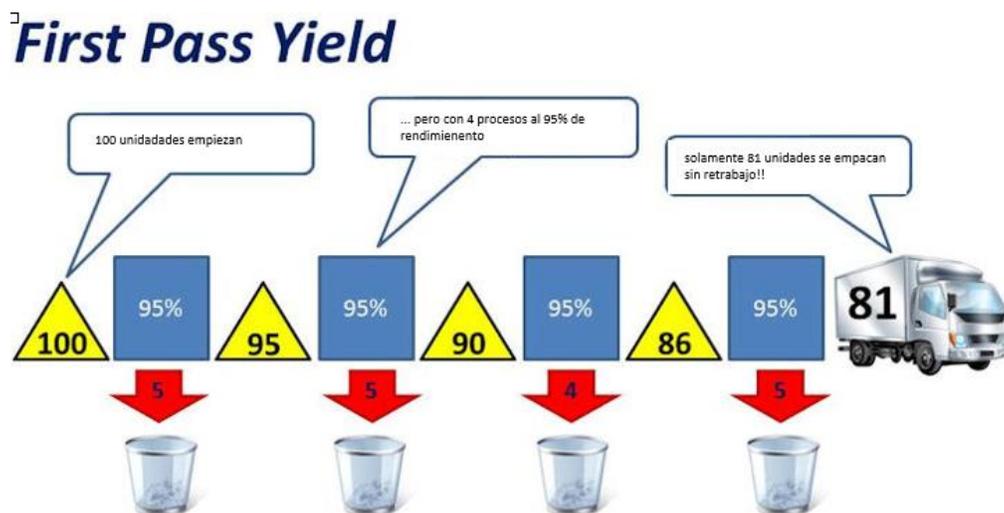


Figura 5. El FPY es el número de unidades buenas obtenidas de un proceso sin ser re-trabajadas.

El FPY es un indicador de proceso que apunta directamente a las oportunidades de mejora de estos; el control del mismo ayuda a la mejora tanto de dicho proceso como al incremento de las piezas de salida y cumplimiento de los planes de producción, disminución de re trabajos, disminución del *scrap* (desperdicio), disminución de tiempo caído en los equipos de pruebas y, por lo tanto, la calidad del producto manufacturado aumenta. Mantener controlados los procesos implica la reducción de riesgo de escape de fallas con el cliente, menos reclamos de parte del cliente y menos fallas de campo, lo cual se alinea con los estándares de calidad de la empresa y la estrategia que actualmente se está manejando en la planta para convertirse en la mejor Planta Electrónica de Continental.

### 1.3 Objetivo general

Esta intervención pretende aumentar el FPY del proyecto de la división de ID que aporta el mayor volumen de producción y ventas, siendo este el proyecto de Nissan, por medio de herramientas de calidad, utilizadas de tal forma que sea aplicable y repetible a todos los proyectos para establecer un sistema funcional de control del métrico.



Figura 6. Fuente: sistema de trazabilidad Continental

Con la finalidad de establecer objetivos que realmente influyan en la mejora del métrico se realizó una gráfica de Pareto de las fallas en las estaciones de prueba funcional del proyecto en cuestión resultando que casi el 40% de las fallas del proyecto están en una estación: *In Circuit Test (ICT)*, Prueba de Circuito.

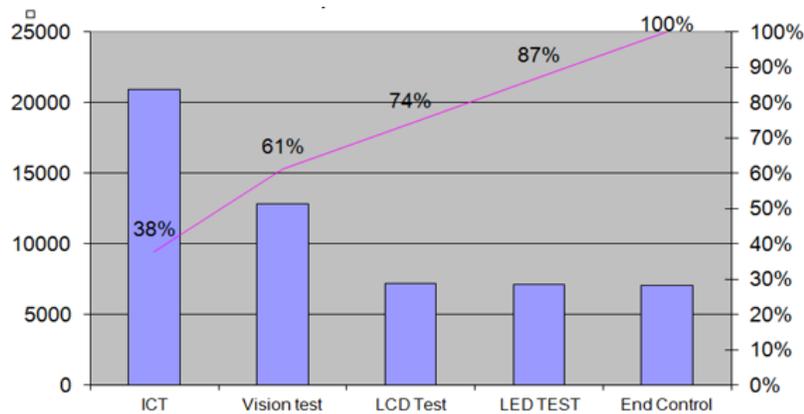


Figura 7. Grafica de Parteo por estación Nissan Enero - Marzo 2017

#### 1.4 Objetivos particulares

De acuerdo a este análisis inicial se establecieron los siguientes objetivos particulares:

- Aumentar el FPY de la estación de ICT del proyecto de Nissan de 97.84% a 98.14% en 9 meses (Abril - Diciembre de 2017)
- Reducir el re-trabajo en la estación de ICT para el proyecto de Nissan:  
Línea Base: 25.9hrs al mes  
Mejor Desempeño: 21.3hrs al mes  
Meta: 18.08hrs al mes
- Reducir las pérdidas de ventas de unidades por tiempo de equipo caído.  
Línea base: USD156, 954 por mes.  
Mejor Desempeño: USD129,078 por mes.  
Meta: 109,564  
Un ahorro de: USD47,390.

Todo esto se ha plasmado en su correspondiente Carta de Proyecto para la correcta documentación y seguimiento del proyecto.

<b>Título del Proyecto</b>	<b>Implementacion de Sistema de Control para la Mejora del FPY en el proyecto de Nissan para Continental Periferico division ID</b>
<b>Nombre de la</b>	<b>GDL-P ID</b>
<b>Project Area</b>	<b>Manufacturing</b>
<b>Inicio del proyecto</b>	<b>2017-02-15</b>
<b>Fin del proyecto</b>	<b>2017-11-30</b>
<b>Localidades afectadas</b>	Continental Guadalajara Periferico I ID
<b>Descripcion del Proyecto</b> - situacion actual - problema - alcance/ delimitacion	<p><b>Que:</b> FPY de la estacion de ICT para el proyecto de Nissan  <b>Cuando:</b> During 2017  <b>Donde:</b> GDL-P ID  <b>Quien:</b> Gloria Valdovinos  <b>Cuanto:</b> De 97.84% a 98.14% con una mejora de 0.29%  <b>Que sabemos acerca del problema :</b> La estacion de ICT es la que contribuye con mas cantidad de fallas al mes haciendo que el desempeño del proyecto no sea el ideal.  <b>Alcance &amp; fronteras:</b> Por medio de este proyecto se mejorara el desempeño del la estacion con mayor cantidad de fallas por medio del control estadistico para demostrar que la utilizacion de dichas herramientas agrega mucho valor a los numeros de desempeño y por lo tanto scrap, cumplimiento, timepo caido, retrabajo entre otros.</p>
<b>Objetivos del Proyecto</b> - Situacion futura	<p><b>Metrico Primario:</b> FPY  <b>Baseline (BL):</b> 97.84%  <b>Entitlement (ENT):</b> 98.27%  <b>Goal (GOAL):</b> 98.14%  <b>Metricos Secundarios:</b> scrap, tiempo caido en equipos  <b>Cosequential metrics:</b> BTS, retrabajo</p> <p><b>Incrementar el FPY de ICT del proyecto de Nissan de 97.84% a 98.14% in 9 months (by November 30th 2017) .</b></p>
<b>Sponsor</b>	Guillermo Villarruel
<b>Junta Directiva</b>	Process Owner: Luis Lopez Chavez
<b>Miembros del Equipo</b>	<p>Rodrigo Muñoz  Gerardo Ruvalcaba  Olga Benavides  Carlos Camacho  Carlos Manzur</p> <p>Omar Gomez  Alejandro Andrade  Cesar Peña</p>
<b>Project Manager</b>	Gloria Valdovinos Flores
<b>CBS Coach</b>	Jorge Pacheco

Figura 8.Carta de Proyecto Parte 1.

<b>Project Milestones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nominacion de equipo/ Definicion: 15-Feb-2017</li> <li>2. Medicion Completa, 29-Mar-2017</li> <li>3. Analisis 03 -May-2017</li> <li>4. Implementacion 10-May-2017</li> <li>5. Fase de Control Completa. 30- Nov-2017</li> </ol>
<b>Metricos del Proyecto / KPIs</b>	<p>Mejora de la Calidad del producto</p> <p>El metrico que sera utilizado para medir la mejora del proyecto sera el FPY YTD, es decir, la sumatoria de lo alcanzado en el año.</p>
<b>Resultados esperados / alcanzados ( hechos duros y suaves)</b>	<p>Hechos duros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alcanzar el FPY de ICT del proyecto de Nissan de acuerdo a la meta propuesta.</li> <li>-Reducir el retrabajo en las areas de Front End: Baseline: 25.9 hrs al mes Entitlement: 21.3hrs al mes Goal: 18.08hrs al mes</li> <li>- Reducir las perdidas de ventas de unidades por tiempo de equipo caido. Base line: USD156, 954 por mes. Entitlement: USD129,078 por mes. Goal: 109,564 Un ahorro de: USD47,390.</li> </ul> <p>Hechos Suaves:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Contribuir a la reduccion de los ppms con cliente por fallas de manufactura</li> </ul>
<b>Inversion</b>	<p>La inversion que se requiere para la implementacion de este proyecto esta considerada como tiempo de ingenieria de Ingeniero de Producto y demas areas de soporte para el analisis de las causas raiz encontradas+</p>
<b>Metodos y Herramientas</b>	<p>Las areas involucradas en este proyecto son Ingeniero de producto, Departamento de IT manufactura, Procesos, Pruebas, Calidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para calcular la meta de este proyecto se utilizo el calculo de six sigma DMAIC que se refiere a:  <math>META = Baseline ( Baseline - Entitlement ) * 70\%</math> </li> <li>- Se utilizara metodologia DMAIC para la solucion de este probelma asi como herramientas de calidad como lo son diagrama de causa efecto, SIPOC, QFD, Arbol de CTQ's, Diagrama de Afinidad, entre otros</li> </ul>
<b>Terminacion del Proyecto</b>	

Figura 9. Carta del Proyecto Parte 2.

### 1.5 Justificación económica y estratégica

Financieramente hablando y con tan solo un análisis preliminar se puede demostrar que con la cantidad de horas que el equipo de Prueba de Circuito (ICT) ha dejado de producir, en los primeros 4 meses del año, se ha generado una pérdida:

	Horas	Minutos	Segundos	Unidades	Dólares Perdidos en 4 meses
<b>Afectación por Tiempo de Paro</b>	128.3728	7702.367	462142	9242.84	\$ 933,526.84

Tabla 1. Pérdidas en ICT de Nissan por falla de CamLine. Fuente: Base de datos Tiempos Muertos

Continental Periférico ID.

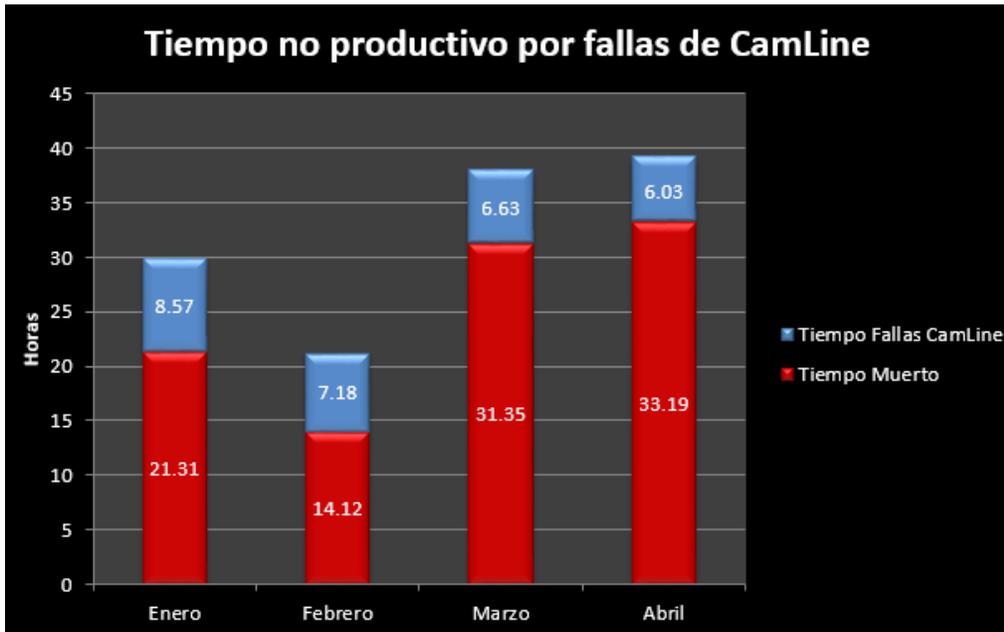


Figura 10. Gráfica de Tiempos Muertos en ICT de Nissan Enero- Abril 2017. Fuente: Base de datos Tiempos Muertos Continental Periférico ID.

Claramente con la mejora del FPY, re-trabajos y tiempos caídos en esta estación, se incrementara el número de salida de unidades producidas, se disminuirá el re-trabajo y el tiempo muerto así como los costos de calidad que estos generan trayendo ganancias a la empresa y así mismo aumentando la calidad de los productos que se manufacturan.

### **1.6 Alcances y limitaciones.**

El alcance de este trabajo será definir, medir, analizar, mejorar y controlar el proceso de ICT del proyecto de Nissan, mismo que es el mayor aportador de unidades producidas y vendidas en la división de ID en la planta Periférico. Como resultado de la intervención en este proyecto se buscara estandarizar por medio de estrategias de control, el análisis, herramientas y métodos que sean aplicables y replicables en el resto de los proyectos de la planta otorgando un procedimiento estructurado para el seguimiento y control del métrico de rendimiento (FPY).

La limitante será la aplicación en 1 solo proyecto con la correcta documentación de lo necesario para poder replicar este mismo método de análisis y solución de problemas en el resto de los mismos.

### **1.7 Conclusiones de definición.**

Con la finalidad de desarrollar un proyecto: Especifico, Medible, Alcanzable, Relevante y con un marco de tiempo y fecha bien definido (SMART por sus siglas en inglés) durante esta etapa se han documentado los objetivos dejando muy claro cuáles son las limitaciones y alcances por lo que se ha acotado a un solo proyecto (el de mayores ventas en la división, por lo tanto el que más afecta la productividad) y a un proceso en particular (de este proyecto, el de mayor cantidad de fallas) de manera que la mejora sea evidente y tangible económicamente hacia la empresa. Así mismo durante esta etapa se definió claramente el problema y se construyó un equipo multifuncional que trabajara y aportara soluciones en dicho problema.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 Antecedentes.

En el pasado se han realizado estudios de control y mejora del FPY para la mejora de la calidad, por ejemplo en el *Journal of Applied Sciences*, 2012 se realizó una mejora del FPY por medio de acciones de mejora aplicando las herramientas de calidad; en este estudio se buscó la disminución de cantidad de fallas en la producción de partes de latón cobre y aluminio. Se concluye que “el control estadístico es un medio efectivo para controlar y mejorar la calidad del proceso y nótese que la simple aplicación de las herramientas de control de calidad hicieron mejoras substanciales en el FPY”. (Mohan, Thirupathi, Venkatraman, & Raghuraman, 2012)

### 2.2 Bases conceptuales.

Con base en este estudio previo se concluye que la aplicación de las herramientas de calidad puede conducir al fin que se persigue en este trabajo, que es mejorar el FPY, sin embargo, para poder estandarizar la aplicación de dichas herramientas es necesario aplicar una metodología que acompañe y guíe a los implementadores de manera que se dé el correcto seguimiento de las acciones. Para esto se complementará el uso de las herramientas de calidad con la aplicación de la metodología KATA.

#### 2.2.1 Metodología KATA

##### **¿Qué es Kata?**

Kata es un proceso para enseñar rutinas y prácticas estructuradas, que desarrollan un comportamiento de enfoque, pensamiento y análisis, para eliminar aquello que representa una barrera o problema a los procesos de generación de valor.

##### **¿Que busca Kata?**

Que la empresa sea capaz de alcanzar las metas que se traza al fortalecer la capacidad de gestión del proceso de mejora a lo largo de toda la estructura organizativa. (GRUPO ALCGON SC)

##### **¿Cómo Aplicar KATA?**

El seguimiento a los ciclos de mejora continua con metas concisas (pasos cortos) es la base de esta metodología. Aprender de los errores, reflexionar, encontrar la manera de remover los obstáculos para llegar a la meta con paso firme, aunque no inmediato.



Figura 11. Esquema de Aplicación de Toyota KATA

**CAPÍTULO III**  
**MARCO METODLÓGICO**

### 3. MARCO METODOLOGICO

#### 3.1 Diseño de la intervención.

Para el desarrollo de este Trabajo de Obtención de Grado se utilizara la metodología DMAIC que es por excelencia la que acompaña los trabajos de mejora continua debido su estructura de aplicación general. Fue desarrollada por Motorola a principios de los 90's; se compone de 5 pasos:



Figura 12. Pasos de DMAIC

#### **Define (Definir) ;Qué es lo importante?**

- Define los objetivos del proyecto.
- Define los requerimientos críticos para el cliente Documenta el proceso (Crea un mapeo del mismo).
- Crea la definición más fácil de entender de dicho problema.
- Construye al equipo efectivo.

#### **Measure (Medir): ;Cómo lo estamos haciendo ahora?**

- Mide el desempeño actual del proceso.
- Determina el ¿Qué? Voy a medir.
- Desarrolla y valida el sistema de medición.
- Determina el desempeño actual del proceso.

#### **Analyze (Analizar): ;Qué está mal?**

- Analiza y determina la causa raíz de los problemas y o defectos.

- Entiende la razón para la variación e identifica las causas potenciales.
- Identifica las oportunidades de mejora en el proceso.
- Desarrolla y prueba las hipótesis para la causa raíz de las soluciones.

**Improve (Mejora): ¿Qué necesito hacer?**

- Desarrolla y cuantifica las soluciones potenciales.
- Mejora/Optimiza el proceso.
- Evalúa/Selecciona la solución final.
- Verifica la solución final.
- Gana la aprobación de la solución final.

**Control (Controla): ¿Cómo garantizo el desempeño?**

- Implementa la solución. Garantiza que la mejora es mantenida.
- Asegúrate que los nuevos problemas son identificados rápidamente.
- Digitaliza siempre que sea posible.
- Estandarice: Copie el concepto – ¿Donde?

Esta estructura se acopla al proceso universal de solución de problemas.

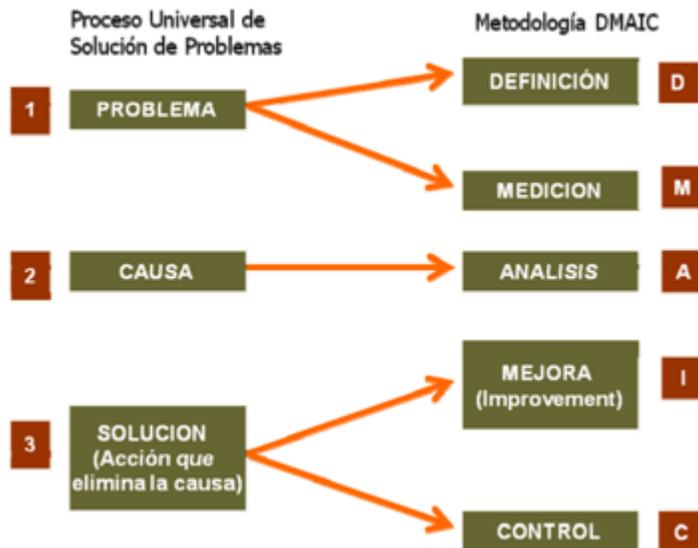


Figura 13. Solución de Problemas & DIMAIC

### **3.2 Identificación de población y muestras para analizar.**

Se entenderá como Población, para este TOG, fallas del proceso de ICT para el proyecto de Nissan. Durante la etapa de Definición, se monitoreo una muestra equivalente a las fallas por mes de este proyecto durante el 2016 con la finalidad de establecer la línea base y la meta de la intervención presentadas en el Capítulo I.

### **3.3 Técnicas de recolección de datos.**

La técnica de recolección de datos que mejor se acopla a las necesidades del proyecto es la **observación** que se subdivide en:

- Revisión de Lista de chequeo de las estaciones: Hojas de mantenimientos tipo A y B.
- Llevar un registro anecdótico: tickets de intervención en los equipos, causas y soluciones aplicadas.
- Matriz de Análisis: de tendencias, fallas ofensoras históricamente.

## **CAPÍTULO IV**

### **MEDICIÓN DEL PROBLEMA**

#### 4. MEDICION DEL PROBLEMA

##### 4.1 Requerimientos y expectativas del cliente.

La empresa tiene el compromiso, tanto con el cliente de Nissan como con el resto de los clientes, de entregar paneles de control (*Instrument Clusters*), completamente funcionales y cosméticamente aceptables de manera que puedan confiar en que al construir un auto el funcionamiento del módulo será el esperado. Por lo tanto se realizó un diagrama “*Critical to Quality*” para remarcar las funciones críticas del proceso y cumplir con los requerimientos y expectativas del cliente.

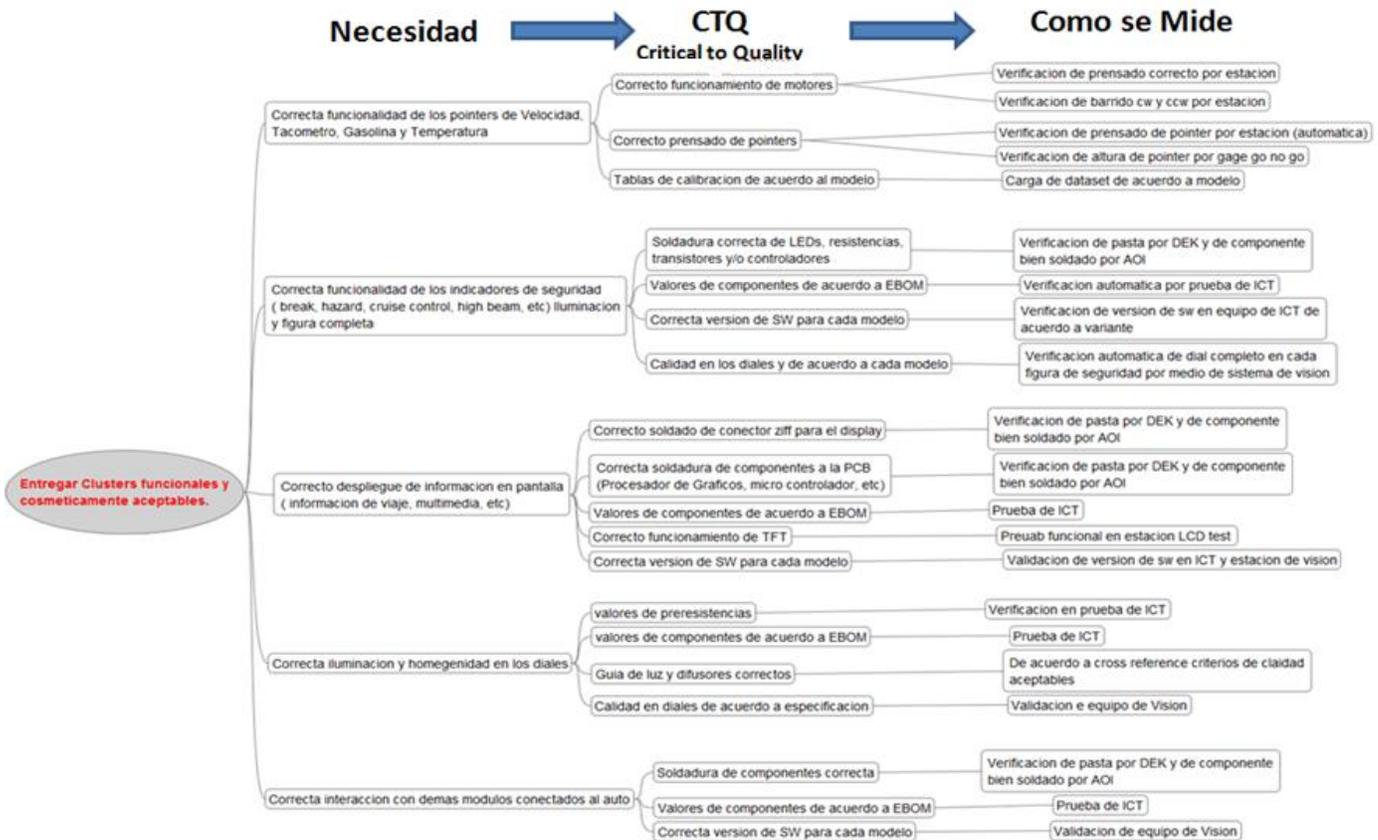


Figura 14. Diagrama CTQ

Debido a la necesidad de precisión de los componentes para garantizar el correcto funcionamiento electrónico de los módulos se nota en este diagrama la importancia de la prueba de Prueba de Circuito (ICT) para confirmar que el producto va en condiciones óptimas y de esta manera asegurar su correcto funcionamiento.

## **4.2 Proceso clave: In Circuit Test (ICT)**

El ICT es un equipo de prueba que tiene como finalidad específica encontrar defectos de manufactura en tablillas de circuitos electrónicos verificando el funcionamiento correcto de algunos de los componentes en las mismas, así mismo verifica que el circuito impreso no presente pistas en corto o abiertas, antes de que las tablillas sean puestas en la línea de ensamble final o enviadas al cliente.

Las funciones que puede realizar un equipo de prueba ICT, a través de las distintas pruebas que ejecuta, son:

- Detectar pistas abiertas
- Detectar cortos
- Detectar componentes faltantes
- Verificar valores de componentes como resistencias, capacitores, bobinas, etc.
- Verificar el funcionamiento de algunos componentes tanto digitales como análogos y análogos-digitales.
- Detectar pines sin soldar.

El dispositivo bajo prueba es escaneado antes de comenzar las pruebas, ya que éste posee un número de serie único que lo identifica. Cuando ocurre una falla durante cualquiera de las pruebas ICT, el equipo de prueba mostrará en la pantalla del monitor el reporte de la falla ocurrida; automáticamente se generará el archivo que corresponde a la falla ocurrida en dicha tablilla. Ese archivo será almacenado en una base de datos, a la cual podrá acceder el técnico para conocer los detalles de la falla ocurrida en dicha tablilla, para lo cual deberá escanear la misma. Mientras tanto, se continuará con el proceso de prueba de las demás tablillas. En el Anexo 1 se describe el equipo detalladamente así como su funcionamiento de manera más específica. (SMT, 2014).

## **4.3 Diagrama de flujo del proceso.**

De acuerdo a los objetivos del TOG el proceso a analizar (ICT) se encuentra dentro de lo que se clasifica como área Frontal Final, (*Front End*) para manufactura. Esta área se refiere al conjunto de procesos necesarios para la manufactura de la tarjeta de circuito impreso (PCB, por sus siglas en inglés *Printed Circuit Board*). A continuación se presenta el Diagrama de Flujo de este proceso.

#	Paso	flujo	Min	Símbolo en la grafica						Observación
										
1	Colocar paneles en magazines		0.78	*						
2	Colocar pasta en paneles		0.42	*						
3	AOI de Pasta		0.8				*			Prueba Automática
4	Pick and Place de componentes		1.15	*						Prueba Automática
5	Escanear paneles en estación de trazabilidad		0.25	*						Prueba Automática
6	Horno de reflujo		5.7	*						Prueba Automática
7	Escanear paneles antes de entrar a AOI		0.25	*						Prueba Automática
8	AOI de Componentes		0.65				*			Prueba Automática
9	Colocar magazines en carritos de transporte		0.15	*						
10	Almacenar hasta que se termine la corrida de SMD		480					*		
11	Llevar a estación de Corte de Panel (Milling)		1		*					
12	Colocar fixtura del producto		0.5	*						
13	Cortar los paneles en la estación de Corte de Panel (Milling)		0.87	*						

14	Colocar los PCBs en charolas (10 piezas cada charola)		0.1					*	
15	Llevar los contenedores a supermercado de PCBs		1.07		*				
16	Tomar los contenedores del supermercado y llevarlos al ICT		1.07		*				
17	Probar los PCBs en la estación de ICT		1.15	*					Prueba Automática
18	Colocar las unidades pasadas en Contenedores de micro logística de ICT pass		0.15	*					
19	Colocar 2 motores CW en la fixtura de la estación de motores		0.1	*					
20	Colocar 2 motores CCW en la fixtura de la estación de motores		0.1	*					
21	Tomar PCB de micro logística de ICT pass y colocarla en fixtura de estación de motores		0.15	*					
22	Prensar motores		0.25	*					Prueba Automática
23	Retirar de fixtura de motores y colocar en micro logística de estación de Motores pass		0.2	*					

24	Tomar PCB de micro logística de estación de Motores pass y colocar en estación de LED Test		0.15	*						
25	Realizar prueba de LED Test		0.75	*						Prueba Automática
26	Retirar PCB de equipo de LED Test y colocar en micro logística de LED Test Pass		0.1	*						
27	Almacenar hasta completar un contenedor		7.5				*			
28	Una vez lleno, llevarlo al área de súper mercado de PCBs del área de F.E.		1.1		*					
				19	4	0	2	3	0	

**Tabla 2. Diagrama de Flujo del Proceso**

En este diagrama de flujo del proceso podemos observar que hace falta definir flujos de re-trabajo en caso de fallas en las estaciones de inspección y en las pruebas automáticas.

#### **4.4 SIPOC.**

Para realizar un análisis particular sobre el proceso en cuestión se realizó un diagrama SIPOC, que es una herramienta utilizada en la etapa de Medición de un proyecto DMAIC definiendo claramente las entradas, salidas proveedores y clientes. Así mismo este diagrama recoge detalles importantes sobre el inicio y final del proceso.

<b>Supplier</b> ¿Quién provee los recursos necesarios para este paso del proceso?	<b>Input</b> ¿Qué recursos requiere este paso del proceso?	<b>Process</b> Pasos del proceso	<b>Output</b> ¿Qué entregables se generan de este paso del proceso?	<b>Customer</b> ¿Quién requiere los entregables de este paso del proceso?
Operador de Cargados	Carros de Cargados con rollos de material	Se verifica el cargado en la línea de SMD	Checklist de cargado VS BOM	Operador de línea de SMD
Operador de SMD	PCB Virgen	Dec	PCB con pasta	Operador de SMD
Operador de SMD	PCB con pasta	Siplace	PCB con Componentes	Operador de SMD
Operador de SMD	PCB con componentes	AOI	PCB con Componentes	Operador de Milling
Operador de Milling	PCB en panel	Cortar	PCB listo para ICT	Operador de PCB's
Operador de PCB's	PCB cortado	In Circuit Test	PCB validado electricamente	Demanda de PCB en ensamble final
Operador de PCBs	PCB validado electricamente	Prueba de LEDs	PCB validada funcionalmente a nivel eléctrico	Operador de Ensamble Final
Operador de Ensamble Final	Vision	End Control	Safe Launch	Operador de Ensamble Final
Operador de Ensamble Final	End Control	Safe Launch	Empaque	Operador de Ensamble Final
Operador de Ensamble Final	Safe Launch	Empaque	Contenedor Final	Cliente

Tabla 3. Diagrama SIPOC del Proceso de ICT para el proyecto de Nissan.

#### 4.5 Mapeo de la cadena de valor

O VSM (por sus siglas en inglés *Value Stream Map*, es una herramienta visual de Manufactura Esbelta que permite identificar todas las actividades en la planeación y la fabricación de un producto, con el fin de encontrar oportunidades de mejoramiento que tengan un impacto sobre toda la cadena y no en procesos aislados. En este caso se realizó el VSM con la finalidad de encontrar posibles mejoras en el proceso completo además del proceso de ICT.

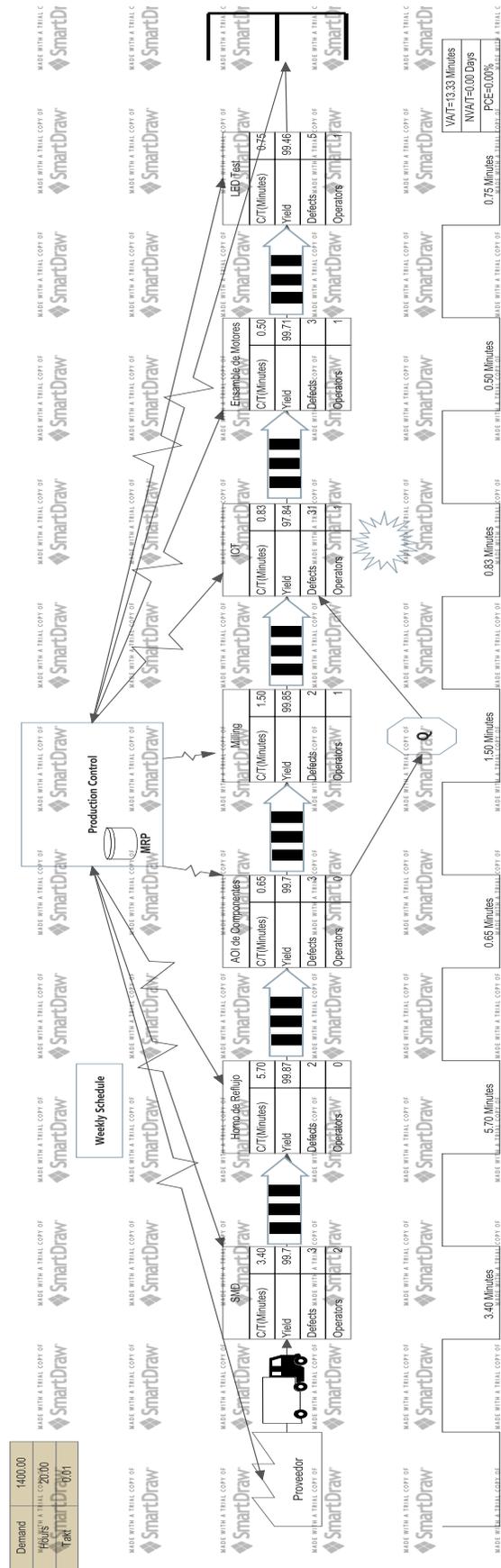


Figura 15. VSM Front End para el proyecto de Nissan

Como se puede observar en el mapa, durante el análisis, se encontraron problemas de calidad entre la estación de AOI y la estación de ICT, esto debido a que unidades con fallas reales detectadas en AOI llegaron y fueron procesadas por la estación de ICT, en donde, el defecto no fue percibido; por lo tanto se marcó la estación de ICT con el símbolo de KAIZEN para profundizar en este tema posteriormente.

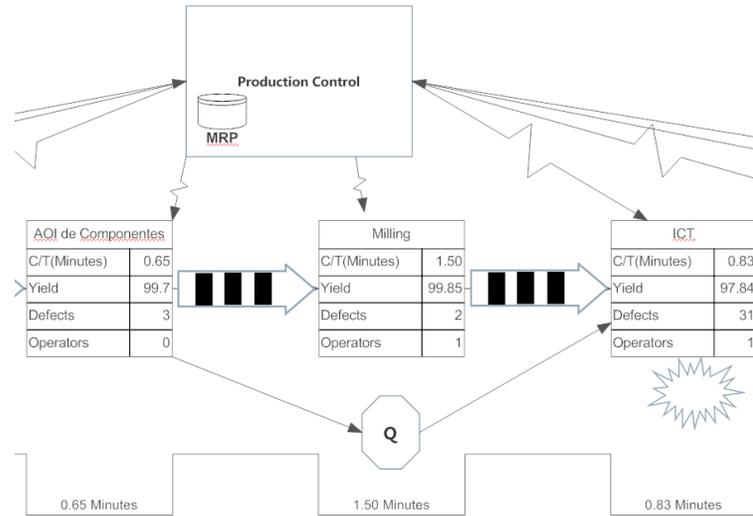


Figura 16. Área Kaizen detectada

#### 4.6 Desempeño del FPY en el ICT

De acuerdo a las bases de datos oficiales del métrico de rendimiento el desempeño del equipo de ICT para el proyecto de Nissan estuvo fuera de meta prácticamente durante todo el año pasado.

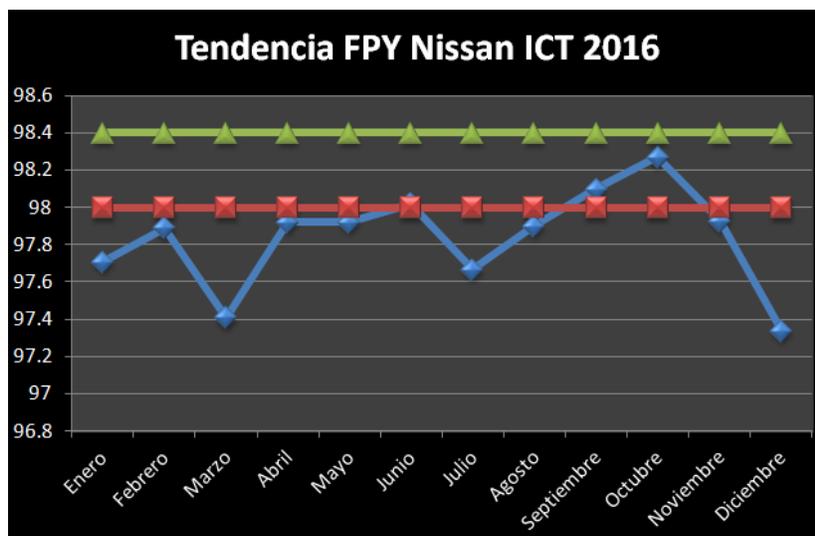


Figura 17.. FPY Nissan en ICT 2016

Así mismo las primeras 15 semanas del año 2017 el desempeño del ICT estuvo por debajo de la meta:

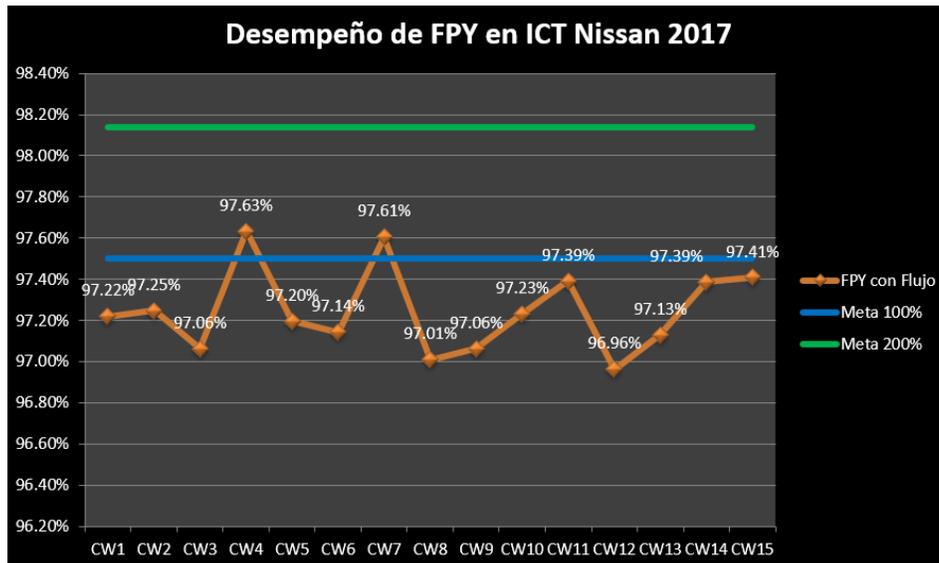


Figura 18. Tendencia de FPY en ICT para proyecto de Nissan 2017

#### 4.7 Diagrama de Pareto.

De acuerdo a un análisis más particular de la estación de ICT se encontró que las fallas top ofender de esta estación son las fallas debidas al sistema de trazabilidad y fallas no asignadas que aparecen en el sistema como guiones (-), seguidas de fallas de cortos, comunicación y flujo.

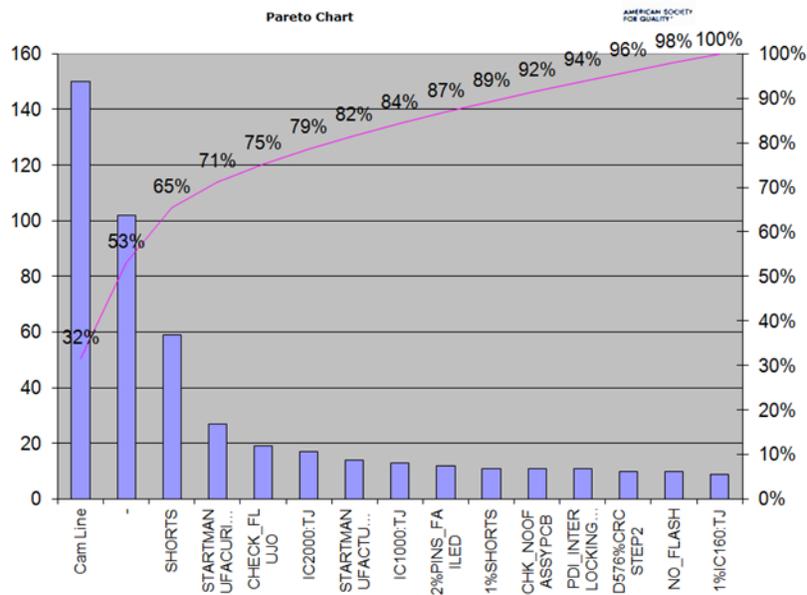


Figura 19. Pareto de fallas de ICT para proyecto de Nissan

#### 4.8 Desempeño en campo

Por definición un tablero, módulo de aire acondicionado o *head up display* que ha sido colocado en un carro, y ha fallado en alguna de las pruebas funcionales en la ensambladora antes de ser vendido a un cliente final, se denomina falla de OKm. Este año en el mes de abril se recibió una falla que reportaba la comunicación por el CAN bus del multimedia como no funcional. CAN es el acrónimo de *Controller Area Network* y lo de bus es porque se tiene una topología en forma de bus.

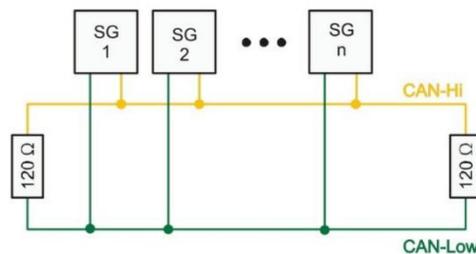


Figura 20. Esquema simplificado de un bus de CAN

Esto quiere decir que hay un solo cable que recorre el vehículo al que se van conectando los diferentes aparatos electrónicos que necesiten comunicarse. De esta forma se reduce la cantidad de cables que se necesitan en el coche. No suele haber un solo bus CAN si no que hay varios sub-buses en el vehículo. Un bus para la gestión electrónica del motor, otro para climatización y entretenimiento, otro para temas de seguridad, etc. Al analizar la unidad se encontró un pin sin soldar del CAN de multimedia. (LARA, 2013) Como se puede apreciar en la figura 21.

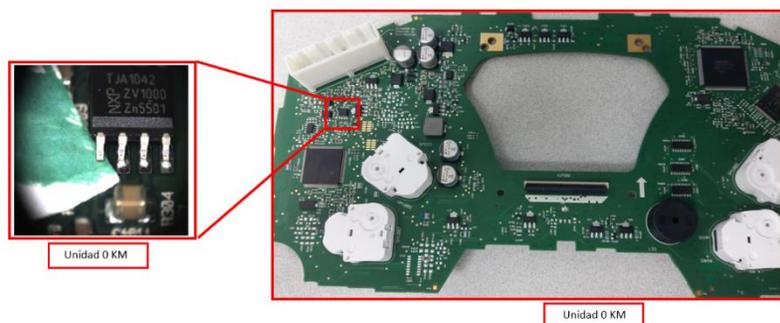


Figura 21. Pin sin soldar en CAN de Multimedia

Se realizó el análisis del 3 x 5 Porque de la falla: Porque ocurrió, Porque no se detectó, Porque lo permitió el sistema.

3 x 5 Porque's		Porque 1?	Porque 2?	Porque 3?	Porque 4?	Porque 5? (B)
<p>In the box below insert the Problem Definition</p> <p>(Object/Defect) /A/</p> <p>La comunicación CAN de Multimedia no esta funcionando</p>	Porque Ocurrio	No hay comunicación entre el Circuito Integrado de CAN Multimedia y el	EL IC1601 tiene un pin sin soldar	Pin elevado del IC no solda correctamente en la pista	Componentes con stress mecanico de proveedor	
	Porque no fue detectada	La falla fue detectada e el AOI pero sele dio un mal flujo de reparacion al panel y continuo el proceso de ensamble.	El ICT no tiene cobertura de ese circuito	No hay prueba funcional para ese parte del circuito		
	Porque no fue detectada en el sistema	El sistema de trazabilidad no liga los procesos de SMD con los procesos de ICT en adelante	Introduccion de nuevo sistema de trazabilidad no se tenia la infraestructura correcta para llevar la traza de inicio del proceso al fin y se hacia por bloques.	Nuevos estandares en la planta		

Tabla 4. 3 x 5 Porque de falla de pin sin soldar

En la sección de análisis se dará seguimiento a la causa raíz de este problema.

#### 4.9 Análisis de capacidad inicial del proceso

Con la finalidad de confirmar que el proceso tiene capacidad de mejora y de acuerdo al comportamiento del FPY

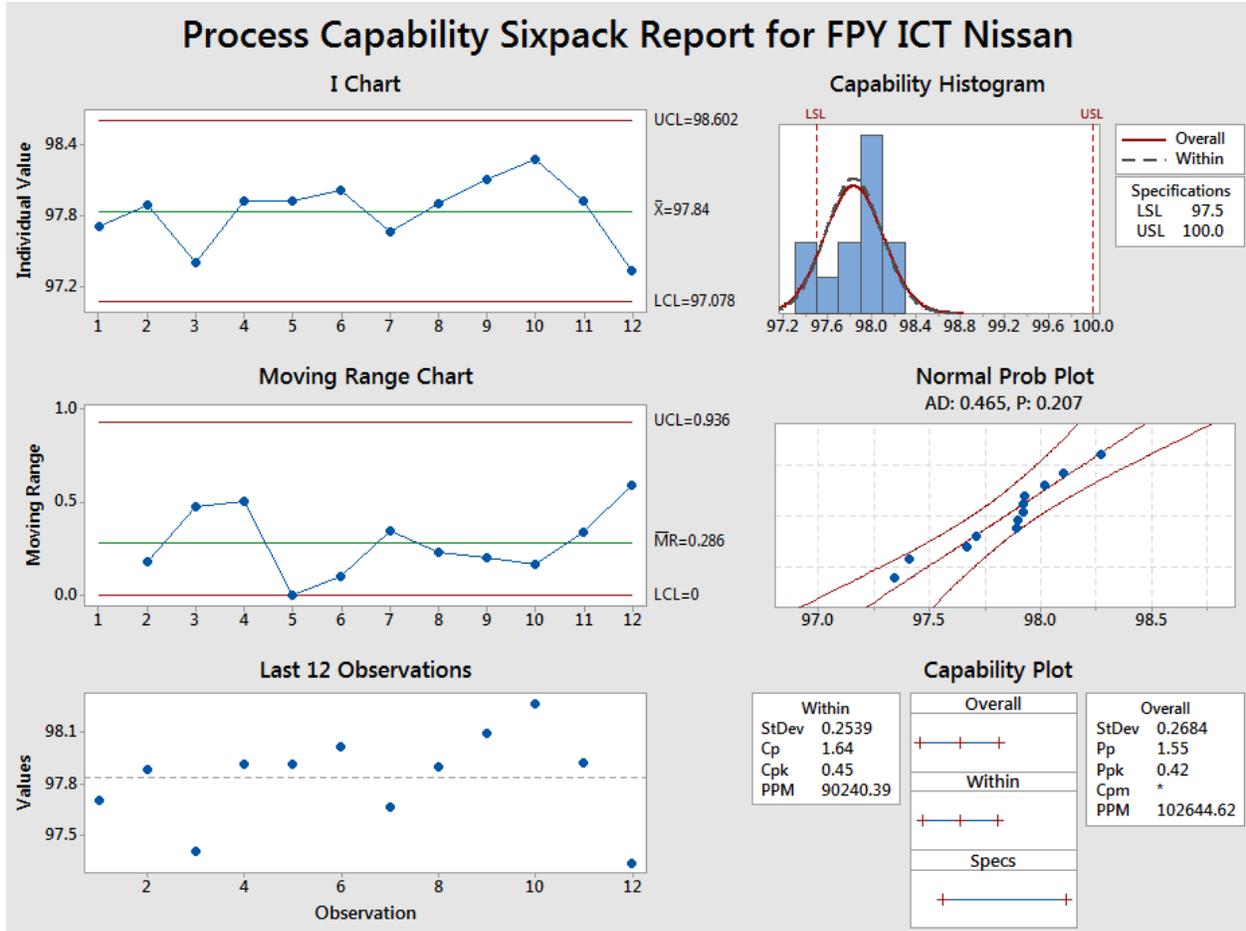


Figura 22. Estudio de Capacidad Inicial

Estamos tratando con datos normales ya que el P – Value es mayor a 0.05; por el histograma vemos que el desempeño tiende al límite inferior con datos fuera de especificación; con un CPK de 0.45 (oportunidad de mejora).

#### 4.10 Verificación del sistema de medición.

Primeramente se realizó el análisis del sistema de medición del Equipo por medio de un análisis de repetitividad y reproducibilidad, conocido como R&R por sus siglas. Un estudio R&R del sistema de medición ayuda a investigar:

- Repetibilidad: Qué tanto de la variabilidad en el sistema de medición es causada por el dispositivo de medición. La repetibilidad es la variación causada por el dispositivo de medición. Es la variación que se

observa cuando el mismo operador mide la misma parte muchas veces, usando el mismo sistema de medición, bajo las mismas condiciones.

- Reproducibilidad: Qué tanto de la variabilidad en el sistema de medición es causada por las diferencias entre los operadores. La reproducibilidad es la variación causada por el sistema de medición. Es la variación que se observa cuando diferentes operadores miden la misma parte muchas veces, usando el mismo sistema de medición, bajo las mismas condiciones.
- Si la variabilidad del sistema de medición es pequeña en comparación con la variabilidad del proceso.
- Si el sistema de medición es capaz de distinguir entre partes diferentes.

Para el análisis del proceso de ICT se prepararon 100 PCBs que previamente se habían probado y se conocía su estatus como 100% funcional para ser probadas por 3 operadores diferentes en dos ocasiones diferentes para confirmar si el

### Statistical Report - Attribute Gage R&R Study

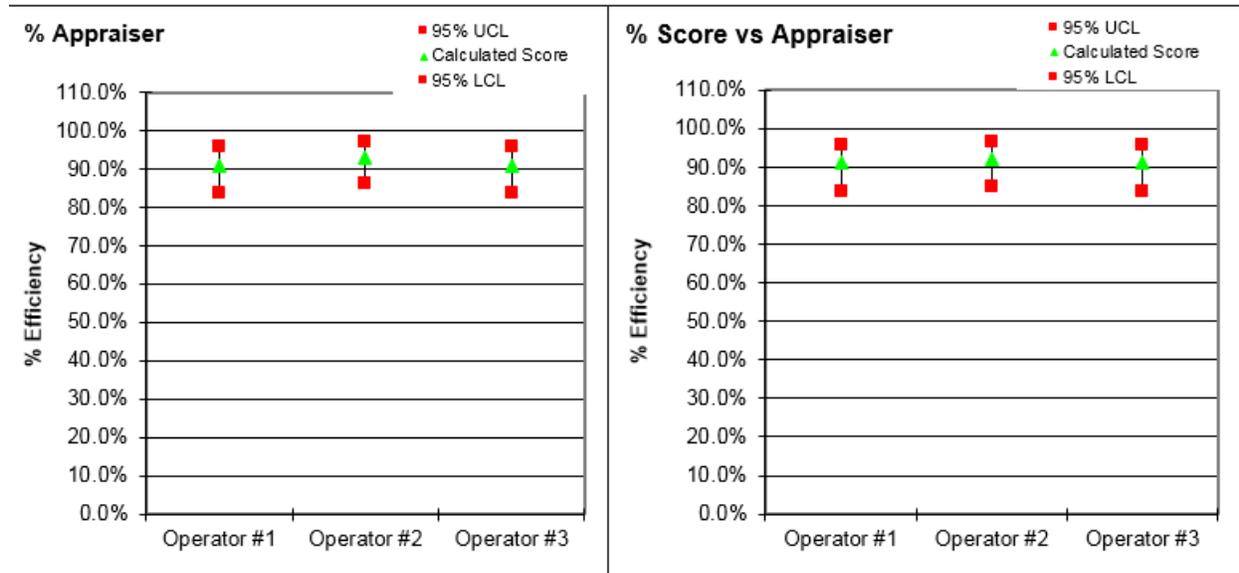
**DATE:** 29/05/2017  
**NAME:** Gloria Valdovinos  
**PRODUCT:** Nissan  
**BUSINESS:** ID

Source	% Appraiser <sup>1</sup>			% Score vs Attribute <sup>2</sup>		
	Operator #1	Operator #2	Operator #3	Operator #1	Operator #2	Operator #3
Total Inspected	100	100	100	100	100	100
# Matched	91	93	91	91	92	91
False Negative (operator biased toward rejection)				0	1	0
False Positive (operator biased toward acceptance)				0	0	0
Mixed				9	7	9
95% UCL	95.8%	97.1%	95.8%	95.8%	96.5%	95.8%
<b>Calculated Score</b>	<b>91.0%</b>	<b>93.0%</b>	<b>91.0%</b>	<b>91.0%</b>	<b>92.0%</b>	<b>91.0%</b>
95% LCL	83.6%	86.1%	83.6%	83.6%	84.8%	83.6%

	Screen % Effective Score <sup>3</sup>		Screen % Effective Score vs Attribute <sup>4</sup>	
Total Inspected	100		100	
# in Agreement	78		78	
95% UCL	85.7%		85.7%	
<b>Calculated Score</b>	<b>78.0%</b>		<b>78.0%</b>	
95% LCL	68.6%		68.6%	

Figura 23. Reporte de R&R Parte 1

sistema de medición (fixtura de ICT) era confiable. Los resultados se muestran en las figuras 23 Y 24.



**Notes**

- (1) Operator agrees with him/herself on both trials
- (2) Operator agrees on both trials with the known standard
- (3) All operators agreed within and between themselves
- (4) All operators agreed within & between themselves AND agreed with the known standard

**Figura 24.Reporte de R&R Parte 2**

A pesar de que el 100% de las piezas eran buenas se obtuvieron fallas de algunas de ellas con los 3 operadores en ambas ocasiones que las probaron. Esto indica que el equipo no es 100% confiable. Las fallas principalmente fueron de contacto y pasaron en la reprueba, además se observa que 2 o 3 piezas fallaban de lo mismo (IC100:TJ) seguidas y esporádicamente había alguna falla igual (aparente) aislada.

**4.11 Diagrama causa – efecto**

El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables. Se usa el diagrama de causas-efecto para:

- Analizar las relaciones causas-efecto
- Comunicar las relaciones causas-efecto y
- Facilitar la resolución de problemas desde el síntoma, pasando por la causa hasta la solución.

En este diagrama se representan los principales factores (causas) que afectan la característica de calidad en estudio como líneas principales y se continúa el procedimiento de subdivisión hasta que están representados todos los factores factibles de ser identificados. El diagrama de Ishikawa permite apreciar, fácilmente y en perspectiva, todos los factores

que pueden ser controlados usando distintas metodologías. Al mismo tiempo permite ilustrar las causas que afectan una situación dada, clasificando e interrelacionando las mismas.

Para el análisis de las fallas en la estación de ICT se realizó el diagrama mostrado en la Figura 25.

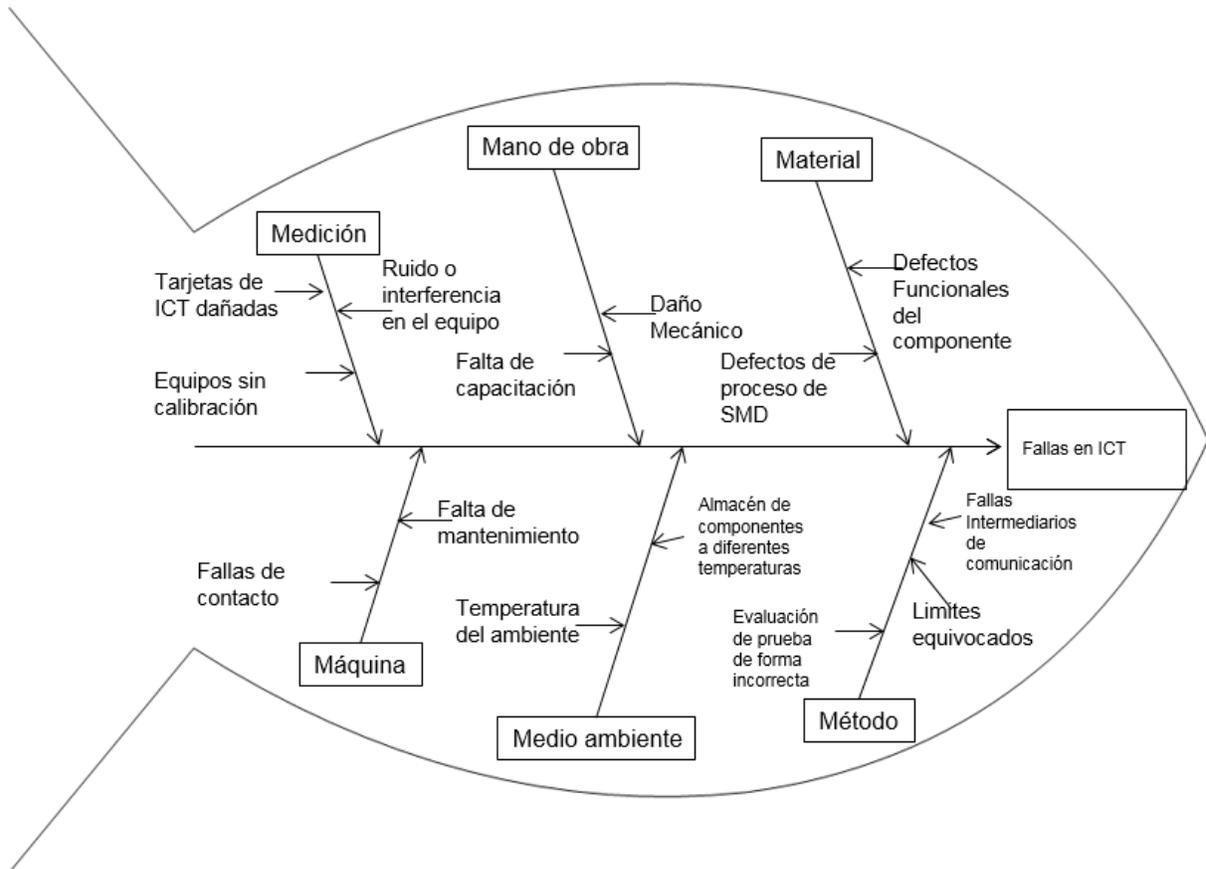


Figura 25. Diagrama Causa -Efecto

#### **4.12 Conclusiones de medición.**

En esta fase de medición se estableció el desempeño inicial del métrico de manera que ha quedado claro que el proceso en cuestión tiene la capacidad de incrementar su rendimiento de acuerdo a los datos analizados. Así mismo gracias al diagrama de parteo de ICT se ha encontrado que resolviendo 3 modos de falla ofensores se resolverán el 65% de las fallas en la estación; por lo tanto se trabajara sobre estos modos de falla específicos para alcanzar los resultados planteados en el capítulo de Definición. En esta misma fase se realizó un estudio para validar el sistema de medición y los resultados obtenidos muestran que el equipo no es confiable, por lo que se debe de trabajar en la mejora del mismo. Finalmente se realizó el diagrama de causa – efecto con la finalidad de analizar todas las posibles causas que generan fallas en el equipo para encontrar las causas raíces y realizar acciones correctivas que ayuden a mejorar el rendimiento del equipo.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS DEL PROBLEMA**

## 5. ANALISIS DEL PROBLEMA

### 5.1 Análisis de modo y efecto de fallos

Para entrar a fondo en la etapa de análisis primeramente se realizó un Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF), que es un conjunto de directrices, un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un SISTEMA para priorizarlos y poder concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta. Existen 3 tipos de AMEF:

1. AMEF de sistema: asegura la compatibilidad de los componentes en el sistema.
2. AMEF de Diseño: Reduce los riesgos por errores de diseño.
3. AMEF de Proceso: Revisa los procesos para encontrar posibles fuentes de error.

En este caso lo que aplica es un AMEF de Proceso ya que este se usa para analizar los procesos de manufactura, ensamble o instalación. Se enfoca en la incapacidad para producir el requerimiento que se pretende; los Modos de Falla pueden derivar de causas identificadas en el AMEF de Diseño; asume que el producto según el diseño cumplirá su intención final; evalúa cada proceso y sus respectivos elementos. (Lean Solutions, 2017)

Los proveedores automotrices como Chrysler, Ford y General Motors se encuentra asociados en un grupo conocido como AIAG, por sus siglas en ingles de *Automotive Industrial Action Group*, creada con el propósito de desarrollar recomendaciones y marcos de referencia para el mejoramiento de la calidad en la industria automotriz norteamericana; con base en estas recomendaciones se ha creado un manual en el que se especifican las expectativas de los clientes para la implementación de procesos que hayan sido evaluados bajo este análisis, actualmente se encuentra vigente la 4ª edición del manual. En este se establecen tablas para determinar la severidad, detección y ocurrencia de los posibles modos de falla. Véase Anexo II.

La salida de un AMEF es un Numero Prioritario de Riesgo (NPR), también conocido como RPN por sus siglas en inglés *Risk Priority Number*. Para calcular este número basta con multiplicar severidad, ocurrencia y detección.



Figura 26. Fórmula para obtener el NPR

De acuerdo al manual se analizó el proceso de ICT para el producto de Nissan, estableciendo como umbral de NPR un 50. Este número se seleccionó en acuerdo con los ingenieros para determinar los posibles modos de falla que están afectando la salida del proceso.

Process / Product Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)															
Process or Product Name: Nissan X42 JKL ICT				Prepared by: Jesus Salas				Page ___ of ___							
Responsible: Jesus Salas				FMEA Date (Orig): 15/01/2017				20/10/2017							
Process Function	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S E V	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O C C	Current Process Controls	D E T	R P N	Recommended Action(s)	Responsibility and Completion Date	Action Results				
											Actions Taken	S E V	O C C	D E T	R P N
The highest value process steps from the C&E matrix.	In what ways might the process potentially fail to meet the process requirements and/or design intent?	What is the effect of each failure mode on the outputs and/or customer requirements? The customer could be the next operation, subsequent operations, another division or the end user.	How severe is the defect to the customer?	How can the failure occur? Describe in terms of something that can be corrected or controlled. Be specific. Try identify the causes that directly impacts the failure mode, i.e., root causes.	How often does the failure mode occur?	What are the existing controls and procedures (inspection and test) that either prevent failure mode from occurring or detect the failure should it occur? <b>Should include an SOP number.</b>	How well can you detect cause of PM?	SEV x OCC x DET	What are the actions for reducing the occurrence, or improving detection, or for identifying the root cause if it is unknown? <b>Should have actions only on high RPN's or easy fixes.</b>	Who is responsible for the recommended action?	List the completed actions that are included in the recalculated RPN. Include the implementation date for any changes.	What is the next severity?	What is the next process capability?	Are the detection limits improved?	Recalculate RPN after actions are completed.
Condiciones de PCB despues del proceso	PCB con daño mecanico	Falla electrica en producto	7	Operador Colocar PCB en posicion incorrecta	3	Diseño de la fixtura	1	21	La prueba no comenzara si el escaner no es capaz de leer el data matrix de la PCB o si la informacion no coincide con lo esperado según el sistema.						
			7	Operador PCB no sentada correctamente en el nido de prueba	4	Instructivo de trabajo Diseño de la fixtura	2	56	Guias en la fixtura para la completa insercion del PCB en el nido						
			7	Maquina Fixtura montada con orientacion invertida	1	Procedimiento de cambio de producto Pokayoke mecanico, la fixtura no se puede montar con orientacion incorrecta	1	7	La prueba no comenzara si el escaner no es capaz de leer el data matrix de la PCB o si la informacion no coincide con lo esperado según el sistema						
Informacion de produccion de acuerdo a trazabilidad e identificacion en instructivos y especificacion del producto	Trazabilidad del producto o identificacion faltante, falla en algun proceso que no se detecte en los siguientes	Fallas funcionales en estaciones posteriores o con cliente	7	Operador Que no se escanee unidad	3	El escaneo de las unidades es el primer paso de la prueba si no se recibe esta informacion la prueba no continua	1	21	La prueba no comenzara si el escaner no es capaz de leer el data matrix de la PCB o si la informacion no coincide con lo esperado según el sistema						
			7	Metodo Que el sistema no detecte falta de un proceso o falla en alguno	3	El sistema de trazabilidad revisa que la unidad haya pasado el proceso anterior en 2 partes, flujo de SMT y flujo de PCBs en adelante	5	105	unificar el sistema de trazabilidad para que no hay posibilidad de enviar unidades con falla o sin algun proceso de SMT a ICT						
Unidad sin defectos de	retrabajo o scrap en componentes que no sea		4	Operador PCB no sentada correctamente en el nido de prueba	4	Diseño de la fixtura Instructivo	2	32	Guias en la fixtura para la completa insercion del PCB en el nido						
			4	Maquina Fixtura sucia (con partículas de cañon, polvo, o algun otro residuo)	5	mantenimiento preventivo AB	3	60	Implementar rutina de limpieza en fixtura de acuerdo a estrategia de TPM						

Figura 27.AMEF de Proceso para ICT de Nissan

Se encontraron 3 posibles modos de falla con un NPR con valor superior al del umbral:

- PCB no colocada correctamente en la fixtura.
- Que el sistema no detecte falta o falla en algún proceso anterior.
- Fixtura con contaminación.

Para estos 3 modos de falla se realizaron recomendaciones para incrementar la detección y disminuir la ocurrencia.

Estas acciones se desarrollaran posteriormente en la fase de Mejora.

## 5.2 Matriz causa efecto

De acuerdo al diagrama de Ishikawa se realizó una matriz Causa – Efecto en donde se en listaron las fallas ofensoras del proceso de ICT dándole un peso a cada una de ellas de acuerdo al porcentaje de fallas que representa según el histograma de la figura 19 del capítulo IV para posteriormente darle una calificación de 9: si la causa afecta directamente la falla analizada; 6 si afecta pero no es tan relevante; 3 si puede ser una causa de esa falla y 0 si no afecta para nada.

		CamLine	Guuion (No definidas)	SHORTS	Start Manufacturing inicio	Check Flujo	IC2000TJ	Start Manufacturing Fin	IC1000TJ	2% Pins Failed	1% SHORTS	Total
	<b>Causas</b>	<b>32</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	
1	Limites no Apropiados	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	126
3	Almacen de componentes a diferentes temperaturas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Fallas Intermitentes de Comunicación	6	6	3	6	3	3	6	3	6	3	462
5	Temperatura del ambiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Falta de Mantenimiento	0	0	6	3	0	9	3	9	3	6	174
7	Fallas de Contacto	0	0	3	3	0	3	3	3	3	3	96
8	Equipos sin calibracion	0	0	3	0	0	3	0	3	3	3	69
9	Tarjetas de ICT dañadas	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	159
10	Ruido o interferencia en el equipo	0	0	3	3	0	3	3	3	3	3	96
11	Falta de Capacitacion	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	477
12	Daño Mecanico del equipo	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	108
13	Flujo de las Unidades en el proceso	9	9	0	0	9	0	0	0	0	0	513
14	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>33</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>15</b>	<b>27</b>	<b>21</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	

Figura 28. Matriz causa-efecto para fallas de ICT

El valor más alto de la columna total señala la causa que tiene más peso, es decir, las que representarían una disminución de fallas en mayor porcentaje al ser eliminadas de este proceso; por lo tanto se analizaran a fondo las siguientes 3 causas:

1. Flujo de las unidades en el proceso.
2. Falta de capacitación.
3. Fallas intermitentes de comunicación.

### 5.3 Diagrama de árbol

Una forma gráfica de encontrar la causa que provoca más efectos, en este caso fallas, es el diagrama de árbol. Se realizó este diagrama para las fallas de ICT del producto de Nissan.

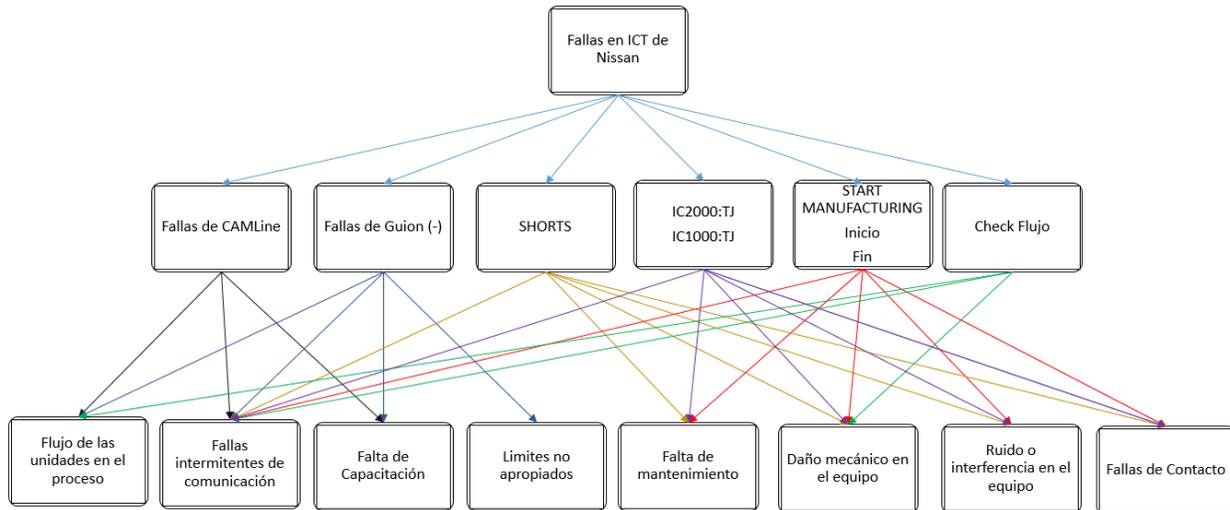


Figura 29. Diagrama de árbol para fallas de ICT de Nissan

En este podemos observar que las fallas intermitentes de comunicación son las que influyen en 5 de los modos de falla principales, por lo que atacando este problema se espera ver una mejora significativa en el rendimiento del proceso. Así mismo se puede ver claramente el resto de las interacciones entre las fallas y las causas encontradas de manera que se puedan tomar decisiones respecto a la prioridad de las acciones que influyan en cada falla.

### 5.4 Estratificación de los datos

La estratificación es una técnica utilizada en combinación con otras herramientas de análisis de datos. Cuando los datos, de una variedad de fuentes o categorías, han sido agrupados su significado puede ser imposible de interpretar. Esta técnica separa los datos para que los patrones de distribución de dos o más grupos se puedan distinguir. A cada grupo se le denomina estrato. El objetivo es aislar la causa de un problema, identificando el grado de influencia de ciertos factores en el resultado de un proceso. (AITECO Consultores)

Los estratos definidos para este proyecto son:

- Material
- Mano de obra

- Medición
- Maquina
- Medio Ambiente
- Método

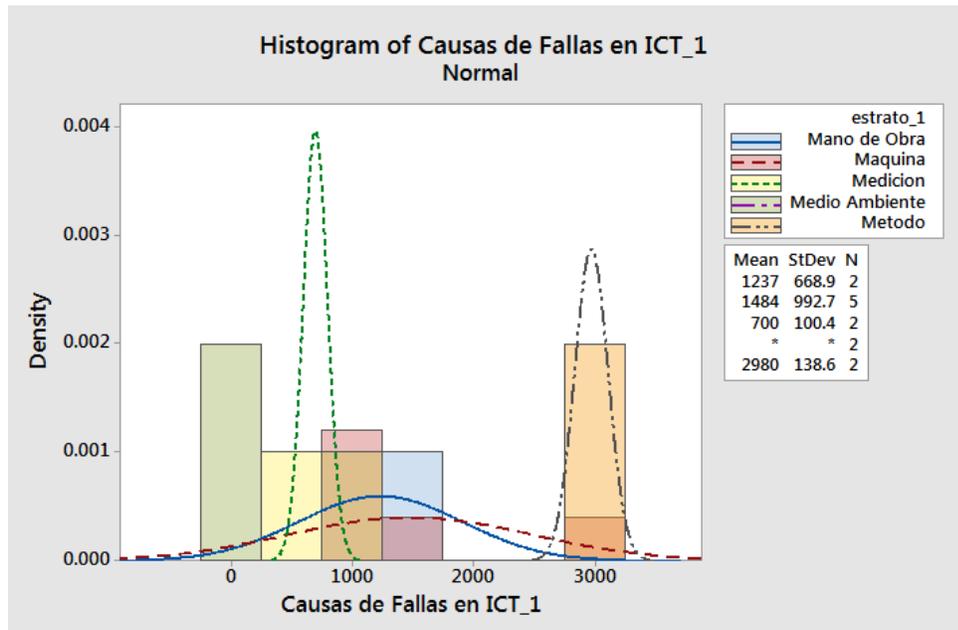


Figura 30. Histograma de estratos

En la figura 30, se puede observar que la clasificación de los estratos tiene una variabilidad mayor en las fallas relacionadas a Maquina y Mano de Obra, lo que coincide con lo encontrado en la matriz causa – efecto. Este análisis le da fuerza a la hipótesis de que al resolver las fallas relacionadas a estos estratos ayudara a mejorar un porcentaje de fallas significativo en la estación bajo análisis.

## 5.5 Situación actual, oportunidad de mejora y fuente de variación de fallas ofensoras.

### 5.5.1 Fallas de CAMLine

El Sistema de trazabilidad utilizado en la empresa es conocido como MES CamLine (Manufacturing Execution System por sus siglas en ingles).

CamLine es una proveedor de soluciones globales quienes se describen a si mismos como “Soluciones de Software para la excelencia de la manufactura” este sistema ofrece soluciones de trazabilidad, análisis de manufactura, control de calidad, entre otras cosas, con soluciones innovadoras y herramientas de tecnologías de

información avanzadas (CamLine), por lo que la empresa decidió renovar el sistema a nivel mundial y sustituir con CamLine las soluciones locales e incluso las globales que se manejaban con anterioridad para estandarizar todas las plantas bajo el mismo sistema.

#### 5.5.1.1 Situación actual.

Actualmente el sistema sigue en introducción en la planta ya que consta de varios módulos para satisfacer diferentes funciones, se encontró que no está unificada la trazabilidad de SMD con el resto de los procesos, es decir, que ICT no valida que la unidad haya pasado por la estación anterior. Adicionalmente se encontró que para comunicar los equipos de ICT con el sistema se utilizan interfaces que reciben los datos y posteriormente los mandan al sistema.

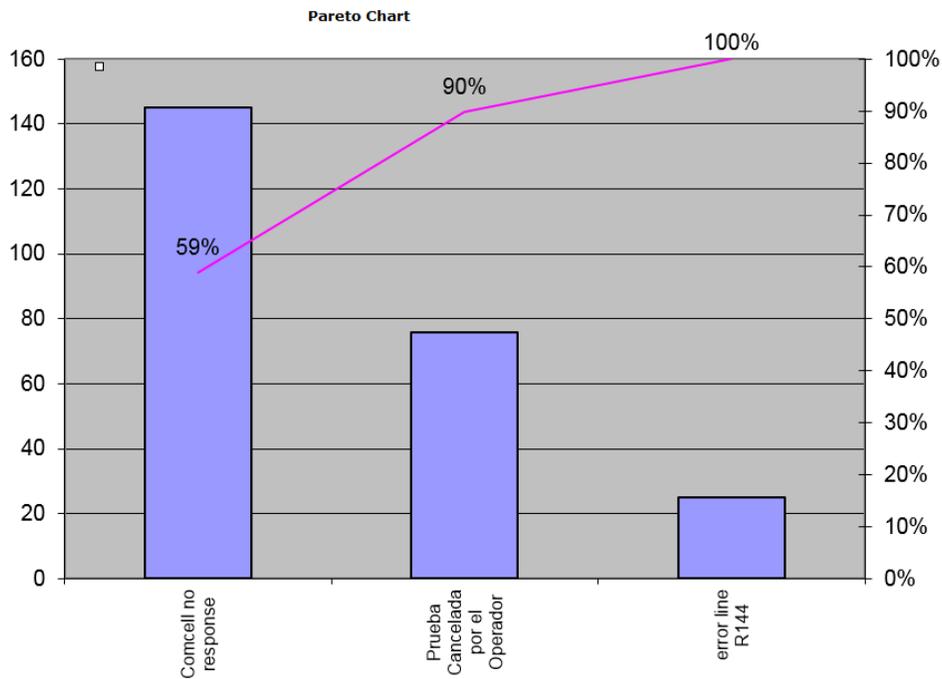
#### 5.5.1.2 Oportunidad de mejora y causa de la variación.

La falta de conexión entre la trazabilidad de los procesos de SMD y el proceso de ICT y el resto del flujo de ensamble fue señalado como la causa raíz del análisis de 5 por que de sistema, por lo tanto la oportunidad de mejora es evidente: se tiene que hacer la unificación del sistema de trazabilidad desde el primer proceso al PCB hasta el empaque del producto terminado para asegurar que cada uno de los productos paso exitosamente los procesos establecidos por la planta junto con el cliente para satisfacer sus necesidades. En este caso la causa de la variación fue la introducción a bloques que se llevó a cabo para introducir el sistema.

### 5.5.2 *Fallas de Guiones (Falla no asignada)*

#### 5.5.2.1 Situación actual

Al analizar las fallas se guion se encontró que son modos de falla de los cuales el error no está asignado a ningún comentario por parte del Ingeniero de Pruebas en la secuencia de pruebas del equipo, es decir, si la falla no es alguno de los componentes medidos o pruebas realizadas a la tarjeta directamente. En este caso se encontró que la mayoría de las fallas se debía a la perdida de comunicación del equipo con la interfaz de comunicación con el sistema de trazabilidad.



**Figura 31. Fallas no dadas de alta en secuencia de pruebas**

#### 5.5.2.2 Oportunidad de mejora y causa de la variación

Para este modo de falla se analizaron 246 respuestas abortadas en el log file que genera el equipo para encontrar las causas presentadas en la figura 31. En este caso la oportunidad de mejora es el clasificar las fallas que se abortan para tener más información, diagnósticos certeros, así como acciones a tiempo para controlar y evitar estas fallas y que el equipo sea más productivo. En este caso la causa de la variación es la comunicación del sistema (en un 59%).

#### 5.5.3 *SHORTS (Cortos)*

##### 5.5.3.1 Situación actual

La prueba de cortos involucra pruebas para encontrar cortos y circuitos abiertos en las tablillas. En su búsqueda de “cortos” y “abiertos”, el equipo utiliza como criterio de prueba la resistencia “umbral” o límite (conocido como *threshold* en inglés), sobre la cual evalúa la existencia de cortocircuitos y circuitos abiertos en la tarjeta, de acuerdo a las mediciones efectuadas. La prueba de cortos y de circuitos abiertos busca cortos entre los nodos, y circuitos abiertos entre nodos que supuestamente deben estar cortocircuitados; básicamente buscan fallas de manufactura tales como el escurrimiento de soldadura o componentes faltantes. Para realizar la prueba, el sistema aplica un voltaje de 0.1 Volts a través de una resistencia de 100 Ohms. (SMT, 2014)

De acuerdo a los datos de las fallas de cortos, ofensoras en los primeros 4 meses del año se encontró como ofensor de fallas aparentes (que pasan en la reprobación) el componente X1000 que es el conector principal de la tarjeta.

#### 5.5.3.2 Oportunidad de mejora y causa de la variación.

En este caso la oportunidad de mejora está en la evaluación de cada uno de los pines de este conector ya que se encuentra patrón de fallas aparentes lo que genera la hipótesis de falla en el método de evaluación o máquina.

#### 5.5.4 *START MANUFACTURING*

##### 5.5.4.1 Situación actual

La prueba de *Start Manufacturing* hace referencia al encendido de la tarjeta para realizar la calibración de una de las memorias con las que cuenta el producto. Actualmente esta situación se presenta al inicio de la calibración y al final de la calibración en menor medida. La evaluación de esta prueba es la respuesta esperada por parte de la tarjeta para indicarle al equipo que está lista para comenzar a trabajar con la calibración y al final evalúa la respuesta esperada de que ha terminado de hacer la escritura en la memoria para continuar con las pruebas en el equipo.

##### 5.5.4.2 Oportunidad de mejora y causa de la variación.

En este caso la oportunidad de mejora se encuentra en la evaluación de la prueba de comunicación de la fixtura con la unidad, análisis de tiempo de respuesta de la misma y mejora en los tiempos de espera de la secuencia de pruebas.

#### 5.5.5 *IC2000:TJ*

La prueba de TestJet examina la conectividad de cada pin de un circuito integrado (IC) al circuito de prueba de TestJet. El valor medido es comparado contra límites predeterminados por el analista del sistema, como en cualquier otra prueba de ICT. Si la capacitancia cae por debajo de la tolerancia mínima, existe un pin abierto. Esta medición es repetida para cada pin del IC excepto los pines de voltaje (V) y tierra (GND). Los pines que están conectados en paralelo, (todas las entradas están conectadas al mismo punto, así como las salidas) son probados como un solo pin. Un paso de prueba específico es completado cuando se conecta un voltaje bajo en corriente alterna (AC) como fuente de estímulo al pin que está siendo probado, es censado por el circuito de prueba de TestJet, al tiempo que se protegen el resto de los pines del componente. La señal es amplificada y filtrada directamente por el circuito de TestJet para mejorar la calidad de la señal. Cada punto de prueba de TestJet es conectado a un puerto de la tarjeta de TestJet que

está montada en el chasis del ICT, dependiendo del sistema hasta 384 puntos de prueba pueden ser conectados en este.

El circuito utilizado se muestra en la figura 32.

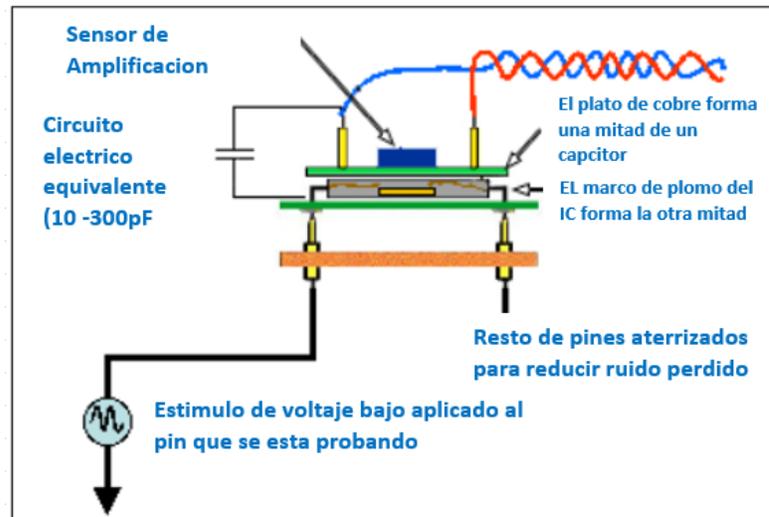


Figura 32. Técnica de Medición de la Tecnología Test Jet

#### 5.5.5.1 Situación actual

En los fixturas de ICT para el proyecto de Nissan se cuenta con circuitos de TestJet para los Circuitos Integrados principales como lo es el micro controlador, este tiene la referencia de IC2000 en la tarjeta de prueba del producto y se encuentra entre las fallas ofensoras principales de las prueba de ICT clasificándose como “fallas aparentes” ya que los técnicos de diagnóstico revisan los pines que se reportan como fallas y al no encontrar falla real en el componente se manda probar nuevamente pasando la prueba exitosamente. Así mismo el IC1000, que se trata de un circuito regulador de voltaje.

#### 5.5.5.2 Oportunidad de mejora.

Encontrar la causa raíz de las fallas aparentes en ambas fixturas del producto bajo análisis. Con base en el R&R realizado anteriormente se llega a la conclusión de que las Fixturas no son confiables con respecto de esta medición.

Los elementos que influyen para tomar una medición correcta son:

- El plato del TestJet
- El amplificador del circuito de prueba de TestJet
- Las agujas y bases del circuito de prueba de TestJet

El proyecto tiene 8 años corriendo en la planta siendo el de mayor volumen de la división llegando a producir en promedio 1,800 unidades diarias al final de la línea; por lo tanto por el proceso de ICT se calcula que se procesan alrededor de 2,000 PCBAs diarias; esto dividido entre las 2 fixturas y los 8 años de producción da como resultado 2'920,000 activaciones por fixtura. Ya que el mantenimiento a cada fixtura está establecido cada 60,000 activaciones, aproximadamente se le han realizado 48 mantenimientos a cada fixtura. Hablando del tiempo de vida de los componentes electrónicos tenemos el concepto de electromigración. Es un efecto causado por el movimiento gradual de los iones en un conductor debido a la transferencia de cantidad de movimiento entre los electrones de conducción y los átomos del metal. La electromigración es importante en aplicaciones donde se utilizan densidades de corriente altas; como el tamaño de la estructura en los dispositivos electrónicos y en los circuitos integrados es muy pequeño, la pérdida de material debido a la electromigración es muy importante. En este efecto lo que migra es el material por causa de un flujo del electrones; este efecto depende de la temperatura de servicio y de la densidad de corriente que circula por el semiconductor. (Middle East Technical University, 2011). De acuerdo a este efecto se efectuara el cambio en los amplificadores de los TestJet afectados buscando una lectura más estable para evitar las fallas aparentes en estas pruebas.

### **5.6 Selección de soluciones**

La matriz de priorización de problemas es una herramienta para seleccionar distintas alternativas de soluciones, con base en la ponderación de opciones y aplicación de criterios. Se trata de un instrumento clave para tomar decisiones y clasificar problemas, ayuda a definir las causas y efectos de situaciones problemáticas para aplicar estrategias más acertadas.

La tabla presenta la matriz elaborada para este proyecto.

Causas	Soluciones	Impacto			Costo		Complejidad			Tiempo			Puntuación	
		La solución tiene mucho impacto en la causa raíz	La solución tiene impacto medio en la causa raíz	La solución tiene poco impacto en la causa raíz	Bajo Costo	Mediano Costo	Alto costo	Poca dificultad de implementación	Moderada dificultad de implementación	Difícil implementación	Poco tiempo de implementación	Tiempo moderado de implementación		Mucho tiempo de implementación
		9	6	3	9	6	3	9	6	3	9	6	3	
Limites no apropiados	Realizar Auditoria de PTS vs Test Plan para asegurar que los limites de prueba del equipo sean los recomendados por Ingenieria de Hardware y en caso contrario analizar como empatar ambos documentos	9			9			3			3			24
Fallas Intermitentes de Comunicación	Evitar la interfaz de comunicación intermediaria entre el equipo y el sistema de trazabilidad por medio de la implementacion de DLLs en ICT.	9			3			3			3			18
Falta de Mantenimiento	Realizar mantenimiento reconstructivo a fixturas de ICT, reemplazando amplificadores de señal de Testlet, puliendo platos, cambiando bases y agujas para los test points relacionados con estas pruebas.	9			6			6			6			27
Flujo de las unidades en el proceso	Implementacion de trazabilidad de unidades desde primer proceso de SMT hasta el empaque del producto final por medio del sistema de CamLine	9			9			3			3			24
Falta de Capacitacion	Capacitacion a Operadores de SMT y Tecnicos de Diagnostico en cuanto al flujo y manejo correcto de los planeles cuando fallan en dicho proceso.	9			9			6			6			30

**Tabla 5. Matriz de Priorización de Problemas**

En este caso las soluciones con mayor valor deberían de ser las más fáciles y rápidas de implementar.

### 5.7 Plan de acción

Después de analizar las soluciones es necesario establecer fechas compromiso y responsables para darle seguimiento a la implementación de las mismas. En la tabla 6 se enlistan las acciones derivadas de la matriz de priorización.

Acción	Status	Responsable	Fecha
Pulido de los platos de todos los circuitos de TJ presentes en la fixtura 1	Abierta	Orlando Ramos	03/04/2017
Cambiar bases y agujas de los circuitos de TJ de la fixtura 1	Abierta	Orlando Ramos	17/04/17
Cambiar amplificadores operacionales de los circuitos de TJ	Abierta	Orlando Ramos	08/05/17
Clasificar los modos de falla de los mensajes no definidos en el test plan	Abierta	Omar Gómez	22/05/17
Actualización de nuevas DLL para implementación de sistema de trazabilidad sin comcell.	Abierta	Omar Gómez / Alejandro Andrade	31/07/17

**Tabla 6. Plan de Acción para mejora de FPY en ICT de Nissan**

### 5.8 Conclusiones de análisis

Al finalizar la etapa de análisis y gracias a la utilización de herramientas de control estadístico de calidad, queda claro cuáles son las causas raíz de las fallas ofensoras para el proyecto así como las soluciones que realmente impactarían en el resultado de estas pruebas. Para la toma de decisiones de la priorización de las acciones fueron muy importantes

herramientas como el diagrama de árbol y la matriz de selección de soluciones ya que por medio de ambas se encontró la solución más significativa y rápida de implementar para poder ver las mejoras en el desempeño del métrico. Las herramientas como el AMEF de proceso y la estratificación de los datos ayudan a clasificar mejor las posibles causas y con el soporte de un equipo multifuncional se puede llegar a seleccionar correctamente las soluciones para los problemas expuestos así como a proponer mejoras a lo que se encuentre como oportunidad en la revisión de cada falla.

**CAPITULO VI**  
**PROPUESTAS DE MEJORA E IMPLEMENTACIÓN**

## 6. PROPUESTAS DE MEJORA E IMPLEMENTACION

### 6.1 Implementación de soluciones.

Para trabajar con la implementación de las soluciones, la metodología utilizada fue Toyota Kata. Como se describió en el capítulo 2, esta metodología consiste en ciclos cortos en los cuales se apoya del círculo de Deming o PDCA (por sus siglas en inglés *Plan, Do, Check, Act*) para planear actividades, realizarlas y analizarlas de manera que se vayan removiendo obstáculos para llegar a la meta. Con esta finalidad se realizó un círculo PDCA general que puede aplicar a cualquiera de las fallas del proceso bajo análisis y de esta manera ir actuando y comprobando las soluciones sin perder de vista el objetivo final. El círculo utilizado se encuentra en la figura 33.

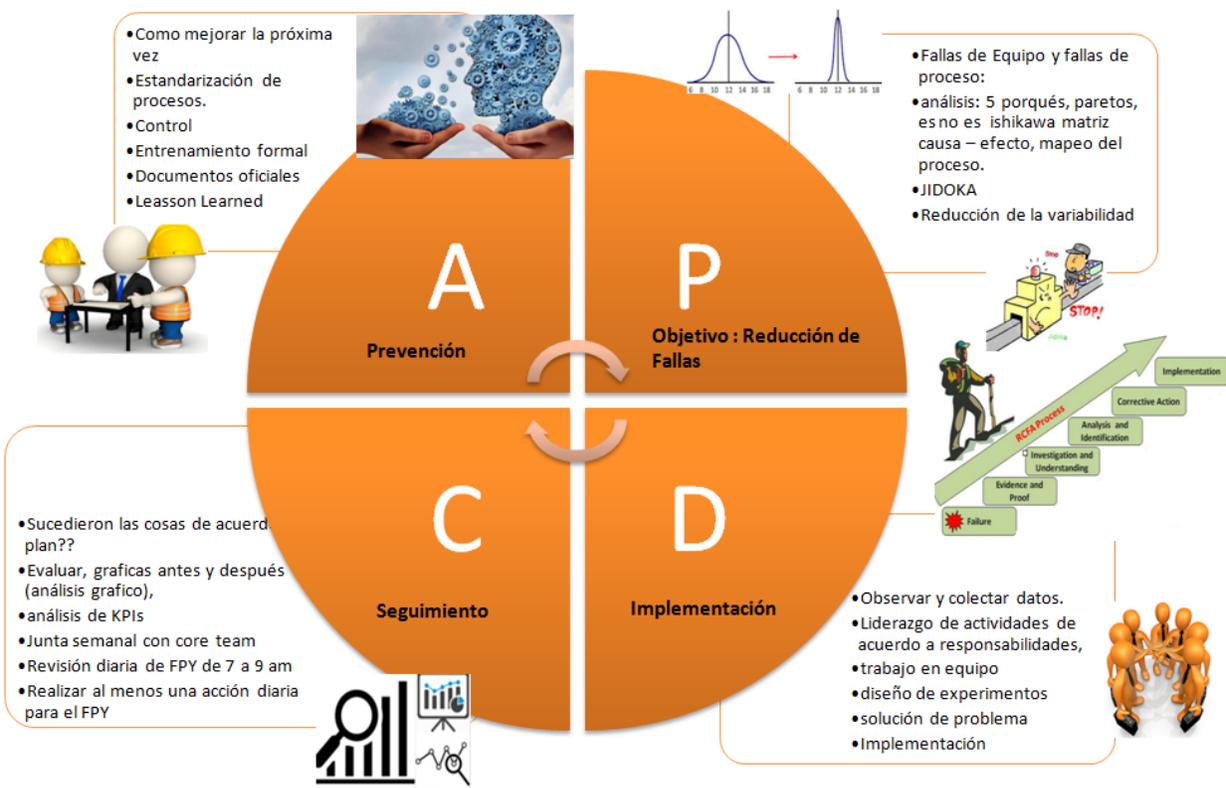


Figura 33.Circulo de Calidad de Deming PDCA para mejora de rendimiento en ICT de proyecto Nissan

#### 6.1.1 Falta de Mantenimiento

De acuerdo a la matriz de priorización de soluciones la acción más rápida de implementar, menos compleja, de menor costo y que impacta en las fallas ofensoras del proceso es la falta de capacitación, pero ya que esta solución va ligada

a la solución del flujo de unidades se tendrá que realizar en paralelo con la misma. En seguida se tiene la solución de la falta de mantenimiento a las Fixturas.

#### 6.1.1.1 Fallas de TestJet ANTES de la mejora

Con la finalidad de medir la efectividad de la implementación de las soluciones se tomara como base el desempeño de ambas Fixturas en las primeras 15 semanas del año en curso para el modo de fallas en particular, mostradas en la figura 34.

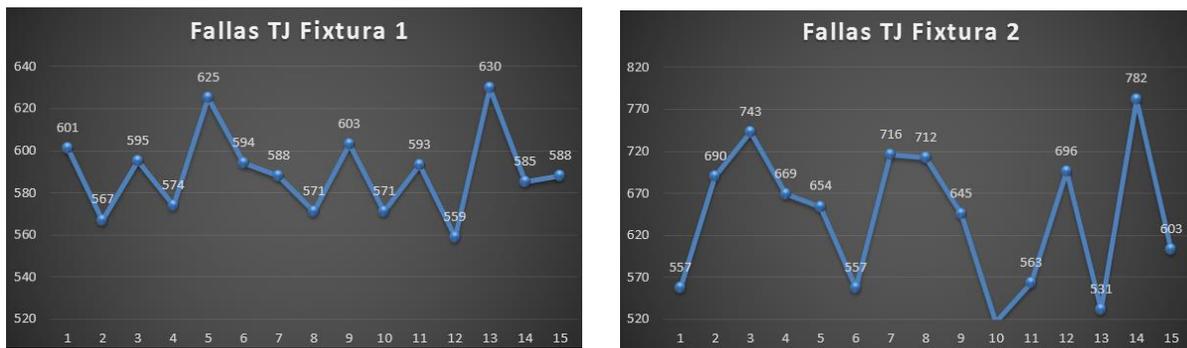


Figura 34. Tendencia de fallas de Test Jet primeras 15 semanas 2017

#### 6.1.1.2 Plan Piloto

Ya que se cuenta con 2 fixturas para el mismo producto se programó el mantenimiento reconstructivo para una de ellas la cual cuenta con su número de identificación único a la que, para fines del TOG, nos referiremos como fixtura 1, en la semana 14 del presente año. La fixtura 2 seguirá con el plan de mantenimiento actual (cambio de agujas y revisión general cada 60,000 activaciones), con la finalidad de poder hacer una comparación del antes y después de la fixtura 1 así como con la fixtura 2.

#### 6.1.1.3 Implementación

Como se habló en el capítulo cinco, la hipótesis para estas Fixturas, hablando específicamente de las fallas de TestJet, es que el circuito que interviene en la medición de esta prueba está desgastado por el tiempo y la magnitud de activaciones (mediciones) que se realizan cada día debido al efecto de electromigración. Como se había estipulado los componentes involucrados con la prueba de TestJet son:

- Plato de TestJet. Placa metálica que abarca el componente y forma la primera mitad de capacitor simulado para la realización de la prueba. La primera intervención en la fixtura se realizó con el pulido de los platos de TestJet y se observó durante 1 semana si el comportamiento del equipo se mantuvo o fue diferente con respecto de la fixtura 2 la que no se le realizo ningún cambio. (véase figura 34). En una semana se obtienen aproximadamente 4,500 activaciones en cada fixtura siendo este un número de muestra estadísticamente confiable para tomar conclusiones sobre el desempeño en cada una de ellas.

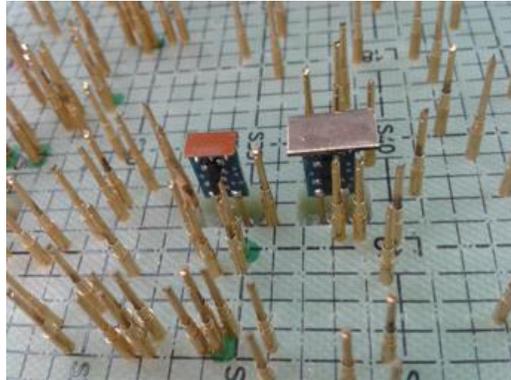


Figura 35. Platos de TestJet que se pulieron en el mantenimiento.

Después de 1 semana no se pudo encontrar una diferencia en el desempeño (FPY) de ambas fixturas. Así mismo siguió apareciendo entre las fallas top ofender de ambas las fallas de TJ en general. En la figura 36 podemos encontrar la prueba de hipótesis de la comparación de 45 horas de FPY que fueron muestreadas aleatoriamente en ambas Fixturas después de la mejora.

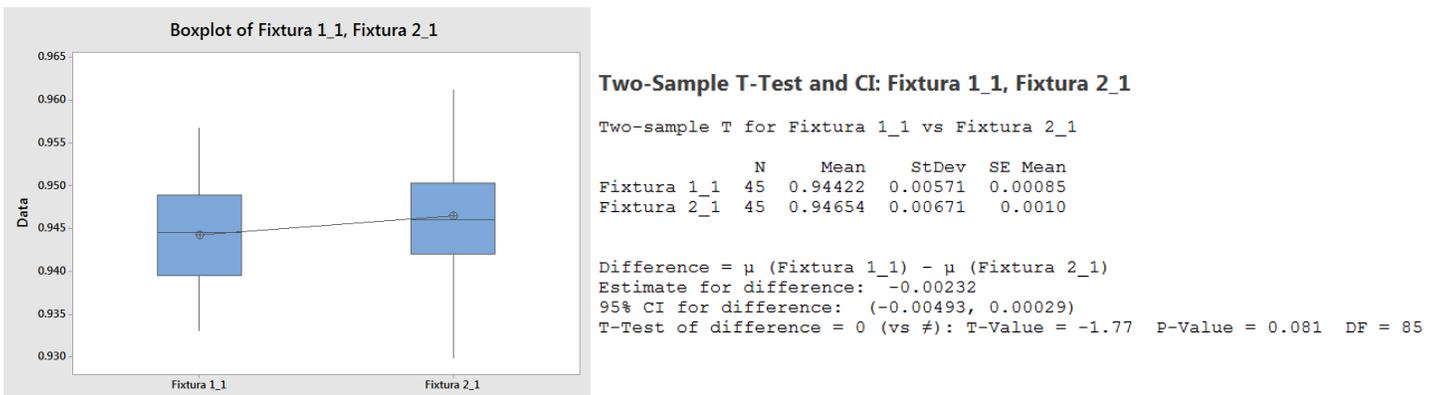


Figura 36. Prueba de hipótesis después de pulir platos de Test Jet

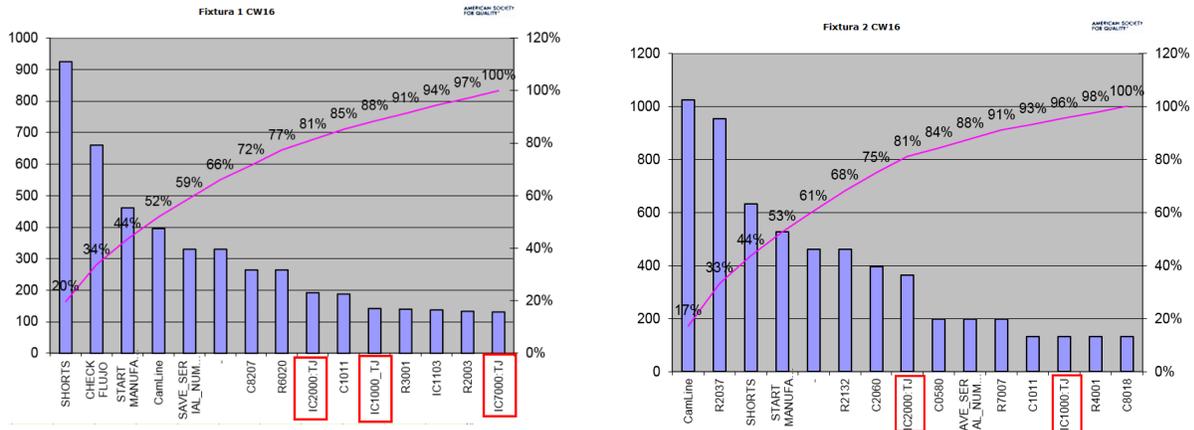


Figura 37. Histograma de fallas después de mantenimiento a platos de TJ

- Bases y Agujas del circuito que evalúa la prueba de Test Jet. En una prueba de ICT básicamente se utilizan las propiedades de una punta de prueba que al hacer contacto con un pad o una soldadura en un circuito impreso, se mueven dentro de un tubo cilíndrico que posee en su interior un resorte el cual se comprime con el movimiento de la aguja para generar la presión necesaria sobre el punto de prueba, asegurando su buen contacto eléctrico para la toma de una medida específica. Las agujas están constituidas en un material revestido en oro para garantizar un contacto eléctrico confiable y sus extremos opuestos están conectados al equipo por medio de bases que permiten procesar y evaluar sus señales por parte de un operario o un programa diseñado con esta finalidad. (Microensamble, 2017). Con la finalidad de analizar las bases y agujas de los circuitos de TestJet se contactó con especialistas en las mediciones de TestJet para analizar los circuitos instalados para la prueba de Nissan (Interlatin). La observación final fue que las bases con las que cuenta el equipo no son las recomendadas para realizar este tipo de medición ya que son largas y por lo tanto limita la carrera de la aguja haciendo que el resorte que contiene esta por dentro no se comprima lo suficiente como para realizar una medición correcta el 100% de las activaciones. Véase figura 38.



Figura 38. Diferencia entre agua actual y aguja recomendada por especialista en medición de Test Jet

Se realizó el cambio de acuerdo a la sugerencia del especialista con las bases más pequeñas para favorecer la carrera de la aguja en la fixtura 1 durante la semana 17, de igual forma que en la prueba anterior se analizan datos de una semana completa de producción de ambas fixturas para determinar si este cambio ha favorecido la fixtura con mantenimiento.

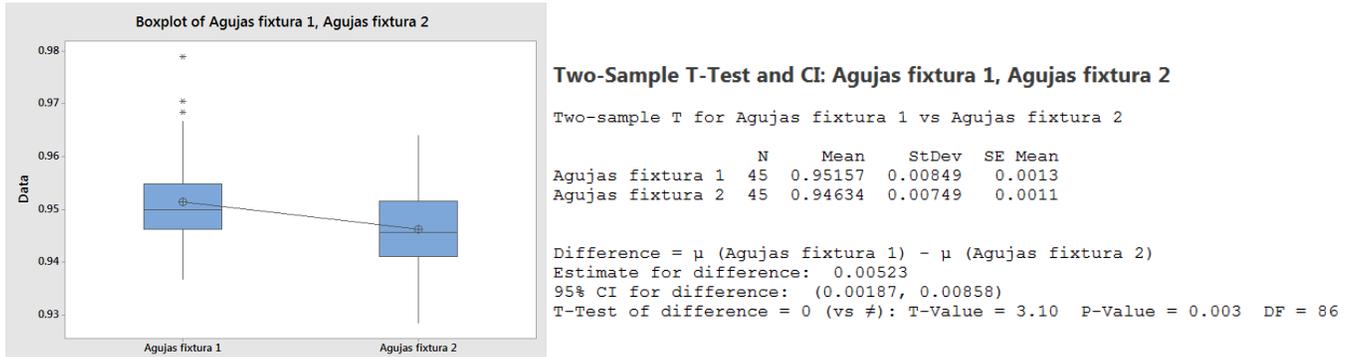


Figura 39. Prueba de Hipótesis después de cambio de agujas y bases

Después de una semana de pruebas en ambas Fixturas y un muestre de 40 horas de rendimiento seleccionadas aleatoriamente, encontramos que existe una diferencia en el promedio del rendimiento con un 95% de confianza, siendo la fixtura con el mantenimiento la de mejor desempeño; sin embargo en el histograma de fallas de esta siguen apareciendo fallas de TJ varios y estas siguen siendo clasificadas como aparentes por los técnicos de diagnóstico.

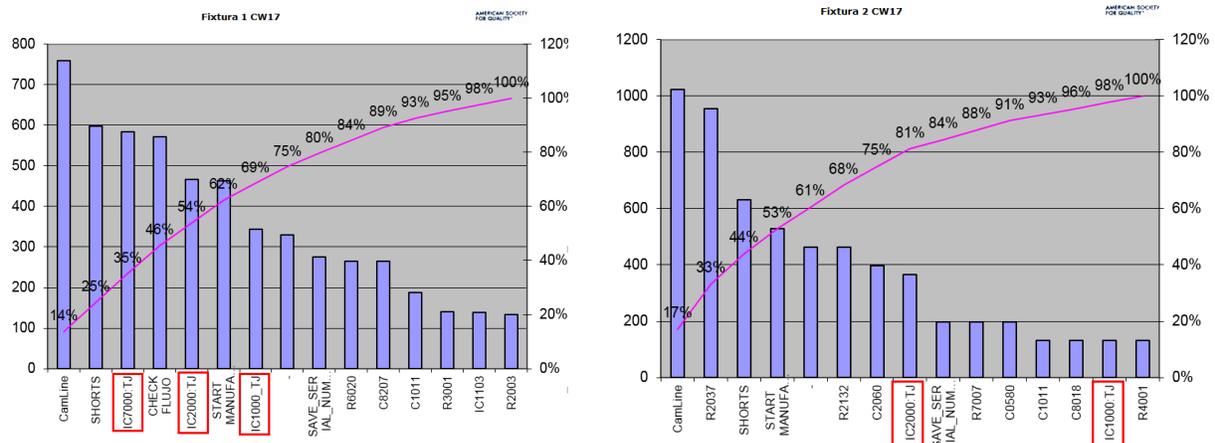


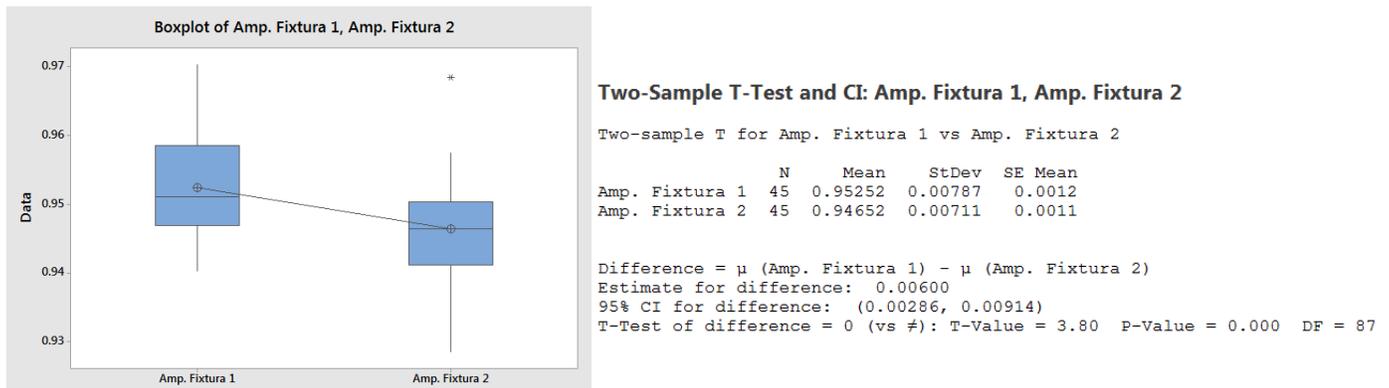
Figura 40. Histograma de fallas después de cambio de agujas y bases

- Amplificadores de señal. Como se describe en el capítulo cinco, la función del amplificador es amplificar la señal de la capacitancia para poder ser medida por el circuito y comparada contra los límites de especificación. Por último se realizó el cambio del IC amplificador de cada circuito de TJ en la fixtura 1 con la finalidad de comprobar la influencia que ejerce un amplificador desgastado (8 años de utilización prácticamente 24 x 7) a un amplificador nuevo. Véase figura 41.



**Figura 41. Cambio de amplificador de circuito de TestJet**

Al igual que con las pruebas anteriores se aplicó el cambio en la fixtura 1 y se dejaron corriendo ambas Fixturas durante la semana 19 para la recolección de datos.



**Figura 42. Prueba de Hipótesis después del cambio de amplificadores operacionales**

Al finalizar esta semana encontramos que los promedios de ambas Fixturas son diferentes con un 95% de confianza siendo la de mejor desempeño la fixtura con los mantenimientos. Finalmente después de este mantenimiento se encuentra que en el histograma de fallas de ambas fixturas las fallas de ICT han desaparecido por completo de las 15

fallas ofensoras; por lo que se concluye que la acción más significativa para reducir este modo de falla fue el cambio en los amplificadores.

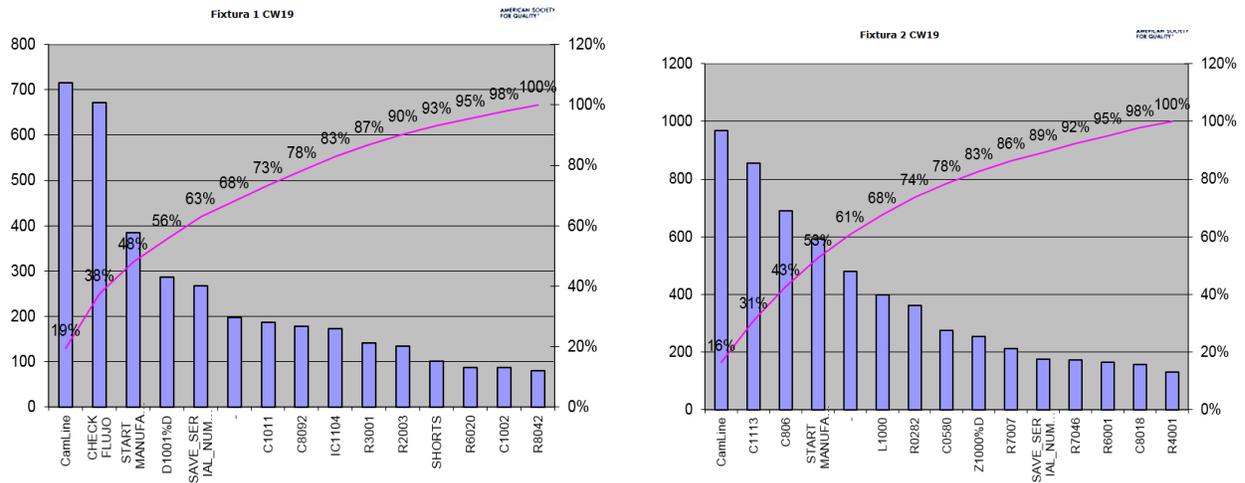


Figura 43. Histograma de fallas después de cambio de amplificadores

#### 6.1.1.4 Diseño de Experimentos

Citando a Montgomery, “El diseño estadístico de experimentos se refiere al proceso para planear el experimento de tal forma que se recaben datos adecuados que puedan analizarse con métodos estadísticos que llevaran a conclusiones válidas y objetivas.” (Montgomery, 2004) Una vez encontrados los factores a analizar se realizara un experimento para encontrar la combinación que produzca el mayor rendimiento en la prueba de Test Jet, evaluando el CPK obtenido de cada combinación que arroje el experimento. Los factores y niveles para dicho experimento serán los especificados en la tabla 7. Los modelos de las agujas y bases se seleccionaron de acuerdo a recomendación de expertos y con base en productos seleccionados del proveedor QA (David S. Coe, 2012)

Factores	Niveles
Bases	0.075
	0.100
Agujas	0.075
	0.100
Platos Pulidos	No
	Si
Amplificadores nuevos	No
	Si

Tabla 7. Factores y Niveles para el Diseño de Experimentos

Se realizó un diseño factorial fraccionado  $2^{4-1}$  con 1 replica para tener un total de 16 corridas y determinar la mejor combinación para maximizar el Cp de la prueba de IC2000:TJ siendo esta la mayor ofensora de entre las fallas de Test Jet. El Cp es el índice de capacidad del proceso, se refiere a la capacidad del proceso de producir piezas de acuerdo a determinadas especificaciones, en este caso, límites de medición de la prueba.

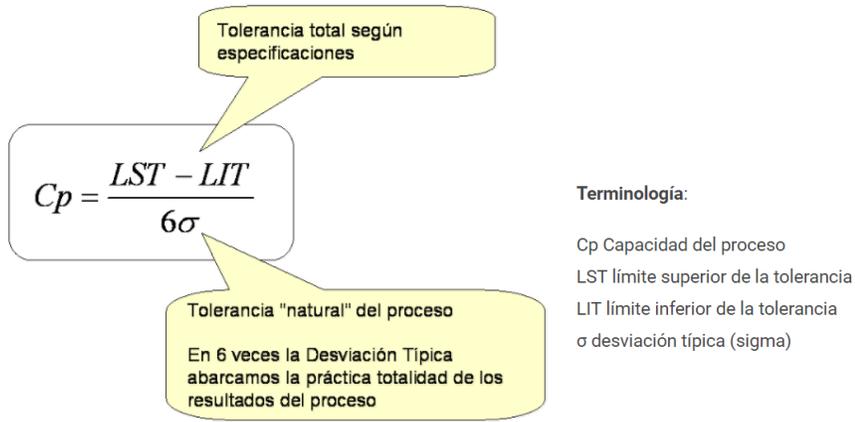


Figura 44. Formula de Cp

Un proceso se considera “capaz” si  $Cp \geq 1,33$ .

Después de correr el experimento se encuentra que los factores más significativos son:

- 6 El cambio de amplificador operacional
- 7 Tipo de Bases
- 8 Tipo de Agujas
- 9 La interacción de las bases y agujas con la misma medida
- 10 Los platos pulidos

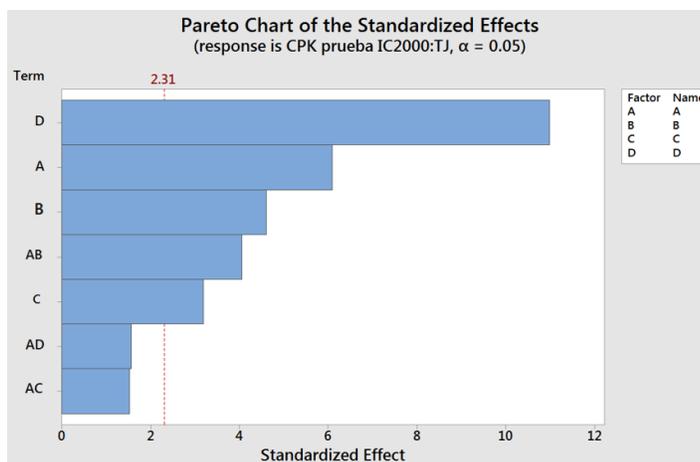


Figura 45. Factores Significativos en el experimento

En el análisis de varianza del experimento se confirma que el p-value de los factores mencionados es menor a 0.05 por lo que se puede decir que con un 95% de confianza estos son los factores que maximizan la efectividad del proceso para la prueba de IC2000:TJ.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	14.2955	2.04221	30.10	0.000
Linear	4	12.5254	3.13136	46.16	0.000
A	1	2.5202	2.52016	37.15	0.000
B	1	1.4460	1.44601	21.31	0.002
C	1	0.6931	0.69306	10.22	0.013
D	1	8.1939	8.19391	120.78	0.000
2-Way Interactions	1	1.1183	1.11831	16.48	0.004
A*B	1	1.1183	1.11831	16.48	0.004
A*C	1	0.1580	0.15801	2.33	0.165
A*D	1	0.1661	0.16606	2.45	0.156
Error	8	0.5428	0.06784		
Total	15	14.8382			

Figura 46. Análisis de varianza del experimento

La ecuación de regresión nos muestra que para maximizar el valor deseado se deben de seleccionar los niveles especificados en la tabla XX.

$$\text{CPK prueba IC2000:TJ} = 1.9281 - 0.3969 A - 0.3006 B - 0.2081 C + 0.2644 C + 0.7156 D + 0.7156 A*B + 0.0994 A*C - 0.1019 A*D$$

Factores	Niveles	Valor
Bases	0.075	-1
	0.100	1
Agujas	0.075	-1
	0.100	1
Platos Pulidos	No	-1
	Si	1
Amplificadores nuevos	No	-1
	Si	1

Tabla 8. Valores para maximizar la capacidad del proceso de prueba de TJ para IC2000

#### 6.1.1.5 Fallas de TestJet DESPUES de la mejora.

Después de las mejoras en el histograma de fallas dejamos de tener entre los ofensores las fallas de TJ en cualquiera de sus referencias.

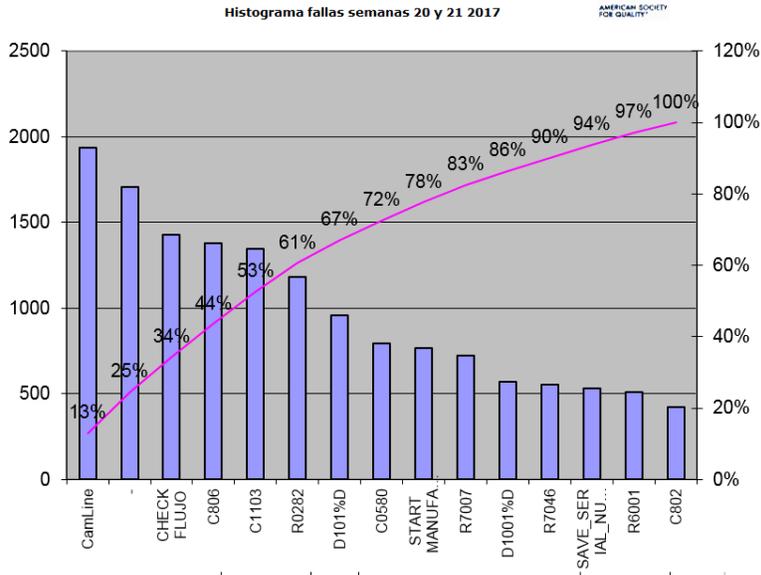


Figura 47. Histograma de fallas después de mejoras en circuito de Test Jet

### 6.1.2 Limites no apropiados

Se encontró que la causa raíz para fallas de guiones (-) fue que existían modos de falla no definidos correctamente en la secuencia de pruebas del equipo por lo que al fallar simplemente presentaban en el mensaje vacío (-).

#### 6.1.2.1 Fallas de guion (-) ANTES de la mejora

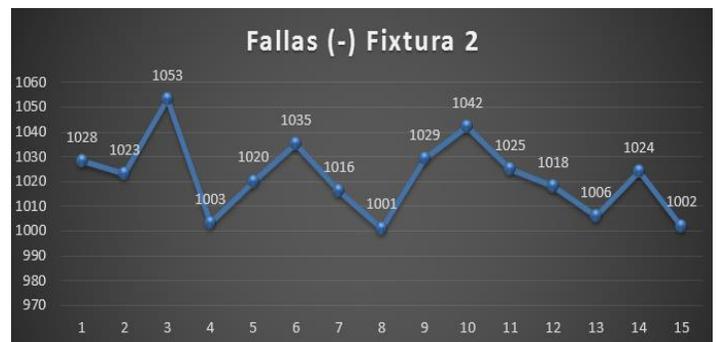
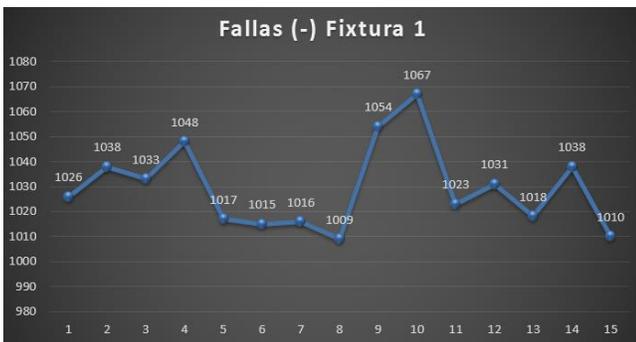


Figura 48. Tendencia de fallas no asignadas primeras 15 semanas 2017

#### 6.1.2.2 Plan Piloto

La especificación de prueba del producto, mejor conocida en manufactura como PTS por sus siglas en inglés *Product Test Specification*, es un documento que enlista tanto las especificaciones generales del producto como las pruebas



- No se encontraron procedimientos diferentes a lo especificado en el documento.
- Se encontraron en la secuencia de pruebas modos de falla que no tenían mensaje de error de salida para el operador. Esta es la causa de las fallas de guiones: errores no clasificados y errores que mandan primeramente el mensaje de error antes que el modo de falla, entonces aparece como guiones.

Para corregir este error en el programa se agrega el mensaje de falla antes del Test Status para evitar que mande las fallas como guiones y estas sean clasificadas correctamente. Véase Figura 50

```

if rRun = 0 then begin
  sErrMsg := (message(7000010, 'Brightnes target cannot be reached'));
  Globalvar.Set('Errormessage',sErrMsg);
  Debug.Show (4, sErrMsg);
1 System.SetValue (sErrMsg);
2 System.SetStepResult (2);
  exit;
end;

```

Figura 50.Cambio de código de prueba para reportar fallas

6.2.1.1 Fallas de guion (-) DESPUES de la mejora

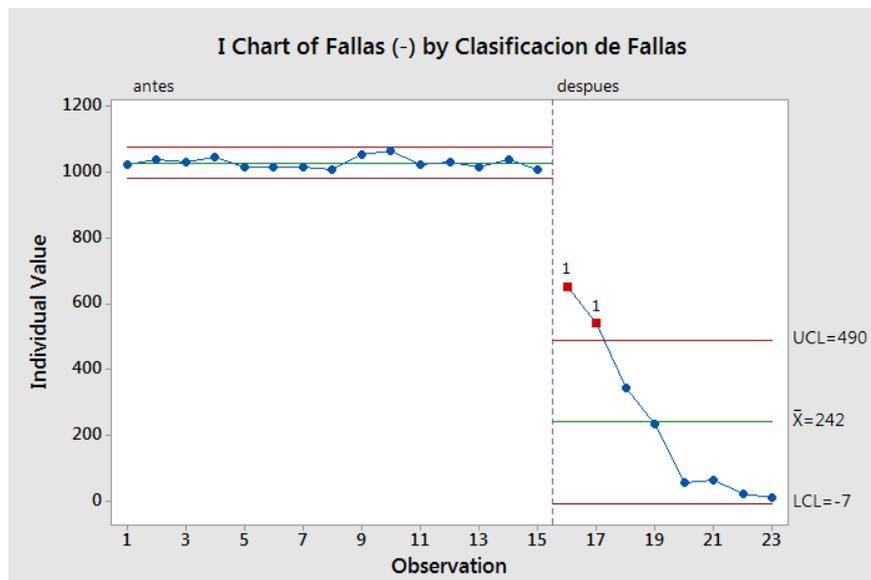


Figura 51.Tendencia de fallas (-) después de la mejora de clasificación de fallas

Ya que la causa raíz para este modo de falla es contundente se puede ver como al comenzar a trabajar en la clasificación de las fallas se produjo un efecto inmediato y significativo en la tendencia de las mismas. En la figura 51 se puede ver

el progreso de la depuración de la secuencia, reflejado en la importante disminución de cantidad de fallas no asignadas durante el mes de mayo.

### 6.1.3 Evitar interfaz de comunicación

Las comcell son programas intermediarios entre los equipos de pruebas y el sistema de trazabilidad.

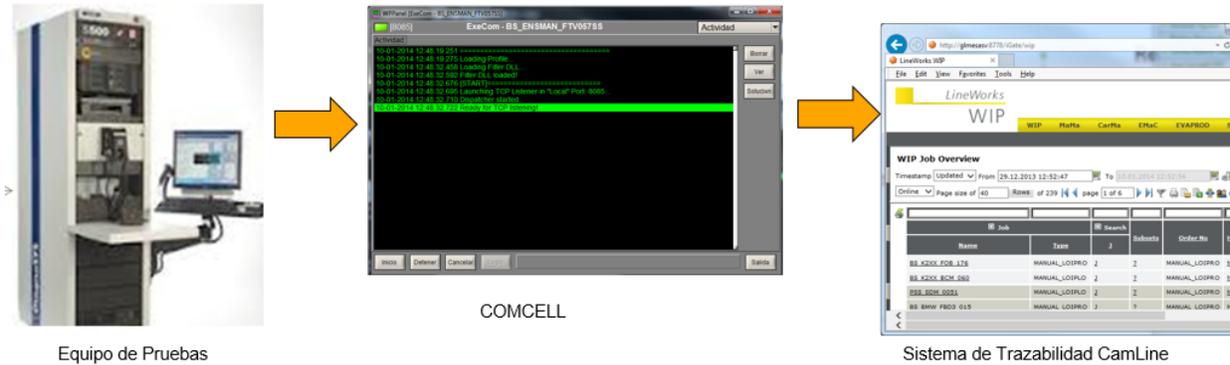


Figura 52. Representación de transferencia de datos: Equipo, comcell, sistema

Cuando las unidades fallan por comunicación en el equipo de ICT se puede encontrar información de porque ocurrió el error en los menús de la misma comcell, entre los problemas mas comunes se encuentran:

- La comcell está cerrada
- La comcell está saturada y es necesario reiniciar
- La comcell no recibió la respuesta del equipo en el tiempo esperado.

Estos errores pueden ser evitados si se comunica directamente el equipo con el sistema.

#### 6.1.3.1 Fallas de Comunicación ANTES de la mejora

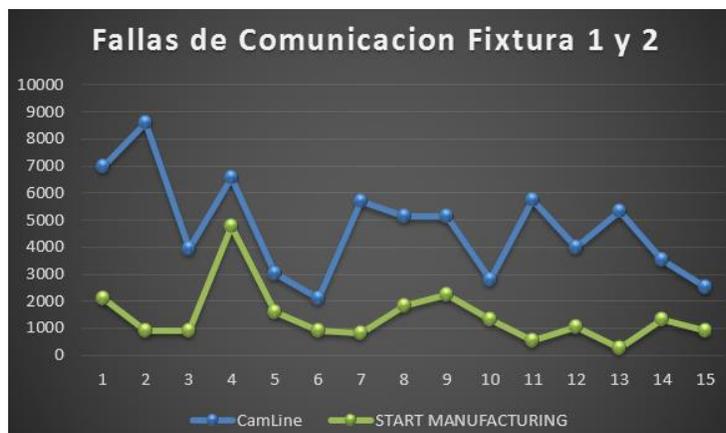
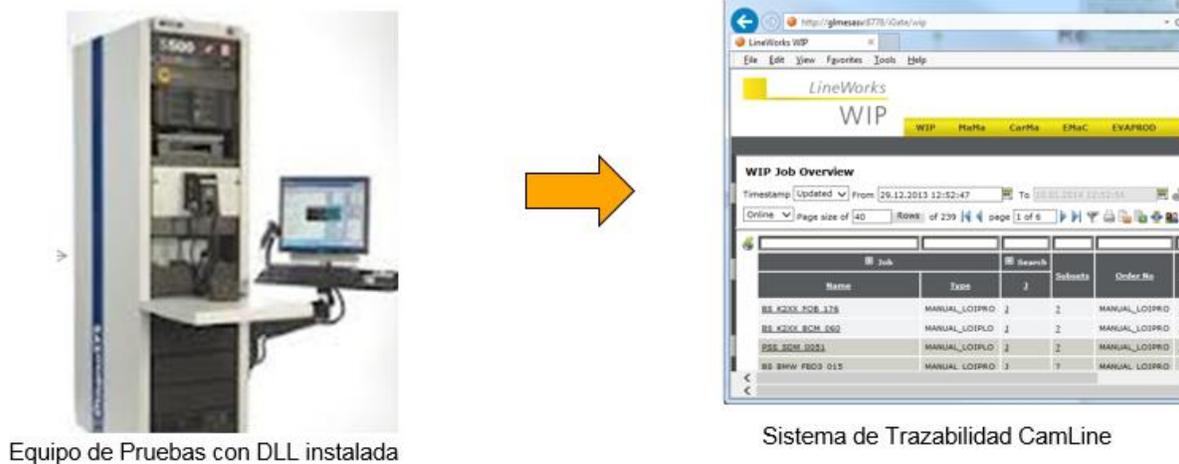


Figura 53. Tendencia de fallas de comunicación primeras 15 semanas 2017

Como se puede ver en la figura 53 se tienen 2 principales fallas cuya causa raíz es la comunicación, ambas se verán afectadas con la solución propuesta.

### 6.1.3.2 Plan Piloto

La solución propuesta por el departamento de Tecnología de la Información (IT) fue la implementación de DLLs que son archivos ejecutables que permiten a los programas realizar determinadas tareas, en este caso, el envío de datos al sistema.



**Figura 54. Representación de transferencia de datos Equipo con DLLs, Sistema**

Para realizar esta implementación se encontró con los siguientes obstáculos:

- Se cuenta en la planta con 26 equipos de ICT. Para realizar la implementación de las DLL era necesario realizar una actualización de software en 23 de estos equipos, los cuales no cuentan con la versión más actual de Windows. Este cambio se cotizo en USD \$102,780.00
- El tiempo de entrega de las licencias se cotizo en 7 semanas.
- El tiempo de implementación en el primer equipo se calculó de 3 semanas adicional a realizar un plan de implementación para el resto de los equipos. En total 10 semanas de tiempo para implementar el cambio en el primer equipo.

Con el soporte de un Ingeniero de Pruebas y un Ingeniero de Tecnologías de Información se propuso una nueva alternativa que cubriera las necesidades originales y además redujera el costo y el tiempo de implementación. Esta solución fue el desarrollar localmente una aplicación que realizara las funciones de la DLL y no requiriera de actualización de SW. A esta segunda opción se le llamo Ejecutable A- MES.

El A-MES además de satisfacer las necesidades de mejora de comunicación en el equipo de ICT incluye soluciones para unificar la trazabilidad desde el primer proceso hasta el empaque del producto, lo cual también es una necesidad derivada de la falla de campo que recibió el proyecto y las fallas de flujo ofensoras en el proceso de ICT. En la tabla 6 se muestra la comparativa entre las opciones disponibles.

	DLL	Ejecutable	Comcell
<b>Inversión</b>	<b>SI USD \$102.780.69</b>	NO	<b>SI (El costo del servidor de comcell)</b>
<b>Perdidas de Comunicación con el Sistema</b>	NO	NO	<b>SI</b>
<b>Despliegue de Información en pantalla</b>	<b>NO</b>	SI	SI
<b>Trazabilidad desde SMD hasta empaque</b>	SI	SI	<b>NO</b>
<b>Equipo adicional</b>	NO	NO	<b>SI (servidor)</b>
<b>Tiempo de transmisión de datos</b>	Menor	Menor	<b>Mayor</b>

Tabla 9. Comparativa entre DLL / COMCELL / Ejecutable

El tiempo de desarrollo de A- MES con un ingeniero dedicado se programó en 2 semanas.

### 6.1.3.3 Implementación

Se programó el desarrollo del A-MES para 2 semanas, más 2 semanas de implementación en línea para las Fixturas de Nissan. Con esta acción se asegura que cada unidad pase exitosamente por cada proceso evitando la posibilidad del error humano al momento de clasificar las fallas detectadas por el equipo.

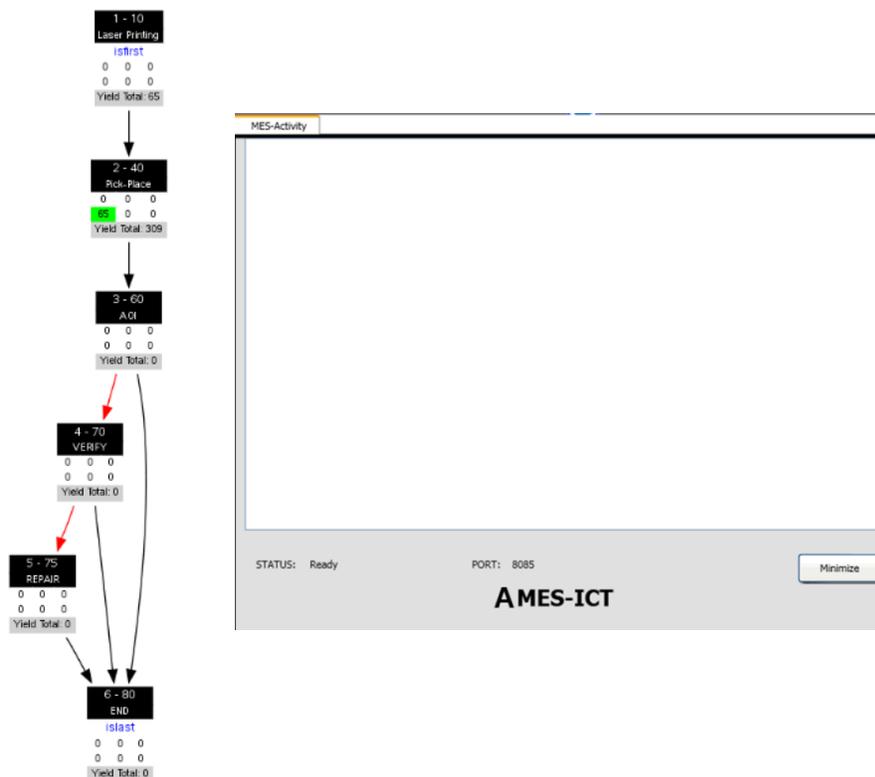


Figura 55. Aplicación de A-Mes y representación de flujo monitoreado por el sistema

6.1.3.4 Fallas de Comunicación DESPUES de la Mejora

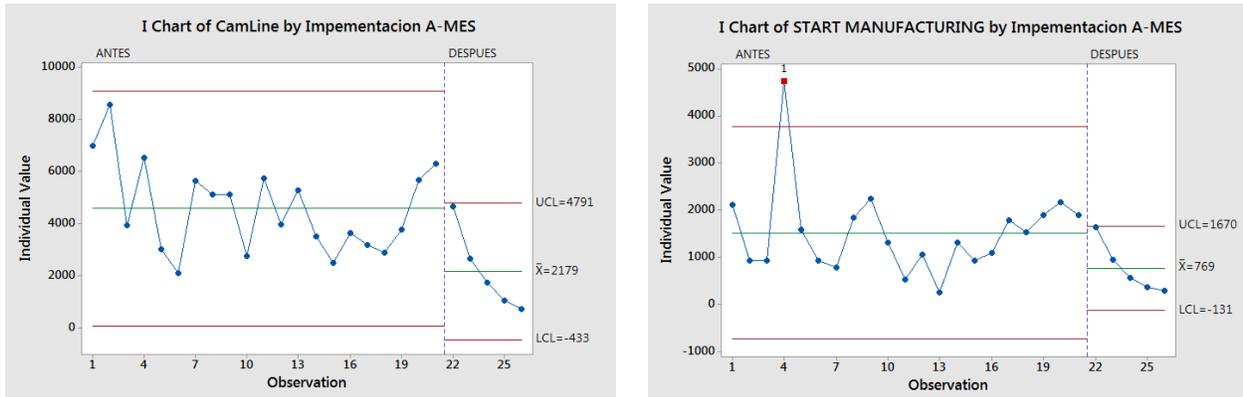


Figura 56. Tendencia de fallas de comunicación después de la implementación de A-MES

6.1.4 *Falta de Capacitación*

El problema encontrado en línea fue el desconocimiento por parte de los operadores y técnicos del correcto flujo para el nuevo sistema de trazabilidad así como las consecuencias que podría ocasionar de no seguirlo.

6.1.4.1 Fallas de Flujo ANTES de la mejora

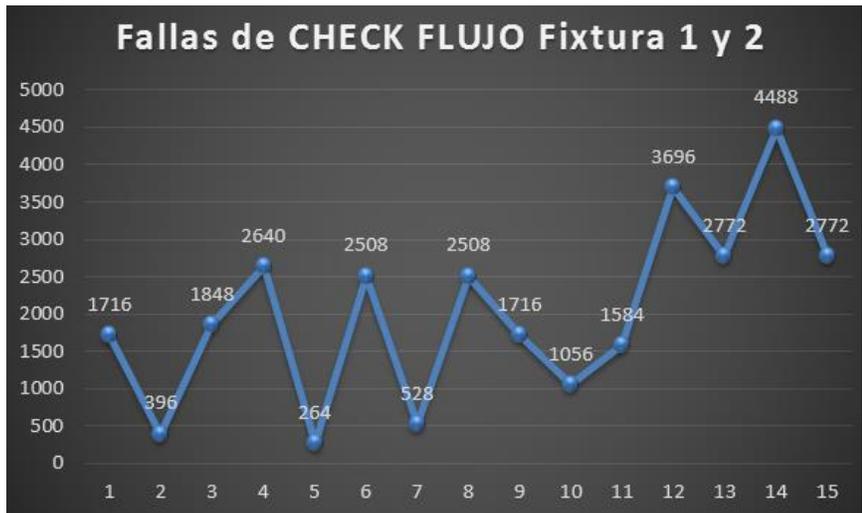
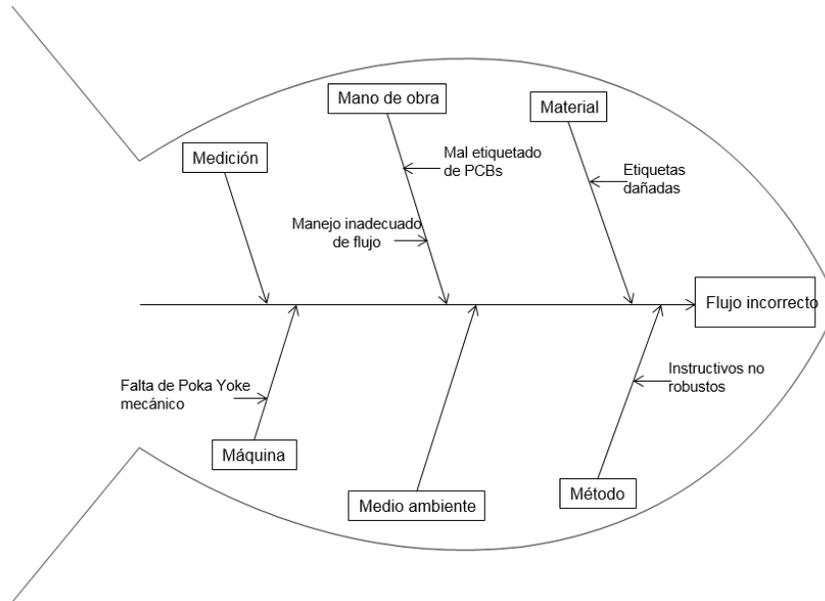


Figura 57. Tendencia de fallas de flujo primeras 15 semanas 2017

#### 6.1.4.2 Plan Piloto

Para atacar de la forma correcta esta situación, se realizó un diagrama de Ishikawa para encontrar las causas de este problema. Véase figura 58



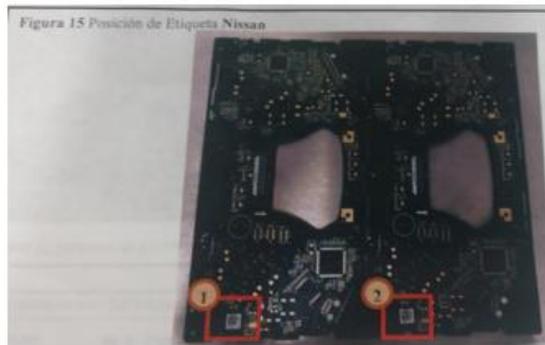
**Figura 58.**Diagrama de Ishikawa para Fallas de Flujo

#### 6.1.4.3 Implementación

De acuerdo al diagrama de Ishikawa y a los expertos en el proceso una acción clave para la mejora de las fallas de flujo es la mejora en los instructivos de etiquetado ya que de esta etiqueta depende el flujo y trazabilidad de las unidades en el resto del proceso.

Antes, en la estación de etiquetado centralizado, que es en donde los productos que llevan etiqueta impresa son etiquetados manualmente por operadores, se contaba con un instructivo general de 8 páginas en donde solamente se contaba con una foto del panel de cada producto y un número con el orden de las etiquetas de cada panel.

<b>Etiquetado de PCB Tarjetas Clusters ID</b>	Autor: Uriel Sahagún
	CARACTERÍSTICAS: N/A
	NUM. DE DOC: P381018      INDICE: 1
	PAG 1 de 8



**Figura 59.Extracto de Instructivo de Etiquetado para Nissan antes de la mejora**

Se generó un nuevo instructivo para el proyecto en donde se especifica gráficamente un paso a paso cubriendo los siguientes puntos clave:

- Como colocar el panel.
- Secuencia de etiquetado comenzando del valor menos al mayor.
- Definición de buena calidad de etiqueta y mala calidad de etiqueta.
- Qué hacer si se encuentra una etiqueta dañada.

Continental		ETIQUETADO DE PCB NISSAN		AUTOR: German Guzmán NUM. DE DOC: P381018 Fecha de Oficialización: 14/04/16	INDICE: 1
<b>LUGAR DE TRABAJO</b> 		<b>OPERACION</b>			
<b>Estación Anterior</b> Almacén		<b>Actual</b> Etiquetado de PCBs		<b>Estación Siguiente</b> SMO	
<b>HERRAMIENTAS</b> Serif en máquina despegadora. Cuerdas negras		<b>MATERIALES</b> Papel de PCB Etiqueta de PCB			
<b>DOC/OS DE REFERENCIA</b>		<b>SELLO</b>			
<b>SEGURIDAD:</b>		<p><b>1</b> Tomar panel de PCB y colocarlo sobre la mesa de etiquetado.</p> <p><b>2</b> En la estación de impresora, seleccionar modelo a imprimir y cantidad de PCBs a etiquetar.</p> <p><b>3</b> Retirar etiquetas de la impresora. Ver criterio 1</p> <p><b>4</b> Colocar dos etiquetas por panel (una etiqueta por PCB) de tal manera que la de numeración más alta quede en el PCB de la parte superior y la de numeración más baja en el PCB de la parte baja. Ver criterio 2</p> <p><b>CRITERIOS DE CALIDAD</b></p> <p><b>1.- Calidad de impresión</b> </p> <p>Verificar que la calidad de impresión sea la correcta en cada una de las etiquetas (sin fallos de tinta como puntos o líneas blancas).</p> <p><b>2.- Secuencia de etiquetado</b> </p> <p>Si una etiqueta del panel necesita ser removida, independientemente para reemplazarla o para retirar las etiquetas del panel para evitar errores de etiquetado y retirar las mismas acorde al paso 4.</p> <p><b>NOTA:</b> En caso de no cumplirse los criterios y/o presentarse alguna discrepancia notificar al supervisor y seguir documentos de referencia.</p>			

**Figura 60.Instructivo de Nissan Después de la Mejora**

Después del nuevo instructivo fue necesario realizar una capacitación para todo el personal que trabaja en las líneas de Front End así como para los técnicos de diagnóstico donde se tocan los siguientes puntos:

- Que es MES
- Alcance del Sistema
- Objetivos de Implementación
- Responsabilidades
- Funcionamiento de módulos
- Descripción de Módulos
- Que es una orden de producción
- Flujo correcto en SMT
  - Que necesitamos para tener un flujo correcto
  - Como debe ser el etiquetado
  - Programas correctos de trazabilidad en SMT
  - Escaneo correcto en traza de SMT primer lado
  - Que hacer en caso de falla real en primer lado de SMT
  - Que hacer en caso de falla aparente en primer lado de SMT
  - Cambio de lado en SMT
  - Escaneo correcto en traza de SMT segundo lado
  - Que hacer en caso de falla real en segundo lado de SMT
  - Que hacer en caso de falla aparente en segundo lado de SMT
  - Video de flujo correcto en SMT
  - Porque es importante seguir el flujo correcto
  - Como diagnosticar unidades con mal flujo de SMT
  - Que no debo hacer si encuentro fallas de flujo en el proceso

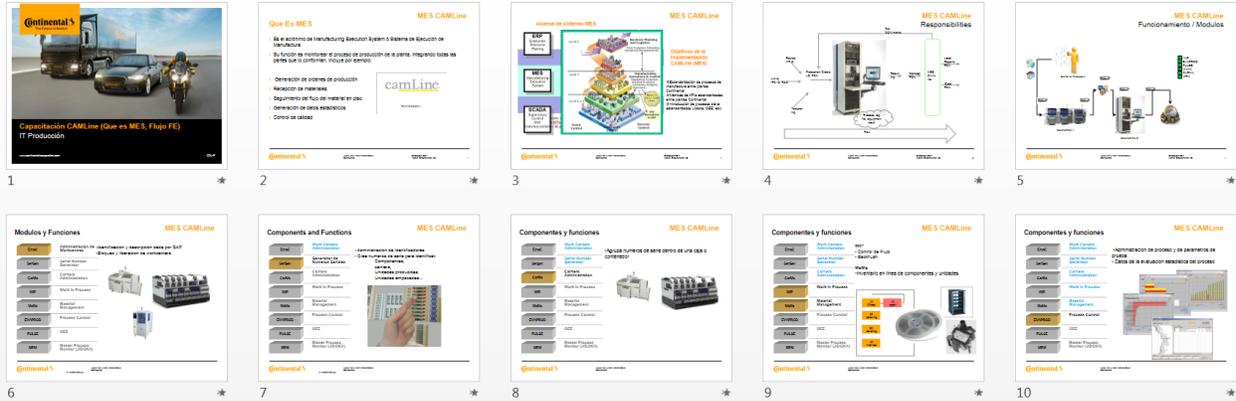


Figura 61. Presentación de Capacitación de Flujo de MES en SMT

#### 6.1.4.4 Fallas de Flujo DESPUES de la Mejora

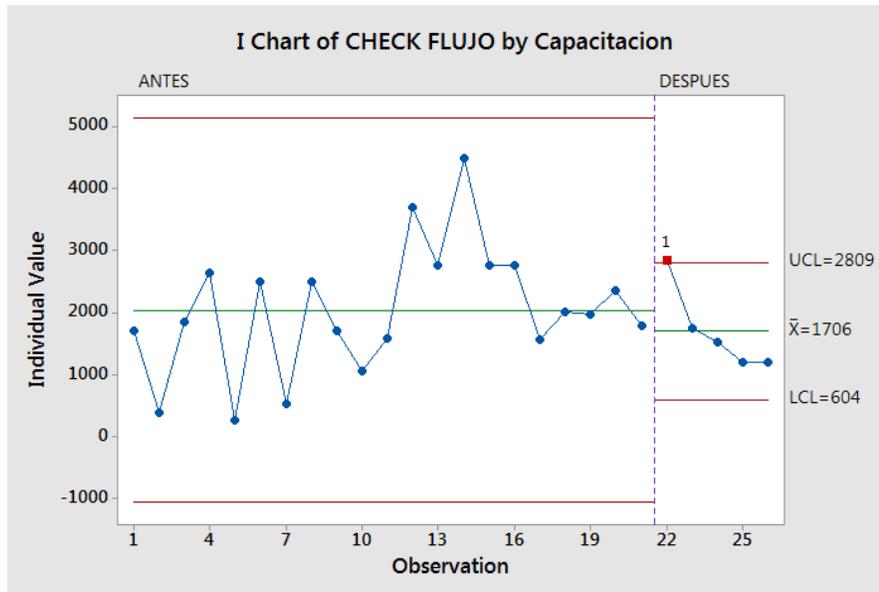


Figura 62. Tendencia de fallas de flujo después de capacitación a operadores y técnicos de SMT

## 6.2 Mejora optimización del proceso

Después de las mejoras se realizó una comparación entre los resultados de 2016 y 2017. Véase figura 63.

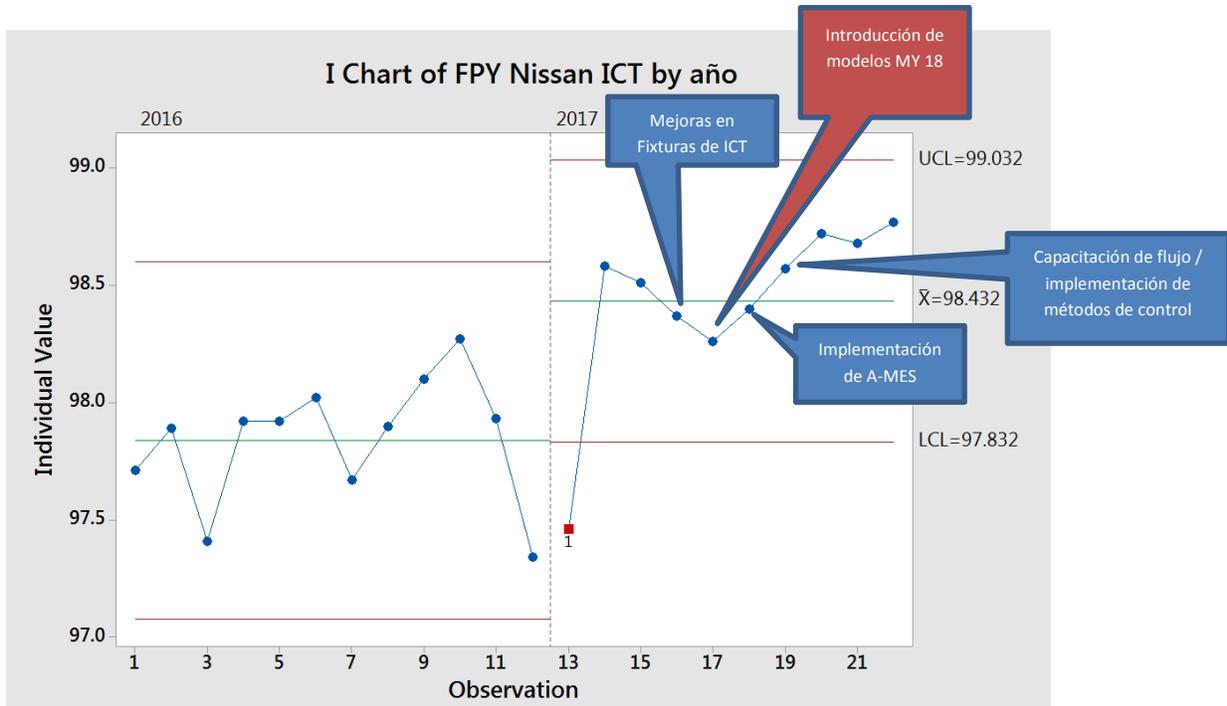


Figura 63. Cambio Antes y Después de la Mejora en el desempeño del métrico

Además se realizó la comparación de la capacidad del proceso antes y después del cambio, en donde se obtuvo como resultado una reducción del 51% en el porcentaje de unidades fuera de especificación, además de una reducción en los DPMOs y mejora en CP y CPK.

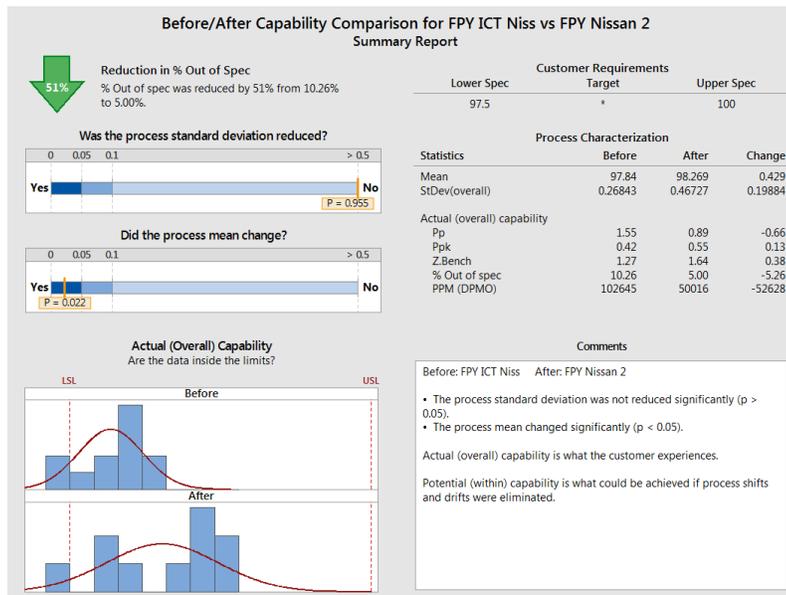
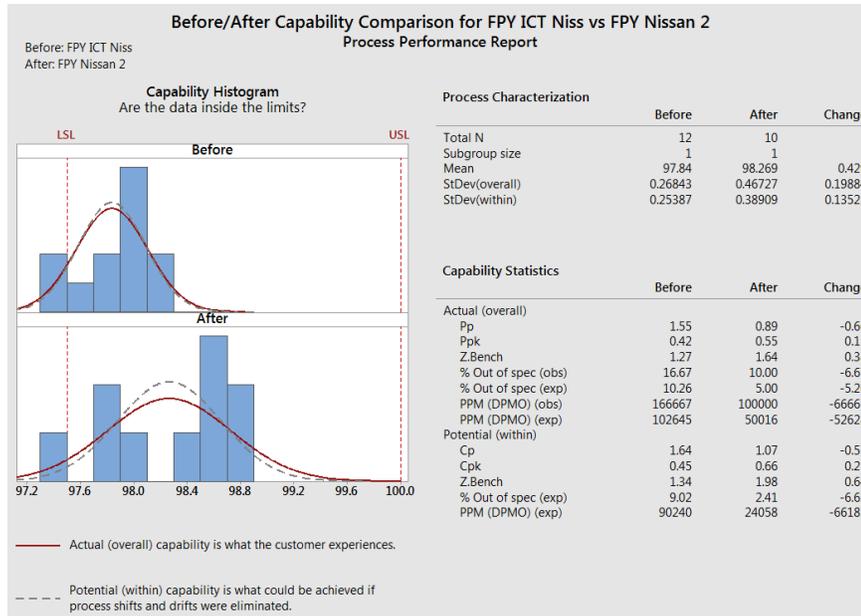


Figura 64. Análisis de Capacidad del Proceso Antes y Después de la mejora. 1



**Figura 65. Análisis de Capacidad del Proceso Antes y Después de la mejora.2**

Cabe mencionar que, como se marca en la figura 63, durante el mes de Mayo se produjo una baja de desempeño que no coincide con las mejoras que se estuvieron implementando durante esas mismas fechas; esto se debe a que durante el mes de Mayo la planta hace los cambios a los productos para nuevo año modelo, durante esta intercesión se producen fallas por validaciones de cambios y depuración de equipos lo cual se vio reflejado en el desempeño del métrico en el equipo de ICT.

### 6.3 Confirmación del sistema de medición

Ya que en la etapa de medición el análisis R&R realizado confirmo que el equipo (Fixtura –ICT) no era confiable ya que se encontraron falsos rechazos durante el estudio a pesar de que se repitió con intentos y operadores diferentes, es necesario validar la confiabilidad del sistema de medición posterior a la implementación de las soluciones. Para esto se preparó un estudio R&R con 100 muestras de las cuales 90 son unidades sin defecto y 10 son unidades con defecto. Esto con la finalidad de confirmar que el equipo sea capaz de detectar el estado de la unidad repitiendo la medición que se sabe esta fuera de especificación y las unidades que son buenas pasen en todos los intentos. El estudio se realizara con 3 operadores y dos intentos de prueba por cada unidad.

## Statistical Report - Attribute Gage R&R Study

**DATE:** 10/10/2017  
**NAME:** Gloria Valdovinos  
**PRODUCT:** Nissan  
**BUSINESS:** ID

Source	% Appraiser <sup>1</sup>			% Score vs Attribute <sup>2</sup>		
	Operator #1	Operator #2	Operator #3	Operator #1	Operator #2	Operator #3
Total Inspected	100	100	100	100	100	100
# Matched	100	100	100	100	100	100
False Negative (operator biased toward rejection)				0	0	0
False Positive (operator biased toward acceptance)				0	0	0
Mixed				0	0	0
95% UCL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
<b>Calculated Score</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>
95% LCL	96.4%	96.4%	96.4%	96.4%	96.4%	96.4%

Source	Screen % Effective Score <sup>3</sup>	Screen % Effective Score vs Attribute <sup>4</sup>
	Total Inspected	100
# in Agreement	100	100
95% UCL	100.0%	100.0%
<b>Calculated Score</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>
95% LCL	96.4%	96.4%

Figura 67. Reporte R&R parte 1 (después de mejoras)

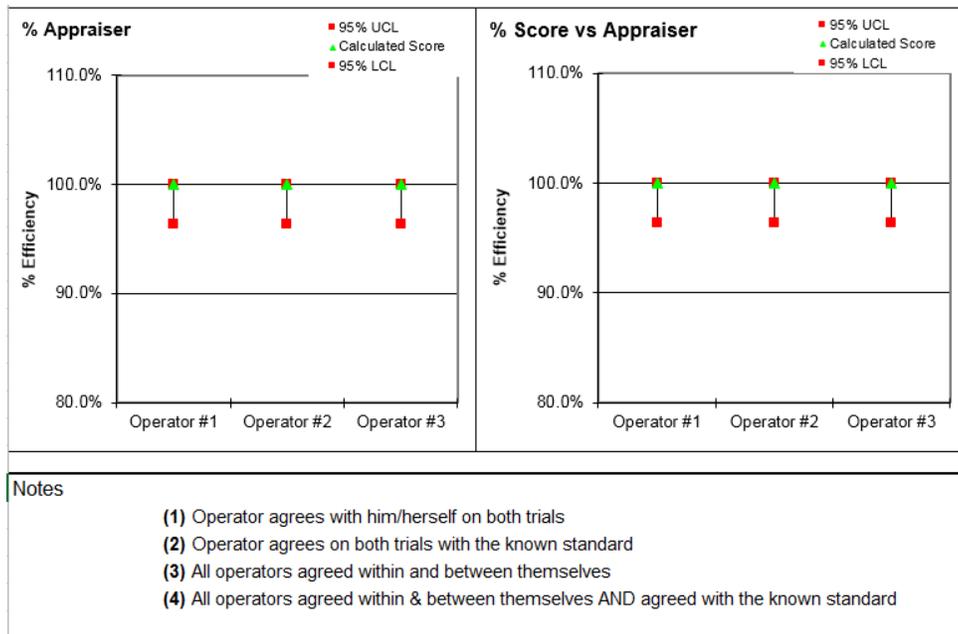


Figura 66. Reporte R&R parte 2 (después de mejoras)

Como se puede observar en las figuras 67 y 68 los resultados de este análisis fueron 100% satisfactorios encontrando que:

- El operador concuerda consigo mismo en ambos intentos.
- El operador concuerda en ambos intentos con el estatus conocido de las unidades.
- Todos los operadores concuerdan con ellos mismos y entre ellos.
- Todos los operadores concuerdan con ellos mismo, entre ellos y con el estatus conocido de las unidades.

Por lo que después de la intervención se confirma que las mejoras implementadas en la fixtura mejoraron la confiabilidad de las mediciones realizadas comprobado tanto en el estudio R&R como en la reducción de las fallas en el equipo.

#### **6.4 CONCLUSIONES DE PROPUESTAS DE MEJORA E IMPLEMENTACIÓN.**

El desarrollo de esta etapa fue sin duda la parte más complicada y retardadora del proyecto de intervención ya que después de obtener el plan de acción al final de la etapa de análisis se tuvieron que organizar las actividades y recursos tanto materiales como profesionales para llevar a cabo las tareas programadas de manera que se realizaran las actividades fáciles, rápidas y menos costosas primeramente y posteriormente las más complejas. Esto para una planta de manufactura es todo un reto ya que se debe buscar la mejora continua y a su vez no afectar la salida de la producción y de igual manera se debe asegurar que se entregan productos de calidad. Con el soporte de un equipo multidisciplinario y el compromiso de todos los integrantes se lograron los planes piloto de implementación, la implementación en tiempo y forma de las acciones requeridas e incluso se logró evitar la barrera de la inversión para la actualización de software para evitar la interfaz de comunicación por medio del desarrollo de una aplicación que realizara las funciones requeridas para la necesidad específica de Continental; esta acción fue de las más significativas para incrementar el rendimiento, disminuir el re-trabajo y disminuir las pérdidas de piezas no producidas por tiempo caído en el equipo. Finalmente se comprobó que después de las mejoras el sistema de medición ahora es confiable tanto en repetitividad como en reproducibilidad, comprobado en el estudio R&R.

## **CAPITULO VII**

### **CONTROL**

## 7. CONTROL

Con la finalidad de mantener la tendencia de los métricos y seguir avanzando en la mejora continua día a día en la línea se estandarizaron acciones para cada una de las acciones de implementación descritas en el capítulo 6.

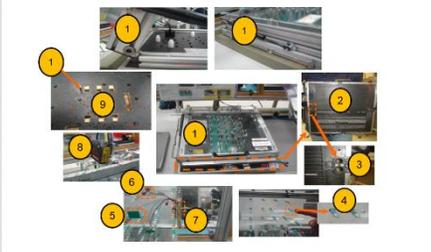
### 7.1 Falta de mantenimiento

- Se agrega a la documentación de entrega de Fixturas el tipo de agujas y bases recomendado por el fabricante para cada tipo de circuito junto con un diagrama que establece cuales son las áreas que pertenecen a cada tipo de aguja.

Customer: CONTINENTAL		CC#: 75500	Tooling: .153					
Part Number: FORD_D544_HUD_DLP2		Date: Apr. 22, 2016						
PROBE / RECEPTACLE	S.H.	QTY	PROBE / RECEPTACLE	S.H.	QTY	PROBE / RECEPTACLE	S.H.	QTY
105-PRP2503L-S/SDN254W	230	56	100-PRP258RH-S/SDN254W	230	103	100-PRP258RX-S/SDN254W	340	427
075-PRP258RH-S/SDN254W	230	85	075-PRP258RX-S/SDN254W	340	213	TOP PROBES		
SD4000	000	96						

Figura 68. Ejemplo de nueva tabla de cantidad de agujas y medida especificada por el proveedor.

- Se agrega al mantenimiento EC (mensual) la actividad de pulir platos de test jet.



No.	Bandera	Función
1	Pinos	Inspección de los contactos de las placas de prueba
2	Placa de prueba	Inspección de los contactos de las placas de prueba
3	Limpiador	Inspección de los contactos de las placas de prueba
4	Push Test	Inspección de los contactos de las placas de prueba
5	Test Jet	Inspección de los contactos de las placas de prueba
6	Seguros	Inspección de los contactos de las placas de prueba
7	Uso de herramientas	Inspección de los contactos de las placas de prueba
8	Etiquetas	Inspección de los contactos de las placas de prueba
9	Placa de prueba	Inspección de los contactos de las placas de prueba
10	Base de prueba	Inspección de los contactos de las placas de prueba
11	Inspección	Inspección de los contactos de las placas de prueba
12	Placa de prueba	Inspección de los contactos de las placas de prueba

TPQ	Proyecto:	Autor:	Risera Gázmán
ID Equipo:	Responsable:	Producción Técnica de TR	

TPQ	Período 1 Fecha:	Período 2 Fecha:	Período 3 Fecha:	Período 4 Fecha:	Período 5 Fecha:	Período 6 Fecha:	Período 7 Fecha:	Período 8 Fecha:	Período 9 Fecha:	Período 10 Fecha:	Período 11 Fecha:	Período 12 Fecha:	Período 13 Fecha:
1.1													
1.2													
1.3													
2.1													
2.2													
2.3													
2.4													
2.5													
2.6													
2.7													
2.8													
2.9													
2.10													
2.11													
2.12													
2.13													

Figura 69. Check List de mantenimiento EC

- Se monitorean las activaciones de cada fixtura por medio de SAP, ahí se lleva la cuenta de la cantidad de activaciones totales con la finalidad de monitorear el tiempo de vida útil de componentes como los amplificadores de test jet y determinar mantenimientos mayores para conservar la utilidad y funcionalidad de las Fixturas.

## 7.2 Limites no apropiados

- Se agrega al check list de auditorías de productos en introducción (NPL, *New Product Launch*) la revisión del documento PTS vs Test Plan en el Gate 70

NPL AUDIT																		
		<table border="1"> <tr><th>Project</th><th>Name</th></tr> <tr><td>LPL</td><td></td></tr> <tr><td>Q</td><td></td></tr> <tr><td>IPD</td><td></td></tr> <tr><td>MP</td><td></td></tr> <tr><td>LO</td><td></td></tr> </table>		Project	Name	LPL		Q		IPD		MP		LO				
Project	Name																	
LPL																		
Q																		
IPD																		
MP																		
LO																		
		Regla Quality Hurdle Deliverable according CA 0500185 A02 Regla Quality Hurdle y Puntos Críticos (*) que no se cumplan se iniciará con el proceso de escalación descrito en el CAP0607574 Link a Sharepoint NPL <a href="https://cws3.comi.doborten#1003477/default.aspx">https://cws3.comi.doborten#1003477/default.aspx</a>																
Aplica?	Gate																	
Y	<b>G70</b>		Evaluación Total	0%														
Aplicable a:		Evaluación	Tema	Reglas	Notas	Comentarios												
Q	IPD	MP	LPL															
	X			0%.- Incompleto 100%.- Completo 200%.- Completo con acciones para pruebas cubiertas y matriz de cobertura PTS vs Test Plan	Si el TCA no es 100% tener Action Plan													

Figura 70. Check List de Auditoria de Productos en Lanzamiento

Este es un documento oficial que se puede encontrar entre los métodos y procedimientos bajo un numero de procedimiento especifico.

## 7.3 Fallas de guion

- El curso de MES\_SMD se agregó al listado de cursos oficiales impartidos por RH.

The screenshot shows the SCD 3.1 interface with a calendar view for November 2017 and December 2017. A callout box on the right provides details for a specific event:

<b>INTGDLPTCTD-06</b>
Evento: BEST PRACTICES FOR REQUIREMENTS MANAGEMENT AND TRACEABILITY_SMD
Instructor:
Disponibles: 28

The main calendar shows events for various dates, including:

- Noviembre 1: INTGDLPTCTD-06 (Disponibles: 28)
- Noviembre 2: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 3: EXTGOL.PMSCH903 (Evento: TEAM BUILDING, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 4: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 5: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 6: EXTGOL.PMSCH903 (Evento: SESION 2: PRIMEACONTRAL PLAN, Instructor: Disponibles: 25)
- Noviembre 7: EXTGOL.PMSCH903 (Evento: SESION 2: PRIMEACONTRAL PLAN, Instructor: Disponibles: 25)
- Noviembre 8: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 9: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 10: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 11: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 12: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 13: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 14: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 15: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 16: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 17: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 18: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 19: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 20: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 21: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 22: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 23: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 24: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 25: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 26: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 27: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 28: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 29: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Noviembre 30: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 1: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 2: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 3: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 4: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 5: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 6: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 7: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 8: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 9: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 10: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 11: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 12: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 13: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 14: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 15: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 16: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 17: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 18: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 19: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 20: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 21: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 22: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 23: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 24: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 25: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 26: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 27: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 28: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 29: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 30: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Diciembre 31: EXTGOL.PMSCH9041 (Evento: SHC/T UP, Instructor: Disponibles: 1)
- Enero 2018: (Calendar view for January 2018)

Figura 71. Herramienta de capacitación de Recursos Humanos en Continental

- El curso de MES\_SMD se agregó a las competencias de los operadores del área de SMD y PCBs de manera que deben de obtener certificación para poder operar en estos procesos.

#### 7.4 TPM en ICT

La metodología TPM (por sus siglas en inglés de *Total Productive Management*), forma parte de la estrategia de Continental para la mejora continua, por definición, TPM se orienta a maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficiencia global) estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo, involucrando todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción, mantenimiento, etc.), con la participación de todos los empleados desde la alta dirección hasta los operarios, para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión de la motivación, o actividades de pequeños grupos voluntarios. (Laverde, 2007). Se basa en 8 pilares de operaciones industriales.

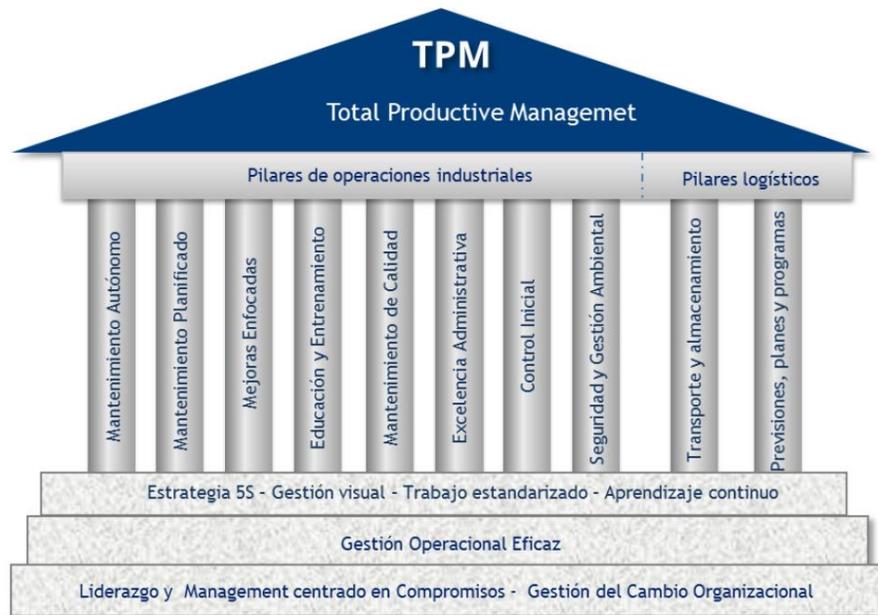


Figura 72. Pilares de TPM

Como parte de la estrategia de TPM en Continental se cuenta con:

- Mantenimiento tipo AB: en donde el operador es capaz de realizar ciertas actividades para asegurar la calidad de su estación de trabajo.

- Mantenimientos preventivos EC: en donde los técnicos de pruebas realizan cambio de componentes, revisión mecánica de las Fixturas, lubricación de partes móviles, entre otras actividades que mejoran la vida útil de las mismas.
- Operadores deben certificarse en el funcionamiento de los equipos teniendo que renovar las certificaciones anualmente.
- Se lleva el grafico de control de desempeño de la estación.
- En caso de detectar anomalías en el proceso se aplican metodologías de solución de problemas tales como JIDOKA y KATA para eliminar fallas.

### 7.5 OCAP

OCAP por sus siglas en ingles *Out of Control Action Plan* es una estrategia a seguir cuando se detecta que el proceso está fuera de control. En la estación de ICT combinamos la metodología de JIDOKA con el Plan de Acción y por medio de reglas específicas para detectar que el proceso está fuera de control automáticamente, el equipo se bloquea y el operador tiene que seguir ciertos pasos y documentar las acciones realizadas, así mismo es necesaria la participación de técnicos de mantenimiento, calidad y supervisor para encontrar la causa raíz del problema y solucionarlo lo antes posible.

Matriz Criterios Paro de Línea/Procesos de Manufactura							
JIDOKA		División	ID	Proyecto: Nissan JK		Revisión (Fecha): 08-03-2017	
Proceso	Criterio a controlar	Límite Máximo	Unidad de	Indicador	Frecuencia	Responsable	Plan de re-acción
ICT	Cualquier falla marcada por el testplan	3	Unidades	Paro Automatico	1 hora	<p>Operador</p> <p>Técnico de Mantenimiento</p> <p>Técnico de Calidad</p> <p>Supervisor</p>	<p>A) Detener el proceso</p> <p>B) Documentar la primera parte del formato Jidoka (fecha, Hora, descripción del problema, Proyecto, subensamblable y modo de falla)</p> <p>C) Validar puntos a controlar por fallas de operacion</p> <p>D) En caso de encontrar la causa raíz , corregir el problema, documenta el formato Jidoka y llama al técnico de calidad para realizar el desbloqueo del equipo.</p> <p>E) En caso de no encontrar la causa raíz, meter muestra de oro y dar aviso a tecnico de calidad y mantenimiento de equipos para el analisis e implementacion de acciones correctivas, levantar folio de paro de línea, dar aviso al supervisor de línea.</p> <p>A) Analiza la causa raíz de la falla</p> <p>B) Implementación de las acciones correctivas correspondientes, si aplica.</p> <p>C) Llenado del formato Jidoka ( Causa raíz "3W", Acciones correctivas y responsable).</p> <p>D ) Firmar en la ultima parte la validacion de la accion</p> <p>A) Verificación del correcto llenado del formato Jidoka</p> <p>B) Apoyar en la segregación del material cuando la Causa raíz de la falla sea de proveedor</p> <p>C) Desbloqueo de paro automático una vez que se implementen las acciones correctivas y se llene el formato de Jidoka.</p> <p>D) Verificar la efectividad de las acciones correctivas implementadas</p> <p>E ) Firmar en la ultima parte la validacion de la accion</p> <p>A) Validación del correcto llenado del formato Jidoka</p> <p>B) Aplicación del Path de escalacion documentado en el formato CAP0607600-F03</p> <p>C ) Firmar en la ultima parte la validacion de la accion</p>

Figura 73. Plan de Acción para proceso fuera de control

## 7.6 Lecciones Aprendidas

Dentro de la empresa se cuenta con una base de datos de lecciones aprendidas en donde se documentaron 2 de las soluciones aplicadas en este TOG ya que se encontró que aplican para otros proyectos de la planta. Estas fueron:

- La validación de la relación del sistema de flujo y trazabilidad desde el primer proceso hasta el último.
- La validación del PTS vs Test Plan.

Read Across		Read Across implemented (IMPL.)				Dept. Owner
Total Compliance		Read Across applies and hasn't been implemented (APL.)				
88%		Read Across on practicability analysis (ANA.)				
		Read Across doesn't apply (N/A)				
Title	Problem	ID en LL Tool	Lesson	Product SAFETY ? YES / NO	Link to ppt	
Low Battery Voltage lack of coverage in ICT, for a poor validation of "testplan" during product launch	0km failure was reported in the project of with fault code "Low Battery Voltage"		-Validation of the electronic BOM against the Product Test Specification (PTS) in order to identify the components without full coverage through the Continental processes. (Done for Chrysler programs) - Identification of the new possible tests to increase the coverage in test equipment from ICT to the test equipment at the final assembly lines. (In progress). - Perform a validation of the MTS VS "testplan" whenever there is a change, not just during the introduction of the project. Modified the procedure CAP0311090-01. - Generate a document where the signatures of Product engineer and quality engineer is placed, ensuring that an audit "testplan" Vs "PTS" every time a change is made. CAP0311090-F04-01		<a href="#">ppt</a>	Product Eng.
Traceability System since first proces to packaging process	0Km failure at Nissan due to not functional circuit which has been failed at AOI but continue it's process to ICT.	3827	To implement A-MES at ICT to validate traceability from lasser printing to packing	No	<a href="#">ppt</a>	Product Eng.

Figura 74. Matriz de Lecciones Aprendidas para Continental Periférico

## 7.7 Acciones implementadas

A las acciones planeadas en el capítulo cinco se les dio seguimiento de implementación y de acuerdo a las necesidades surgieron diferentes actividades, como el cambio en la implementación de DLLs por el desarrollo de la aplicación de A-MES y la documentación de las actividades de control. En la tabla 10 se muestra el seguimiento de las acciones realizadas a lo largo de la intervención.

Acción	Status	Responsable	Fecha
Pulido de los platos de todos los circuitos de TJ presentes en la fixtura 1	Cerrada	Orlando Ramos	03/04/2017
Cambiar bases y agujas de los circuitos de TJ de la fixtura 1	Cerrada	Orlando Ramos	17/04/17
Cambiar amplificadores operacionales de los circuitos de TJ	Cerrada	Orlando Ramos	08/05/17
Clasificar los modos de falla de los mensajes no definidos en el test plan	Cerrada	Omar Gómez	22/05/17
Actualización de nuevas DLL para implementación de sistema de trazabilidad sin comcell.	Cancelada	Omar Gómez / Alejandro Andrade	31/07/17
Desarrollo de ejecutable A-MES	Cerrada	Alejandro Andrade	05/06/17
Implementación de A-MES en ICT de Nissan	Cerrada	Omar Gómez / Alejandro Andrade	19/06/17
Modificación de Instructivo de etiquetado	Cerrada	German Gutiérrez	14/06/2017
Desarrollo de material didáctico para capacitación de MES para personal de SMT, dar de alta el curso ante RH oficialmente	Cerrada	Gloria Valdovinos / Salvador Moreno	26/06/2017
Primer capacitación oficial a personal de SMT y coaching a entradores de RH para impartir dicha capacitación	Cerrada	Gloria Valdovinos	5 y 6/ 07 /2017
Agregar al mantenimiento mensual la actividad de pulir los paltos del test jet al mantenimiento tipo EC	Cerrada	Omar Gómez / Orlando Ramos	10/07/2017
Agregar al documento de entrega de Fixturas el tipo de agujas y bases recomendadas así como diagrama con áreas de las diferentes agujas	Cerrada	Jesús Salas	10/07/2017
Agregar el monitoreo de activaciones de las Fixturas a SAP para programar los cambios de amplificadores, agujas y bases	Cerrada	Orlando Ramos	17/07/2017
Agregar al <u>check list</u> de auditorias internas de productos en lanzamiento la matriz de PTS vs <u>Testplan</u>	Cerrada	Cinthia Vázquez	17/07/2017
Agregar a matriz de lecciones aprendidas de la planta las acciones del PTS vs <u>Testplan</u> y la implementación del A-MES	Cerrada	Jesús Salas	24/07/2017

Tabla 10. Acciones Implementadas para la mejora del FPY en ICT de Nissan

### 7.8 Acciones abiertas

Los controles visuales son muy útiles para mantener el desempeño de los equipos, en Continental se desarrollaron pizarrones virtuales de manera que cada línea pueda ser monitoreada con solo entrar a la ruta del mismo. Actualmente se cuenta con la estructura de los pizarrones para ICTs aunque aún no se ha definido como se dará seguimiento al cumplimiento y desempeño de los equipos ya que la mayoría de estos son compartidos entre varios productos.

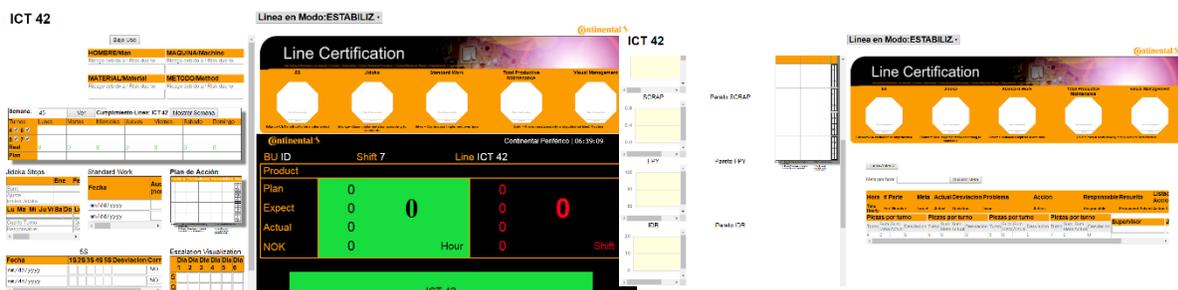


Figura 75. Pizarrón Virtual para ICT

Como acción abierta para un mejor control del métrico y las mejoras logradas para este proyecto queda la implementación completa de este pizarrón.

Acciones abiertas					
¿Qué?	¿Cómo?	¿Quién?	¿Cuándo?		Entregables
Acción a tomar	Pasos	Responsable	Inicio	Fin	
Implementación de Andon Board en ICTs	1. Definir Plan de monitoreo ya que los equipos son de productos compartidos	Víctor Moran Cosme Rabago	Octubre 2017	Diciembre 2017	Andon Board Funcionando para ICTs

Tabla 11. Acciones Abiertas

### 7.9 AMEF después de las mejoras

Para complementar la documentación de la mejora después de las mejoras realizadas se complementó el AMEF de proceso de ICT para el proyecto de Nissan así como el nuevo cálculo del NPR.

Process / Product Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)															
Process or Product Name: Nissan X42 JKL ICT		Prepared by: Jesus Salas			Page: 1 of 1										
Responsible: Jesus Salas		FMEA Date (Orig): 15/01/2017			20/10/2017										
Process Function	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S E V	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O C C	Current Process Controls	D E T	R P N	Recommended Action(s)	Responsibility and Completion Date	Action Results				
											Actions Taken	S E V	O C C	D E T	R P N
The highest value process steps from the C&E matrix.	In what ways might the process potentially fail to meet the process requirements and/or design intent?	What is the effect of each failure mode on the outputs and/or customer requirements? The customer could be the next operation, subsequent operations, another division or the end user.	How severe is the effect to the customer?	How can the failure occur? Describe in terms of something that can be corrected or controlled. Be specific. Try identify the causes that directly impacts the failure mode, i.e., root causes.	How often does the failure occur?	What are the existing controls and procedures (inspection and test) that either prevent failure from occurring or detect the failure should it occur? Should include an SOP number.	How well can you detect when a part fails?	SEV x OCC x DET	What are the actions for reducing the occurrence, or improving detection, or for identifying the root cause if it is unknown? Should have actions only on high RPN's or easy fixes.	Who is responsible for the recommended action?	List the completed actions that are included in the recalculated RPN. Include the implementation date for any changes.	What is the next severity?	What is the next process capability?	Are the detection limits improved?	Recalculate RPN after actions are complete.
Condiciones de PCB despues del proceso	PCB con daño mecanico	Falla electrica en producto	7	Operador Colocar PCB en posicion incorrecta	3	Diseño de la futura	1	21	La prueba no comenzara si el escaner no es capaz de leer el data matrix de la PCB o si la informacion no coincide con lo esperado segun el sistema	Omar Gomez	Pokayoke Validado	7	3	1	21
				Operador PCB no sentada correctamente en el nido de PCBs	4	Instructivo de trabajo Diseño de la futura	2	56	Guiar en la futura para la completa insercion del PCB en el nido	Omar Gomez	Colocar las guias en la futura para la correcta insercion de la PCB	7	4	1	28
				Maquina Futura montada con orientacion invertida	1	Procedimiento de cambio de producto Pokayoke mecanico, la futura no se puede montar con orientacion incorrecta	1	7	La prueba no comenzara si el escaner no es capaz de leer el data matrix de la PCB o si la informacion no coincide con lo esperado segun el sistema	Omar Gomez	Pokayoke Validado	7	1	1	7
Informacion de produccion de acuerdo a trazabilidad e identificacion en instructivos y especificacion del producto	Trazabilidad del producto o identificacion faltante, falla en algun proceso que no se detecte en los siguientes	Fallas funcionales en estaciones posteriores o con cliente	7	Operador Que no se escanee unidad	3	El escaneo de las unidades es el primer paso de la prueba si no se recibe esta informacion la prueba no continua	1	21	La prueba no comenzara si el escaner no es capaz de leer el data matrix de la PCB o si la informacion no coincide con lo esperado segun el sistema	Omar Gomez	Pokayoke Validado	7	3	1	21
				Metodo Que el sistema no detecte falta de un proceso o falla en alguno	3	El sistema de trazabilidad revisa que la unidad haya pasado el proceso anterior en 2 partes, flujo de SMT y flujo de PCBs en adelante	5	105	unificar el sistema de trazabilidad para que no hay posibilidad de enviar unidades con falla o sin algun proceso de SMT a ICT	Gloria Valdovinos	Implementacion de aplicacion de A-MES para unificacion de trazabilidad desde el primer proceso hasta el empaque de la unidad terminada	7	3	1	21
Unidad sin defectos de	retrabajo o scrap en		4	Operador PCB no sentada correctamente en el nido de PCBs	4	Diseño de la futura instructivo	2	32	Guias en la futura para la completa insercion del PCB en el nido	Omar Gomez	Colocar las guias en la futura para la correcta insercion de la PCB	4	4	1	16
				Maquina Futura sucia (con particulas de carton, polvo, o algun otro)	5	mantenimiento preventivo AB	3	60	Implementar rutina de limpieza en futura de acuerdo a estrategia de mantenimiento	Omar Gomez	que la futura se bloquee 2 veces al dia para recibir mantenimiento	4	3	1	12

Figura 76.AMEF de ICT de Nissan después de las mejoras

Con la implementación de las acciones recomendadas se redujo el número de NPR por debajo del umbral seleccionado que fue de 50.

#### **7.10 Conclusiones de control**

En esta etapa se establecieron medidas de control para asegurar que las soluciones aplicadas a los problemas encontrados sean revisadas sistemáticamente, la estandarización de documentos de mantenimiento y check list de auditorías se hará cargo de la prevención de fallas de contacto y de límites en el equipo lo que permitirá mantener bajo el número de re-proceso de unidades por fallas aparentes; con la capacitación a operadores y demás personal que labora en el área de SMT y PCBs se mantendrá funcionando el sistema de trazabilidad y flujo de manera correcta y con la implementación de la aplicación que unifica todos los procesos se podrá asegurar que el producto paso correctamente por cada uno de ellos. Enriquecer la metodología de TPM es una actividad fundamental para las operaciones industriales con base en los pilares y la aplicación de la misma se pueden llegar a tener procesos funcionales con pocas perdidas e incluso identificar oportunamente las oportunidades de mejora para continuar con la mejora día a día.

**CAPÍTULO 8**  
**CONCLUSIONES TOG**

## 8. CONCLUSIONES TOG.

### 8.1 Verificación de la solución Final

Para confirmar que las mejoras aplicadas en este proceso cumplieron con lo esperado en el trabajo de intervención se validaron los resultados alcanzados para los métricos secundarios.

#### 8.1.1 Reducción en re-trabajo en ICT de Nissan.

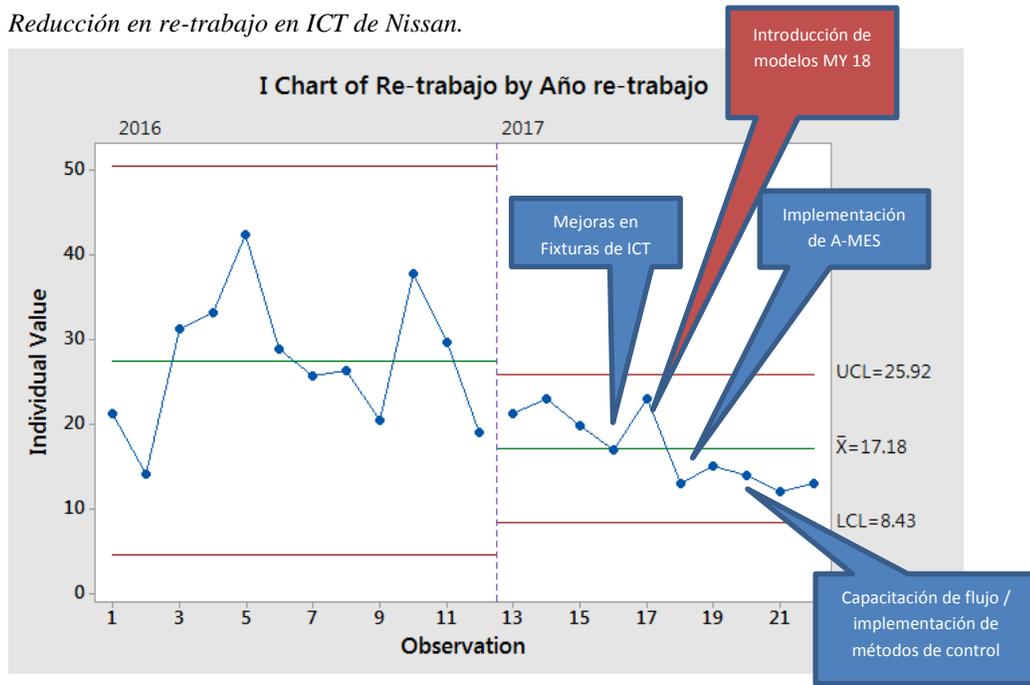


Figura 77.Mejora de Re-trabajo para ICT Nissan

Como se puede observar en la gráfica durante 2017 gracias a la implementación del sistema de trazabilidad se pudo evitar tiempo de re-trabajo de las unidades ya que el problema de flujo fue el mayor contribuidor en 2016 para re-procesar unidades. En segundo lugar la implementación de las mejoras en las Fixturas de ICT del proyecto ayudo a reducir el número de unidades falsos rechazos que fue en 2016 la segunda causa por la cual se re-procesaban unidades.

8.1.2 Reducción de pérdidas de venta por tiempo caído en ICT

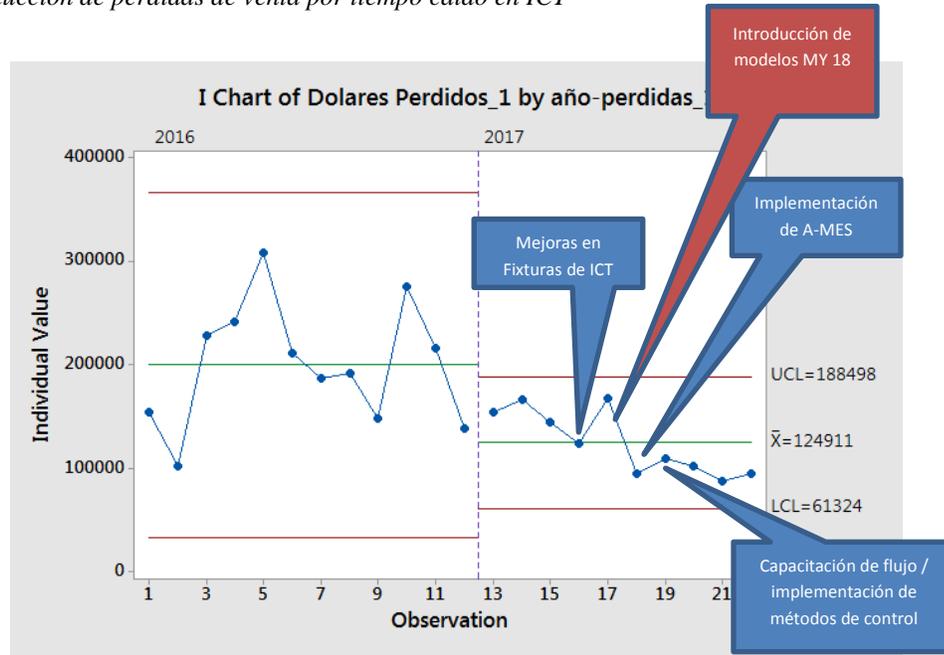


Figura 78.Reducción de pérdidas de venta por tiempo caído en ICT

Ya que al reducir la cantidad de unidades que se re-procesan en el equipo se calcula el número de unidades que se dejaron de producir para calcular la pérdida en dinero la disminución de la pérdida es directamente proporcional a la disminución del re-trabajo; en este caso podemos ver que el comportamiento de ambas graficas es el mismo y que los resultados fueron favorables después de las mejoras realizadas.

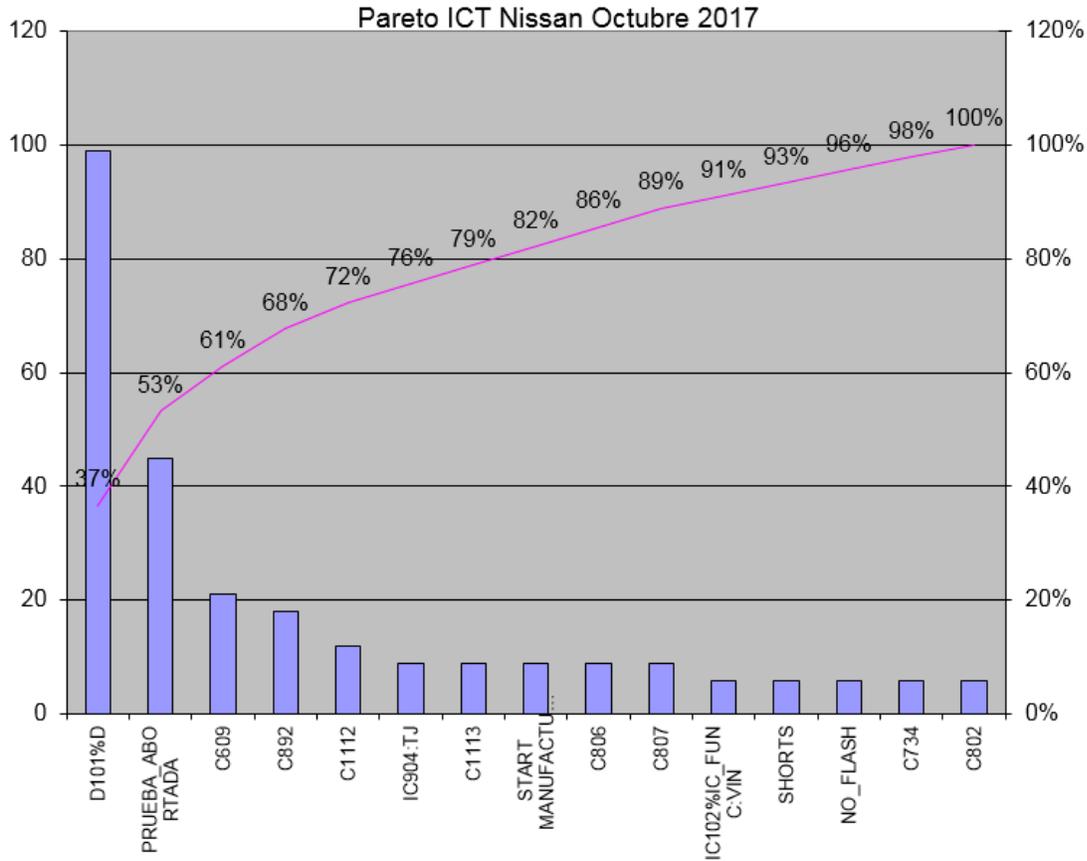
En resumen se presenta en la Tabla 7, las mejoras obtenidas gracias al trabajo de intervención.

Métrico	Baseline	Meta	Actual (Octubre 2017)	% de Mejora
FPY ICT Nissan (Aumento)	97.84%	98.14%	98.77%	0.93%
Re-trabajo en ICT (Reducción)	25.9 hrs / mes	18.08 hrs / mes	13.07 hrs /mes	50.46%
Perdidas por tiempo caído (Reducción)	USD 156,954.00 / mes	USD109,564.00 / mes	USD 95,045.00 / mes	60.55%

Tabla 12. Mejoras obtenidas durante el trabajo de intervención para ICT Nissan

8.1.3 *Histograma de fallas en ICT para el proyecto de Nissan después de la intervención.*

Finalmente se presenta el histograma de las fallas en el ICT de Nissan presentadas durante el mes de octubre 2017.



**Figura 79. Pareto de Fallas en ICT después de la intervención**

Se puede observar que durante el último mes no se han presentado las fallas que fueron atacadas durante la intervención, las soluciones a los problemas de fallas del sistema de CAMLine y fallas de comunicación fueron eliminadas por completo gracias a la implementación de A- MES en este proyecto. Así mismo la clasificación de las fallas correctamente en el test plan elimino por completo las fallas de guiones en este proceso y las fallas como SHORTS y TJ de diferentes componentes se redujeron considerablemente ya que se atacaron las fallas aparentes.

## 8.2 Recomendaciones

Aunque después de aplicar las soluciones a los problemas principales en la estación de ICT para el proyecto de Nissan se lograron los objetivos planteados se recomienda seguir con la aplicación de las metodologías de JIDOKA y KATA para solución de problemas y continuar enriqueciendo la metodología TPM de acuerdo a las situaciones que se vayan presentando en la línea. Se recomienda el seguimiento diario del métrico utilizando el círculo de Deming creado para el seguimiento de este proyecto presentando nuevamente en la figura 81.

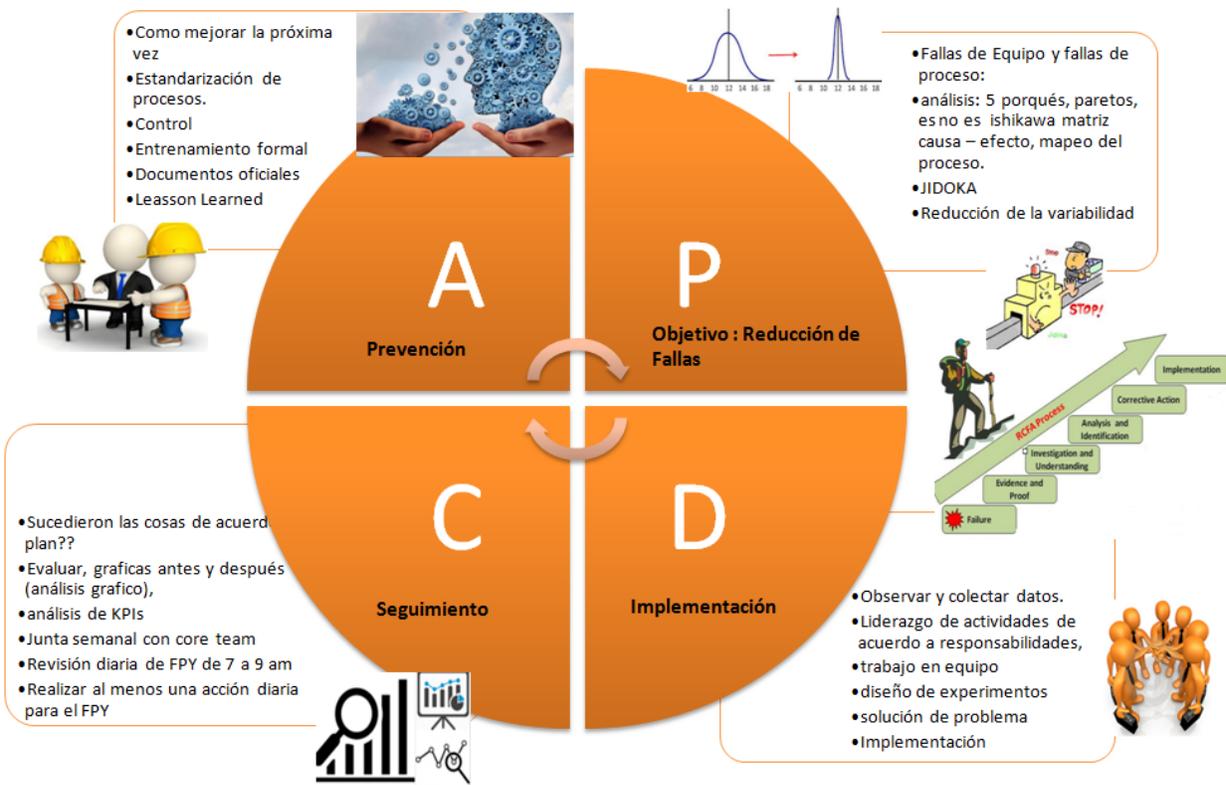


Figura 81.Círculo de Deming para seguimiento de FPY

Como siguientes pasos, en benéfico de la empresa, se recomienda implementar la aplicación A-MES en el resto de los proyectos ya que esta cumple con los requerimientos de la misma y es una solución que aplica tanto en las introducciones como en los proyectos en serie que migren al nuevo sistema de trazabilidad. La eficiencia para evitar fallas de comunicación, flujo y trazabilidad ha sido confirmada durante el desarrollo de este TOG.

## GLOSARIO.

### 1. ACCIÓN CORRECTIVA

Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable. Se emprende para prevenir que algo vuelva a producirse.

### 2. ACCIÓN PREVENTIVA

Acción tomada para eliminar una no conformidad potencial u otra situación potencialmente indeseable.

### 3. CORRECCIÓN

Acción tomada para eliminar una no conformidad detectada. Está dirigida a los resultados negativos obtenidos en la etapa de HACER de la Ruta de CTC, siendo objetivo actuar, de modo inmediato, en contra de ellos y eliminarlos.

### 4. NO CONFORMIDAD

Incumplimiento de un requisito

### 5. CAUSA RAIZ

Es el factor o factores causales básicos que si se corrigen o se eliminan impedirán la recurrencia del problema. La raíz principal será la que cree la diferencia entre el comportamiento real y el esperado de un proceso

### 6. CAUSA ASIGNABLE

En un proceso no son aleatorias. Tienen alguna fuente que puede ser determinada o eliminada. Esta fuente de variación con frecuencia se denomina “Causas especiales”

### 7. CAUSAS COMUNES

Fuentes inherentes de variación que afectan todos los valores individuales del producto del proceso que está siendo estudiado. En el análisis del diagrama de control aparecen como parte de la variación aleatoria del proceso.

### 8. CAUSA ESPECIAL

Una fuente de variación que es intermitente, impredecible, inestable; algunas veces denominada causa asignable. Se señala con un punto más allá de los límites de control o por otros patrones no aleatorios de puntos dentro de los límites de control

### 9. CICLO DE DEMING

Método que apoya a la administración en la búsqueda de la mejora continua. Contiene una serie de cuatro etapas: diseño; producción; ventas e investigación de mercado y servicio.

#### 10. CICLO DE MIYAUCHI

Versión moderna del Ciclo de Deming desarrollada por el Dr. Ichiro Miyauchi, con enfoque en la resolución de problemas y el mejoramiento de la calidad

#### 11. CICLO DE MANTENIMIENTO

Parte del Ciclo de Miyauchi, en el cual se mantiene al sistema operando bajo ciertos estándares, normas o procedimientos estándar de operación.

#### 12. CICLO DE MEJORAMIENTO

Parte del Ciclo de Miyauchi, cuyo objetivo es permitir pasar a nuevos y más altos estándares del sistema

#### 13. CICLO PDCA (PHVA)

Variante del Ciclo de Deming aplicado a las actividades y operaciones diarias en el entorno de trabajo. Significa Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

#### 14. CICLO SDHA (SHVA)

Variante del ciclo PHVA, bajo el cual se decide permanecer un determinado periodo de tiempo bajo los estándares generados en el Ciclo de Mantenimiento. “S” significa el estándar que se sigue.

#### 15. CONTRAMEDIDAS

Acciones particulares que se realizan sobre el sistema, para minimizar e eliminar las causas principales de un problema.

#### 16. CAPACIDAD DE UN PROCESO.

La habilidad de una característica de cumplir con las especificaciones. La capacidad no se puede determinar para procesos que no están bajo control estadístico.

#### 17. CONTROL DE PROCESOS

Mantenimiento del rendimiento de un proceso en un nivel de capacidad.

#### 18. CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO

Un proceso que proporciona mejoramiento continuo por medio de la participación total de la organización y las técnicas estadísticas comprobadas.

#### 19. CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD.

El proceso de mantener un nivel aceptable de la calidad del producto mediante métodos estadísticos.

## 20. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD.

Un aspecto particular de un producto el cual se relaciona con su habilidad de realizar la función al cual fue destinado.

## 21. DISPERSIÓN

Grado en el cual los valores en una distribución difieren uno del otro.

## 22. ESTABILIDAD

La ausencia de causas especiales de variación; la propiedad de estar bajo control estadístico.

## 23 PROBLEMA

Es el comportamiento no deseado de un proceso

## 24 PROBLEMA DE ELIMINACIÓN

Son aquellos donde la situación ideal es la reducción a cero

## 25 PROBLEMA DE INCREMENTO

Son aquellos donde todo aumento en un nivel es deseable

## 26 PROBLEMA DE REDUCCIÓN

Son aquellos donde toda reducción es deseable, pero hay un mínimo nivel necesario.

## 27 VARIABLE

Cantidad que está sujeta a cambio o variabilidad

## 28 VARIACIÓN

Las diferencias inevitables entre los resultados individuales en un proceso; las fuentes de variación se pueden agrupar en dos clases principales: las causas especiales y las causas comunes.

La estratificación es una técnica utilizada en combinación con otras herramientas de análisis de datos. Cuando los datos, de una variedad de fuentes o categorías, han sido agrupados su significado puede ser imposible de interpretar.

Esta técnica separa los datos para que los patrones de distribución de dos o más grupos se puedan distinguir.

A cada grupo se le denomina estrato. El objetivo es aislar la causa de un problema, identificando el grado de influencia de ciertos factores en el resultado de un proceso.

## ANEXO I. FUNCIONAMIENTO DE UN ICT.

### **Bloques funcionales que integran el Equipo de prueba ICT**

A grandes rasgos, un equipo de prueba ICT (Agilent 3070) se compone de los siguientes bloques funcionales:

1. **Computadora industrial:** También conocida como controlador del sistema, su función es controlar el proceso de prueba ICT dirigiendo órdenes a todo el equipo; permite al usuario interactuar con el equipo durante el proceso de prueba a través de los dispositivos periféricos con los que cuenta (monitor, “mouse”, etc.); contiene los programas de prueba ejecutados durante el proceso de prueba; recibe y evalúa la información de las mediciones efectuadas.
2. **“Hub”:** Es un dispositivo de conexión de red que recibe y distribuye información a la red externa de la empresa.
3. **Tarjeta madre:** El equipo de prueba ICT (Agilent 3070) cuenta con cuatro gabinetes llamados módulos de prueba, cada uno de los cuales tiene en su interior un conjunto de “slots” o ranuras en donde se alojan las tarjetas de pines, la tarjeta de control y la tarjeta de medición. Estas tarjetas son insertadas a su vez en una tarjeta madre (“backplane”), la cual proporciona las rutas (o líneas) de conexión para comunicar entre sí a las tarjetas del módulo.
4. **Tarjeta de medición (o Tarjeta ASRU):** Esta tarjeta contiene recursos análogos de medición que trabajan en conjunto con las tarjetas de pines para la realización de las pruebas al DUT. Su función es realizar mediciones al DUT durante el proceso de prueba.
5. **Tarjetas de pines:** Estas tarjetas contienen numerosos pines y relevadores asociados, además de recursos digitales, los cuales multiplexan para conectarse al DUT durante el proceso de prueba, permitiendo así la realización de las pruebas al DUT.
6. **Tarjeta de control:** Esta tarjeta recibe los datos y programas de prueba que le envía la computadora (a través de la tarjeta del sistema) ; de esta manera, la tarjeta de Control se convierte en la encargada de dirigir las actividades de multiplexeo y medición de las tarjetas de pines y la tarjeta de medición que tiene asociadas.

7. **Tarjeta del sistema:** Es la intermediaria entre la computadora y la Cabeza de prueba. Recibe las órdenes de la computadora y las direcciona a la Cabeza de prueba para ser ejecutadas; así mismo, recibe información proveniente de la Cabeza de prueba y la envía a la computadora para ser procesada por ésta.
8. **Fixture:** Este mecanismo aloja al DUT (dispositivo bajo prueba) durante el proceso de prueba, y tiene como función principal ser la interfaz entre éste y el equipo de prueba. Contiene numerosos pines de interfaz que hacen contacto con los puntos de prueba del DUT para la realización de las mediciones correspondientes durante el proceso de prueba. El fixture es un mecanismo externo al equipo de prueba ICT, los hay de diferentes diseños y tamaños, ya que son “customizados” de acuerdo al modelo que se va a probar; esto significa que cuando las necesidades de prueba cambian, puede removerse el fixture actual y colocarse otro que satisfaga las necesidades del modelo a correr.
9. **Fuentes programables:** Su función es energizar al DUT (dispositivo bajo prueba) con voltajes de DC durante las pruebas que así lo requieran (pruebas “energizadas”).
10. **Punta de prueba (Guided probe):** Por medio de esta herramienta se puede verificar la continuidad que debe existir entre los pines de interfaz del fixture y los pines de las tarjetas de pines; puede además detectar cortos entre dos pines que no son comunes.
11. **PDU (Unidad de distribución de Poder):** Es la toma principal de energía de todo el equipo de prueba.
12. **MPU (Unidad de Poder del Módulo):** Alimenta con voltajes de DC a cada Módulo de Prueba.
13. **Puertos de Debug:** Estos puertos constan de tres conectores BNC ubicados a un costado de la Cabeza de prueba, y que pueden ser utilizados por el equipo de prueba para enviar señales a instrumentos externos (osciloscopios, analizadores lógicos, etc.) durante la depuración de pruebas digitales.

### **Secuencia de pruebas**

La secuencia de pruebas inicia detectando cortos y circuitos abiertos (de forma general a particular); después sigue la inspección de componentes analógicos (prueba desenergizada), circuitos integrados, y así sucesivamente. Por lo tanto, la secuencia de pruebas en ICT se divide en pruebas energizadas (*powered*) y pruebas desenergizadas (*unpowered*). Estos a su vez se subdividen siguiendo la misma lógica de prueba.

Las pruebas *unpowered* se subdividen en:

- Pre-shorts

- Cortos (shorts)
- Analog In-circuit
- TestJet
- Connect check

Las pruebas *powered* se subdividen en:

- Digital
- Analog functional
- Mixed test
- Boundary scan

### **Descripción de las pruebas**

A continuación se dará a conocer en qué consiste cada una de estas pruebas, y la forma en que se realizan.

#### **PRUEBAS “DESENERGIZADAS” (UNPOWERED):**

##### ➤ **Pre-shorts**

En esta prueba se verifican normalmente dispositivos ajustables ó configurables como jumpers, fusibles y potenciómetros, para detectar posibles cortos en estos dispositivos que pudieran provocar daños posteriores durante las pruebas subsecuentes.

#### **Ejemplos de pruebas Pre-shorts:**

##### **1.- Prueba de “Jumpers”**

Esta prueba examina la presencia o ausencia de un “jumper” midiendo su resistencia y comparando el resultado con el “umbral” (threshold) especificado. El jumper bajo prueba es conectado a la entrada del MOA (Amplificador Operacional de Medición) de la tarjeta ASRU.

**Un “jumper” es medido como una resistencia; el resultado de la medición es comparado contra un “threshold” o valor umbral, en lugar de compararse con límites de tolerancia. Si la resistencia medida es menor o igual que el “threshold” la prueba pasa; de lo contrario, la prueba falla.**

Los recursos necesarios para esta prueba son:

- Una fuente de voltaje DC puesta a 0.1 Volt

- Un voltímetro DC interno (detector)
- Una resistencia de referencia de 10 Ohms

## **2.- Prueba de Potenciómetros**

La prueba de potenciómetros mide resistencia entre 0.1 Ohms a 10 M. El potenciómetro bajo prueba se conecta a la entrada del MOA,

### **Los potenciómetros son medidos dos veces:**

**1.-** Primero, se ejecuta la prueba con la opción de ajuste, permitiéndole al usuario ajustar el contacto móvil del potenciómetro al centro. Esta medición checa la resistencia entre el contacto móvil y una pata del potenciómetro.

**2.-** Después, se ejecuta la prueba nuevamente, esta vez sin la opción de ajuste, y se mide la resistencia entre el contacto móvil y la otra pata del potenciómetro.

El resultado de cada medición es comparado contra la mitad del valor del potenciómetro. La segunda medición tiene tolerancias más amplias para adaptar cualquier inexactitud del ajuste.

Recursos necesarios para la prueba:

- Una fuente de voltaje DC puesta a 0.1 Volt
- Un voltímetro interno de DC (detector)
- Una resistencia de referencia de 10 K

### **➤ Cortos**

La prueba de cortos involucra pruebas para encontrar cortos y circuitos abiertos en las tablillas. En su búsqueda de “cortos” y “abiertos”, el equipo HP 3070 utilizará como criterio de prueba la resistencia “umbral” o límite (threshold\*), sobre la cual evaluará la existencia de cortocircuitos y circuitos abiertos en el DUT de acuerdo a las mediciones efectuadas.

Componentes que se prueban para encontrar cortos:

- Fusibles
- Resistencias con valores por debajo del threshold\*
- Jumpers
- Cables
- Inductancias con series de resistencia menores que el threshold\*
- Switches en posición de “cerrado”

La prueba de cortos y de circuitos abiertos busca cortos entre los nodos, y circuitos abiertos entre nodos que supuestamente deben estar cortocircuitados; básicamente buscan fallas de manufactura tales como el escurrimiento de soldadura o componentes faltantes. Para realizar la prueba, el sistema aplica un voltaje de 0.1 Volts a través de una resistencia de 100 Ohms.

**El equipo de prueba HP3070 se encarga de crear los archivos de “cortos” y “abiertos” existentes en el DUT, de acuerdo a las características específicas de la tablilla, por lo que al ejecutar la prueba de Cortos, ignorará los “cortos” y “abiertos” que le son ya conocidos, y se enfocará a buscar los que le sean desconocidos.**

#### Prueba de “cortos”

La prueba de “abiertos” busca componentes faltantes, esto se logra inspeccionando la conexión entre nodos. Se dice que se ha encontrado un “abierto” cuando la impedancia medida es mayor que la resistencia umbral (threshold).

La prueba de “cortos” consta de una fase de detección y otra de aislamiento. La fase de detección realiza un chequeo rápido de todos los nodos y determina cuáles nodos se encuentran involucrados en el corto circuito (si lo existe), de lo contrario, continúa con la siguiente prueba.

En caso de encontrar un corto circuito, se continúa con la fase de aislamiento para determinar los nodos específicos involucrados y aislarlos, generándose después el reporte de la falla.

La fase de Detección consiste en lo siguiente:

1. El programa de prueba selecciona el primer nodo en el archivo de “cortos” para conectarlo a una fuente.
2. Conecta todos los nodos en la lista de “cortos” a un detector (voltímetro u otro).
3. Inspecciona el flujo de corriente entre el nodo conectado a la fuente y los nodos conectados al detector.
4. Conecta el siguiente nodo a la fuente, y busca de nuevo “cortos”.

Este proceso continúa hasta que todos los nodos hayan sido inspeccionados. Si un “corto” es detectado, se invoca la fase de Aislamiento para señalar los nodos que se encuentren en corto.

La fase de Aislamiento consiste en lo siguiente:

1. El programa de prueba divide en dos grupos los nodos conectados al detector.
2. Inspecciona el primer grupo, buscando “cortos”.

3. Si encuentra un “corto”, divide el grupo en dos e inspecciona buscando “cortos” en el primer grupo.
4. Si no se encuentra ningún “corto” en el primer grupo, el programa inspecciona el otro grupo de nodos buscando “cortos”.

El proceso continúa hasta que todos los nodos en “corto” han sido localizados. Todos los grupos de nodos que fueron divididos son inspeccionados para asegurar que todos los “cortos” han sido aislados. Los nodos que se encontraron en “corto” con otros nodos son excluidos en futuras fases de detección de la prueba.

### Reporte de falla

Este reporte nos muestra en pantalla el tipo de falla, el umbral o threshold\*, los nodos en cuestión, componentes en común y comentarios acerca del causal de la falla.

#### ➤ **Analog In-Circuit**

En esta prueba se verifica que los componentes análogos se encuentren en la tablilla en forma apropiada, esto es, que los valores especificados sean los correctos y que sus tolerancias se encuentren dentro de los límites especificados.

Los componentes a los que se les realiza esta prueba son los siguientes:

- Capacitores
- Jumpers
- Potenciómetros
- Resistencias
- Switches
- Transistores
- Diodos Zener
- Conectores
- Diodos
- FET's
- Fusibles
- Inductancias

La filosofía de la prueba es que todos los componentes medidos deben de pasar la prueba antes de que la tablilla sea energizada. En esta prueba se aplican voltajes mínimos, suficientes para generar una lectura en el orden de los mili-volts.

El funcionamiento general de la prueba consiste en lo siguiente:

Una vez que se coloca el dispositivo bajo prueba (DUT) en el fixture de prueba, la tarjeta de Control le ordena a la tarjeta de Pines seleccionar un componente a probar, indicándole en qué puntos de prueba del DUT debe posicionarse; entonces el componente es conectado a un circuito amplificador operacional de medición (MOA) ubicado en la tarjeta ASRU. Este sistema utiliza buses de medición y relevadores multiplexados para conectar el componente bajo prueba al MOA.

Después, se estimula al componente aplicando una señal, ya sea de AC o de DC (según se requiera); entonces se selecciona una o más resistencias de referencia “switchables” del MOA para obtener una ganancia a la salida, cuya medición es tomada por un detector de respuesta (voltímetro de AC o DC, etc.) el cuál enviará el valor obtenido directamente hacia el controlador.

#### Prueba Analog In-Circuit

El componente bajo prueba “Rx” es conectado al MOA. La corriente de entrada I fluye desde la fuente Vs atravesando Rx, hasta la entrada del MOA; dicha corriente es limitada por la resistencia o por la reactancia del componente, según sea el caso. Dado que la impedancia de entrada de un amplificador operacional tiende idealmente a ser infinita (muy alta), la corriente es forzada a fluir a través de la resistencia de retroalimentación “Rref”, generando así un voltaje de salida Vmoa cuyo valor está dado por la ganancia [Rref/Rx] multiplicada por el valor de la corriente I.

El valor del componente “Rx” puede entonces ser calculado con la siguiente fórmula:

$$R_x = R_{ref} \frac{V_s}{-V_{moa}}$$

Debido a que el DUT generalmente contiene uno o más lazos de impedancias en paralelo en su circuitería, es común que se den errores de medición al momento de estar probando un componente, debido a que el valor de la medición de la impedancia en dicho componente resulta ser menor al valor real de dicha impedancia.

En estos casos, se utiliza un bus de aislamiento (guarda) para romper los lazos de impedancia que están en paralelo con el componente a probar.

ANEXO II.

A continuación se presentan las tablas oficiales de valores para Severidad, Ocurrencia y Detección de acuerdo a la norma de AIAG AMEF 4ª edición.

Effect	Criteria: Severity of Effect on Product (Customer Effect)	Rank	Effect	Criteria: Severity of Effect on Process (Manufacturing/Assembly Effect)
Failure to Meet Safety and/or Regulatory Requirements	Potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves noncompliance with government regulation without warning.	10	Failure to Meet Safety and/or Regulatory Requirements	May endanger operator (machine or assembly) without warning.
	Potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves noncompliance with government regulation with warning.	9		May endanger operator (machine or assembly) with warning.
Loss or Degradation of Primary Function	Loss of primary function (vehicle inoperable, does not affect safe vehicle operation).	8	Major Disruption	100% of product may have to be scrapped. Line shutdown or stop ship.
	Degradation of primary function (vehicle operable, but at reduced level of performance).	7	Significant Disruption	A portion of the production run may have to be scrapped. Deviation from primary process including decreased line speed or added manpower.
Loss or Degradation of Secondary Function	Loss of secondary function (vehicle operable, but comfort / convenience functions inoperable).	6	Moderate Disruption	100% of production run may have to be reworked off line and accepted.
	Degradation of secondary function (vehicle operable, but comfort / convenience functions at reduced level of performance).	5		A portion of the production run may have to be reworked off line and accepted.
Annoyance	Appearance or Audible Noise, vehicle operable, item does not conform and noticed by most customers (> 75%).	4	Moderate Disruption	100% of production run may have to be reworked in station before it is processed.
	Appearance or Audible Noise, vehicle operable, item does not conform and noticed by many customers (50%).	3		A portion of the production run may have to be reworked in-station before it is processed.
	Appearance or Audible Noise, vehicle operable, item does not conform and noticed by discriminating customers (< 25%).	2	Minor Disruption	Slight inconvenience to process, operation, or operator.
No effect	No discernible effect.	1	No effect	No discernible effect.

Figura 82.Criterio de selección de Severidad de acuerdo a AIAG

Likelihood of Failure	Criteria: Occurrence of Cause - PFMEA (Incidents per items/vehicles)	Rank
Very High	≥ 100 per thousand	10
	≥ 1 in 10	
High	50 per thousand	9
	1 in 20	8
	20 per thousand	
	1 in 50	
Moderate	10 per thousand	7
	1 in 100	6
	2 per thousand	
	1 in 500	
	.5 per thousand	5
	1 in 2,000	4
.1 per thousand		
Low	1 in 10,000	3
	.01 per thousand	
	1 in 100,000	2
≤.001 per thousand		
1 in 1,000,000	1	
Very Low	Failure is eliminated through preventive control.	1

Figura 83.Criterio de selección de Ocurrencia de acuerdo a AIAG

<b>Opportunity for Detection</b>	<b>Criteria: Likelihood of Detection by Process Control</b>	<b>Rank</b>	<b>Likelihood of Detection</b>
No detection opportunity	No current process control; Cannot detect or is not analyzed.	10	Almost Impossible
Not likely to detect at any stage	Failure Mode and/or Error (Cause) is not easily detected (e.g., random audits).	9	Very Remote
Problem Detection Post Processing	Failure Mode detection post-processing by operator through visual/tactile/audible means.	8	Remote
Problem Detection at Source	Failure Mode detection in-station by operator through visual/tactile/audible means or post-processing through use of attribute gauging (go/no-go, manual torque check/clicker wrench, etc.).	7	Very Low
Problem Detection Post Processing	Failure Mode detection post-processing by operator through use of variable gauging or in-station by operator through use of attribute gauging (go/no-go, manual torque check/clicker wrench, etc).	6	Low
Problem Detection at Source	Failure Mode or Error (Cause) detection in-station by operator through use of variable gauging or by automated controls in-station that will detect discrepant part and notify operator (light, buzzer, etc.). Gauging performed on setup and first-piece check (for set-up causes only).	5	Moderate
Problem Detection Post Processing	Failure Mode detection post-processing by automated controls that will detect discrepant part and lock part to prevent further processing.	4	Moderately High
Problem Detection at Source	Failure Mode detection in-station by automated controls that will detect discrepant part and automatically lock part in station to prevent further processing.	3	High
Error Detection and/or Problem Prevention	Error (Cause) detection in-station by automated controls that will detect error and prevent discrepant part from being made.	2	Very High
Detection not applicable; Error Prevention	Error (Cause) prevention as a result of fixture design, machine design or part design. Discrepant parts cannot be made because item has been error-proofed by process/product design.	1	Almost Certain

Figura 84. Criterio de selección de Detección de acuerdo a AIAGA

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Divisiones de Continental.....	7
Figura 2.Productos Manufacturados en Continental.....	7
Figura 3.Principales clientes de Continental Automotive ID.....	8
Figura 4.Dos y medio líderes de Mercado, fragmentación al final. Fuente:Semicast.....	8
Figura 5.. El FPY es el número de unidades buenas obtenidas de un proceso sin ser re-trabajadas.....	9
Figura 6.Fuente: sistema de trazabilidad Continental.....	10
Figura 7.. Grafica de Parteo por estación Nissan Enero - Marzo 2017.....	10
Figura 8.Carta de Proyecto Parte 1.....	12
Figura 9.. Carta del Proyecto Parte 2.....	13
Figura 10.Gráfica de Tiempos Muertos en ICT de Nissan Enero- Abril 2017. Fuente: Base de datos Tiempos Muertos Continental Periférico ID.....	14
Figura 11.Esquema de Aplicación de Toyota KATA.....	18
Figura 12.Pasos de DMAIC.....	20
Figura 13.Solución de Problemas & DIMAIC.....	21
Figura 14.. Diagrama CTQ.....	24
Figura 15.VSM Front End para el proyecto de Nissan.....	30
Figura 16.Área Kaizen detectada.....	31
Figura 17.. FPY Nissan en ICT 2016.....	31
Figura 18.. Tendencia de FPY en ICT para proyecto de Nissan 2017.....	32
Figura 19.Pareto de fallas de ICT para proyecto de Nissan.....	32
Figura 20.Esquema simplificado de un bus de CAN.....	33
Figura 21.. Pin sin soldar en CAN de Multimedia.....	33
Figura 22.Estudio de Capacidad Inicial.....	35
Figura 23.Reporte de R&R Parte 1.....	36
Figura 24.Reporte de R&R Parte 2.....	37
Figura 25.Diagrama Causa -Efecto.....	38
Figura 26.Fórmula para obtener el NPR.....	41
Figura 27.AMEF de Proceso para ICT de Nissan.....	42
Figura 28.Matriz causa-efecto para fallas de ICT.....	43
Figura 29.Diagrama de árbol para fallas de ICT de Nissan.....	44
Figura 30.Histograma de estratos.....	45
Figura 31.. Fallas no dadas de alta en secuencia de pruebas.....	47
Figura 32.Técnica de Medición de la Tecnología Test Jet.....	49
Figura 33.Circulo de Calidad de Deming PDCA para mejora de rendimiento en ICT de proyecto Nissan.....	54
Figura 34.Tendencia de fallas de Test Jet primeras 15 semanas 2017.....	55
Figura 35.Platos de TestJet que se pulieron en el mantenimiento.....	56
Figura 36.Prueba de hipótesis después de pulir platos de Test Jet.....	56
Figura 37.Histograma de fallas después de mantenimiento a platos de TJ.....	57
Figura 38.Diferencia entre agua actual y aguja recomendada por especialista en medición de Test Jet.....	57
Figura 39.Prueba de Hipótesis después de cambio de agujas y bases.....	58
Figura 40.Histograma de fallas después de cambio de agujas y bases.....	58
Figura 41.Cambio de amplificador de circuito de TestJet.....	59
Figura 42.Prueba de Hipótesis después del cambio de amplificadores operacionales.....	59
Figura 43.Histograma de fallas después de cambio de amplificadores.....	60
Figura 44.Formula de Cp.....	61
Figura 45.Factores Significativos en el experimento.....	61
Figura 46.. Análisis de varianza del experimento.....	62
Figura 47.Histograma de fallas después de mejoras en circuito de Test Jet.....	63
Figura 48.Tendencia de fallas no asignadas primeras 15 semanas 2017.....	63

Figura 49.Formato estándar de Auditoria PTS vs Test Plan.....	64
Figura 50.Cambio de código de prueba para reportar fallas.....	65
Figura 51.Tendencia de fallas (-) después de la mejora de clasificación de fallas.....	65
Figura 52.Representación de transferencia de datos: Equipo, comcell, sistema.....	66
Figura 53. Tendencia de fallas de comunicación primeras 15 semanas 2017.....	66
Figura 54.Representación de transferencia de datos Equipo con DLLs, Sistema.....	67
Figura 55.Aplicación de A-Mes y representación de flujo monitoreado por el sistema.....	69
Figura 56.Tendencia de fallas de comunicación después de la implementación de A-MES.....	70
Figura 57.Tendencia de fallas de flujo primeras 15 semanas 2017.....	70
Figura 58.Diagrama de Ishikawa para Fallas de Flujo.....	71
Figura 59.Extracto de Instructivo de Etiquetado para Nissan antes de la mejora.....	72
Figura 60.Instructivo de Nissan Después de la Mejora.....	72
Figura 61.Presentación de Capacitación de Flujo de MES en SMT.....	74
Figura 62.Tendencia de fallas de flujo después de capacitación a operadores y técnicos de SMT.....	74
Figura 63.Cambio Antes y Después de la Mejora en el desempeño del metrico.....	75
Figura 64.Análisis de Capacidad del Proceso Antes y Después de la mejora. 1.....	75
Figura 65.Análisis de Capacidad del Proceso Antes y Después de la mejora.2.....	76
Figura 66.Reporte R&R parte 2 (después de mejoras).....	77
Figura 67.Reporte R&R parte 1 (después de mejoras).....	77
Figura 68.Ejemplo de nueva tabla de cantidad de agujas y medida especificada por el proveedor.....	80
Figura 69.Check List de mantenimiento EC.....	80
Figura 70.. Check List de Auditoria de Productos en Lanzamiento.....	81
Figura 71.Herramienta de capacitación de Recursos Humanos en Continental.....	81
Figura 72.Pilares de TPM.....	82
Figura 73.Plan de Acción para proceso fuera de control.....	83
Figura 74.Matriz de Lecciones Aprendidas para Continental Periférico.....	84
Figura 75.Pizarrón Virtual para ICT.....	85
Figura 76.AMEF de ICT de Nissan después de las mejoras.....	86
Figura 77.Mejora de Re-trabajo para ICT Nissan.....	89
Figura 78.Reducción de pérdidas de venta por tiempo caído en ICT.....	90
Figura 79.Parte de Fallas en ICT después de la intervención.....	91
Figura 80. Histograma de fallas después de la mejora.....	91
Figura 81.Circulo de Deming para seguimiento de FPY.....	92
Figura 82.Criterio de selección de Severidad de acuerdo a AIAG.....	103
Figura 83.Criterio de selección de Ocurrencia de acuerdo a AIAG.....	103
Figura 84.Criterio de selección de Detección de acuerdo a AIAGA.....	104

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Perdidas en ICT de Nissan por falla de CamLine. Fuente: Base de datos Tiempos Muertos Continental Periférico ID.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 2. Diagrama de Flujo del Proceso .....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 3. Diagrama SIPOC del Proceso de ICT para el proyecto de Nissan. ....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 3. Diagrama SIPOC del Proceso de ICT para el proyecto de Nissan. ....</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>Tabla 4. 3 x 5 Porque de falla de pin sin soldar.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 5. Matriz de Priorización de Problemas .....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 6. Plan de Acción para mejora de FPY en ICT de Nissan .....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 7. Factores y Niveles para el Diseño de Experimentos .....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 8. Valores para maximizar la capacidad del proceso de prueba de TJ para IC2000 .....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 9. Comparativa entre DLL / COMCELL / Ejecutable.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 10. Acciones Implementadas para la mejora del FPY en ICT de Nissan .....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 11. Acciones Abiertas.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 12. Mejoras obtenidas durante el trabajo de intervención para ICT Nissan .....</i>	<i>90</i>

## REFERENCIAS

- AITECO Consultores. (n.d.). Retrieved from AITECO Consultores:  
<https://www.aiteco.com/estratificacion/>
- ATP. (n.d.). Retrieved October 24th, 2016, from ATP Web site: <http://www.atpsoftware.net/Calidad.htm>
- Bill, W. (n.d.). *Five by Five Whays*. Retrieved Novembre 2016, from <http://www.bill-wilson.net>
- CamLine. (n.d.). Retrieved from CamLine: <http://www.camline.com/en/home.html>
- David S. Coe. (2012). *QA Technology Company Inc*. Retrieved from Yumpu:  
<https://www.yumpu.com/en/document/view/45261641/testing-products/28>
- GRUPO ALCGON SC. (n.d.). Retrieved November 02, 2016, from GRUPO ALCGON SC Web Site:  
<http://www.alcgon.com/toyota-kata.html>
- Gutierrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total Y Productividad* (3th ed.). México: MC Graw Hill.
- Jimenez, D. (2013, 12 7). *Pymes y Calidad 2.0*. Retrieved 11 26, 2016, from Pymes y Calidad 2.0 Web Site:  
<http://www.pymesycalidad20.com/el-analisis-es-no-es-encontrar-la-causa-raiz-ncs.html>
- LARA, G. (2013, Enero 24). *Motorpasion*. Retrieved from <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/can-bus-como-gestionar-toda-la-electronica-del-automovil>
- Laverde, H. A. (2007). *¿Realmente qué es TPM?* Barcelona: ceroaverias.com.
- Lean Solutions*. (2017). Retrieved from Lean Solutions: <http://www.leansolutions.co/conceptos/amef/>
- Manufacturing Terms*. (n.d.). Retrieved October 24th, 2016, from Manufacturing Terms Web site:  
[http://www.manufacturingterms.com/Spanish/First-Pass-Yield-\(FPY\).html](http://www.manufacturingterms.com/Spanish/First-Pass-Yield-(FPY).html)
- Microensamble*. (2017, 02 17). Retrieved from <http://microensamble.com/pruebas-funcionamiento-ict-una-tarjeta-ensamblada/>
- Middle East Techincal University*. (2011, 08 24). Retrieved from Middle East Techincal University Metalurgical & Materials Engineering Computer Simulation Laboratory:  
<http://www.csl.mete.metu.edu.tr/Electromigration/emig.htm>
- Mohan, R., Thirupathi, K., Venkatraman, R., & Raghuraman, S. (2012). Quality Imprvement through First Pass Yield using Statistical Process Control Approach. *Journal of Applied Sciences*, 985-991.
- Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y Análisis de Experimentos*. Limusa, Wiley.
- Ramirez, J. (n.d.). *monografias*. Retrieved from <http://www.monografias.com/trabajos42/diagrama-causa-efecto/diagrama-causa-efecto.shtml>
- Serrat, O. (2009, February). The Five Whys Technique. Mandaluyong City, Metro Manila, Philippines.

SMT, T. d. (2014, agosto 21). *tecnicodesmt.blogspot*. Retrieved 04 19, 2017, from *tecnicodesmt.blogspot*: <http://tecnicodesmt.blogspot.mx/2014/08/equipo-de-pruebas-ict-agilent-3070.html>

*Soryushon Consulting Group*. (2013). Retrieved October 24th, 2016, from Soryushon Consulting Group Web Site: <http://www.soryushon.com/servicios/diagnostico/>

Taghaboni, F., & Moreland, K. (2004). *Using Six-sigma to Improve Loan Portfolio Performance*. Journal of American Academy of Business.

Urdhwareshe, H. (2000). *The Six Sigma Approach*. Quality and Productivity Journal.

Zeledón, P. V. (n.d.). *Cambio organizacional*. Retrieved 11 27, 2016, from <http://bvs.sld.cu/revistas/infd/n1311/inf0913.htm>