

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS**



**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN**

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Propuesta de Mejoramiento del proceso de Producción para el ensamble del

Galaxy S6 en Ingram Micro Costa Rica.

**Autor**

**Alexander Artavia Hay**

**Tutor**

**Ing. Allan Mora, MAD**

**Director**

**Ing. Oscar Díaz Alvarado**

**San José, Costa Rica**

**24 de Marzo del 2017**

## Tabla De Contenido

HOJA PARA TRIBUNAL EXAMINADOR.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
CARTA DE AUTORIZACION DEL TUTOR .....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR .....	v
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA .....	vi
CÓDIGO DE ÉTICA.....	vii
DECLARACIÓN JURADA.....	ix
CARTA DEL DIRECTOR DE CARRERA.....	x
Tabla De Contenido.....	xi
Índice de Figuras .....	xx
Índice de Tablas .....	xxii
Glosario de Términos y Abreviatura .....	xxiv
Resumen Ejecutivo.....	xxv
CAPÍTULO I.....	1
Introducción .....	1
1. Título.....	3
2. Planteamiento del problema .....	3

3.	Justificación beneficios del proyecto .....	3
4.	Generalidades de la empresa .....	6
4.1.	Reseña Histórica .....	6
4.2.	Ubicación Geográfica .....	6
4.3.	Misión de Ingram Micro .....	7
4.4.	Visión de Ingram Micro .....	8
4.5.	Valores de Ingram Micro .....	8
4.6.	Estructura Organizacional .....	10
4.7.	Zona de impacto del proyecto .....	11
4.8.	Número de Empleados .....	12
4.9.	Tipos de productos .....	12
4.10.	Mercado .....	12
5.	Objetivos de Investigación: .....	13
5.1.	Objetivo General.....	13
5.2.	Objetivos Específicos .....	13
6.	Alcances, Limitaciones y Delimitaciones del Proyecto .....	14
6.1.	Alcance del Proyecto.....	14
6.2.	Limitaciones del Proyecto.....	14
6.3.	Delimitaciones del Proyecto .....	14
7.	Antecedentes .....	15

8.	Diagrama Proceso Flujo General Galaxy S6 .....	16
9.	Estrategia del proyecto .....	18
	Marco Teórico.....	22
1.	Proceso.....	22
2.	Capacidad del proceso .....	22
3.	Capacidad teórica.....	23
4.	Demanda .....	23
5.	Diagrama de Ishikawa.....	23
6.	Calculo de muestra.....	24
7.	Tiempo de valor añadido: .....	24
8.	Tiempo total del ciclo del proceso .....	24
9.	Diagrama de flujo de proceso .....	24
10.	Tiempo estándar .....	25
11.	Estudio de tiempos .....	25
12.	Estructura organizacional.....	26
13.	Cuello de botella.....	26
14.	Mapa del flujo de valor .....	26
15.	Organigrama organizacional .....	27
16.	Diagrama de SIPOC.....	27
17.	Takt time.....	28

18.	Estandarización del proceso .....	28
19.	Lean Manufacturing .....	28
20.	Mejora Continua.....	29
21.	Organización piramidal .....	29
22.	FMEA (Análisis de modo y efecto de fallas) .....	29
23.	Planeación .....	30
24.	5 Por qué.....	30
25.	Productividad .....	30
26.	Desperdicio o Muda .....	31
27.	Los 7 tipos desperdicios.....	31
28.	Tiempo total del ciclo del proceso.....	31
29.	Sistema “Pull” .....	32
30.	Kanban .....	32
31.	Diagrama de Pareto .....	32
32.	Clasificación ABC.....	33
33.	Principios de Lean .....	33
40.	Metodología DMAIC .....	34
41.	Reporte A3 .....	35
	CAPÍTULO III.....	36
	Marco Metodológico .....	36

1.	Tipo de Investigación .....	36
1.1.	Exploratorios .....	37
1.2.	Descriptivos .....	37
1.3.	Correlacional .....	37
1.4.	Explicativo .....	37
2.	Técnicas para recopilación de datos.....	38
2.1.	Fuentes de información .....	38
2.2.	Fuentes primarias.....	38
2.3.	Fuentes secundarias .....	39
3.	Instrumentos utilizados para recolectar información .....	39
3.1.	Observación .....	39
CAPÍTULO IV .....		41
Diagnóstico .....		41
1.	Definir.....	41
1.1.	Diagrama de SIPOC.....	42
1.2.	Factores críticos de proceso .....	44
1.2.1.	Calidad .....	44
1.2.2.	Tiempo .....	45
1.3.	Área productiva de la planta.....	47
1.4.	Justificación de la Problemática .....	49

2.	Medir .....	50
2.1.	Diagrama Flujo de Proceso .....	50
2.1.1.	MQE “Evaluación de la Calidad de materiales” .....	52
2.1.2.	Ensamble y Validación .....	53
2.1.3.	Flash.....	53
2.1.4.	Radiofrecuencia .....	54
2.1.5.	Validación de Calidad.....	55
2.1.6.	Etching/Prensas .....	55
2.2.	Estudio de tiempos.....	56
2.2.1.	Cálculo de muestra.....	57
2.3.	Comportamiento estadístico de datos .....	59
2.4.	Diagrama de Recorridos.....	60
2.5.	Análisis de MUDAS .....	63
2.6.	Análisis de Capacidades de Producción .....	65
2.7.	Mapa de Flujo de Valor .....	68
3.	Analizar .....	71
3.1.	Producción por lotes vs Flujo Continuo .....	71
3.2.	Pruebas de Hipótesis .....	72
3.2.1.	Muestra vs estándar de producción.....	72
3.3.	FMEA .....	73

3.3.1.	Definir actividades del proceso.....	74
3.3.2.	Modo potencial de fallas.....	75
3.3.3.	Efecto de Fallas.....	77
3.3.4.	Estimación de severidad .....	79
3.3.5.	Causas potenciales de modo de falla.....	81
3.3.6.	Ocurrencia.....	87
3.3.7.	Controles del proceso y detección .....	88
3.3.8.	Evaluación de riesgo .....	89
3.5.	Ámbitos de la empresa.....	94
3.5.1.	Ámbito Organizacional .....	94
3.5.1.1.	Ámbito Recurso Humano .....	94
3.5.1.2.	Ámbito Procesos y Procedimientos.....	95
3.5.2.	Ámbito Administrativo, Mental y Psicológico .....	96
3.5.2.1.	Plano Administrativo.....	96
3.5.2.2.	Plano Tecnológico .....	96
3.5.2.3.	Plano Mental .....	96
	CAPÍTULO V .....	98
	Diseño.....	98
4.	Mejora .....	99
4.1.	Balanceo de línea vs Takt time .....	99

4.2.	Propuesta redistribución de planta .....	104
4.2.1.	SLP.....	104
4.2.1.1.	Distancia recorrida entre áreas .....	107
4.2.2.	Distribución propuesta .....	110
4.3.	Sistema de producción eficiente (Pull & Kanban).....	111
4.4.	Mapa Flujo de Valor Propuesto .....	116
4.5.	Análisis de causas y solución de problemas.....	120
4.6.	Mejoramiento continuo KAIZEN .....	125
4.7.	Mejoramiento en MUDAS.....	136
5.	Control.....	139
5.1.	Administración Visual .....	139
5.1.1.	Metodología 5S .....	140
5.1.2.	Trabajo Estándar.....	143
5.2.	Control de Indicadores de Productividad.....	146
6.	Factores críticos de éxito.....	147
6.1.	Capacitación al personal .....	148
6.2.	Integración.....	148
6.3.	Resistencia al cambio.....	149
6.4.	Responsabilidad y Compromiso .....	149
6.5.	Mejora Continua .....	149

7.	Plan de implementación .....	149
8.	Evaluación económica del proyecto .....	152
8.1.	Beneficios económicos de la implementación .....	153
9.	Ámbitos de la organización con propuestas de diseño.....	155
9.1.	Ámbito Organizacional .....	155
9.2.	Ámbito Recurso Humano .....	156
9.3.	Ámbito Procesos y Procedimientos .....	157
10.	Plano Administrativo, Mental y Tecnológico Propuesto.....	157
10.1.	Plano Administrativo.....	157
10.2.	Plano Mental .....	158
10.3.	Plano tecnológico .....	158
	Conclusiones .....	159
	Recomendaciones .....	161
	Bibliografía.....	163
	Anexos.....	165
1.	Anexo Resumen Estadístico .....	165
2.	Anexo Pruebas de Hipótesis .....	174

## Índice de Figuras

Figura 1. Gráfico Tiempo meta vs estandar.....	5
Figura 2. Logo Ingram Micro.....	6
Figura 3. Ubicación Ingram Micro.....	7
Figura 4. Organigrama actual.....	10
Figura 5. Diagrama Proceso Flujo General Galaxy S6.....	16
Figura 6. Estrategia Alcance de Objetivos.....	20
Figura 7. Diagrama SIPOC.....	43
Figura 8. Gráfico Métrica actual de tiempo.....	46
Figura 9. Área productiva Galaxy S6.....	48
Figura 10. Diagrama Flujo del Proceso.....	51
Figura 11. Imagen Proceso de Ensamble y Validación.....	53
Figura 12. Imagen Proceso de Flash.....	54
Figura 13. Imagen Proceso de Radiofrecuencia.....	55
Figura 14. Imagen Proceso Etching/Prensas.....	56
Figura 15. Diagrama de Recorridos.....	61
Figura 16. Mapa Flujo de valor actual.....	70
Figura 17. Diagrama de proceso específico modelo S6.....	74
Figura 18. Causas potenciales de modo de falla.....	82
Figura 19. Gráfico Pareto Causas.....	92
Figura 20. Gráfico Causas Asignables y no Asignables.....	93

Figura 21. Gráfico Tiempo por actividad vs Takt Time.....	100
Figura 22. Diagrama SLP .....	105
Figura 23. Diagrama Distribución Actual.....	106
Figura 24. Distribución propuesta .....	110
Figura 25. Mejora Visual Kanban.....	115
Figura 26. Mapa Flujo de Valor Propuesto .....	117
Figura 27. Gráfico Proyección Métrica de Tiempo (2017).....	119
Figura 28. Formato Solución de problemas propuesto .....	121
Figura 29. Proceso mejora Kaizen.....	125
Figura 30. Diagrama Spaghetti Kaizen .....	130
Figura 31. Tiempo Observación Formato Kaizen .....	131
Figura 32. Gráfico Tiempo vs Takt time Kaizen .....	132
Figura 33. Value Stream Map Kaizen .....	133
Figura 34. Diagrama Trabajo Estándar Kaizen.....	134
Figura 35. Hoja tiempo Trabajo Estándar .....	135
Figura 36. Propuesta Formato Trabajo Estándar.....	145
Figura 37. Diagrama de Gantt para la implementación .....	151

## Índice de Tablas

Tabla 1. Rendimiento del Proceso .....	45
Tabla 2. Tiempo Actual vs Tiempo Meta.....	46
Tabla 3. Resultados toma de tiempos .....	58
Tabla 4. Resumen estadístico Actividades .....	59
Tabla 5. Distancias entre proceso y costo .....	62
Tabla 6. Salario promedio operario.....	62
Tabla 7. MUDAS proceso y Costo .....	64
Tabla 8. Impacto MUDAS .....	65
Tabla 9. Análisis de capacidades producción y cuello de botella .....	67
Tabla 10. Resultados muestra vs estándar de producción .....	73
Tabla 11. Modo potencial de fallas .....	76
Tabla 12. Modo potencial de fallas y efecto.....	78
Tabla 13. Puntuación de severidad .....	80
Tabla 14. Ocurrencia .....	88
Tabla 15. Controles del proceso y detección .....	89
Tabla 16. Evaluación de riesgo.....	90
Tabla 17. Clasificación de Causas ABC .....	91
Tabla 18. Causas controlables y no controlables .....	93
Tabla 19. Tiempo estándar por unidad vs takt time .....	101

Tabla 20. Demanda y Takt time .....	102
Tabla 21. Capacidad teórica propuesta .....	103
Tabla 22. Tabla resultados SLP.....	106
Tabla 23. Distancias recorridas entre áreas .....	108
Tabla 24. Distancias recorridas entre áreas .....	109
Tabla 25. Mejora Espacio Propuesta.....	111
Tabla 26. Calculo de cantidad Kanban .....	113
Tabla 27. Tiempo propuesto vs Meta .....	119
Tabla 28. Hoja Evento Kaizen .....	126
Tabla 29. Datos generales Kaizen.....	128
Tabla 30. Evento Kaizen Objetivos.....	129
Tabla 31. Resumen Kaizen.....	136
Tabla 32. Propuesta Mudass Processos y Costo.....	137
Tabla 33. Impacto de Mudass Actual vs Propuesta.....	138
Tabla 34. Propuesta Auditoria 5S .....	140
Tabla 35. Propuesta Plan de Limpieza 5S.....	142
Tabla 36. Formato Control de Unidades .....	147
Tabla 37. Costo de la implementación del proyecto .....	153
Tabla 38. Reducción de Personal.....	154
Tabla 39. Costo Beneficio.....	154

## Glosario de Términos y Abreviatura

### *E*

#### Etching

Impresión de tapa trasera del teléfono .....	3
Impresión de tapa trasera del teléfono .....	55
Impresión de tapa trasera del teléfono .....	55
Impresión de tapa trasera del teléfono .....	56
Impresión de tapa trasera del teléfono .....	173
Impresión de tapa trasera del teléfono .....	186

### *L*

#### lean

Una filosofía de manejo empresarial que considera el gasto de recursos para cualquier objetivo además de la creación de valor para que el cliente sea derrochador, por lo tanto un objetivo de eliminación. ....	18
--	----

### *P*

#### proceso de Flash

Actualización de software y sistema operativo .....	3
---	---

## Resumen Ejecutivo

La presente investigación se realizó en el área operativa de producción de Ingram Micro Costa Rica, ubicada en la zona franca Lindora Park, sobre la radial a Santa Ana. El proceso productivo del modelo de celular Galaxy S6 de la marca Samsung se encuentra segregado por distintos departamentos que componen todas las actividades para cumplir con la totalidad del ensamble del modelo. Actualmente el proceso tiene una duración de 182 minutos en promedio hasta finalizar el proceso, una duración considerablemente larga al compararla con la métrica corporativa de tiempo.

Ante esta circunstancia la empresa Ingram Micro Costa Rica tiene para el 2017 como objetivo lograr cumplir con la meta corporativa de tiempo para el modelo Galaxy S6 (lo que significa una reducción del 30%) por lo que el tiempo de ciclo total de las unidades tiene que ser a lo sumo 127 minutos para cumplir con la métrica establecida.

Por lo anterior el título de este proyecto es “Propuesta de Mejoramiento del proceso de Producción para el ensamble del Galaxy S6 en Ingram Micro Costa Rica”,

Como parte del diagnóstico se realiza una medición y análisis de las mudas del proceso y se logra evidenciar el impacto y costo, el cual afecta directamente en la problemática en estudio debido a que el tiempo y distancias del trayecto de las unidades por las distintas actividades del proceso no es 100% productivo.

Para aumentar la productividad se analizaron las causas asignables sobre la magnitud del problema a fin de que las unidades cumplan con el tiempo meta

planteada, es así como se llegó a la conclusión de que el tiempo actual se puede reducir en al menos 65 minutos en promedio, esto principalmente con las mejoras que se han incluido como prioritarias para el mejoramiento del proceso de producción para el Galaxy S6.

Para efectos del proyecto y para lograr estas mejoras en el rendimiento de la línea como tal, se emplearon los conceptos de *lean*, con los cuales se eliminan parte de las mudas dadas en el proceso que impactan directamente los tiempos de ciclo. De igual manera como parte de las propuestas fundamentales para el mejoramiento del proceso se plantea una redistribución de planta, la cual brinda beneficios en unificación de espacio entre las distintas actividades del proceso provocando una reducción de tiempos en transporte de unidades de una actividad hacia otra.

Se ha planeado para la implementación una duración de aproximadamente 21 días con actividades correspondientes para su desarrollo desde que se inicia, esto con un costo aproximado de ₡121,800.00, monto que al compararlo con los beneficios económicos resultado de la implementación de las propuestas que son de ₡17, 520,000.00, representa solo un 1%, lo que resulta poco significativo en comparación con los beneficios que obtendrá a corto y mediano plazo.

# CAPÍTULO I

## Introducción

La excelencia institucional viene marcada por el crecimiento de la capacidad de trabajo a través de la mejora continua en todas las actividades que rigen el proceso. Esta mejora se produce cuando se planifica el futuro tomando en consideración distintas variables, con lo que se llega así a mejorar la forma en que se hace la planeación, ejecución y control en el área de operaciones específicamente para la producción del modelo Galaxy S6 y lograr así las metas corporativas.

No cabe duda que en la actualidad, el panorama competitivo ha evolucionado de tal forma que cada vez resulta más difícil mantenerse de una forma satisfactoria en el mercado. Más aún, en aquellas empresas cuya actividad fundamental se concentra en procesos de transformación. En este sentido, un sistema de producción eficiente se perfila como pieza fundamental del sistema de valor, que permita garantizar no solo la supervivencia, sino la excelencia empresarial de las mismas.

La programación de los trabajos diarios así como la depuración en el proceso a través de mejoras como las que ofrece la herramienta de *lean manufacturing* o manufactura esbelta, hacen que la búsqueda del mejoramiento

continuo se facilite de cierta manera porque brinda una guía para el análisis y enfoque en el proceso, por lo cual al final benefician el cumplimiento de las metas corporativas.

Esta investigación se realiza con el objetivo de plantear propuestas que promuevan el mejoramiento del proceso de producción actual para el ensamble del modelo Galaxy S6 y poder así encontrar mejoras en función al objetivo planteado a través de *lean*.

Además, con el fin de mantener a través del tiempo dichas mejoras propuestas se plantean controles por medio de la administración visual respecto a variables de interés (tiempo, capacidad, inventarios, flujo continuo) complementándose por medio de la mejora continua.

A continuación, da inicio al proyecto teniendo en cuenta el interés administrativo respecto al cumplimiento de los objetivos y metas establecidas.

## **1. Título**

Propuesta de Mejoramiento del proceso de Producción para el ensamble del Galaxy S6 en Ingram Micro Costa Rica.

## **2. Planteamiento del problema**

¿Cómo garantizar el cumplimiento del estándar corporativo de tiempo en el proceso ensamble del Galaxy S6 en la empresa Ingram Micro Costa Rica mediante la mejora proceso de producción para incrementar competitividad?

## **3. Justificación beneficios del proyecto**

Actualmente el proceso general para el ensamble del Galaxy S6 consta de distintas actividades completamente separadas una de las otras, comenzando por el ensamble del teléfono, seguido de la validación de este ensamble, una vez finalizado pasa al proceso de Flash que es la actualización del software como tal. Consecuentemente pasa hacia Radiofrecuencia, Validación de Calidad y finalmente a Etching/Prensas

En la actualidad, el proceso del ensamble del Galaxy S6 en Ingram Micro Costa Rica encuentra segregado por distintos departamentos que componen todas las actividades para cumplir con la totalidad del ensamble del modelo. Por distintas causas y variación en los tiempos de duración el tiempo actual promedio es de 182 minutos. Este tiempo es establecido desde que una unidad ingresa a la actividad de ensamble hasta que llega a la última actividad que es Etching/Prensas, tomando en cuenta todos

los transportes y acumulación de unidades de una actividad a otro, este es un tiempo de proceso no idóneo, por lo cual la gerencia busca conseguir el cumplimiento de la meta corporativa de tiempo para el modelo en estudio.

El objetivo de la empresa en estudio, establece que se procurará que tanto el recurso humano, así como los suministros, equipo y planta física, se utilicen de manera óptima para lograr una mayor eficiencia en el cumplimiento de las metas propuestas, y a su vez brindar un servicio de mejor calidad hacia el cliente externo, mediante el mejoramiento del proceso de producción del Galaxy S6 siguiendo los principios básicos de *lean* en general.

Con base en lo anterior, el área administrativa ante la insatisfacción interna fija el cumplimiento de la meta corporativa de 127 minutos, esto con el fin de beneficiar al cliente para que tenga las unidades en el tiempo establecido y a la vez lograr una mejora en la eficiencia mediante la determinación de la cantidad necesaria de recursos y tiempos requeridos para cumplir con la demanda.

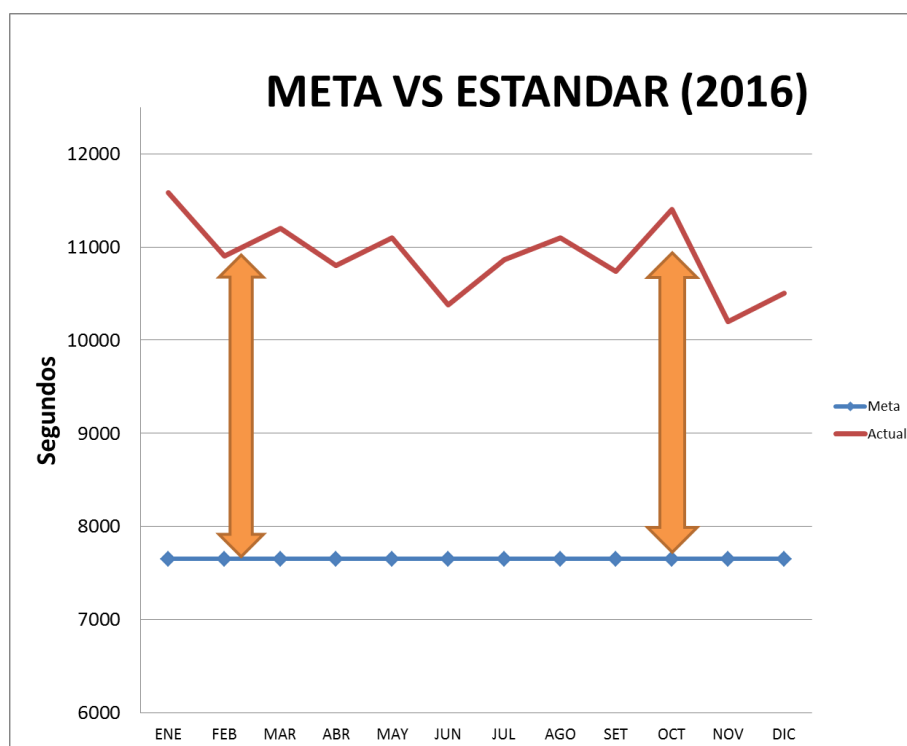
El problema en estudio es real debido a que existe una exigencia o meta por parte de la gerencia y del cliente, esto a su vez con iniciativa de las áreas de soporte (Ingeniería, Entrenamiento y Calidad), las cuales se ven afectadas por el incumplimiento de este indicador en el pago del bono anual de la empresa.

Con base en el tiempo real y el tiempo meta que se desea alcanzar la empresa expone una brecha entre ambas de aproximadamente 54 minutos. El problema es relevante, porque para resolverse se requiere reducir el tiempo del proceso hasta llegar a la meta de 127.5 minutos. Asimismo, se evidencia la necesidad

de mejora en el sistema producción y control debido a que se requiere aumentar la eficiencia para alcanzar la meta corporativa de tiempo para el modelo en estudio, lo cual se verá reflejado en la disminución de tiempo total del proceso es este uno de los factores que se precisará en el transcurso del proyecto.

En el gráfico uno, se ilustra la brecha entre el tiempo meta contra el tiempo real brindado actualmente en función del tiempo en el año 2016.

Figura 1. Gráfico Tiempo meta vs estandar



Fuente: Autor, Enero, 2017

## 4. Generalidades de la empresa

### 4.1. Reseña Histórica

Ingram Micro Costa Rica en su división de Reverse Logistics inició el 15 de enero del 2013, con un equipo de operaciones en Costa Rica en Santa Ana, únicamente con quince colaboradores, se tardaron ocho horas desarmando un celular. En la actualidad la empresa cuenta con más de 600 colaboradores y opera más de veinticinco modelos en menos de una hora.

Ingram Micro Costa Rica en su división de Shared Services inició operaciones en septiembre del año 2015, inicia con más de 200 puestos administrativos de trabajo.

Figura 2. Logo Ingram Micro

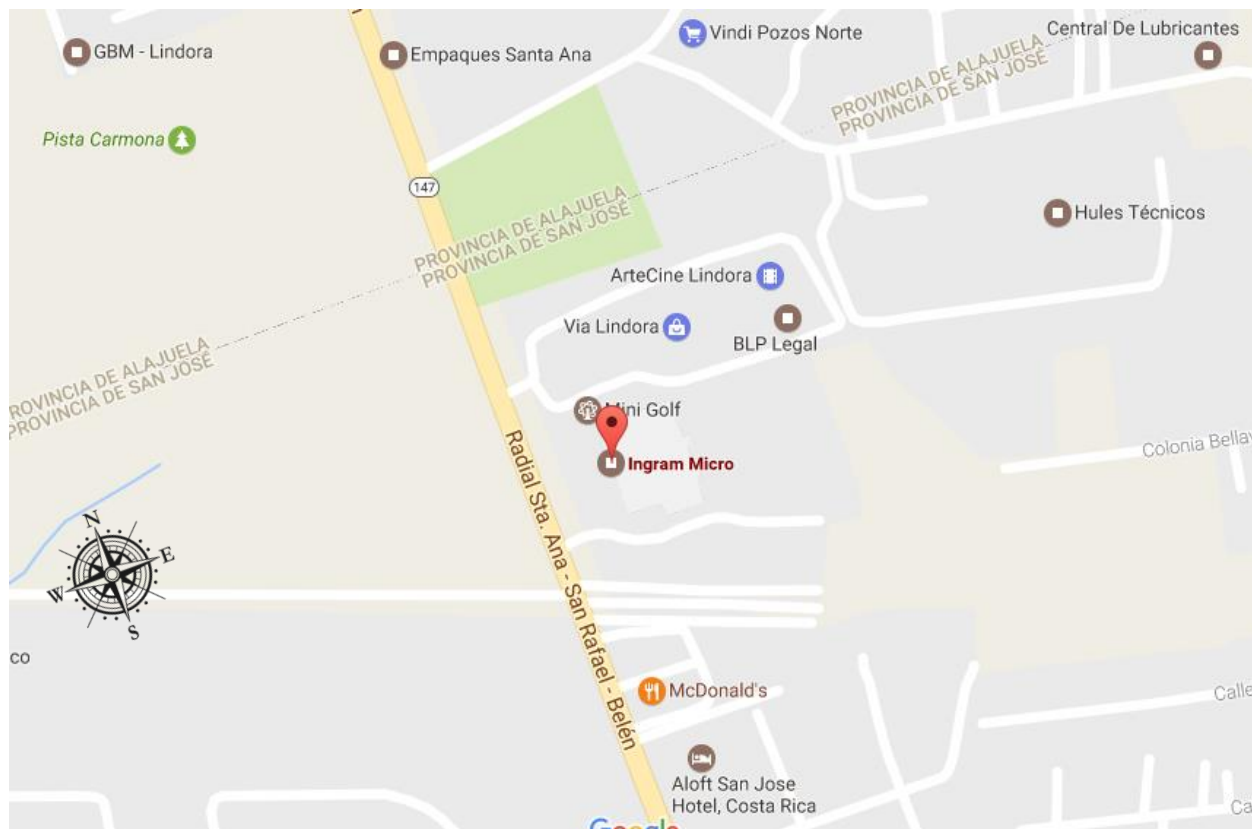


Fuente: Ingram Micro, Noviembre 2016

### 4.2. Ubicación Geográfica

Tanto la división de Reverse Logistics y Shared Services se encuentran ubicadas en la zona franca Lindora Park, sobre la Radial a Santa Ana.

**Figura 3. Ubicación Ingram Micro**



Fuente: Google Maps, Noviembre 2016

### 4.3. Misión de Ingram Micro

Convertirse en un socio comercial indispensable, el puente más valioso entre nuestros proveedores y clientes.

Contribuir de manera tangible al crecimiento y rentabilidad de nuestros clientes, tanto proveedores como distribuidores, de una manera difícil de imitar o sustituir.

- Para los proveedores: Crear valor mediante la eficiencia, generación de demanda y acceso a mercados y clientes.

- Para los revendedores: Brindar ofertas únicas que generen oportunidades de venta y rentabilidad, que incluyan valiosas relaciones con los proveedores, programas de ventas, acceso a crédito, capacitación y desarrollo. (Ingram Micro, 2016)

#### **4.4. Visión de Ingram Micro**

Ingram Micro será considerada universalmente como la mejor opción para distribuir tecnología al mundo. (Ingram Micro, 2016)

#### **4.5. Valores de Ingram Micro**

Nos comprometemos a que estos valores sean la guía de nuestras decisiones y comportamiento:

##### **Innovación**

Constantemente buscamos mejores opciones para entregar valor a nuestros clientes, accionistas, proveedores y colegas asociados. Anticipamos el cambio y creamos las soluciones antes de que nos las soliciten.

##### **Responsabilidad**

Decimos lo que hacemos y hacemos lo que decimos. Consistentemente producimos resultados que cumplan o superen las expectativas de nuestros clientes y proveedores. Aceptamos nuestras responsabilidades individuales y de equipo para cumplir con nuestros compromisos.

## **Integridad**

Siempre cumplimos con los estándares éticos más altos, demostrando honestidad y equidad en cada acción que realizamos en todas partes.

## **Trabajo en equipo y respeto**

Respetamos los derechos y creencias de nuestros colegas, socios y comunidad. Tratamos a los demás con el más alto grado de dignidad, igualdad y confianza, aprovechando la diversidad para lograr nuestros objetivos comunes. Como equipo, entregamos más que como individuos.

## **Desarrollo profesional**

Continuamente se adquieren nuevos conocimientos para mejorar el desempeño y permitir el crecimiento para la empresa y para nosotros mismos.

## **Responsabilidad social**

“Nos asociamos con nuestros clientes y proveedores para minimizar nuestro impacto en el medio ambiente. Somos responsables y activos en nuestras comunidades a través de la participación, el voluntariado y las donaciones caritativas.”

(Ingram Micro, Costa Rica)

Seguido de los valores de la empresa Ingram Micro, para un mejor entendimiento de la problemática se especifica la estructura organizacional actual de la planta en Costa Rica.



La planta de producción de Ingram Micro, mantiene una estructura piramidal para la institución, la cual “responde a un modelo mecánico de estructuración que tiene “obsesión” por asignar todas las actividades a una casilla de su organigrama, por dejar muy claro a qué departamento se le asigna cada responsabilidad.” (Pérez Fernández J.2010).

Esta clase de estructura piramidal tiene ciertas desventajas como por ejemplo, los mandos pierden autoridad con respecto a la organización lineal, ya que la disciplina se modera, por otro lado puede existir una especialización, lo cual afecta directamente en la competencia muy elevada entre departamentos y al final puede terminar perjudicando a la empresa. Otra desventaja radica en pueden existir problemas de delegación de autoridad y delimitación de responsabilidades, al estar prácticamente en el mismo nivel jerárquico.

Con el fin de lograr la aplicación de las mejoras tanto en el sistema como en el proceso, se toma en consideración que a pesar del tipo estructural que conlleva la institución, esta misma tiene cierta flexibilidad comunicativa tanto ascendente como descendentemente, se logra así la integración entre servicios y departamentos.

#### **4.7. Zona de impacto del proyecto**

El área de impacto del proyecto es el área de Operaciones, Materiales y la mayoría de las áreas de soporte como: Calidad, Ingeniería, Entrenamiento, Seguridad, Salud Ocupacional y Mantenimiento, debido a que se pueden realizar

cambios en el flujo del procesamiento de unidades. Las cuales se pueden visualizar en detalle en la Figura 4.

#### **4.8. Número de Empleados**

En la actualidad la división de Reverse Logistics cuenta con un total de 27 colaboradores en el área administrativa y 591 trabajadores de producción, los cuales se dividen en dos turnos. El personal de producción labora en dos turnos de trabajo de 6:00 a.m. a 2:00 p.m. y 2:00 p.m. a 10:00 p.m., de lunes a sábado.

#### **4.9. Tipos de productos**

Ingram Micro distribuye y comercializa una amplia variedad de tecnologías y productos de movilidad de empresas líderes, tales como Acer, Apple, Cisco, Hewlett-Packard (HP), IBM, Lenovo, Microsoft, Samsung y muchos otros en la división de Reverse Logistics.

#### **4.10. Mercado**

La empresa apoya las operaciones mundiales a través de una amplia red de ventas y distribución en toda América del Norte, Europa, Oriente Medio y África, América Latina y Asia-Pacífico.

Una vez definidas las generalidades de la empresa y evidenciada la zona de impacto se desarrollan los objetivos del proyecto a continuación, los cuales son enfocadas a la solución de la problemática anteriormente mencionada.

## **5. Objetivos de Investigación:**

### **5.1. Objetivo General**

Garantizar el cumplimiento del estándar corporativo de tiempo en el proceso ensamble del Galaxy S6 en la empresa Ingram Micro Costa Rica mediante el mejoramiento del proceso de producción para incrementar eficiencia.

### **5.2. Objetivos Específicos**

- Fijar a nivel macro y micro el proceso por actividad, así como los requerimientos de cada una.
- Analizar las capacidades de producción actuales del proceso, determinando el tiempo estándar y el cuello de botella.
- Identificar las actividades del proceso que no agregan valor a la gestión del sistema de producción
- Analizar las principales causas asignables y controlables de la problemática en estudio.
- Desarrollar un diagnóstico del proceso que fije los puntos de mejora de acuerdo al sistema de producción del modelo en estudio.
- Proponer mejoras en el sistema de producción que integre la ejecución y control de la producción de unidades, ajustándose a las necesidades de la planta.

## **6. Alcances, Limitaciones y Delimitaciones del Proyecto**

### **6.1. Alcance del Proyecto**

La propuesta de este proyecto contempla todas las actividades necesarias para el ensamble del modelo Galaxy S6. En este caso se considera a partir del Ensamble, Validación de Ensamble, Flash, Radiofrecuencia, Validación de calidad y hasta que se procese en Etching/Prensas.

Uno de los aspectos del desarrollo de este proyecto radica en permitir concientizar a los colaboradores de los distintos niveles jerárquicos sobre la importancia de realizar estudios con base en indicadores para lograr evaluar y brindar servicios de calidad en relación con el tiempo.

Además, presentar una mejora en el proceso de producción el cual permita crear control en el mismo, eliminar la variación en los tiempos y por ende lograr cumplir el indicador de tiempo.

### **6.2. Limitaciones del Proyecto**

Por parte de información requerida no hay ningún tipo de limitación, la empresa manufacturera de celulares se encuentra muy interesada en el proyecto, por lo tanto se cuenta con la información necesaria.

### **6.3. Delimitaciones del Proyecto**

La delimitación de la propuesta del proyecto será solo para el modelo Galaxy S6 debido a que en la planta se manejan distintos otros modelos que no se tomarán en cuenta para el desarrollo de la propuesta.

## 7. Antecedentes

A raíz de la problemática actual se genera importancia en el tema de estudio, debido a que el tiempo para el proceso no es el esperado, lo cual da como resultado la insatisfacción tanto en el cliente interno (procesos internos relacionados) como el externo por el no cumplimiento de la meta corporativa de tiempo para el modelo Galaxy S6.

Como antecedentes de la problemática se puede mencionar, un mal control e inestabilidad en el proceso debido a que está segregado por distintos departamentos que componen todas las actividades para cumplir con la totalidad del ensamble del modelo., por lo que existen muchas variables que afectan al tiempo de ciclo de las unidades, tales como: acumulación de unidades entre procesos, inspecciones recurrentes e innecesarias, mucha manipulación de las unidades, entre otros.

Otra de las situaciones evidenciadas, es que el proceso productivo no está completamente estandarizado. Debido a que la mayoría de los técnicos o colaboradores no realizan el proceso de la misma manera. Además, se toma en cuenta que no todos los colaboradores realizan su labor a la misma velocidad o tiempo por lo que la mala planeación puede repercutir en el ciclo diario en acumulación de unidades entre procesos.

En algunas ocasiones se generan re procesos, lo que causa pérdidas de tiempo productivo, esto se da algunas veces por falta de personal

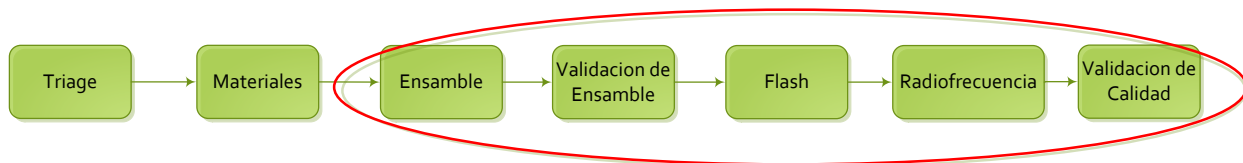
capacitado debido a que no se realiza una buena revisión inicial de las unidades en procesos anteriores, los cuales pueden ser: mal ensamble, criterio de calidad incorrecto, falta de componentes, prueba funcional incorrectamente ejecutada, etc.

En el proceso, la cantidad de personal diario no es constante por el contrario este número varia a raíz de incapacidades, citas médicas u otras actividades que no permiten que los operarios necesarios estén disponibles para cumplir con mayor eficiencia el proceso. Por lo cual en este caso el supervisor del área utiliza técnicos u operarios de algún otro proceso para sustituir al colaborador faltante lo cual puede afectar al tiempo del proceso.

A continuación para un mayor entendimiento del proceso se presenta un diagrama de flujo el cual según Chase & Jacobs definen la importancia del mismo “Al analizar un proceso, es recomendable empezar con un diagrama que muestre sus elementos básicos, por lo general, actividades, flujos y zonas de almacenamiento”.

## 8. Diagrama Proceso Flujo General Galaxy S6

Figura 5. Diagrama Proceso Flujo General Galaxy S6



Area de enfoque

Fuente: Autor, Noviembre 2016

El proceso general para la producción del teléfono Galaxy S6 consta de distintas etapas detalladas a continuación:

- Triage: Una vez que se reciben los teléfonos se les realiza una prueba funcional, cosmética y por último se desensamblan las unidades para ser enviadas al área de Materiales.
- Materiales: Ingreso de todos los materiales de Triage y de proveedores.
- Ensamble: Se realiza el ensamble de las unidades siguiendo las especificaciones y guías de SAMSUNG.
- Validación de ensamble: Todas las unidades ensambladas tienen que pasar por un proceso de validación en la cual se realizan pruebas funcionales y cosméticas.
- Flash: Es un proceso de actualización del software y el sistema operativo requerido por el cliente.
- Radiofrecuencia: Es un proceso en el cual se simulan llamadas con las distintas bandas telefónicas.
- Validación de calidad: Al final del proceso las unidades son evaluadas por última vez funcional y cosméticamente.

Seguidamente se continuará con el desarrollo de la estrategia para el cumplimiento de los objetivos planteados.

## 9. Estrategia del proyecto

“Los datos por sí solo no resuelven los problemas del cliente y del negocio por ello es necesario una mitología” (Gutierrez, 2010)

Con base en lo expuesto, para efectos del desarrollo del proyecto y lograr su conclusión de la mejor manera se utiliza la filosofía *lean*.

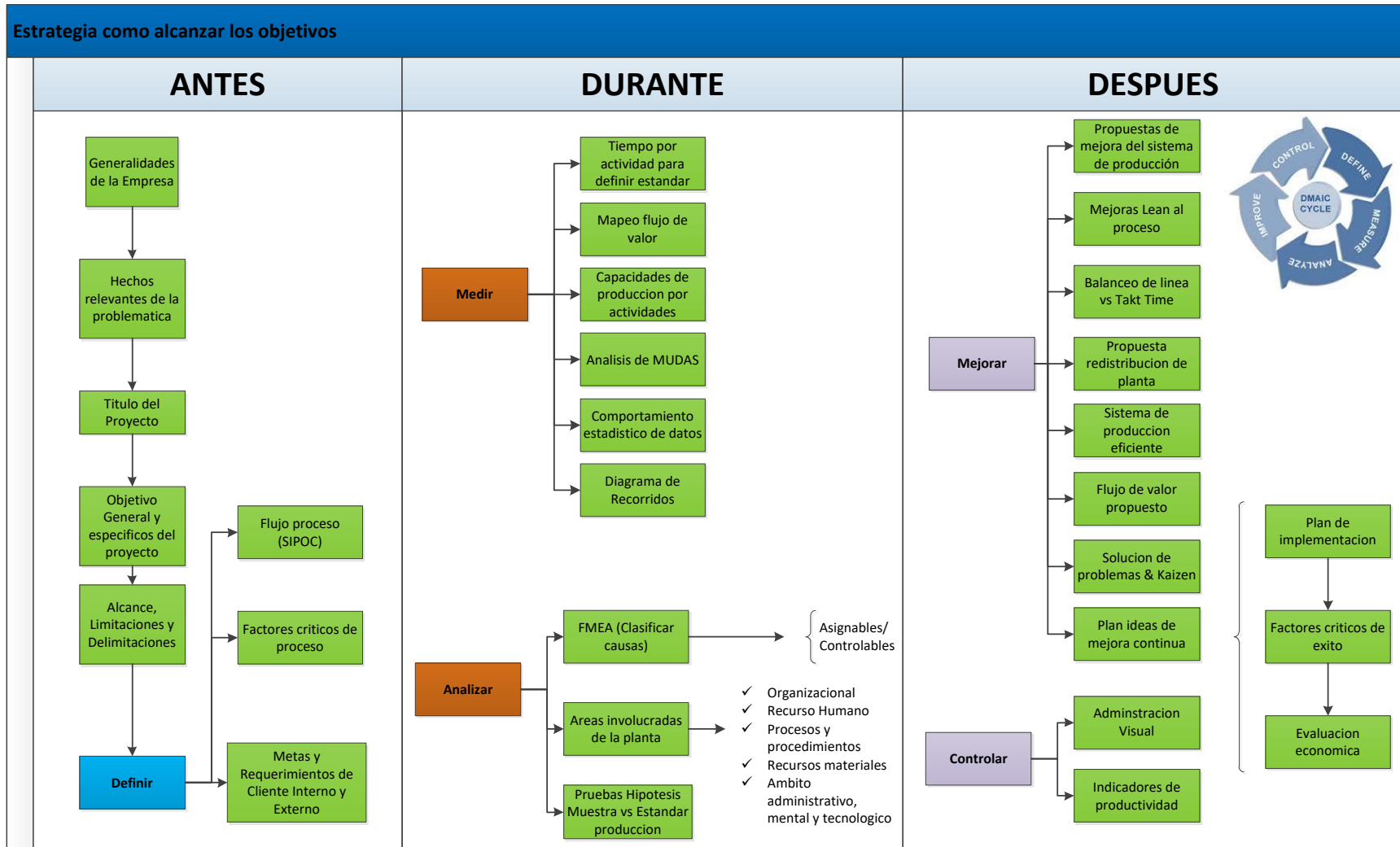
En *lean* los proyectos están conducidos por datos y basados en mejorar el proceso ya existente, además, se desarrollan en forma rigurosa con la metodología de cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

- Definir: definir el problema y señalar cómo afecta al cliente para precisar los beneficios esperados del proceso.
- Medir: medir las variables críticas del problema, verificar que pueden medir bien y determinar la situación actual.
- Analizar: identificar las causas raíz del problema y confirmar las causas con datos.
- Mejorar: evaluar e implementar soluciones, asegurándose de que se reducen los defectos.
- Controlar: diseñar un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las variables vitales), y cerrar el proyecto. (Gutierrez, 2010)

Además, se concreta el desarrollo del proyecto con base en los principios de la metodología utilizada, los cuales “proporcionan una guía para la acción, así como para que los esfuerzos en las organizaciones logren superar el caos y la lentitud diaria de los procesos masivos.” (Gutierrez, 2010)

A través del diagrama 1, se establece la estrategia para el alcance de los objetivos de la propuesta. Esta secuencia será distribuida en 5 fases de lean mencionadas.

Figura 6. Estrategia Alcance de Objetivos



Fuente: Autor, Febrero, 2017

Para el desarrollo del proyecto en su primera etapa, se definen las generalidades de la institución para así dar a conocer sobre que parámetros, valores, roles y responsabilidades laboran. Además, se fija la problemática actual estableciendo el problema a resolver y los objetivos que guiarán la solución del mismo, esto marca la brecha que existe entre la situación actual y hacia donde se quiere llegar.

Como parte fundamental de esta etapa, se analiza paso a paso el proceso estableciendo el flujo a seguir en el ensamble de unidades del Galaxy S6, y se describe el sistema actual de control y planeación de la producción, siendo estos sobre los cuales se hace énfasis para el establecimiento de mejoras con el fin de cumplir con la meta planteada.

## **Marco Teórico**

Este capítulo se desarrolla con el fin de brindar sustento al proyecto relacionándose de manera directa con el problema y los objetivos específicos, por lo tanto es necesario describir conceptos que permitan tener una visión clara de especificaciones entre las variables. También, fundamenta las conclusiones y recomendaciones que se generan a partir del estudio.

Se presentará a continuación, la metodología y herramientas seleccionadas en un orden lógico para el desarrollo y aplicación del estudio respaldando a su vez los resultados de este.

### **1. Proceso**

Para la definición de este concepto (Gutierrez, 2010) expone:

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Por lo general, en una organización interactúan muchos procesos para al final producir o entregar un producto o servicio, de tal forma que los elementos de entrada para un proceso son generalmente resultado de otros procesos.

### **2. Capacidad del proceso**

La aplicación de este concepto de suma importancia para poder determinar si tengo que realizar un plan de acción o no, por lo cual se define como “la producción potencial de un proceso, de una planta industrial o de las instalaciones de una empresa. Dicho de otro modo, la cantidad de producción que se puede obtener con

unos determinados medios estructurales disponibles: edificios, equipos, instalaciones, personal”. (Fullana & Paredes, 2008)

### **3. Capacidad teórica**

Se basa en una producción con máxima eficiencia del tiempo, recursos humanos y equipo productivo a pleno rendimiento y sin ningún tipo de las interrupciones consideradas como “normales”, por ser habituales, como por ejemplo, por mantenimiento de la planta. Es la capacidad que se obtendría en condiciones ideales. (Fullana y Paredes, 2008, p. 342).

### **4. Demanda**

“La demanda de un producto puede definirse como el volumen físico o monetario que sería adquirido por un grupo de compradores en un lugar y tiempo dado, bajo unas condiciones de entorno y determinado esfuerzo comercial”. (Villacorta, 2010, p. 50)

Para el análisis de la problemática es importante entender cuál va a hacer la demanda y cuáles son los modelos de mayor volumen para ayudar a la planeación del sistema productivo.

### **5. Diagrama de Ishikawa**

“El diagrama causa- efecto se utiliza como una herramienta sistemática para encontrar, seleccionar y documentar las causas de variación de calidad en la producción, y organizar la relación entre ellas”. (Castro, 2005, p. 65)

Esta herramienta se utiliza para organizar de una mejor manera las causas tanto asignables y controlables que salen como resultado de la problemática del proyecto.

## **6. Calculo de muestra**

Los estudios de tiempo suelen involucrar solo muestras pequeñas ( $n < 30$ ); por lo tanto, debe usarse una distribución t. (Niebel y Freivalds, 2009, p. 341).

## **7. Tiempo de valor añadido:**

Tiempo en que se hacen actividades que el cliente reconocería como indispensables para realizar el producto o el servicio. (Gutiérrez, 2010, p. 97).

## **8. Tiempo total del ciclo del proceso**

Tiempo total del proceso de principio a fin. (Gutiérrez, 2010, p. 97).

## **9. Diagrama de flujo de proceso**

“Al analizar un proceso, es recomendable empezar con un diagrama que muestre sus elementos básicos, por lo general, actividades, flujos y zonas de almacenamiento”. (Chase & Jacobs, 2014, p. 110)

“El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, los retrasos. Una vez que estos períodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos.” (Niebel & Freivalds, 2009, p. 26)

## 10. Tiempo estándar

“Se encuentra mediante la suma del tiempo normal más ciertas permisibilidades para necesidades personales (descansos para ir al baño o tomar café), demoras inevitables (descomposturas del equipo o falta de materiales) y la fatiga del trabajador (física o mental).”

Tiempo estándar = Tiempo normal + (Tolerancias x Tiempo normal).  
(Chase & Jacobs, 2014, p. 143)

El tiempo estándar es un punto clave para la definición del proyecto en estudio debido a que existe una diferencia entre el tiempo meta y el tiempo real, por cual la determinación del tiempo estándar es punto clave para el desarrollo de la investigación.

## 11. Estudio de tiempos

“Procedimiento de muestreo, donde se puede suponer que las observaciones se distribuyen normalmente respecto a una media poblacional desconocida con una varianza desconocida. Los estudios de tiempo suelen involucrar solo muestras pequeñas ( $n < 30$ ); por lo tanto, debe usarse una distribución t. Entonces la ecuación del intervalo de confianza es:”

$$\bar{x} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

(Niebel & Freivalds, 2009, p. 26)

## **12. Estructura organizacional**

“Es la suma de las formas en las cuales una organización divide sus labores en distintas actividades y luego las coordina”. (Hitt, 2006, p. 230)

Para el caso del proyecto en estudio, la empresa cuenta con una estructura organizacional de manera piramidal la cual tiene sus ventajas y desventajas las cuales son especificadas más adelante.

## **13. Cuello de botella**

El cuello de botella, es algún proceso que tarde más que ningún otro, ya que ni tan siquiera suele plantearse alcanzar ningún tipo de sincronización.

Los cuellos de botella provocan que el proceso anterior del lote correspondiente tienda a acumular stocks antes de que el material pueda ser procesado por el cuello de botella, debido a que el mayor tiempo de proceso en el mencionado cuello de botella obliga al material procedente de otras actividades a tener que esperar. (Cuatrecasas, 2011).

## **14. Mapa del flujo de valor**

Esta herramienta es un conjunto de todas las acciones específicas que se ejecutan a lo largo del proceso, y puede ir desde la conceptualización del producto, la fase de diseño, tomar la orden o el pedido del cliente, la programación detallada para la entrega, la compra y recepción de materias primas o materiales, hasta que el producto termina en manos del consumidor. A lo largo de estas actividades es posible encontrar una gran cantidad de mudas o desperdicios.

Es necesario crear un mapa o esquema del flujo de valor, en el que se identifiquen cada una de las acciones que realmente se llevan a cabo a lo largo del proceso. Después de cada una de estas actividades se clasifican en tres categorías:

1. Aquellas que crean valor o agregan valor al producto.
2. Las que no crean valor, pero que son inevitables debido a situaciones legales o por las actuales tecnologías y recursos de producción (muda tipo 1)
3. Aquellas que no crean valor según el cliente (muda tipo 2) y que pueden y deben eliminarse. (Gutiérrez, 2010, p. 99).

### **15. Organigrama organizacional**

“Ilustración gráfica de las relaciones que hay entre las unidades, así como de las líneas de autoridad entre supervisores y subalternos, mediante el uso de recuadros etiquetados y líneas de conexión”. (Hitt, 2006, p. 230)

### **16. Diagrama de SIPOC**

Sus siglas tienen como significado en español, Proveedores, entradas, proceso, salidas y cliente.

- Proveedores: personas u organizaciones que proporcionan información, materiales y otros recursos con los que trabajará el proceso.
- Entradas: la información o los materiales, proporcionados por los proveedores, que son consumidos o transformados en el proceso.

- Proceso: serie de pasos que transforma (y, esperamos, añade valor) a las entradas.
- Salidas: el producto o servicio utilizado por el cliente.
- Cliente: persona, empresa o proceso que recibe la salida de nuestro proceso. (Pande, 2004)

### **17. Takt time**

Es el ritmo al cual cada proceso debe estar produciendo. Es sincronizar el ritmo de la producción con el ritmo de las ventas.

(Tiempo disponible por día) / (Demanda del cliente por día). (Cabrera, 2014, p. 104).

### **18. Estandarización del proceso**

“Ajustar todos sus pasos o actividades a un modelo preestablecido con el propósito de disminuir al máximo su posible variabilidad”. (Sanchez, Camarero, & Barcala, 2005, p. 45)

Como parte de la mejora continua, se requiere de una estandarización del proceso para poder así controlarlo de una mejor manera.

### **19. Lean Manufacturing**

“Se entiende por Lean manufacturing, la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como

desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar”. (Rajadell & Sanchez J, 2010, p. 2)

Para el desarrollo del proyecto se siguen los principios de Lean la cual es una metodología de trabajo muy efectiva y fácil de seguir para el cumplimiento de los objetivos planteados.

### **20. Mejora Continua**

Cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, además, consiste en una acumulación gradual y continua de mejoras realizadas por los colaboradores. (Rajadell & Sanchez J, 2010, p. 12)

### **21. Organización piramidal**

“Responde a un modelo mecánico de estructuración que tiene “obsesión” por asignar todas las actividades a una casilla de su organigrama, por dejar muy claro a qué departamento se le asigna cada responsabilidad. Además, se caracteriza por el formalismo, la burocracia y una cierta inflexibilidad que hacen que el desempeño del personal sea bastante predecible, limitando su creatividad y poniendo corto a su espíritu emprendedor” (Perez Fernandez, 2010, p. 40)

### **22. FMEA (Análisis de modo y efecto de fallas)**

Permite identificar las fallas potenciales de un producto o un proceso y, a partir de un análisis de su probabilidad de ocurrencia, formas de detección y el efecto que provocan; estas fallas se jerarquizan, y para aquellas que vulneran más confiabilidad del producto o proceso será necesario generar acciones para eliminarlas o reducir el riesgo asociado con las mismas.

Es una metodología analítica utilizada para asegurar que los problemas potenciales han sido considerados y analizados a lo largo del diseño del producto y el proceso. (Gutiérrez, 2010, p. 382).

### **23. Planeación**

“Grado real de comprensión que la organización tiene del entorno en que se desenvuelve y de la forma en cómo va a enfrentar su demanda. La planeación incrementa la posibilidad de que gran parte de las actividades y recursos de la organización sean transformadas en utilidades para la institución, disminuyendo también con ella el nivel de vulnerabilidad.” (Serna Gomez, 2015)

#### **24.5 Por qué**

“Es una técnica sistemática de preguntas utilizada duran la fase de análisis de problemas para buscar posibles causas principales de un problema” (Cuatrecasas, 2011, p.115)

### **25. Productividad**

“La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados.”

Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. (Gutierrez, 2010, p. 21)

## **26. Desperdicio o Muda**

“Es cualquier cosa o actividad que genera costos pero que no agrega valor al producto.” (Gutierrez, 2010, p. 96)

## **27. Los 7 tipos desperdicios**

- Sobreproducción: producir mucho a más pronto de lo que necesita el cliente.
- Esperas: Tiempo desperdiciado (de máquinas o personas), debido a que durante este tiempo no hubo actividades que le agregan valor al producto.
- Transportación: movimiento innecesario de materiales y gente.
- Sobre procesamiento: Esfuerzos que no son requeridos por los clientes y que no agregan valor.
- Inventarios: Mayor cantidad de partes y materiales que el mínimo requerido para atender los pedidos del cliente.
- Movimientos: Movimiento innecesario de gente y materiales dentro de un proceso.
- Re trabajo: Repetición o corrección de un proceso. (Gutierrez, 2010, p. 97)

## **28. Tiempo total del ciclo del proceso**

“Tiempo total del proceso de principio a fin” (Gutierrez, 2010, p. 97)

### **29. Sistema “Pull”**

“Tirar” de la demanda y producir solo lo solicitado por ella. (Cuatrecasas, 2006, p. 17).

### **30. Kanban**

Un sistema de control Kanban regula los flujos justo a tiempo mediante un dispositivo de señalización. (Chase y Jacobs, 2014, p. 110).

La función que desarrolla en cuanto a enlaces entre procesos, permite que el Kanban sea un sistema que cubre la función de control de la producción. A través de su aplicación se cumplirá el objetivo de control, donde los productos lleguen al proceso en la cantidad y momento que se precisan. (Cuatrecasas, 2012, p. 213).

### **31. Diagrama de Pareto**

Es una representación gráfica que permite organizar datos de mayor a menor, separados por barras de izquierda a derecha. El resultado de este análisis se representa en un gráfico de barras que simboliza cada ítem, y un gráfico lineal que abarca el porcentaje acumulativo de participación de los productos o materiales.

“El diagrama de Pareto representa uno de los primeros pasos que deben darse para realizar mejoras” (Galgano, A. 1995, p.125).

Funciones:

- Ayuda a definir las áreas prioritarias de intervención.
- Atrae la atención de todos sobre las prioridades y facilita la creación del conceso.

### **32. Clasificación ABC**

El análisis ABC es una herramienta que clasifica las causas de mayor impacto y está ligado con el diagrama de Pareto. Las causas se clasifican según su magnitud:

- Causas A: artículos que representan el 80% del valor total en stock y el 20% total de los artículos.
- Causas B: artículos que representan el 15% del valor total en stock y el 30% total de los artículos.
- Causas C: artículos que representan el 5% del valor total en stock y el 50% total de los artículos.

“El análisis ABC tiene como objetivo aumentar la eficiencia de las políticas adaptadas porque permite concentrar recursos en las áreas donde se produce un mayor efecto deseado. El análisis ABC está basado en la regla del Pareto, se basa en clasificar los artículos del inventario según su importancia relativa” (García Sabater, 2001 p. 25).

### **33. Principios de Lean**

“Estos principios proporcionan una guía para la acción, así como para que los esfuerzos en las organizaciones logren superar el caos y la lentitud diaria de los procesos masivos. Se parte de los principios propuestos por Womack y Jones (2003).”

Especificar el valor para cada producto desde el punto de vista del cliente final (qué se agrega).

- Identificar el flujo del valor y eliminar el desperdicio.
- Agregar valor con flujo continuo a través de las diferentes etapas del proceso.
- Organizar el proceso para que produzca sólo cuando el cliente lo solicita (Kanban).
- Buscar la perfección. (Gutierrez, 2010, p. 98)

#### **40. Metodología DMAIC**

Los datos por sí solos no resuelven los problemas del cliente y del negocio, por ello es necesaria una metodología. En lean los proyectos se desarrollan en forma rigurosa con la metodología de cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC).

- Definir: definir el problema y señalar cómo afecta al cliente para precisar los beneficios esperados del proceso.
- Medir: medir las variables críticas de calidad, verificar que pueden medir bien y determinar la situación actual.
- Analizar: identificar las causas raíz del problema y confirmar las causas con datos.

- Mejorar: evaluar e implementar soluciones, asegurándose de que se reducen los defectos.
- Controlar: diseñar un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las variables vitales), y cerrar el proyecto. (Gutiérrez, 2010, p.284).

#### **41. Reporte A3**

“Definición clara y concisa del problema. El tema indica que el problema en cuestión, y es bastante descriptivo. El tema debe centrarse en el problema, y no abogan por una solución particular”. (Cuatrecasas, 2011, p.97)

## **CAPÍTULO III**

### **Marco Metodológico**

En este capítulo se presenta la metodología utilizada que permite desarrollar este proyecto en la planta de producción Ingram Micro Costa Rica. Se muestran aspectos como el tipo de investigación, las técnicas y los procedimientos utilizados para llevar a cabo el estudio planteado bajo propuestas de solución al problema que se tiene como objetivo en el proyecto.

#### **1. Tipo de Investigación**

Esta investigación se canaliza en una propuesta de Propuesta de Mejoramiento del proceso de Producción para el ensamble del Galaxy S6 en Ingram Micro Costa Rica, con el propósito de analizar la situación actual y definir los cambios requeridos, de ser necesarios.

Para efectos de la propuesta, se recopilan los datos históricos desde el inicio producción del teléfono celular modelo Galaxy S6 en abril del 2016, es decir, donde ocurren los hechos, sin realizar ninguna manipulación. No hay control de variable alguna, esto se traduce en que el investigador obtiene información, pero no altera las condiciones existentes.

La investigación de la propuesta cuenta con distintos tipos de estudios los cuales son:

### **1.1. Exploratorios**

Se realizan cuando el estudio se enfoca en un tema o problema poco investigado, es decir, que no ha sido estudiado antes o bien se desea investigar desde nuevas perspectivas.

### **1.2. Descriptivos**

Este tipo de investigación es también conocida como de diagnóstico, consiste en conocer la situación, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción de las actividades, objetos, procesos y personas.

De igual manera es una investigación descriptiva ya que se describe de manera precisa el área de estudio, así como los procesos que incluye la misma para su sistema productivo.

### **1.3. Correlacional**

Este tipo de investigación define el grado de relación entre dos o más conceptos o variables dependientes e independientes.

### **1.4. Explicativo**

El objetivo de este tipo de estudio es la búsqueda del por qué ocurren los hechos analizados, por medio de la relación causa-efecto, es decir, puede ocuparse tanto de las causas como los efectos. Intenta dar a conocer un aspecto de la realidad.

Estos tipos de investigación serán utilizados para el desarrollo de la propuesta de investigación, ya que se busca conocer como trabaja actualmente el sistema de producción para el ensamble del modelo Galaxy S6 y poder así identificar

todas las variables que afectan al retraso en tiempos del proceso, y por último conocer las causas de la problemática y sus efectos.

## **2. Técnicas para recopilación de datos**

Se define como técnicas de recopilación de datos al conjunto de procedimientos y herramientas utilizadas para recolectar, validar y analizar la información, con el fin de lograr los objetivos de la investigación. Se define como un instrumento de recolección de datos a aquel recurso que es útil para acceder a los elementos de la investigación y extraer información; estas herramientas deben ser confiables, válidas y objetivas.

La técnica de recopilación de datos utilizada se aplica sobre la información ya existente.

### **2.1. Fuentes de información**

Medios de los cuales se extrae la información necesaria para la investigación, es decir, para conocer la situación o problema presentado que será utilizado para el logro de los objetivos del proyecto, se clasifican de la siguiente manera:

### **2.2. Fuentes primarias**

Se definen como aquellas en la que los datos se originan directamente de la población en estudio. Para el caso de este proyecto se consideran fuentes primarias los procesos y procedimientos realizados en el sistema actual, así como los registros existentes en reportes del Departamento de Operaciones, Calidad, Training, etc.

### **2.3. Fuentes secundarias**

La fuente secundaria es aquella que interpreta y analiza la fuente primaria como complemento de información para el tema a investigar.

Se obtiene información de fuentes secundarias de documentos proporcionados por el Departamento de Operaciones en registros históricos o extraídos del sistema de información con base a la demanda diaria por los distintos modelos que corre la planta.

Además, se realizan consultas bibliográficas con el fin de establecer el marco de referencia teórica del proyecto fundamentando las herramientas y tipo de análisis utilizados.

## **3. Instrumentos utilizados para recolectar información**

Como la información no está accesible de forma rápida, se tiene que proceder con varias técnicas para la recopilación de la misma, dentro de estos mecanismos están los siguientes:

### **3.1. Observación**

Es la actividad que detecta y asimila la información de un hecho o el registro de los datos, utilizando los sentidos como instrumentos principales.

De igual manera para efectos de esta propuesta se utilizarán técnicas con carácter cualitativo a través de conversaciones con los colaboradores y tipo cuantitativo por el análisis de datos históricos así como la evaluación de los ciclos y tiempos del

proceso de ensamble en general; también se utilizan gráficos y tablas para una mejor demostración de los datos.

## **CAPÍTULO IV**

### **Diagnóstico**

En este capítulo se dará una descripción de la situación actual en el área operativa de Ingram Micro Costa Rica con respecto al flujo del proceso que tiene la empresa actualmente, esto se efectúa mediante 3 de las etapas de lean (Definir, Medir y Analizar) junto con herramientas útiles para su realización. Es importante mencionar que a pesar de que cada fase cuenta con diversos pasos y herramientas, no es necesario aplicar todas al proyecto, debido a que estas son flexibles dentro de su contexto y pueden ser adaptadas según el problema a resolver.

#### **1. Definir**

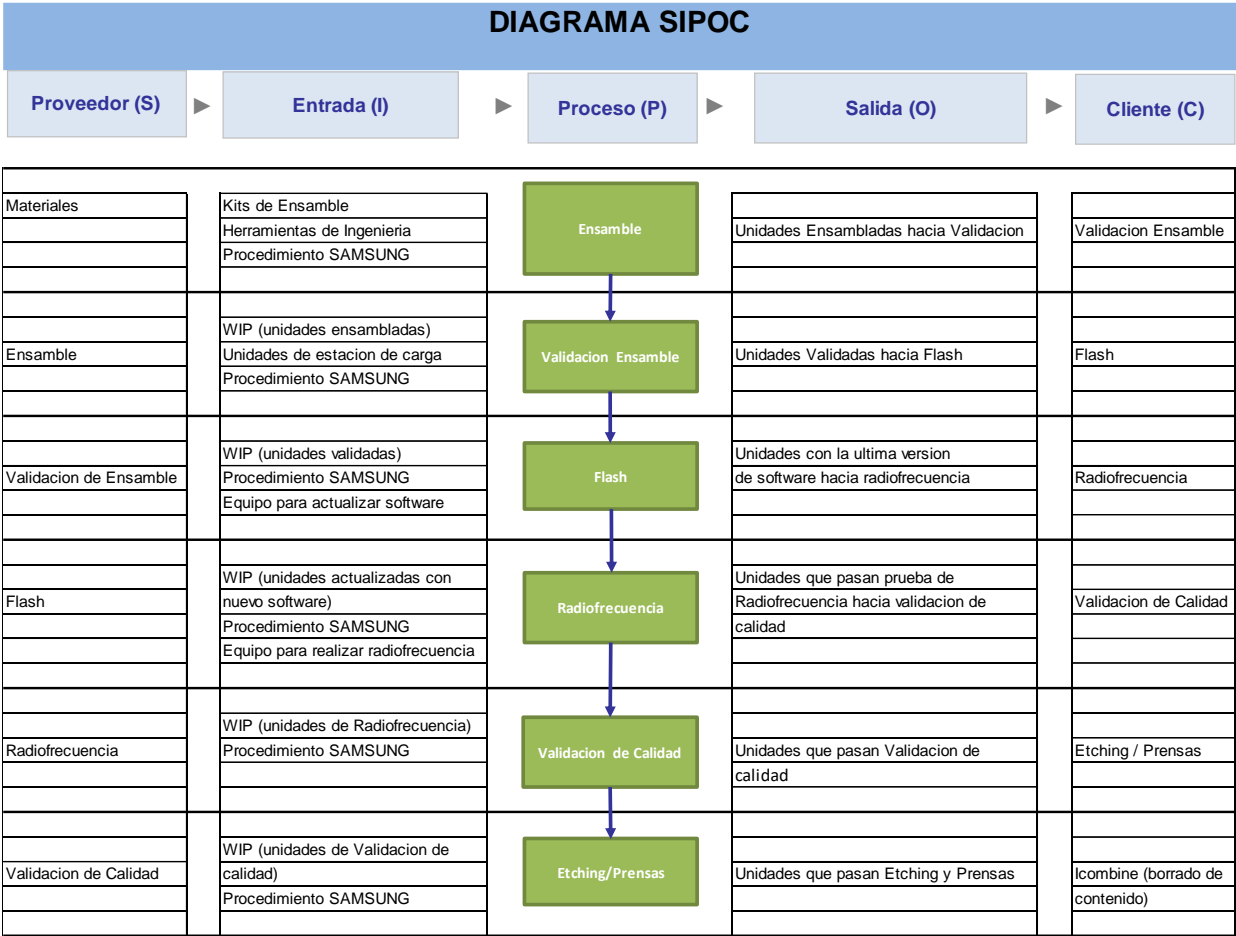
En esta primera fase, se identifica el proceso a ser mejorado, dando a conocer el trabajo de los operarios y técnicos de la planta de producción el cual es influenciado por distintas variables las cuales agregan o no valor al proceso en estudio.

De acuerdo con la necesidad de la empresa Ingram Micro por mejorar los procesos en las etapas de ensamble, validación de ensamble, Flash, radiofrecuencia, validación de calidad y etching / prensas, se revisa el proceso mostrado en el siguiente diagrama de SIPOC.

## **1.1. Diagrama de SIPOC**

A continuación se muestra el desarrollo de la herramienta SIPOC con el objetivo de proveer una vista macro del flujo del proceso o producto y sus interrelaciones dentro de la planta. De igual manera con el fin de ayudar a definir los límites del proceso, el punto de inicio y el final del proceso que necesita una mejora.

Figura 7. Diagrama SIPOC



Fuente: Autor, Febrero, 2017

El en el diagrama de SIPOC anterior se pueden observar todas las entradas y salidas de manera más específica de todo el proceso, lo cual sirve para poder tener mayor información acerca de los posibles defectos que se puedan encontrar y poder identificar de una manera más sencilla quien es el dueño de cada etapa del proceso.

## **1.2. Factores críticos de proceso**

En este proceso de estudio se han identificado los siguientes factores críticos de proceso los cuales corresponden a:

### **1.2.1. Calidad**

En el área de calidad existen factores críticos de proceso tales como: el cumplimiento de los procedimientos cosméticos y funcionales establecidos por SAMSUNG en los que se establece cual es el proceso a seguir con las herramientas requeridas en todas las actividades específicas.

De igual manera otro factor crítico de calidad es cumplimiento una meta de rendimiento por área, en la cual se ejecuta una relación directa entre las unidades buenas contra unidades malas (scrap o retrabajo) al final de cada actividad o subproceso. En la tabla a continuación se muestra la meta por área:

Tabla 1. Rendimiento del Proceso

Area	FPY (%)	Rechazo(%)
Ensamble	85%	15%
Validacion Ensamble	85%	15%
Flash	99%	1%
Radiofrecuencia	97%	3%
Validacion Calidad	94%	6%
Etching/Prensas	99%	1%
Total	76.8%	23.2%

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Para el cálculo del rendimiento de producción basado en la cantidad de unidades que pasan a la primera vez hasta el final del proceso, se debe de multiplicar todos los porcentajes de las metas establecidas de manera acumulativa para poder determinar al final del proceso la cantidad real de unidades de todo el proceso; el cual se ve reflejado al final de la tabla 1.

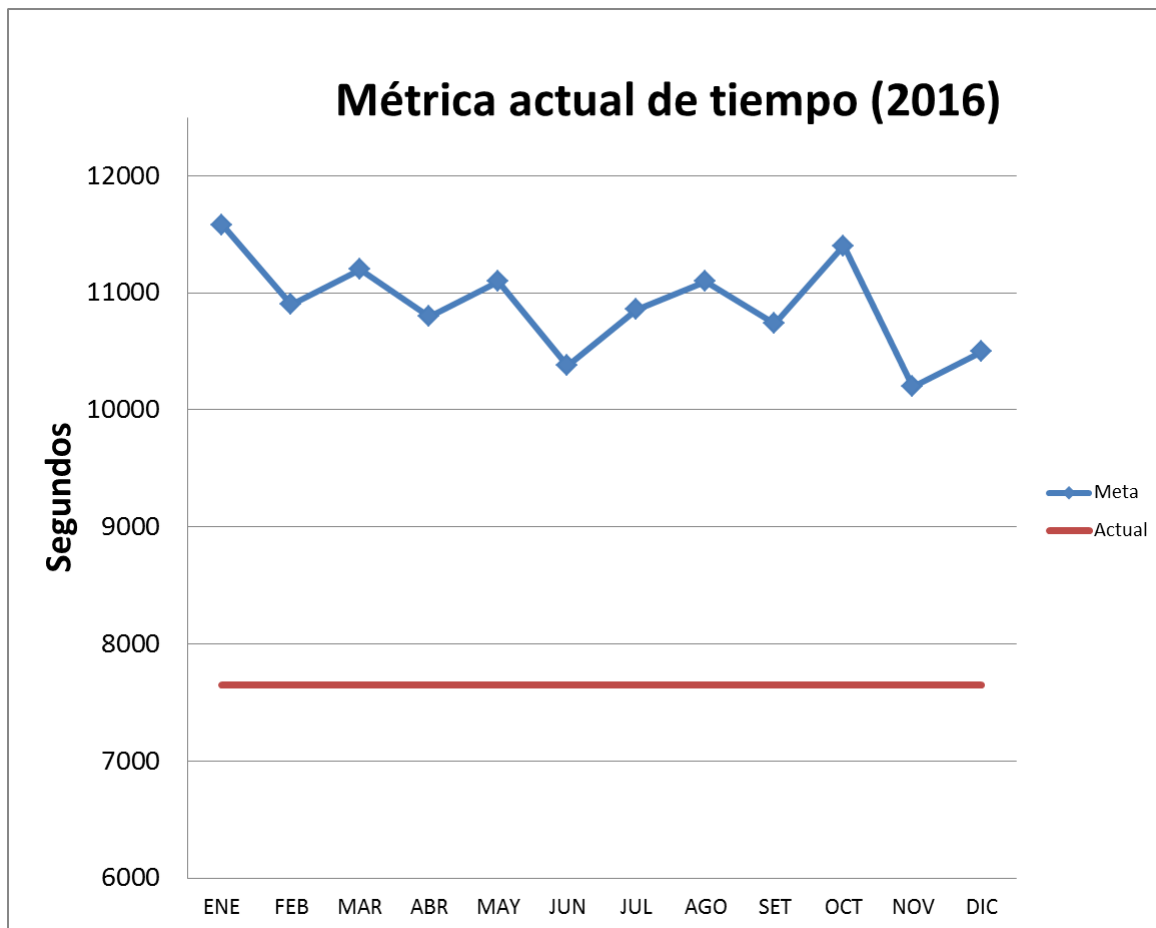
En conclusión solo el 76.8% de las unidades pasan todas las actividades del proceso sin ningún fallo a la primera vez, debido que un 23.20% son enviadas a re trabajo.

### 1.2.2. Tiempo

Otro factor crítico de proceso corresponde al tiempo, debido a que actualmente existe un incumplimiento de la meta interna corporativa de estándar de tiempo para el proceso del S6, específicamente desde ensamble hasta Etching/Prensas.

A continuación se muestra la tabla en donde se visualiza incumplimiento de este indicador durante el 2016, en donde se dio un cumplimiento de la misma en un 70%.

Figura 8. Gráfico Métrica actual de tiempo



Fuente: Autor, Febrero, 2017

Tabla 2. Tiempo Actual vs Tiempo Meta

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Promedio	Diferencia	Desv Std	CV
Actual	11580	10900	11200	10800	11100	10380	10860	11100	10740	11400	10200	10500	10897	3247	408.98	4%
Meta	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650			
%	66%	70%	68%	71%	69%	74%	70%	69%	71%	67%	75%	73%	70%			

Fuente: Autor, Febrero, 2017

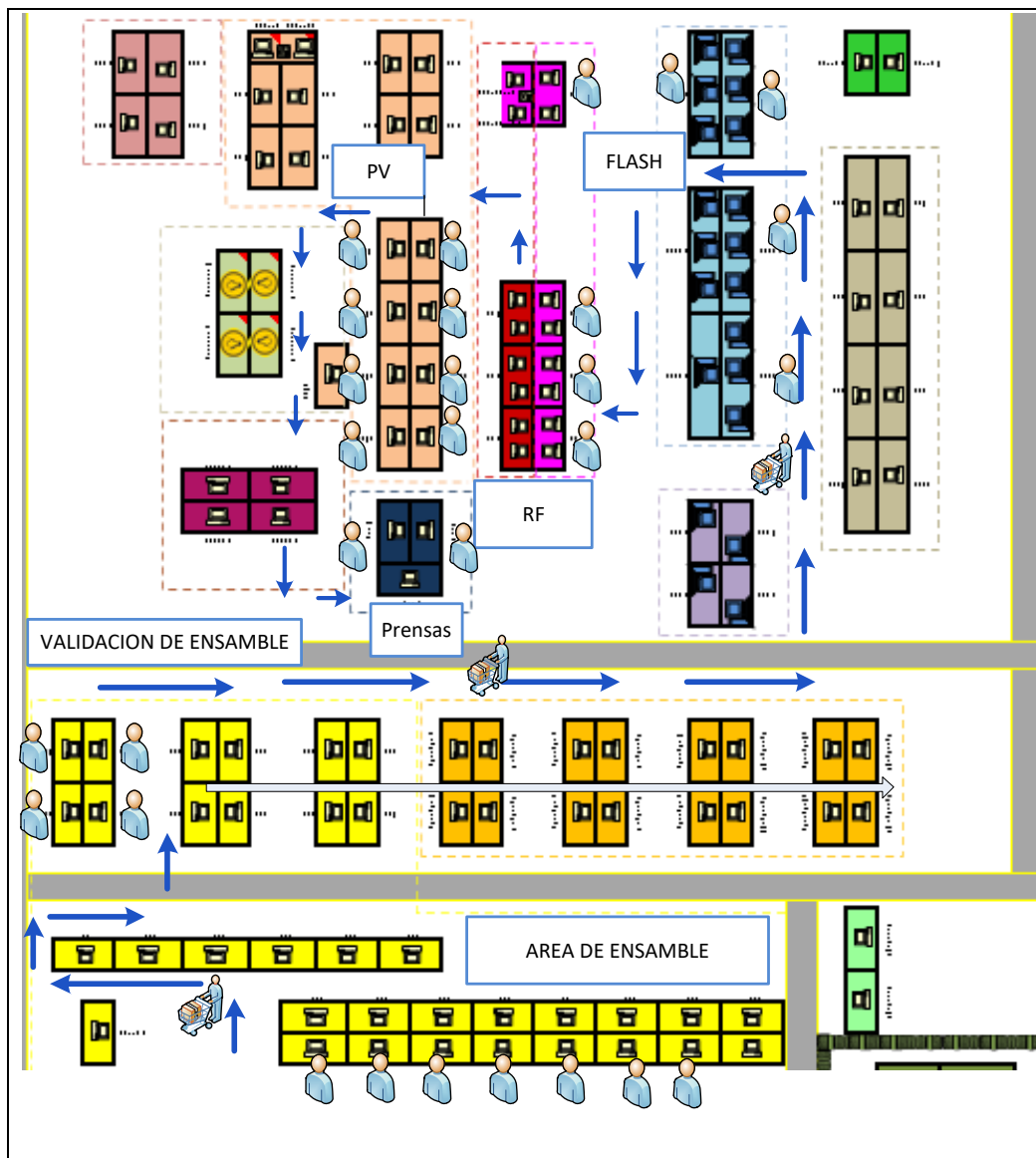
Como se muestra en la tabla 2 el porcentaje de cumplimiento en promedio fue de un 70% con respecto a la meta establecida, lo cual es una diferencia de 3247 segundos, con una desviación estándar de 408.98 segundos y un coeficiente de variación de 4% lo cual rectifica que se comportó de manera constante durante el periodo de estudio.

### **1.3. Área productiva de la planta**

Para un mejor entendimiento en la Figura 9 por medio de una distribución, se muestra físicamente cada una de las áreas en las que está dividida la zona productiva relacionada a la producción del Galaxy S6. Además, se representa el flujo existente sobre la planta y la cantidad de recurso humano u operarios con los que actualmente se cuenta, distribuidos según el tipo de actividad del proceso en general.

De igual manera realiza una descripción gráfica del flujo que tiene las partes y los distintos traslados que se dan en el proceso, los cuales se muestran a continuación:

Figura 9. Área productiva Galaxy S6



Fuente: Autor, Febrero, 2017

#### **1.4. Justificación de la Problemática**

Lo que se busca en esta fase a partir de la definición, es desarrollar un proyecto a través de la medición, el análisis y la mejora que permita aumentar el nivel de eficiencia en los recursos, reducción de tiempo y aumento de productividad.

Por todo lo anterior se justifica la necesidad de mejoramiento en el proceso en general, en el cual se evidenciaron a gran escala problemas de pérdidas de tiempo en desplazamientos de un área a otra por la distribución de planta actual, en un proceso que puede ser tratado de forma lineal. Como resultado del análisis de esas variables no se puede cumplir la meta corporativa interna de tiempo estándar establecida, debido a que se cumple en un 70% en promedio; lo cual representa un problema para la empresa nivel interno y externo por incumplimiento del indicador, el cual afecta directamente al cliente, tanto a corto y a mediano plazo al no llegar las unidades en el tiempo establecido.

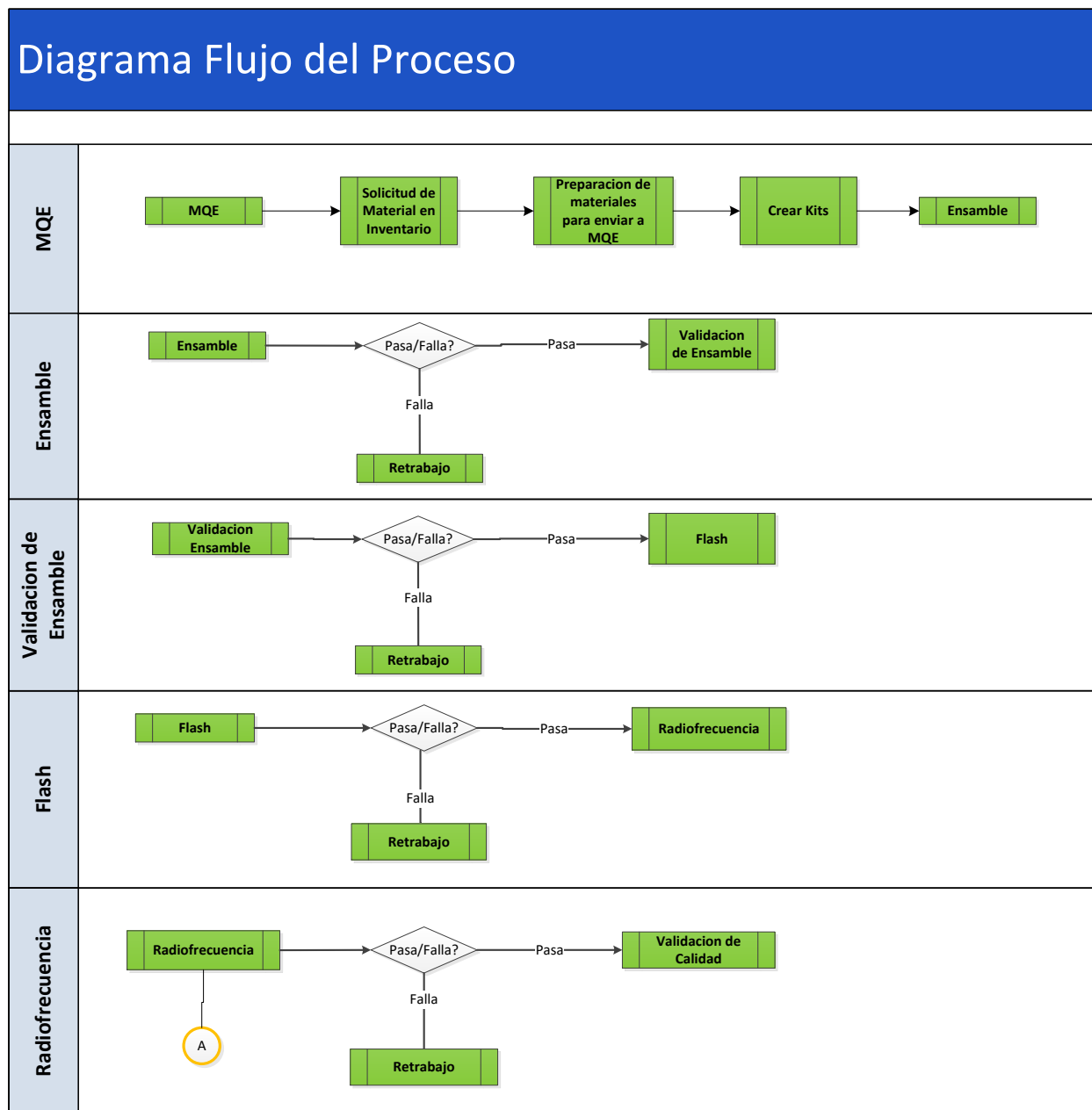
## **2. Medir**

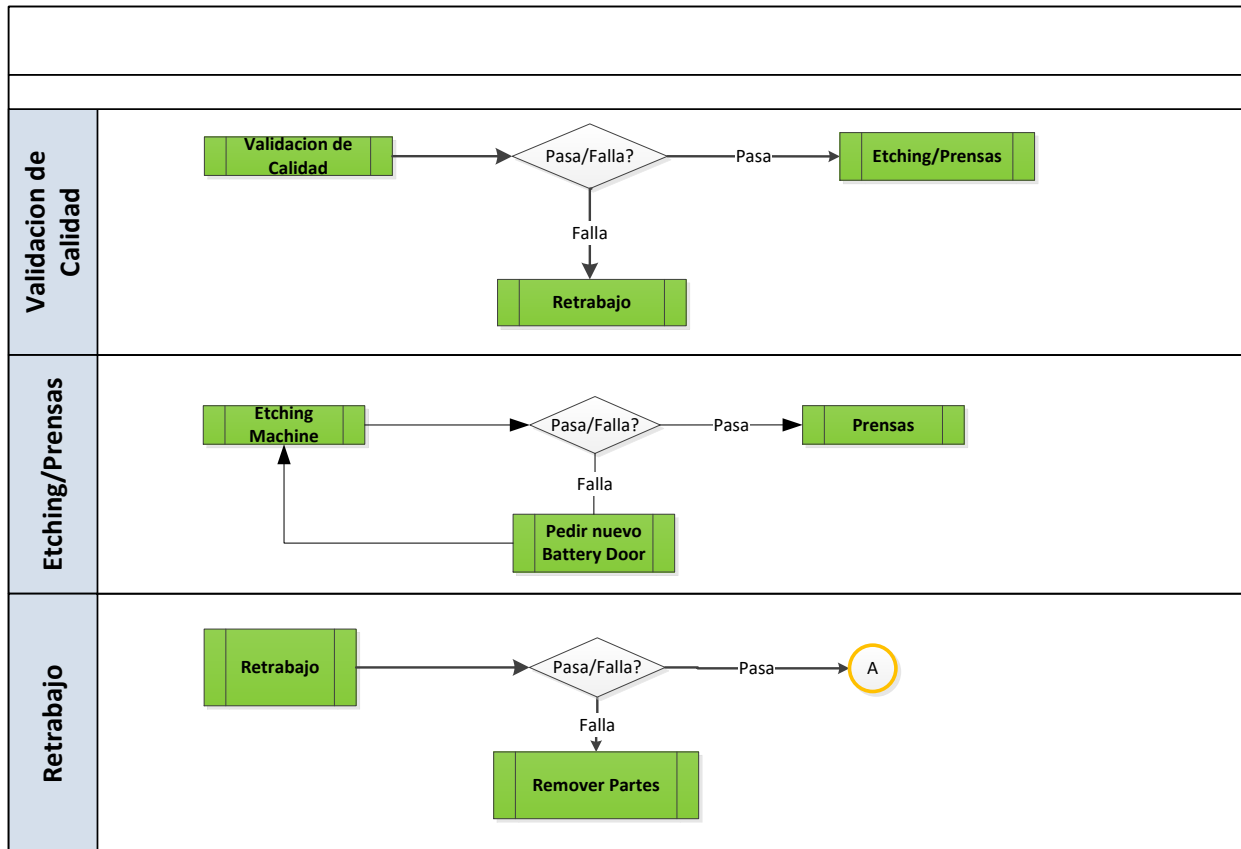
En la segunda fase de la metodología utilizada se harán un estudio de medición con base en los tiempos estándar establecidos internamente. Además, se analizarán los datos obtenidos así como las capacidades del proceso como parte fundamental para el estudio.

### **2.1. Diagrama Flujo de Proceso**

Con el objeto de dar a conocer el sistema productivo del área de impacto del proyecto se detalla el diagrama de flujo, de manera que se comprenda y determine el proceso desde que las unidades ingresan al área de ensamble hasta que finalizan en etching / prensas. Con ello se muestra “el conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.” (Gutierrez H, 2010)

Figura 10. Diagrama Flujo del Proceso





Fuente: Autor, Febrero, 2017

### 2.1.1. MQE “Evaluación de la Calidad de materiales”

Se encarga de realizar los kits necesarios y adjuntar las partes en el sistema para la línea de Ensamble y de evaluar la mejor combinación de partes para tener un porcentaje de rechazo bajo en la línea del proceso y garantizar una rentabilidad en el cumplimiento de los planes de producción.

### 2.1.2. Ensamble y Validación

Es una línea de proceso que se encarga de ensamblar los kits provenientes de MQE de diversos modelos y de diagnosticar problemas del material previo a su ensamble para no impactar la línea de producción.

Figura 11. Imagen Proceso de Ensamble y Validación



Fuente: Autor, Febrero, 2017

### 2.1.3. Flash

El área de Flash se encarga de liberar la memoria del teléfono para que este tenga el rendimiento de una unidad nueva de fábrica, adicional actualiza el software a la versión más reciente publicada por el fabricante y restaura el contenido de fábrica.

Figura 12. Imagen Proceso de Flash



Garantiza que las unidades no estén "Rooted"



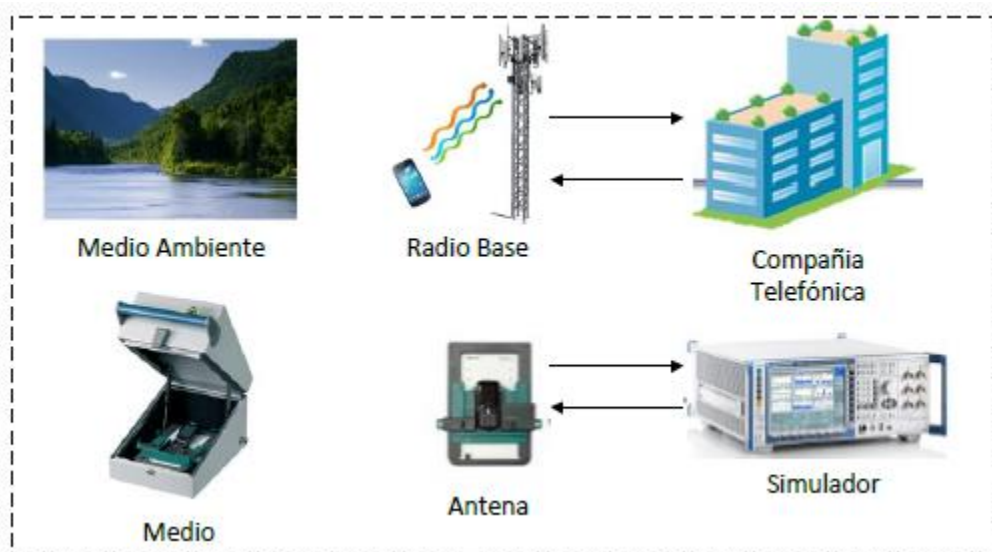
Versión más actualizada

Fuente: Autor, Febrero, 2017

#### 2.1.4. Radiofrecuencia

Simula el entorno de la telefonía celular y comprueba los parámetros de transmisión y recepción dictados por el fabricante.

Figura 13. Imagen Proceso de Radiofrecuencia



Fuente: Autor, Febrero, 2017

### 2.1.5. Validación de Calidad

El término calidad consiste en tener la percepción del cliente con el producto brindado para satisfacer sus necesidades, cumpliendo todas las expectativas que busca el cliente. Por esta razón, Validación de Calidad se encarga de comprobar la perfecta funcionalidad de los teléfonos reparados en C.R. con las especificaciones dadas por los mismos fabricantes. También de colaborar que el nivel de aceptación cosmética sea cumplida para que nuestro Cliente T-Mobile este satisfecho.

### 2.1.6. Etching/Prensas

En este proceso se realiza la impresión del IMEI de cada teléfono mediante una maquina llamada "Etching Machine" la cual utiliza un rayo láser para realizar la impresión en las tapas de los teléfonos que lo requieran. Una vez finalizado

este proceso se proceden a pegar las tapas mediante una prensa específica brindada por SAMSUNG durante un minuto para realizar el prensado completo de los teléfonos.

**Figura 14. Imagen Proceso Etching/Prensas**



Fuente: Autor, Febrero, 2017

Haciendo referencia a los diagramas expuestos, se logra identificar que la mayoría de las actividades del proceso podrían tomarse como un flujo lineal y no segmentado como está actualmente, debido a que existe una relación directa entre las actividades del proceso.

Una vez conocido el flujo del proceso actual, se realiza un estudio de tiempos para poder entender cuáles son las actividades del proceso en general que afectan al tiempo de ciclo.

## **2.2. Estudio de tiempos**

Se realiza el estudio de tiempos con base en la duración de todas las actividades relacionadas con la métrica de tiempo estándar del proceso, determinando así el tiempo de ciclo, el cual se define como el “tiempo total del proceso de principio a fin” (Gutierrez H, 2010). Para efectos de este estudio se toma

el tiempo desde que el operario toma una unidad en ensamble hasta que llega al proceso de etching / prensas.

Este estudio se basa en un “procedimiento de muestreo, donde se puede suponer que las observaciones se distribuyen normalmente respecto a una media poblacional desconocida con una varianza desconocida.” (Niebel y Freivalds, 2009)

### **2.2.1. Cálculo de muestra**

Como se determina en el marco teórico antes de proceder con el cálculo del tamaño de muestra se verifica el comportamiento estadístico de la muestra tomada y de igual manera que todos los procesos se comporten de manera normal.

Niebel y Freivalds (2009) señalan: “Los estudios de tiempo suelen involucrar solo muestras pequeñas ( $n < 30$ ); por lo tanto, debe usarse una distribución t.” (p.341).

El procedimiento para establecer los tiempos se realizó tomando una muestra preliminar de 30 datos por proceso, esto seleccionando operarios, turnos en ambos turnos de manera aleatoria para ser evaluados respecto al tiempo estándar establecido. Cabe mencionar, que para la toma de los datos se tomaron en cuenta los minutos y segundos, pero para efecto de análisis y el cálculo de la muestra definitiva se pasó el total del tiempo a minutos.

Una vez tomados los datos se establece la muestra definitiva de tiempos con los que a partir de ahora se realiza el análisis respectivo. Para este cálculo, se considera una confianza del 95%, con un alfa de 0.05 para 29 grados de libertad (30 menos 1 grado de libertad).

En la tabla 3, se muestran los resultados obtenidos de los 30 datos preliminares

**Tabla 3. Resultados toma de tiempos**

Area	Estandar (seg)	Estandar (min)	Promedio	Diferencia	Unid por H	Desv Std	CV	Tamano muestra	Error
Ensamble Paso 1 y 2	109	1.82	104	5	35	7.12	7%	41	2%
Ensamble Paso 3	306	5.10	305	1	12	8.61	3%	30	1%
Ensamble Paso 4	75	1.25	75	0	48	12.03	16%	40	5%
Ensamble Paso 5	45	0.75	86	-41	42	8.71	10%	58	5%
Ensamble Paso 6	125	2.08	131	-6	28	9.68	7%	58	2%
Ensamble Paso 7	90	1.50	84	6	43	6.10	7%	44	2%
Validación Paso 1	475	7.92	79	396	46	15.59	20%	41	1%
Validación Paso 2			103	372	35	5.18	5%	30	1%
Validación Paso 3			73	402	49	9.48	13%	30	1%
Validación Paso 4			92	383	39	6.07	7%	30	1%
Flash	2580	43.00	2608	-28	1	118.03	5%	30	2%
Radiofrecuencia	180	3.00	185	-5	19	10.52	6%	33	2%
Etching/Prensas	195	3.25	395	-200	9	13.81	3%	48	2%
Validacion de Calidad Paso 1	475	7.92	57	418	63	7.34	13%	30	1%
Validacion de Calidad Paso 2			61	414	59	4.92	8%	30	1%
Validacion de Calidad Paso 3			76	399	47	12.40	16%	30	1%
<b>Total</b>	<b>4655</b>	<b>77.58</b>	<b>4515</b>						

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Una vez obtenidos los datos de las muestras preliminares se determina el tamaño de muestra requerido tomando en cuenta un error de 1%, 2% o 5%, el cual se ve reflejado en la tabla anterior.

Con respecto al tamaño de muestra se procede a la toma de tiempos necesarios para los procesos que requerían de un mayor muestreo, considerando todas las actividades necesarias para completar el proceso.

De igual manera se toma en cuenta el cálculo de la desviación estándar y el coeficiente de variación para cada proceso específico, los cuales brindan un buen porcentaje de confianza debido a que por ejemplo la mayoría de los coeficientes de variación se mantienen bajo el 20%.

### 2.3. Comportamiento estadístico de datos

Con respecto a los datos obtenidos de la toma de tiempos acorde al tamaño de muestra de cada actividad del proceso del Galaxy S6, se realiza un análisis estadístico para determinar el comportamiento y tendencias de los datos en estudio. Esto con el objetivo de evidenciar si existe variación entre los mismos y que no posean comportamientos anormales.

A continuación se muestra un resumen estadístico de las actividades específicas del proceso, en el cual se pueden visualizar el comportamiento de las actividades en estudio.

**Tabla 4. Resumen estadístico Actividades**

Actividad	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Ensamble Paso 1 y 2	103.51	7.12	102	93	116
Ensamble Paso 3	305.4	8.61	304.5	289	324
Ensamble Paso 4	75.178	12.031	73	56	100
Ensamble Paso 5	86.45	8.71	91	70	100
Ensamble Paso 6	130.84	9.81	129	110	152
Ensamble Paso 7	84.09	6.09	81	76	95
Validación de Ensamble Paso 1	78.72	15.59	71	62	113
Validación de Ensamble Paso 2	103.43	5.18	104.5	86	109
Validación de Ensamble Paso 3	72.87	9.48	69	64	96
Validación de Ensamble Paso 4	92.1	6.07	92.5	86	106
Flash	2607.5	118	2593.5	2434	2854
Radiofrecuencia	185.3	10.52	186	167	216
Etching/Prensas	196.78	13.08	191	181	226
Validación de Calidad Paso 1	57.1	7.336	57	46	66
Validación de Calidad Paso 2	61.4	4.92	62	50	68
Validación de Calidad Paso 3	76.31	12.4	80	54	95

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Según este estudio estadístico se puede concluir que no existen comportamientos ni tendencias anormales en los datos de todas las actividades del proceso.

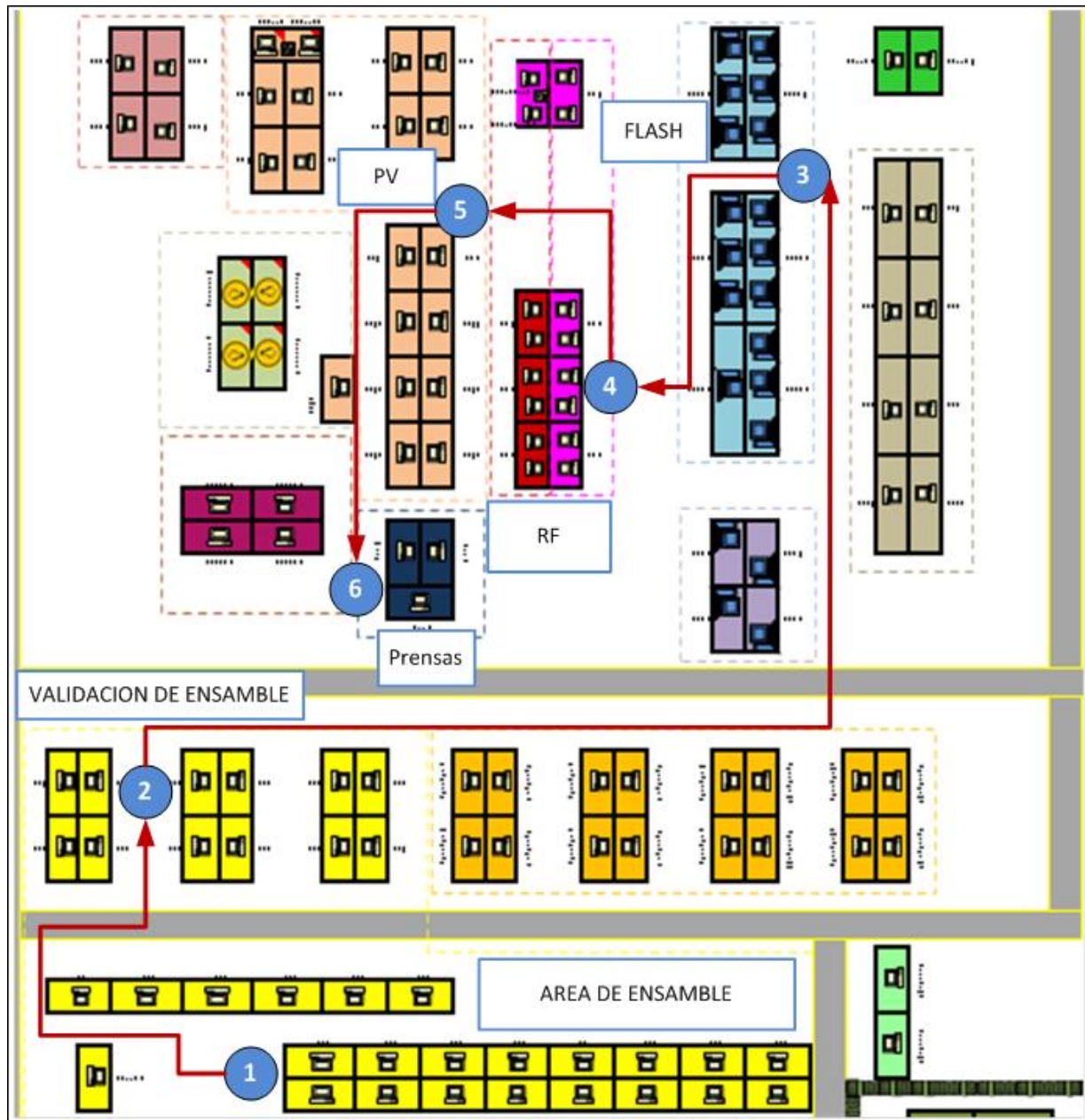
En el apartado de anexos se pueden encontrar los gráficos específicos para cada actividad del proceso, en donde se visualiza con mayor detalle el comportamiento estadístico de las actividades del proceso en estudio.

Seguido de este análisis se realiza un estudio de todos los recorridos que realizan los operarios en el transporte de unidades alrededor de la distribución de planta actual del proceso del Galaxy S6.

#### **2.4. Diagrama de Recorridos**

En el diagrama a continuación se reflejan todos los movimientos que se deben realizar para el transporte de unidades entre los procesos, los cuales se detallan con una fecha roja.

Figura 15. Diagrama de Recorridos



Fuente: Autor, Febrero, 2017

Una vez identificados los desplazamientos entre actividades se procede a cuantificar las distancias en metros con su respectiva frecuencia para obtener un

tiempo acumulado y lograr evidenciar el costo de estos desplazamientos basándose en el salario promedio de los operarios el cual se describe en la tabla 5.

**Tabla 5. Distancias entre proceso y costo**

Distancias entre procesos					
Proceso	Mts	Frecuencia por turno	Desplazamiento (seg)	Tiempo Acum	Costo
Ensamble - Validacion	13.12	14	25.2	5.88	₺ 158.23
Validacion - Flash	27.93	16	58.2	15.52	₺ 417.64
Flash - RF	4.58	13	15	3.25	₺ 87.46
RF - PV	8.25	14	19.2	4.48	₺ 120.56
PV - Prensas	8.71	15	17.4	4.35	₺ 117.06
<b>Total</b>	<b>62.59</b>				<b>₺ 900.94</b>

Fuente: Autor, Febrero, 2017

**Tabla 6. Salario promedio operario**

Salario	
Mes	₺ 310,000.00
Semana	₺ 77,500.00
Dia	₺ 12,916.67
Hora	₺ 1,614.58
Minuto	₺ 26.91

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Los costos de los desplazamientos entre actividades del proceso representan un 14% del salario total de los operarios debido a que son ₺ 43,245.00 por turno de producción.

Seguido de esta medición, se realiza un análisis de MUDAS de proceso para evidenciar los elementos de las actividades que generan valor y las que no se cuantifican, tomando en cuenta frecuencia, tiempo y costo en la tabla 7 a continuación.

## **2.5. Análisis de MUDAS**

Para la realización del análisis de MUDAS se toma en cuenta todos desperdicios en las actividades del proceso como: esperas para completar lotes, conteos, escaneos, inspecciones, desplazamientos, almacenamientos, re procesos, etc. Que se logren identificar en el proceso. Luego se clasifican las actividades en una de tres categorías: agrega valor, muda 1 o muda 2. Las mudas 1 se identifican cuando no agregan valor desde la perspectiva del cliente pero si agregan valor al negocio por ser algún requisito o que se requieran para garantizar la calidad de las unidades. Y la muda 2 son todas las actividades que no generan valor para el cliente ni para el negocio. A continuación se muestra el detalle en la siguiente tabla.

Tabla 7. MUDAS proceso y Costo

Proceso	Actividad	Descripción	Muda	Frecuencia	Tiempo MUDA	Tiempo Acum	Costo	
Ensamble	1	Esperar	2	4	30	2	₡ 53.82	
	2	Tomar kit de materiales para ensamblar la unidad	1	345	2	7	₡ 185.68	
	3	Colocar adhesivos	No		0	0	₡ -	
	4	Colocar sub ensambles	No		0	0	₡ -	
	5	Inspeccionar	2	345	4	24	₡ 649.87	
	6	Prueba de calidad	No		0	0	₡ -	
	7	Movimiento	2	10	12	2	₡ 53.82	
	8	Colocar tornillos	No		0	0	₡ -	
	9	Prueba de continuidad	No		0	0	₡ -	
	10	Sobreproducción	2	3	30	2	₡ 40.36	
	11	Unidades en WIP	2	130	84	182	₡ 4,897.57	
	12	Kits de materiales incompletos	2	12	42	8	₡ 226.04	
	13	Unidades descargadas	2	40	36	24	₡ 645.83	
	14	Retrabajo de unidades	2	40	180	120	₡ 3,229.17	
	15	Fallo de materiales al ser ensamblados	2	12	24	5	₡ 129.17	
	Validación de Ensamble	16	Escaneo de unidades en sistema	1	345	1.8	10	₡ 278.52
		17	Transporte	2	14	25	6	₡ 158.23
18		Esperar	2	5	45	4	₡ 100.91	
19		Inspección Cosmética y Funcional	No		0	0	₡ -	
20		Retrabajo de unidades	2	30	180	90	₡ 2,421.88	
21		Movimiento	2	15	62	15	₡ 415.76	
22		Falta de componentes en las unidades	2	5	24	2	₡ 53.82	
23		Escaneo de unidades en sistema	1	345	1.8	10	₡ 278.52	
24		Unidades en WIP	2	82	475	649	₡ 17,476.25	
25		Transporte	2	16	58	16	₡ 417.64	
Flash	26	Esperar	2	5	42	4	₡ 94.18	
	27	Conectar unidades para actualizar el software	No		0	0	₡ -	
	28	Inspeccionar	1	345	4	24	₡ 649.87	
	29	Unidades en WIP	2	42	150	105	₡ 2,825.52	
	30	Retrabajo de unidades	2	1	180	3	₡ 80.73	
	31	Escaneo de unidades en sistema	1	345	2	10	₡ 278.52	
	32	Transporte	2	13	15	3	₡ 87.46	
	33	Movimiento	2	4	10	1	₡ 18.30	
Radiofrecuencia	34	Esperar	2	5	13	1	₡ 29.60	
	35	Realizar prueba de Radiofrecuencia	No		0	0	₡ -	
	36	Unidades en WIP	2	31	180	93	₡ 2,502.60	
	37	Retrabajo de unidades	2	15	180	45	₡ 1,210.94	
	38	Inspeccionar	1	345	4	24	₡ 649.87	
	39	Movimiento	2	10	13	2	₡ 59.20	
	40	Escaneo de unidades en sistema	1	345	1.8	10	₡ 278.52	
	41	Transporte	2	14	19	4	₡ 120.56	
Validación de Calidad	42	Esperar	2	4	30	2	₡ 53.82	
	43	Unidades en WIP	2	71	475	562	₡ 15,131.88	
	44	Realizar prueba Cosmética y Funcional	No		0	0	₡ -	
	45	Movimiento	2	4	20	1	₡ 36.60	
	46	Transporte	2	15	17	4	₡ 117.06	
	47	Retrabajo de unidades	2	20	180	60	₡ 1,614.58	
	48	Escaneo de unidades en sistema	2	345	1.8	10	₡ 278.52	
Etching/Prensas	49	Esperar	2	4	13	1	₡ 23.68	
	50	Realizar etching y prensado de Battery Door	No		0	0	₡ -	
	51	Inspeccionar	1	345	4	24	₡ 649.87	
	52	Movimiento	2	15	7	2	₡ 48.44	
	53	Transporte	2	15	17	4	₡ 117.06	
	54	Escaneo de unidades en sistema	1	345	2	10	₡ 278.52	
	55	Retrabajo de unidades	2	4	180	12	₡ 322.92	
	56	Unidades en WIP	2	30	195	98	₡ 2,623.70	
<b>Total</b>						<b>2300</b>	<b>₡ 61,895.32</b>	

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Como se observa en la tabla anterior se refleja un costo total de cada actividad considerada como MUDA de proceso, el cual se determina mediante el cálculo de la frecuencia y el tiempo acumulado de la MUDA por el costo promedio por minuto de un operario.

Una vez medidas y cuantificadas las MUDAS del proceso se tiene como resultado un impacto por turno, día, semana, mes y año reflejado en la tabla a continuación:

**Tabla 8. Impacto MUDAS**

<b>Impacto MUDAS</b>		
Turno	₡	61,895.32
Día	₡	123,790.64
Semana	₡	742,743.85
Mes	₡	2,970,975.42
Año	₡	35,651,705.00

Fuente: Autor, Febrero, 2017

## **2.6. Análisis de Capacidades de Producción**

Fullana C. Paredes J. (2008) describen capacidad de la siguiente manera:

“Producción potencial de un proceso, de una planta industrial o de las instalaciones de una empresa. Dicho de otro modo, la cantidad de producción que se puede obtener con unos determinados medios estructurales disponibles: edificios, equipos, instalaciones y personal”.

Haciendo referencia al término capacidad, en este apartado se estudia este concepto con el fin de establecer los índices de producción actuales. Para ello, se

toma en consideración los indicadores de tiempo y recurso humano por actividad actuales.

Inicialmente, se procederá a establecer la capacidad teórica la cual “se basa en una producción con máxima eficiencia del tiempo, recursos humanos y equipo productivo a pleno rendimiento y sin ningún tipo de las interrupciones consideradas como “normales”, por ser habituales, como por ejemplo, por mantenimiento de la planta.” (Fullana C. 2008)

En la tabla a continuación se muestra la capacidad de producción teórica por turno para cada actividad del proceso con base al tiempo, cantidad de personal y maquinas en caso de ser requeridas. Cabe mencionar, que se considera la jornada actual de 7 horas restando los tiempos de descanso y almuerzo.

**Tabla 9. Análisis de capacidades producción y cuello de botella**

Area	Tiempo (seg)	Maquinas	Unidades Hora	Tecnicos	Capacidad teorica (Actual)
Ensamble Paso 1 y 2	104	-	35	2	487
Ensamble Paso 3	102	3	35	2	495
Ensamble Paso 4	75	-	48	2	670
Ensamble Paso 5	86	-	42	2	583
Ensamble Paso 6	131	-	28	2	385
Ensamble Paso 7	84	-	43	2	599
Validación Paso 1	79	-	46	2	640
Validación Paso 2	103	-	35	2	487
Validación Paso 3	73	-	49	2	692
Validación Paso 4	92	-	39	2	547
Flash	326	12	133	4	928
Radiofrecuencia	185	7	136	4	952
Etching/Prensas	197	4	73	4	511
Validación de Calidad Paso 1	57	-	63	2	883
Validación de Calidad Paso 2	61	-	59	2	821
Validación de Calidad Paso 3	76	-	47	2	660
Total				38	

Cuello botella	385
----------------	-----

Fuente: Autor, Febrero, 2017

A partir de la fijación de capacidades, se determina la producción teórica para el proceso del Galaxy S6.

En este caso, para fijar la capacidad teórica de todo el proceso se toma como base la actividad cuello de botella establecida en la tabla anterior, debido a que es la que requiere mayor duración en la elaboración y la que determina la capacidad total de unidades que se pueden elaborar, lo que da a entender la disfuncionalidad que las otras actividades produzcan mucho si al final las unidades quedan estancadas, lo

que genera inventario entre procesos por no tener los recursos necesarios o capacidad para producir más.

Se establece como cuello de botella la actividad de “Ensamble Paso 6”, por lo tanto se define como capacidad teórica del proceso **385** unidades por turno.

## **2.7. Mapa de Flujo de Valor**

Se determina la utilización de la herramienta en el proyecto con base en el enfoque de dos principios *lean*, los cuales Gutiérrez H. (2010) define como:

- Especificar el valor para cada producto desde el punto de vista del cliente final (qué se agrega)
- Identificar el flujo de valor y eliminar el desperdicio.

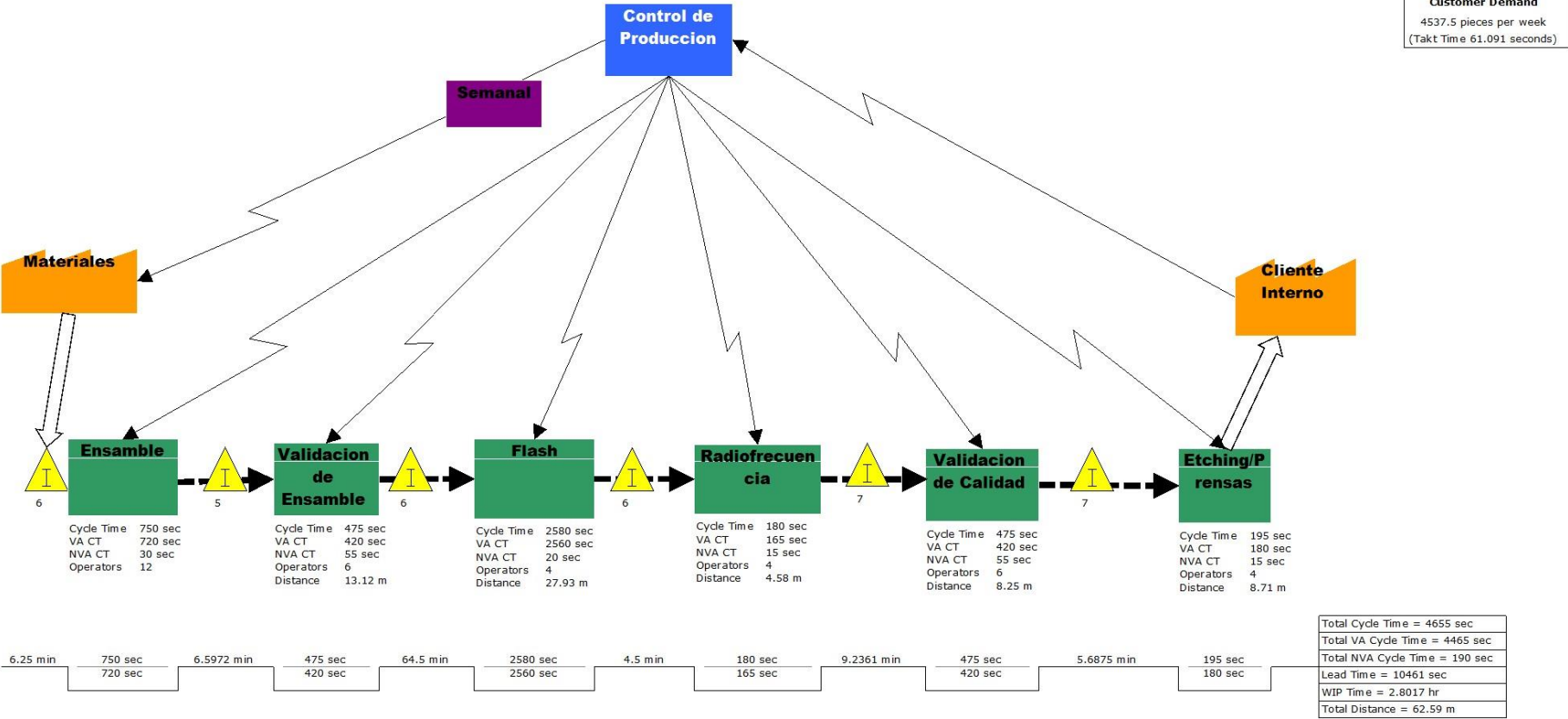
Para ello, se realiza el mapa de flujo de valor, con el cual se pretende mostrar el “conjunto de todas las acciones específicas que se ejecutan a lo largo del proceso”. (Gutiérrez H. 2010).

En la Figura 16 se puntualiza cada actividad involucrada en la producción del Galaxy S6 se consideran los tiempos de ciclo, inventarios entre actividades y la cantidad de personal actual.

Además, por medio del mapa se lograrán identificar las oportunidades de mejora del proceso así como entender necesidades de cambio sobre las cuales se podrá actuar posteriormente.

Para la utilización de la herramienta se tomará en cuenta los tiempos promedio de cada actividad con los datos mostrados en el estudio de tiempos realizado anteriormente, los cuales corresponden a tiempos de duración por actividad.

Figura 16. Mapa Flujo de valor actual



Fuente: Autor, Febrero, 2017

Como se logra observar a través del diagrama anterior, hay gran cantidad de tiempos ociosos en el proceso, los cuales son responsables de que no se cumpla la métrica de tiempo estándar para el modelo Galaxy S6.

Según el estudio realizado y el diagrama anterior el “Lead Time” o el tiempo real de una unidad tomando en cuenta todas las demoras que afectan al tiempo son de 11046 segundos, pasando la meta establecida a nivel corporativo de 4655 segundos en promedio.

Además de lo analizado, en el diagrama se fija la cantidad de tiempo de valor agregado, el cual es de 4465 segundos y el de valor no agregado que da como resultado 190 segundos. De igual manera se determina la cantidad de tiempo en inventario que es de 2.86 horas. Y por último se brinda el detalle de la distancia que debe recorrer cada unidad procesada que es de 62.59 metros

### **3. Analizar**

Esta fase es la tercera de la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto, donde se valoran las causas raíz de la problemática. Además, se analizan los ámbitos organizacionales de la empresa concluye así el estudio de la situación actual con base en la planta de producción.

#### **3.1. Producción por lotes vs Flujo Continuo**

Antes de la realización de la toma de tiempos de ciclo de las actividades del proceso en estudio, es importante destacar que en la actualidad las actividades de Validación de Ensamble y Validación de Calidad tuvieron una mejora en el proceso

debido a una segregación del mismo en pasos para obtener un menor tiempo de ciclo por unidad y con ello aumentar la productividad en estas actividades específicas.

Esto debido a que normalmente existían grandes acumulaciones de unidades y se producía por lotes, lo cual afectaba el tiempo de ciclo de estas actividades. Una vez realizado el cambio en las actividades los tiempos disminuyeron un 27% para Validación de Ensamble y un 59% para Validación de Calidad debido a que se redujo la acumulación de unidades y se estableció un flujo continuo.

## **3.2. Pruebas de Hipótesis**

### **3.2.1. Muestra vs estándar de producción**

Para mayor entendimiento de la afectación de los tiempos de ciclo versus los estándares establecidos actualmente se realizan pruebas de hipótesis de los muestreos tomados por todas actividades del proceso y se obtiene como resultado que el 25% de las actividades no muestra diferencia versus el estándar de tiempo establecido. Este porcentaje sube a un 69% tomando en cuenta de que no existían diferencias entre los tiempos de ciclo y los estándares de Validación de Ensamble y Validación de Calidad antes de la realización de la mejora especificada anteriormente.

Para mayor detalle referirse a los anexos en donde se pueden visualizar los gráficos y los datos de las hipótesis realizadas.

En la tabla a continuación se especifican las actividades que poseen diferencias contra los estándares y viceversa.

**Tabla 10. Resultados muestra vs estándar de producción**

Actividad	Resultado
Ensamble Paso 1 y 2	Si Dif
Ensamble Paso 3	No Dif
Ensamble Paso 4	No Dif
Ensamble Paso 5	Si Dif
Ensamble Paso 6	Si Dif
Ensamble Paso 7	Si Dif
Validacion Paso 1	No Dif
Validacion Paso 2	No Dif
Validacion Paso 3	No Dif
Validacion Paso 4	No Dif
Flash	No Dif
Radiofrecuencia	Si Dif
Etching/Prensas	No Dif
Validacion de Calidad Paso 1	No Dif
Validacion de Calidad Paso 2	No Dif
Validacion de Calidad Paso 3	No Dif

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Según la tabla anterior se puede evidenciar que no existe un problema notable en el estándar de producción establecido, debido a que entre la mayoría de las actividades, no existe diferencias entre el estándar y el muestreo realizado, por lo cual se realiza un estudio de las causas mediante la herramienta de análisis de modo y efecto de fallas la cual se desarrolla a continuación.

### **3.3. FMEA**

Para el análisis o estudio de las causas que generan el problema se utiliza la herramienta denominada FMEA (análisis de modo y efecto de fallas), tomando en consideración al personal operativo de la planta de producción para cada una de las respectivas valoraciones según indica la herramienta por utilizar.

Para la utilización de esta herramienta se parte de la definición dada por Gutierrez H. De la Vara R. (2013), la cual dice:

Permite identificar las fallas potenciales de un producto o un proceso y, a partir de un análisis de su probabilidad de ocurrencia, formas de detección y el efecto que provocan; estas fallas se jerarquizan, y que aquellas que vulneran más confiabilidad del producto o proceso será necesario generar acciones para eliminarlas o reducir riesgo asociado con las mismas. p.383).

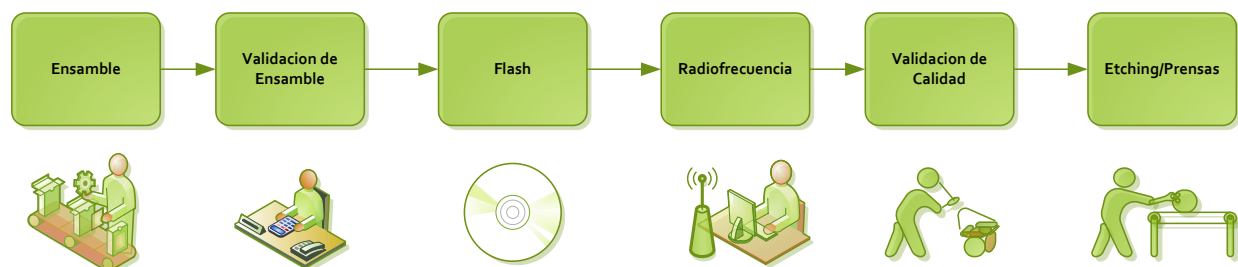
Con base en lo descrito por el autor anteriormente, se procede a identificar y analizar las fallas, efectos y causas del proceso bajo un método de ponderación y evaluación de cada una dando prioridad de mejora.

Para una óptima aplicación y un mejor análisis de la herramienta se utilizan una serie de pasos mostrados a continuación.

### 3.3.1. Definir actividades del proceso

Para efectos de este análisis se consideran las actividades generales que implica el proceso desde ensamble hasta etching/Prensas. De igual manera, se estudian los tiempos por almacenamiento temporal (WIP) que se da en cada una de ellas.

Figura 17. Diagrama de proceso específico modelo S6



Fuente: Autor, Febrero, 2017

Se destaca que en medio de cada actividad hay fallos o tiempos de espera que generan atraso al sistema productivo por lo que implícitamente también se tomarán en cuenta.

### **3.3.2. Modo potencial de fallas**

En este segundo punto de la herramienta, por medio de la tabla número 10 se determinan todos los modos potenciales de fallas, es decir, cualquier actividad que detenga el flujo del proceso lo que genera retraso en las actividades del proceso.

Tabla 11. Modo potencial de fallas

<b>Modo Potencial de Fallas</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Fallas</b>
<b>Ensamble</b>	Kit de ensamble incompleto
	Material en mal estado
	Torques mal calibrados
	Transporte de unidades
	Acumulacion de unidades entre estaciones
	Re inspeccion de unidades
	Proceso No estandarizado
<b>Validacion Ensamble</b>	Unidades descargadas
	Mal ensamble de unidades
	Consulta en validacion de calidad
	Transporte de unidades
	Espera de unidades para ser procesadas
	Faltante de equipo necesario para trabajar
	Mala inspeccion de calidad
<b>Flash</b>	Re inspeccion cosmetica de unidades
	Equipo en mal estado
	Acumulacion de unidades entre estaciones
	Espera de unidades
	Transporte de unidades
	Retrabajo de unidades
<b>Radiofrecuencia</b>	Equipo en mal estado
	Transporte de unidades
	Retrabajo de unidades
	Acumulacion de unidades entre estaciones
	Espera de unidades
<b>Validacion de Calidad</b>	Transporte de unidades
	Retrabajo de unidades
	Acumulacion de unidades entre estaciones
	Espera de unidades
	Equipo en mal estado
<b>Etching/Prensas</b>	Retrabajo de unidades
	Acumulacion de unidades entre estaciones
	Espera de unidades
	Equipo en mal estado

Fuente: Autor, Febrero, 2017

### 3.3.3. Efecto de Fallas

Se procede a fijar los efectos o consecuencias que tienen estas fallas producidas durante el proceso productivo.

Estos efectos pueden darse en el mismo proceso o sobre la siguiente actividad. Para determinar los efectos, se toma como base los 7 desperdicios de la filosofía *lean*, refiriéndose al termino como “cualquier cosa o actividad que genera costos pero que no agrega valor al producto” (Gutierrez H, 2010).

Además, este mismo autor, define los 7 desperdicios que serán considerados de la siguiente manera:

- **Sobreproducción:** producir mucho a más pronto de lo que necesita el cliente.
- **Esperas:** Tiempo desperdiciado (de máquinas o personas), debido a que durante este tiempo no hubo actividades que le agreguen valor al producto.
- **Sobre procesamiento:** Esfuerzos que no son requeridos por los clientes y que no agregan valor.
- **Inventarios:** Mayor cantidad de partes y materiales que el mínimo requerido para atender los pedidos del cliente.
- **Movimientos:** Movimiento innecesario de la gente y materiales dentro de un proceso.

- **Re trabajo:** Repetición o corrección de un proceso.

Se muestra en la tabla número 12 del documento lo descrito en función a los efectos encontrados por las fallas.

**Tabla 12. Modo potencial de fallas y efecto**

Modo potencial de fallas y efecto		
Actividad	Fallas	Efecto
<b>Ensamble</b>	Kit de ensamble incompleto	<b>Re trabajo:</b> Devolucion de Kit de ensamble hacia materiales para corregir el error y reiniciar el proceso
	Material en mal estado	<b>Re trabajo:</b> Devolucion de material hacia materiales, el operario debe de pedir de nuevo el material para seguir procesando
	Torques mal calibrados	<b>Espera:</b> Unidades con tornillos barridos, por lo cual hay que solicitar soporte del area de ingenieria
	Transporte de unidades	<b>Transporte:</b> Perdida de tiempo en transporte de unidades hacia siguiente proceso
	Acumulacion de unidades entre estaciones	<b>Inventario:</b> Alta cantidad de unidades pendientes por procesar
	Re inspeccion de unidades	<b>Re trabajo:</b> Perdida de tiempo en produccion
	Proceso No estandarizado	<b>Re trabajo:</b> Repetición de procesos ( Rotación de personal, no todos lo realizan de la misma manera)
<b>Validacion Ensamble</b>	Unidades descargadas	<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras se cargan las unidades al 80%
	Mal ensamble de unidades	<b>Re trabajo:</b> Provoca que las unidades sean enviadas a retrabajo para corregir el error y reiniciar el proceso
	Consulta en validacion de calidad	<b>Movimiento:</b> El operario debe moverse hasta el area de validacion de calidad
	Transporte de unidades	<b>Transporte:</b> Perdida de tiempo en transporte de unidades hacia siguiente proceso
	Espera de unidades para ser procesadas	<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras llegan unidades para ser procesadas
	Faltante de equipo necesario para trabajar	<b>Espera:</b> Se debe de solicitar soporte del area de ingenieria para continuar procesando
	Mala inspeccion de calidad	<b>Re trabajo:</b> Incremento de unidades hacia retrabajo
<b>Flash</b>	Re inspeccion cosmetica de unidades	<b>Re trabajo:</b> Perdida de tiempo en produccion
	Equipo en mal estado	<b>Espera:</b> Se debe de solicitar soporte del area de ingenieria para continuar procesando
	Acumulacion de unidades entre estaciones	<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras llegan unidades para ser procesadas
	Espera de unidades	<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras llegan unidades
	Transporte de unidades	<b>Transporte:</b> Perdida de tiempo en transporte de unidades hacia siguiente proceso
	Retrabajo de unidades	<b>Re trabajo:</b> Perdida de tiempo en produccion

<b>Radiofrecuencia</b>	Equipo en mal estado	<b>Espera:</b> Se debe de solicitar soporte del area de ingenieria para continuar procesando
	Transporte de unidades	<b>Transporte:</b> Perdida de tiempo en transporte de unidades hacia siguiente proceso
	Retrabajo de unidades	<b>Re trabajo:</b> Perdida de tiempo en produccion
	Acumulacion de unidades entre estaciones	<b>Inventario:</b> Alta cantidad de unidades pendientes por procesar
	Espera de unidades	<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras llegan unidades para ser procesadas
<b>Validacion de Calidad</b>	Transporte de unidades	<b>Transporte:</b> Perdida de tiempo en transporte de unidades hacia siguiente proceso
	Retrabajo de unidades	<b>Re trabajo:</b> Perdida de tiempo en produccion
	Acumulacion de unidades entre estaciones	<b>Inventario:</b> Alta cantidad de unidades pendientes por procesar
	Faltante de equipo necesario para trabajar	<b>Espera:</b> Se debe de solicitar soporte del area de ingenieria para continuar procesando
	Espera de unidades	<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras llegan unidades para ser procesadas
	Equipo en mal estado	<b>Espera:</b> Se debe de solicitar soporte del area de ingenieria para continuar procesando
<b>Etching/Prensas</b>	Retrabajo de unidades	<b>Re trabajo:</b> Perdida de tiempo en produccion
	Acumulacion de unidades entre estaciones	<b>Inventario:</b> Alta cantidad de unidades pendientes por procesar
	Espera de unidades	<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras llegan unidades para ser procesadas
	Equipo en mal estado	<b>Espera:</b> Se debe de solicitar soporte del area de ingenieria para continuar procesando

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Como se puede observar, en el proceso productivo del Galaxy S6 toman relevancia 4 de los 7, estos son: Espera, re trabajo, movimiento y transporte. Además, de esos 4 desperdicios identificados el de mayor impacto es el de las esperas con una reincidencia de 14 veces de los 35 efectos en total del proceso.

#### 3.3.4. Estimación de severidad

Con base en los efectos determinados para cada falla, se da un índice de severidad a cada una de estas en una escala de 1 a 10 representando el número la gravedad de cada falla ya sea en el cliente interno o en la actividad posterior del proceso.

Una vez determinados los criterios de evaluación de severidad, se procede a realizar esta para cada efecto de falla fijado anteriormente. La calificación se muestra en la tabla número 13.

Tabla 13. Puntuación de severidad

Puntuacion de severidad	
Efecto	Severidad
<b>Re trabajo:</b> Devolucion de Kit de ensamble hacia materiales para corregir el error y reiniciar el proceso	6
<b>Re trabajo:</b> Devolucion de material hacia materiales, el operario debe de pedir de nuevo el material para seguir procesando	6
<b>Espera:</b> Unidades con tornillos barridos, por lo cual hay que solicitar soporte del area de ingenieria	5
<b>Transporte:</b> Perdida de tiempo en transporte de unidades hacia siguiente proceso	7
<b>Inventario:</b> Alta cantidad de unidades pendientes por procesar	4
<b>Re trabajo:</b> Perdida de tiempo en produccion	6
<b>Re trabajo:</b> Repetición de procesos ( Rotación de personal, no todos lo realizan de la misma manera)	4
<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras se cargan las unidades al 80%	3
<b>Re trabajo:</b> Provoca que las unidades sean enviadas a retrabajo para corregir el error y reiniciar el proceso	6
<b>Movimiento:</b> El operario debe moverse hasta el area de validacion de calidad	7
<b>Transporte:</b> Perdida de tiempo en transporte de unidades hacia siguiente proceso	7
<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras llegan unidades para ser procesadas	5
<b>Espera:</b> Se debe de solicitar soporte del area de ingenieria para continuar procesando	4
<b>Re trabajo:</b> Incremento de unidades hacia retrabajo	6
<b>Re trabajo:</b> Perdida de tiempo en produccion	6
<b>Espera:</b> Se debe de solicitar soporte del area de ingenieria para continuar procesando	4
<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras llegan unidades para ser procesadas	5
<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras llegan unidades	4
<b>Transporte:</b> Perdida de tiempo en transporte de unidades hacia siguiente proceso	7
<b>Re trabajo:</b> Perdida de tiempo en produccion	6

<b>Espera:</b> Se debe de solicitar soporte del area de ingenieria para continuar procesando	4
<b>Transporte:</b> Perdida de tiempo en transporte de unidades hacia siguiente proceso	7
<b>Re trabajo:</b> Perdida de tiempo en produccion	6
<b>Inventario:</b> Alta cantidad de unidades pendientes por procesar	4
<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras llegan unidades para ser procesadas	5
<b>Transporte:</b> Perdida de tiempo en transporte de unidades hacia siguiente proceso	7
<b>Re trabajo:</b> Perdida de tiempo en produccion	6
<b>Inventario:</b> Alta cantidad de unidades pendientes por procesar	4
<b>Espera:</b> Se debe de solicitar soporte del area de ingenieria para continuar procesando	4
<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras llegan unidades para ser procesadas	5
<b>Espera:</b> Se debe de solicitar soporte del area de ingenieria para continuar procesando	4
<b>Re trabajo:</b> Perdida de tiempo en produccion	6
<b>Inventario:</b> Alta cantidad de unidades pendientes por procesar	4
<b>Espera:</b> Perdida de tiempo mientras llegan unidades para ser procesadas	5
<b>Espera:</b> Se debe de solicitar soporte del area de ingenieria para continuar procesando	4

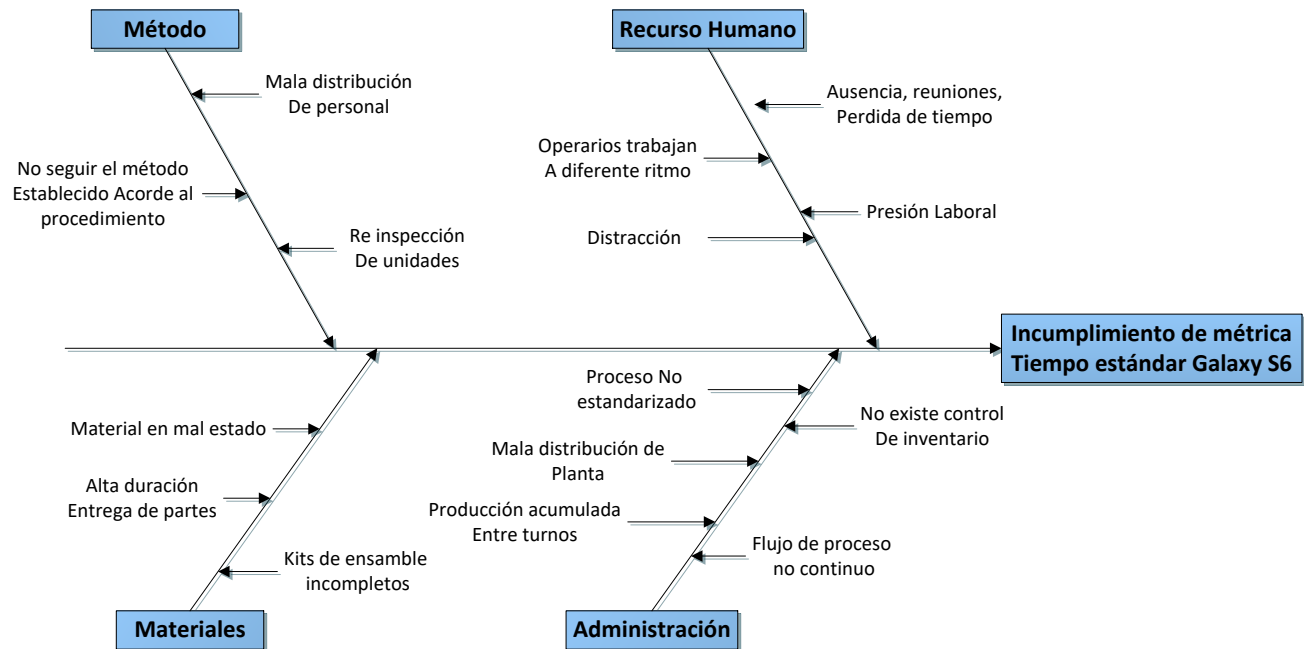
Fuente: Autor, Febrero, 2017

### 3.3.5. Causas potenciales de modo de falla

Para el análisis de las causas y determinación de las mismas se utilizara la herramienta de Ishikawa como una: “herramienta sistemática para encontrar, seleccionar y documentar las causas de variación de calidad en la producción y organizar la relación entre ellas.”(Guajardo Garza, E.2003).

En el diagrama número 18 se presentan una lista de todas las posibles causas encontradas en el proceso así como para los modos de falla, entendiéndose por causa la manera de cómo podría ocurrir esta.

Figura 18. Causas potenciales de modo de falla



Fuente: Autor, Febrero, 2017

A continuación se describe cada una de las causas encontradas con el fin de que estas puedan ser entendidas de mejor manera.

➤ Método

- **Mala distribución de personal:**

Se considera la distribución de personal actual como una causa debido a una mala planificación de la producción. Además, no se toman en cuenta los tiempos de duración de cada actividad del proceso para la correcta distribución del personal, por lo cual se va acumulando el trabajo retrasando la salida de unidades en el menor tiempo posible.

- **No seguir el método establecido acorde al procedimiento:**

Otra causa que afecta al incumplimiento de la métrica de tiempo estándar es que en muchas ocasiones los operarios no siguen el método establecido en los procedimientos y realizan pasos de más, los cuales no agregan valor y atrasan la operación.

- **Re inspección de unidades:**

Durante la mayoría de las actividades del proceso en general del Galaxy S6 se dan constantes re inspecciones hacia las unidades procesadas, provocando una pérdida de tiempo significativa durante la ejecución de las mismas.

➤ Recurso Humano

- **Operarios trabajan a diferente ritmo:**

No todos los técnicos involucrados en las distintas actividades del proceso trabajan al mismo ritmo, siempre se debe de considerar que unos realizan sus tareas en menor tiempo, esto por razones de antigüedad (conoce muy bien el proceso) o según las habilidades de las personas que llegan a pasar la curva de aprendizaje en un menor tiempo que las demás.

En este caso la producción se ve afectada, ya que unas unidades salen primero que otras ocasionando retrasos en las actividades y tiempos improductivos en el proceso.

- **Ausencia, reuniones, pérdida de tiempo:**

Para el proceso productivo de la línea del Galaxy S6 no siempre se cuenta con todo el personal de trabajo debido a que hay días donde los colaboradores por situaciones de salud se incapacitan o solicitan permisos para asistir a alguna cita médica. Esta situación repercute directamente en los tiempos de producción, ya que la ausencia de un solo técnico es significativa para la carga de trabajo en una actividad específica.

- **Distracción:**

Durante todas las horas de trabajo transcurridas se presentan distracciones por parte de los técnicos, esto dado a diferentes situaciones como el uso celular, conversaciones entre ellos, entes externos, etc.)

Estas condiciones repercuten directamente en los tiempos de dispensación ya que generan atrasos así como tiempos improductivos del proceso afecta la capacidad actual y la calidad de igual manera.

- **Presión laboral:**

Ante las altas demandas y la mala planeación de la producción, los operarios se ven obligados a trabajar bajo presión en condiciones adversas de tiempo o sobrecarga de trabajo, esto afecta directamente el resultado de la tarea efectuada debido a que los colaboradores por querer realizar la labor rápidamente para no acumular muchas unidades, comenten errores en criterios cosméticos y funcionales.

Estos errores repercuten en los tiempos directamente, ya que generan re procesos que atrasan el proceso productivo.

➤ Materiales

- **Material en mal estado:**

El ocasiones el departamento de materiales entrega al proceso de ensamble materiales en mal estado como: sub ensambles, componentes, pantallas, tornillos, etc. Los cuales afectan directamente al tiempo y a la salida de unidades del proceso, debido a que se tiene que pedir nuevamente dichas partes para ser reemplazadas y reiniciar el proceso.

- **Alta duración en entrega de partes:**

Otro factor que influye en el tiempo del proceso del Galaxy S6 es cuando los técnicos requieren cambiar una parte en mal estado debido a que deben de solicitarla a entrega de partes y esta tiene una duración estimada de al menos 10 minutos por lo cual afecta a la salida continua del proceso hasta que llegue dicha parte.

- **Kits incompletos de ensamble:**

El proceso de ensamble no se puede completar si existe algún faltante en el kit de ensamble, por lo cual en ocasiones se entregan kits incompletos y afecta directamente en el flujo de unidades desde el inicio del proceso en general.

➤ Administración

- **Proceso no estandarizado:**

Actualmente, el proceso bajo estudio no se encuentra estandarizado, provocando que cada uno de los operarios realice las tareas correspondientes al puesto de la manera más viable para ellos. Esto repercute directamente en el tiempo promedio de duración ya que según los movimientos y desplazamientos de cada uno así va a ser el tiempo del proceso.

- **Mala distribución de planta:**

Una de las mayores causas del incumplimiento de la métrica de tiempo estándar del Galaxy S6 es la mala distribución de planta actual, debido a que los operarios gastan mucho de su tiempo productivo en transporte de unidades de una actividad a otra.

- **Producción acumulada entre turnos:**

Todos los días por la mala planificación de la producción se procesan unidades de más en las distintas actividades del proceso, por lo cual en ocasiones el turno 1 de la mañana, no se logra terminar de procesar la totalidad de unidades, por lo cual se quedan para el turno 2 de la tarde. Esto genera que se vayan atrasando los tiempos de salida de las distintas actividades y se empiece a acumular el trabajo diario.

- **Flujo de proceso no continuo:**

Al existir un flujo de proceso no continuo, no se consigue un trabajo eficiente y productivo el cual afecta directamente a la producción con un nivel de despilfarro alto

debido a que se debe producir acumulando inventarios, lo que afectan los tiempos de proceso en general.

- **No existe control de inventarios:**

Otra causa que afecta al tiempo del proceso se da debido a que no existe un control de inventarios adecuado por lo que se acumulan unidades en racks entre las distintas actividades del proceso, lo cual genera costos altos, afecta a la métrica de tiempo estándar y no genera valor hacia el proceso.

### **3.3.6. Ocurrencia**

Para una mejor ponderación final de las causas, por medio de la tabla 14 se estima la posibilidad con la que ocurre cada una de estas. Para esta valoración se utiliza una escala de 1 a 10, donde 1 una posibilidad baja de ocurrencia o cuando la falla es eliminada por medio del control preventivo y 10 una probabilidad de ocurrencia muy alta.

Tabla 14. Ocurrencia

Causas	Ocurrencia
Mala distribución de personal	5
No seguir el método establecido acorde al procedimiento	6
Re inspección de unidades	7
Operarios trabajan a diferente ritmo	5
Ausencia, reuniones, pérdida de tiempo	5
Distracción	4
Presión laboral	5
Material en mal estado	5
Alta duración en entrega de partes	4
Kits incompletos de ensamble	4
Proceso no estandarizado	6
Mala distribución de planta	9
Producción acumulada entre turnos	8
Flujo de proceso no continuo	7
No existe control de inventarios	6

Fuente: Autor, Febrero, 2017

### 3.3.7. Controles del proceso y detección

En esta actividad, se describen y fijan los controles actuales del área ya sea para prevenir que la causa ocurra o bien para detectar que la falla del sistema ocurrió. Además, se determina la detección de la falla o causa por medio de los controles actuales. La posibilidad se expresa en una escala inversa de 1 a 10, en el “sentido de que entre más preventivos y mejores sean los controles reciben una calificación más baja, mientras que los peores controles reciben una puntuación más alta.” (Gutiérrez H. 2013)

Actualmente no existe un sistema óptimo de detección de fallas por lo que la descripción de los mismos es un poco complicada. En la siguiente tabla se muestran los pocos controles con los que cuenta el área y su detección:

Tabla 15. Controles del proceso y detección

Causas	Controles	Deteccion
Mala distribución de personal	Deteccion del problema sin control	8
No seguir el método establecido acorde al procedimiento	El modo de falla o la causa no son facilmente detectados	7
Re inspección de unidades	La falla se detecta en la operacion por el tecnico	8
Operarios trabajan a diferente ritmo	El modo de falla o la causa no son facilmente detectados	9
Ausencia, reuniones, pérdida de tiempo	Actualmente no hay controles	10
Distracción	La falla se detecta en la operacion por el tecnico	6
Presión laboral	El modo de falla o la causa no son facilmente detectados	9
Material en mal estado	El modo de falla o la causa puede ser detectado en el area de materiales	9
Alta duración en entrega de partes	La falla se detecta en la operacion por el tecnico	7
Kits incompletos de ensamble	El modo de falla o la causa puede ser detectado en el area de materiales	7
Proceso no estandarizado	El modo de falla o la causa no son facilmente detectados	9
Mala distribución de planta	Actualmente no hay controles	10
Producción acumulada entre turnos	Actualmente no hay controles	10
Flujo de proceso no continuo	Actualmente no hay controles	10
No existe control de inventarios	Se controla mediante un conteo fisico al final del turno	9

Fuente: Autor, Febrero, 2017

### 3.3.8. Evaluación de riesgo

En esta última etapa del FMEA, se prioriza el riesgo mediante una evaluación (NRP), esta es descrita por Gutiérrez (2013) de la siguiente manera:

Procedimiento que ha sido usado para ayudar a priorizar las acciones. El NRP se calcula multiplicando la severidad, ocurrencia y detección de falla. Además, este se calcula para cada una de las líneas del formato generadas por la correspondencia Efecto-Causas-Controles. (p. 385).

Una vez finalizada la priorización, se debe asegurar que se da la atención a cada actividad del proceso y determinar cuáles son los componentes críticos, debido a que estos son los que se les debe dar prioridad de mejora.

En la tabla número 16, se muestra el resultado de la evaluación del riesgo:

**Tabla 16. Evaluación de riesgo**

<b>Causas</b>	<b>Controles</b>	<b>Severidad</b>	<b>NRP</b>
Mala distribución de personal	Deteccion del problema sin control	6	240
No seguir el método establecido acorde al procedimiento	El modo de falla o la causa no son facilmente detectados	9	378
Re inspección de unidades	La falla se detecta en la operacion por el tecnico	5	280
Operarios trabajan a diferente ritmo	El modo de falla o la causa no son facilmente detectados	5	225
Ausencia, reuniones, pérdida de tiempo	Actualmente no hay controles	6	300
Distracción	La falla se detecta en la operacion por el tecnico	6	144
Presión laboral	El modo de falla o la causa no son facilmente detectados	6	270
Material en mal estado	El modo de falla o la causa puede ser detectado en el area de materiales	7	315
Alta duración en entrega de partes	La falla se detecta en la operacion por el tecnico	7	196
Kits incompletos de ensamble	El modo de falla o la causa puede ser detectado en el area de materiales	6	168
Proceso no estandarizado	El modo de falla o la causa no son facilmente detectados	8	432
Mala distribución de planta	Actualmente no hay controles	10	900
Producción acumulada entre turnos	Actualmente no hay controles	9	720
Flujo de proceso no continuo	Actualmente no hay controles	10	700
No existe control de inventarios	Se controla mediante un conteo fisico al final del	7	378

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Una vez determinado el NRP y dado los pesos de valoración a cada una de las fallas y causas, se procede a realizar el diagrama Pareto consistiendo este en un “método gráfico para determinar cuáles son los problemas más importantes de una determinada situación. Además, Permite identificar los factores o problemas más

importantes en función de la premisa de que pocas causas producen la mayor parte de los problemas.”(E J. Armoletto. 2007).

Con base en la definición, se realiza el diagrama, se fijan aquellas causas de mayor impacto al problema general y con ello determinar el 20% de las causas que generan el 80% del problema en función de los tiempos bajo estudio.

Se muestra por medio de la tabla número 17, el análisis de las causas estableciendo la tipo A, B y C de las mismas.

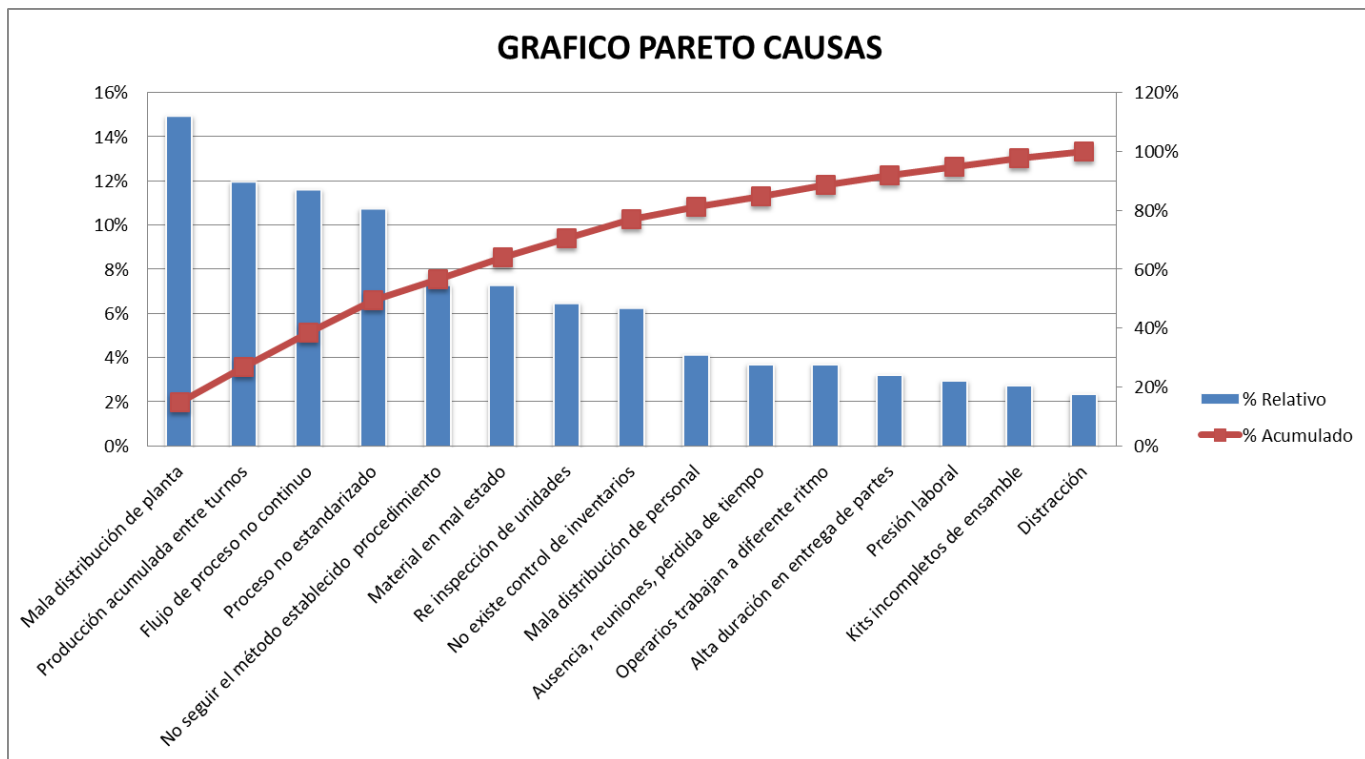
**Tabla 17. Clasificación de Causas ABC**

Causas	NRP	% Relativo	% Acumulado	Clasificación
Mala distribución de planta	900	15%	15%	A
Producción acumulada entre turnos	720	12%	27%	A
Flujo de proceso no continuo	700	12%	39%	A
Proceso no estandarizado	648	11%	49%	A
No seguir el método establecido procedimiento	441	7%	57%	A
Material en mal estado	441	7%	64%	A
Re inspección de unidades	392	7%	71%	A
No existe control de inventarios	378	6%	77%	A
Mala distribución de personal	252	4%	81%	B
Ausencia, reuniones, pérdida de tiempo	225	4%	85%	B
Operarios trabajan a diferente ritmo	225	4%	89%	B
Alta duración en entrega de partes	196	3%	92%	C
Presión laboral	180	3%	95%	C
Kits incompletos de ensamble	168	3%	98%	C
Distracción	144	2%	100%	C

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Se muestra en la figura 19 el resultado con respecto en la clasificación ABC, donde del total de 15 causas ocho resultaron con mayor importancia (A), siendo estas sobre las que se va actuar durante el proyecto.

Figura 19. Gráfico Pareto Causas



Fuente: Autor, Febrero, 2017

### 3.4. Definición de las causas asignables y controlables

Según las causas analizadas en el FEMEA, se procede a clasificar las mismas en controlables y no controlables así como asignables y no asignables. Esto con el fin de establecer a cuales del total de causas tipo A fijadas anteriormente figura 35m, se les puede dar solución mediante un diseño como parte de la investigación.

En la tabla 18, se muestra la clasificación de dichas causas.

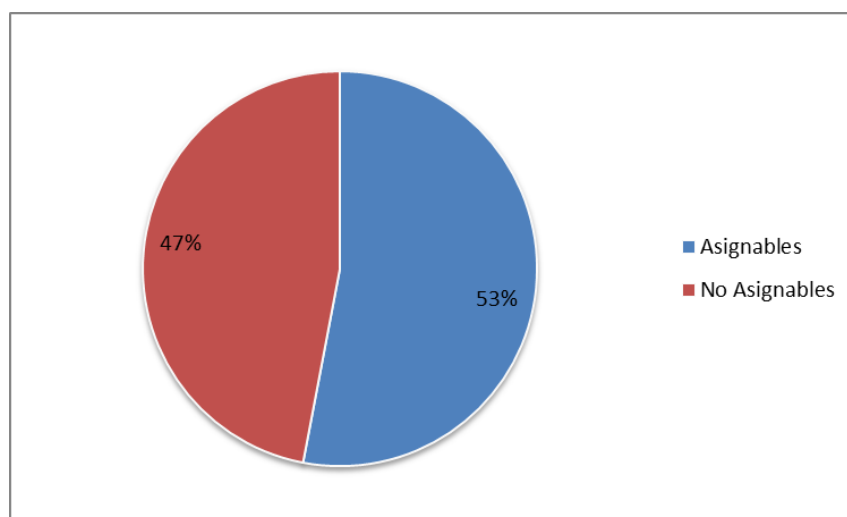
Tabla 18. Causas controlables y no controlables

	Causas	Controlables	No Controlables
Asignables	Mala distribución de planta	x	
	Producción acumulada entre turnos	x	
	Flujo de proceso no continuo	x	
	Proceso no estandarizado	x	
	No seguir el método establecido procedimiento	x	
	Material en mal estado	x	
	Re inspección de unidades		x
No Asignables	No existe control de inventarios	x	
	Mala distribución de personal	x	
	Ausencia, reuniones, pérdida de tiempo		x
	Operarios trabajan a diferente ritmo		x
	Alta duración en entrega de partes	x	
	Presión laboral		x
	Kits incompletos de ensamble	x	
	Distracción	x	

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Con los datos obtenidos, se muestra en el gráfico de la figura 20, el porcentaje de causas asignables por desarrollar en el diseño del proyecto.

Figura 20. Gráfico Causas Asignables y no Asignables



Fuente: Autor, Febrero, 2017

En el sector gráfico, se detalla la cantidad de porcentaje correspondiente a las causas asignables del problema donde este es de un 53%. En este caso cabe destacar, que de las 8 causas asignables solo 7 son controlables como se muestra en la tabla 18, por lo que el porcentaje anterior disminuye y se deduce que del total se va a dar propuesta a un **47%** mediante mejoras en el proceso productivo y de productividad del Galaxy S6 a través de la filosofía *lean*.

### **3.5. Ámbitos de la empresa**

#### **3.5.1. Ámbito Organizacional**

Las decisiones de la planta de Ingram Micro Costa Rica, son tomadas por la Directora de Operaciones, tomando en consideración lo dispuesto por las áreas de soporte involucradas en producción como: Entrenamiento, Ingeniería, Operaciones, Materiales, Tecnología de Información, Importación y Exportación, Recursos Humanos, Seguridad y Salud Ocupacional y Finanzas.

##### **3.5.1.1. Ámbito Recurso Humano**

Actualmente, los colaboradores del área productiva no son tomados en cuenta en las decisiones laborales, además cada uno se involucra únicamente en la actividad que le corresponde sin dar apoyo a otras en momentos necesarios.

Diariamente, a través de la planeación actual, el índice de rotación interno por actividad varía muy poco de acuerdo a la poca capacitación y entrenamiento que se le brinda a cada uno de los operarios.

Por una mala planeación, la cantidad de técnicos por área no es la idónea con base a las cargas de trabajo y los tiempos de duración de cada actividad, por lo que se genera un desbalance en el proceso de acuerdo con las capacidades.

Correspondiente al servicio que brindan los operarios a las distintas actividades del proceso, la mayoría muestra un desinterés en términos de calidad por lo que no consideran parte importante en su labor diaria.

### **3.5.1.2. Ámbito Procesos y Procedimientos**

Los procesos actuales de la empresa no se encuentran estandarizados, por lo que se evidencia una afectación en los tiempos de cada operación debido a que los operarios no tienen certeza de que pasos seguir para completar cada actividad.

Existe variabilidad en la velocidad a la que realiza la operación cada operario, debido a que más que seguir el procedimiento se basan en la experiencia, por lo tanto, no todos ejecutan su labor de la misma manera.

El control dado a los procesos actualmente no es idóneo debido a que en el sistema existen procedimientos obsoletos y no actualizados. De igual manera no se sabe a cuál área de soporte en específico se le debe de otorgar la función de la actualización y modificación de los procedimientos establecidos.

### **3.5.2. Ámbito Administrativo, Mental y Psicológico**

#### **3.5.2.1. Plano Administrativo**

La empresa cuenta con misión, visión, política y objetivos establecidos para el área de Operaciones. Además, sigue una estructura organizacional con base en roles y responsabilidades según el nivel jerárquico de cada colaborador.

A pesar de contar con métricas internas y externas establecidas, no se le brinda completa importancia al incumplimiento de las mismas, lo cual afecta en el soporte que se brinda a las áreas de soporte para la corrección de las causas alineadas a dicho incumplimiento.

#### **3.5.2.2. Plano Tecnológico**

Tomando en cuenta el proceso actual, no se puede dar relevancias con respecto al plano tecnológico del área, debido a que el mayor porcentaje de actividades que se dan en el sistema productivo actual son manuales.

Las actividades que están relacionadas a este plano tecnológico son las actividades de Flash y Radiofrecuencia, las cuales poseen un plan de mantenimiento preventivo y calibración mensual, para su apropiada utilización en el proceso. Las ocasiones que equipos mencionados fallan, no generan gran impacto en los tiempos del proceso pero si repercuten implícitamente en los mismos.

#### **3.5.2.3. Plano Mental**

A pesar del establecimiento de misión y visión en el área, actualmente se carece de motivación al personal hacia una mentalidad de calidad para generar

satisfacción en el cliente interno como externo, considerando que es la base que da el insumo para que cada operario pueda realizar su labor.

La jefatura de la empresa bajo el incumplimiento de su labor no ha inculcado esta filosofía al personal de servicio, lo que genera la falta de interés respecto a los tiempos actuales y el incumplimiento de la métrica de tiempo estándar.

Después del análisis realizado a través del diagnóstico empresarial respecto al proceso del Galaxy S6, se concluye la necesidad de mejora en los mismos, de manera que se logre el cumplimiento de las métricas y objetivos planteados con base en los tiempos de ciclo; esto en el plazo establecido por la administración para el bien de la organización a nivel interno y externo.

## CAPÍTULO V

### Diseño

En este capítulo, a través de las últimas dos fases de *lean* (mejorar y controlar) se da conclusión a la estrategia del proyecto (Figura 6) formulando las propuestas de mejora del actual proceso productivo del Galaxy S6.

El diseño de las mejoras se dan a partir de las causas asignables y controlables establecido en el diagnóstico, donde se determinó que la mala distribución de planta, producción acumulada entre turnos, flujo de proceso no continuo, proceso no estandarizado, no seguir el método establecido en los procedimientos, material en mal estado, re inspección de unidades y no existe un control de inventarios son causantes directos del incumplimiento de la meta corporativa del tiempo estándar del modelo Galaxy S6.

El establecimiento de la mejora en el actual proceso de producción del modelo en estudio, tiene como objetivo el cumplimiento del tiempo meta establecido, el cual actualmente es de 179.5 minutos desde ensamble hasta etching/prensas, la propuesta reduce el tiempo en un 42%. Además, se tiene como fin la creación de una estructura kaizen para promover la mejora continua en los procesos de la empresa.

Durante el desarrollo del diseño se plantean todos los recursos, herramientas y conocimientos necesarios para dar fin a la propuesta junto con el balance de los resultados, permitiendo a la vez la elaboración de un análisis de los beneficios junto con los costos implícitos en el proyecto.

## 4. Mejora

### 4.1. Balanceo de línea vs Takt time

Según lo descrito en el marco teórico una línea de producción está balanceada cuando la capacidad de producción de cada una de las operaciones del proceso tienen la misma capacidad de producción. Garantizando que todas las operaciones consuman las mismas cantidades de tiempo y que dichas cantidades basten para lograr la producción esperada.

Actualmente, en el proceso del Galaxy S6 como parte de las causas encontradas no se efectúa un correcto flujo continuo de las unidades para las distintas actividades del proceso, originando que algunas tareas durante el desarrollo del mismo contengan más capacidad de producción, dado a un desbalance entre los procesos.

Este tipo de circunstancias generan efectos negativos, (almacenamiento de unidades de manera temporal y cuellos de botella), los cuales repercuten en altos tiempos para las unidades durante las actividades del proceso.

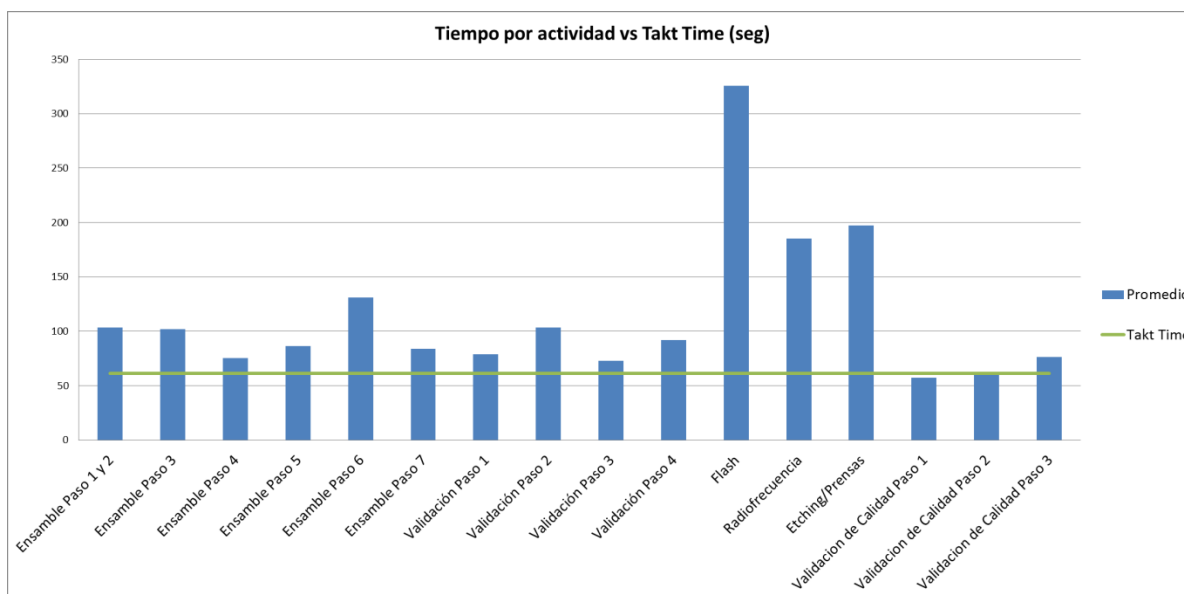
Con el fin de eliminar las condiciones negativas de trabajo y a la vez el cuello de botella (Ensamble Paso 6), se efectúa un análisis por actividad asignando cargas de trabajo a las distintas actividades, logrando así satisfacer las restricciones de precedencia y conseguir el cumplimiento de la producción según la demanda.

Para dar inicio al desarrollo de la propuesta, se realiza el cálculo del Takt time siendo este el “ritmo al cual cada proceso debe estar produciendo para sincronizar el ritmo de la producción con el ritmo de la cantidad de recetas entrantes.” (Cabrera R. 2014).

Cabe mencionar que para dicho análisis se considera como unidad de tiempo un turno, estableciendo a la vez 420 minutos como tiempo disponible de operación y 413 unidades promedio de demanda por turno.

A través de los datos definidos, se fija un Takt time de 61.09 segundos por actividad, especificándose este como el tiempo máximo de duración en una unidad para cada actividad del proceso.

**Figura 21. Gráfico Tiempo por actividad vs Takt Time**



Fuente: Autor, Febrero, 2017

Como se observa en el sector gráfico, la mayoría de las actividades están por encima del Takt time, afectando eso los actuales tiempos de ciclo del proceso.

Una vez establecido el ritmo al que se debe trabajar, se procede a realizar el cálculo sobre la cantidad de recurso humano necesario para cumplir con las metas

establecidas en tiempo y demanda. Para esta determinación, se consideran las variables de duración por actividad con respecto al Takt time.

Se muestra en la tabla 19 a continuación los resultados obtenidos a través de la valoración de los aspectos mencionados.

**Tabla 19. Tiempo estándar por unidad vs takt time**

Tiempo estandar por unidad / takt time					
Area	Tiempo (seg)	Takt time	Tecnicos necesarios		Actual
Ensamble Paso 1 y 2	104	61	1.70	2	2
Ensamble Paso 3	102	61	1.67	2	2
Ensamble Paso 4	75	61	1.23	2	2
Ensamble Paso 5	86	61	1.42	2	2
Ensamble Paso 6	131	61	2.14	3	2
Ensamble Paso 7	84	61	1.38	2	2
Validación Paso 1	79	61	1.29	2	2
Validación Paso 2	103	61	1.70	2	2
Validación Paso 3	73	61	1.19	2	2
Validación Paso 4	92	61	1.51	2	2
Flash	326	61	5.34	2	4
Radiofrecuencia	185	61	3.04	2	4
Etching/Prensas	197	61	3.24	3	4
Validación de Calidad Paso 1	57	61	1.35	2	2
Validación de Calidad Paso 2	61	61	1.42	2	2
Validación de Calidad Paso 3	76	61	1.25	2	2
<b>Total</b>				<b>34</b>	<b>38</b>

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Tabla 20. Demanda y Takt time

Demanda	
Mes	16500
Semana	4537.5
Día	825
Turno	413
Takt time min	1.02
Takt time seg	61.09

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Haciendo referencia al estudio efectuado, se establece una totalidad de 34 colaboradores difiriendo del número actual de técnicos que son 38, por lo que se realiza un reajuste de los operarios del área y los 4 restantes serán reubicados a otras áreas.

Adherido a la propuesta, se refleja la mejoría en cantidad de unidades producidas por turno balanceando así una actividad con otra con el fin de disminuir en un porcentaje considerable el almacenamiento temporal de unidades, además, se elimina el actual cuello de botella, lo que aumenta con ello la capacidad teórica del proceso. Se detalla en la tabla a continuación lo descrito.



Seguido de lo anterior se muestra continuación la propuesta de redistribución de planta con el fin de establecer el diseño más óptimo de la planta actual tomando en consideración los principios de balanceo de línea, teoría de restricciones y un sistema de producción eficiente, desarrollados anteriormente.

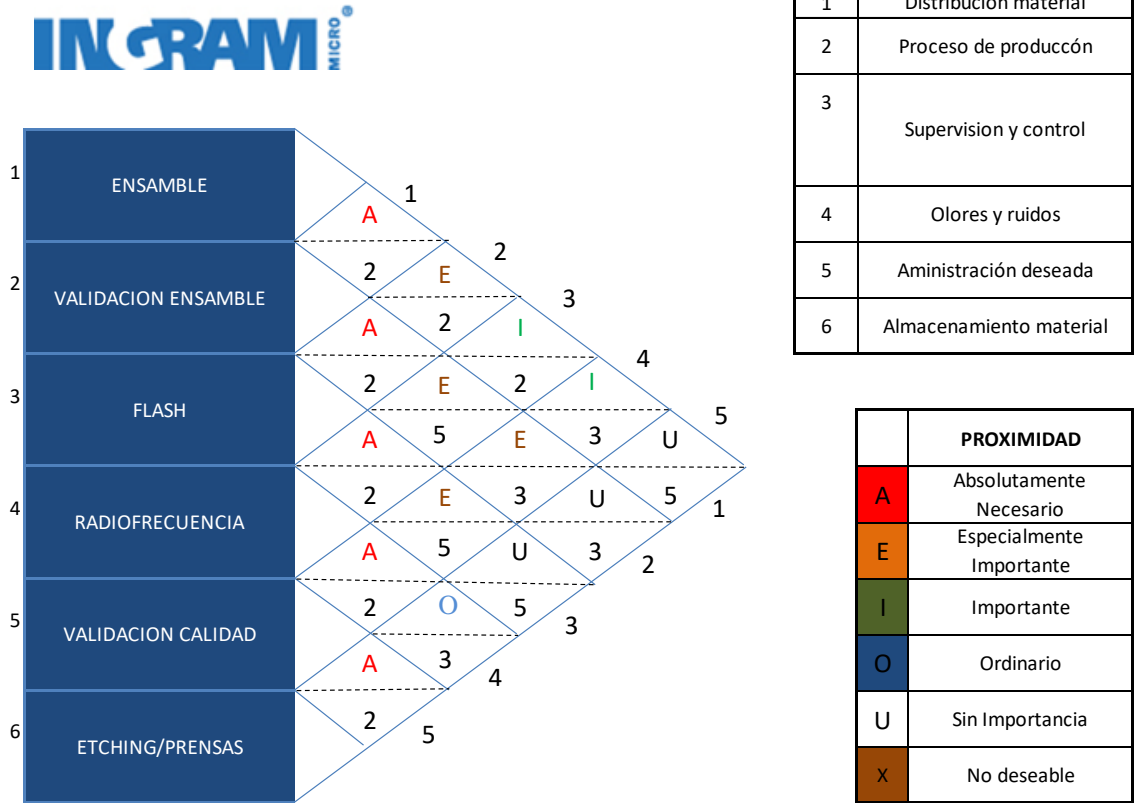
## **4.2. Propuesta redistribución de planta**

Una vez determinada la cantidad necesaria de estaciones para todas las actividades del proceso se procede al análisis de la distribución de planta actual por medio de la metodología de SLP (Planificación Racional de la Distribución en Planta) la cual será desarrollada a continuación

### **4.2.1. SLP**

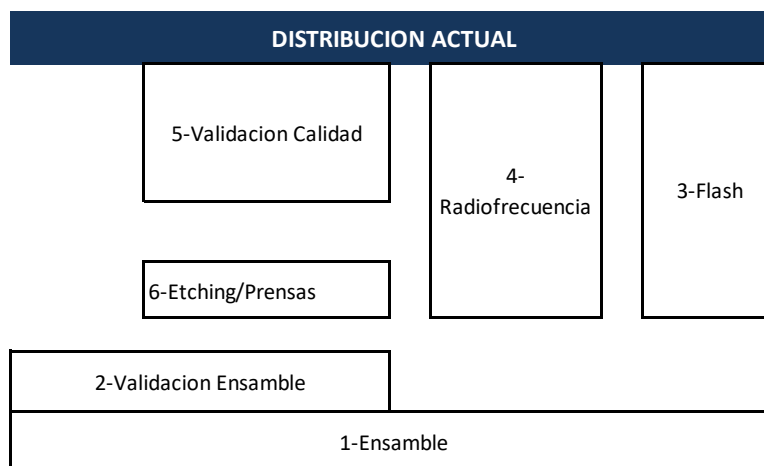
El método S. L. P. es el conjunto de fases que nos permiten abordar sistemáticamente un proceso de distribución en planta. En donde se debe de realiza un análisis de productos y cantidades, se define el proceso mediante un diagrama de proceso seguido de una tabla de relaciones en la cual se trata de una matriz diagonal en la que se especifican todas las actividades del proceso. En ella se especifican las relaciones de proximidad entre una actividad o área del resto, dicho análisis se muestra a continuación seguido de un diagrama de la distribución actual de manera general:

Figura 22. Diagrama SLP



Fuente: Autor, Febrero, 2017

Figura 23. Diagrama Distribución Actual



Fuente: Autor, Febrero, 2017

Los resultados del diagrama de relaciones se muestran a continuación, en donde logra evidenciar que el 33.33% representan relaciones absolutamente necesarias y un 26.67% especialmente importante.

Tabla 22. Tabla resultados SLP

	PROXIMIDAD	
A	5	33.33%
E	4	26.67%
I	2	13.33%
O	1	6.67%
U	3	20.00%
X	0	0.00%
Total	15	100%

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Es importante recalcar que actualmente algunas relaciones directas e importantes del proceso no se dan, por lo que la propuesta se enfocará en disminuir las distancias entre actividades al máximo con el objetivo de reducción de tiempos en el proceso.

#### **4.2.1.1. Distancia recorrida entre áreas**

Para lograr mostrar la distancia recorrida entre las distintas actividades del proceso del Galaxy S6 se realiza una tabla de ponderación en donde se evidencia el impacto de las relaciones observadas en el diagrama anterior con respecto a las distancias. A continuación se muestra el detalle:

**Tabla 23. Distancias recorridas entre áreas**

Actual						
Ponderacion	1	2	3	4	5	6
1 Ensamble		80	60	40	40	10
2 Validacion Ensamble			80	60	60	10
3 Flash				80	60	10
4 Radiofrecuencia					80	20
5 Validacion Calidad						80
6 Etching/Prensas						

Distancia Bloques	1	2	3	4	5	6
1 Ensamble		13.12	34.93	15.44	20.34	9.84
2 Validacion Ensamble			27.93	9.84	12.17	5.46
3 Flash				4.58	9.26	5.33
4 Radiofrecuencia					8.25	1.25
5 Validacion Calidad						8.71
6 Etching/Prensas						

Estudio A y E Actual			
Pares	Puntos	Plano Actual	Valor
1,2	80	13.12	1049.6
2,3	80	27.93	2234.4
3,4	80	4.58	366.4
4,5	80	8.25	660
5,6	80	8.71	696.8
1,3	60	34.93	2095.8
2,4	60	9.84	590.4
2,5	60	12.17	730.2
3,5	60	9.26	555.6
			<b>8979.2</b>

Puntos	
<b>A</b>	80
<b>E</b>	60
<b>I</b>	40
<b>O</b>	20
<b>U</b>	10
<b>X</b>	5

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Una vez obtenidas y estudiadas las ponderaciones se procede con los cuadros de distancias reales en metro utilizando los pares más importantes “A” y “E” del Diagrama de Relaciones y se generan los cálculos de los recorridos.

El resultado de las tablas de Distancias en Metros, a la hora del análisis muestra un total de 8979.2 puntos en su valor de las distancias entre las actividades del proceso.

Adicional al estudio de distancias en metros también se realiza un estudio de distancia en bloques para utilizar los resultados en las propuestas a realizarse.

A continuación el detalle:

**Tabla 24. Distancias recorridas entre áreas**

Propuesta							Estudio A y E Propuesta				
Distancia Bloques		1	2	3	4	5	6	Pares	Puntos	Plano Actual	Valor
1	Ensamble		0.5	3.05	4.85	8.2	15.85	1,2	80	0.2	16
2	Validacion Ensamble			0.5	1.85	5.18	12.8	2,3	80	0.2	16
3	Flash				0.5	3.35	11.1	3,4	80	0.2	16
4	Radiofrecuencia					0.5	8.4	4,5	80	0.2	16
5	Validacion Calidad						4.05	5,6	80	4.05	324
6	Etching/Prensas							1,3	60	3.05	183
								2,4	60	1.85	111
								2,5	60	5.18	310.8
								3,5	60	3.35	201
										<b>1193.8</b>	

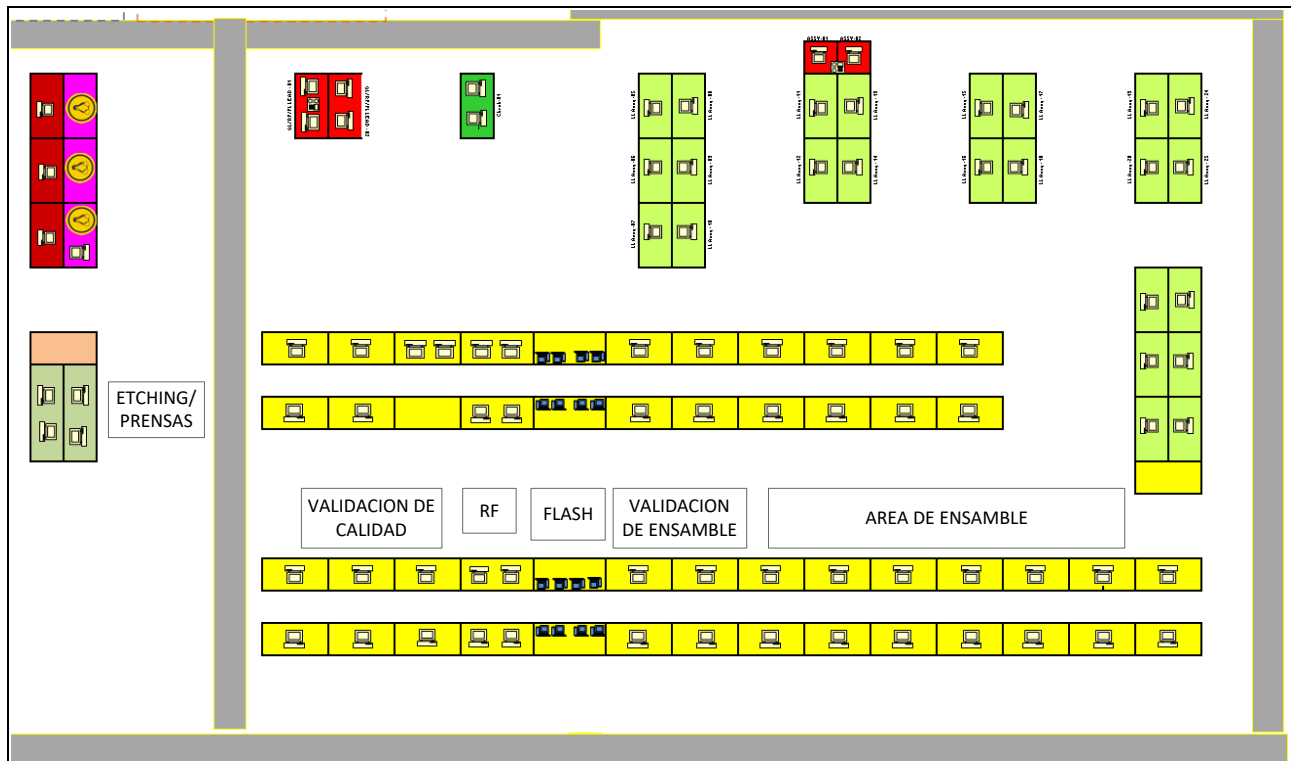
Fuente: Autor, Febrero, 2017

Como se visualiza en las tablas anteriores de la propuesta, se evidencia una disminución en el valor de la distancia entre actividades del proceso pasando de 8979.2 a 1193.8 puntos, lo cual significa una reducción significativa entre las distancias.

#### 4.2.2. Distribución propuesta

De acuerdo con lo analizando anteriormente se muestra a continuación la distribución de planta propuesta, una vez determinada la cantidad necesaria de estaciones y por ende de operarios por todas las actividades del proceso. De igual manera se visualiza la reducción de distancias entre las actividades del proceso en general.

Figura 24. Distribución propuesta



Fuente: Autor, Febrero, 2017

Dada esta propuesta de redistribución de planta y unificación las actividades del proceso del Galaxy S6, se obtiene una reducción en metros cuadrados especificada, a continuación:

**Tabla 25. Mejora Espacio Propuesta**

Dimensiones	Ensamble	Validación de Ensamble	Flash	Radiofrecuencia	Validación de Calidad	Etching/Prensas	Propuesta
Largo	6.75	11.35	14.45	17.5	15.5	6	28
Ancho	20	5	5	5	4	4	4
Metros cuadrados (m2)	135	57	72	87.5	62	24	112
<b>Total Actual (m2)</b>	<b>437.5</b>						
<b>Total Propuesta (m2)</b>	<b>112</b>						
<b>Diferencia (m2)</b>	<b>325.5</b>						
<b>Mejora</b>	<b>74%</b>						

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Como resultado relevante se obtiene una reducción de un 74% a nivel de espacio pasando de 437.5 metros a 112 metros tomando en cuenta todas las actividades del proceso del Galaxy S6.

Siguiendo con la etapa de mejora a continuación se describe una metodología para obtener un sistema de producción eficiente utilizando distintas herramientas.

### **4.3. Sistema de producción eficiente (Pull & Kanban)**

Actualmente, por un mal flujo de proceso las unidades no se despachan en el orden requerido para ser entregadas entre las distintas actividades del proceso,

siendo esto una de las causas asignables que generan retrasos de los tiempos de proceso y la vez causa acumulación de unidades entre estaciones del proceso.

Para dar una mejora a dicha situación (causa) se propone el establecimiento del flujo operativo pull el cual llevara al sistema productivo a “tirar” de la demanda y producir lo solicitado por ella”. (Cuatrecasas, LI. 2006)

Se plantea dicho sistema tomando en consideración que el proceso pull es la base de la producción *lean* fundamentado en su cuarto principio (Organizar el proceso para que produzca sólo cuando el cliente lo solicita). Además, con el mismo se quiere lograr la eliminación de despilfarros en general sincronizando las actividades para así evitar esperas y almacenamiento temporal de unidades entre cada actividad del proceso en estudio.

Para efectos de la ejecución de las actividades del proceso, se justifica la utilización de dicho sistema (pull) considerando la naturaleza del mismo, donde por el contrario del flujo push se ajusta a lo requerido por las actividades subsecuentes en cantidad y momento llevando al proceso a iniciar a partir de una demanda constatada en volumen de producción e instante para efectuarla.

Por otro lado, con el fin de complementar la mejora descrita anteriormente como parte de las propuestas para el actual problema, refiriéndose específicamente a la ausencia de control de inventarios entre las distintas actividades del proceso, se introduce un sistema de control Kanban, con el cual se pretende “regular los flujos justo a tiempo mediante un dispositivo de señalización. (Chase y Jacobs, 2014).

La función que desarrolla esta herramienta en cuanto a enlaces entre procesos, permite que “sea un sistema que cubre la función de control de la producción. Además, a través de su aplicación, se cumplirá el objetivo, donde los productos lleguen al proceso en la cantidad y momento que se precisan.” (Cuatrecasas, LI. 2012).

**Tabla 26. Calculo de cantidad Kanban**

Área	Tiempo (seg)	Maquinas	Unidades Hora	Técnicos	Capacidad teórica (Propuesta)	Recursos Cargados	Tiempo efectivo		Máximo tiempo efectivo
Ensamble Paso 1 y 2	104	-	35	2	487	2	52		52
Ensamble Paso 3	102	3	35	2	495	3	51	34	51
Ensamble Paso 4	75	-	48	2	670	2	38		38
Ensamble Paso 5	86	-	42	2	583	2	43		43
Ensamble Paso 6	131	-	28	3	578	3	44		44
Ensamble Paso 7	84	-	43	2	599	2	42		42
Validación Paso 1	79	-	46	2	640	2	40		40
Validación Paso 2	103	-	35	2	487	2	52		52
Validación Paso 3	73	-	49	2	692	2	37		37
Validación Paso 4	92	-	39	2	547	2	46		46
Flash	326	12	133	2	928	12	-	3	3
Radiofrecuencia	185	7	136	2	952	7	93	26	93
Etching/Prensas	197	4	73	3	511	4	66	49	66
Validación de Calidad Paso 1	57	-	63	2	883	2	29		29
Validación de Calidad Paso 2	61	-	59	2	821	2	31		31
Validación de Calidad Paso 3	76	-	47	2	660	2	38		38
<b>Total</b>				<b>34</b>		<b>51</b>			

Tiempo de Ciclo esperado	2.5	hrs
Proceso menor capacidad	39	uds/hr
Requerimiento WIP	97	
Espacio entre recursos	32	
WIP Kanban esperado entre procesos	<b>3.04</b>	

Fuente: Autor, Febrero, 2017

En la Tabla 26 se muestra el cálculo de la cantidad requerida de Kanban entre las distintas actividades del proceso, para ello se determina la cantidad de

recursos cargados a la línea por cada actividad, con el objetivo de determinar el proceso de menor capacidad y multiplicarlo por el tiempo de ciclo esperado para obtener como resultado el requerimiento de WIP o trabajo en proceso.

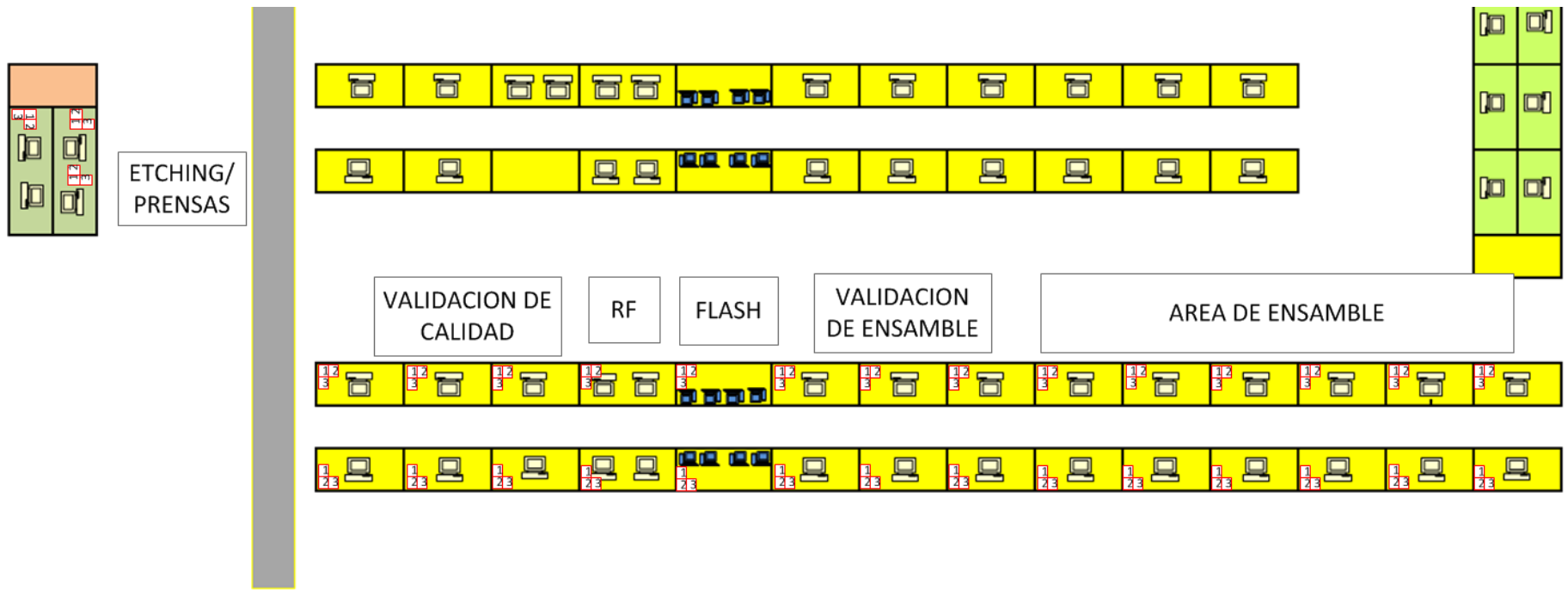
El cálculo para determinar finalmente la cantidad de Kanban entre procesos es la división del requerimiento del trabajo en proceso entre el espacio que existe entre los recursos, dando como resultado 3 unidades.

Con el objetivo de implementar esta metodología de una manera visual y de fácil entendimiento se propone la identificación de los Kanban en cada estación de trabajo delimitado por 3 cuadrados, el cual va a identificar la cantidad máxima de unidades que se pueden acumular entre las actividades del proceso.

Esto con el objetivo de tener un control visual de las cantidades de inventario, mantener un flujo continuo, trabajar acorde la capacidad del cuello de botella para seguir el balance de la línea, evitar sobreproducciones, fallos en calidad por mal almacenamiento de unidades entre las distintas actividades del proceso y no pasar unidades defectuosas a actividades posteriores.

Las estaciones de trabajo se verían de la manera especificada a continuación:

Figura 25. Mejora Visual Kanban

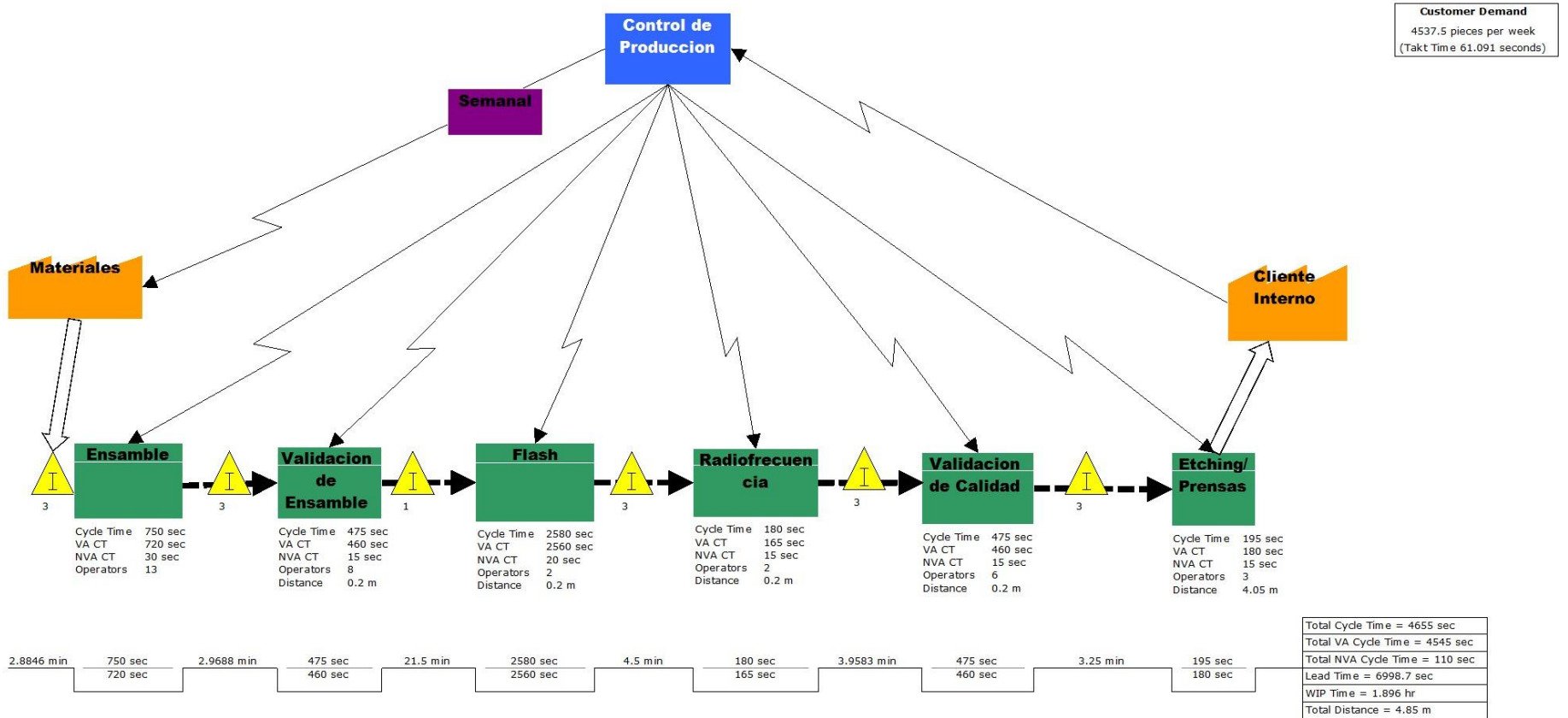


Fuente: Autor, Febrero, 2017

#### **4.4. Mapa Flujo de Valor Propuesto**

Según las mejoras propuestas para el proceso del Galaxy S6 a nivel de distancias, operarios requeridos para cumplir el balanceo correcto de la línea y de igual manera los inventarios entre todas las actividades del proceso, se verán reflejadas a continuación el mapa de flujo de valor propuesto.

Figura 26. Mapa Flujo de Valor Propuesto



Fuente: Autor, Febrero, 2017

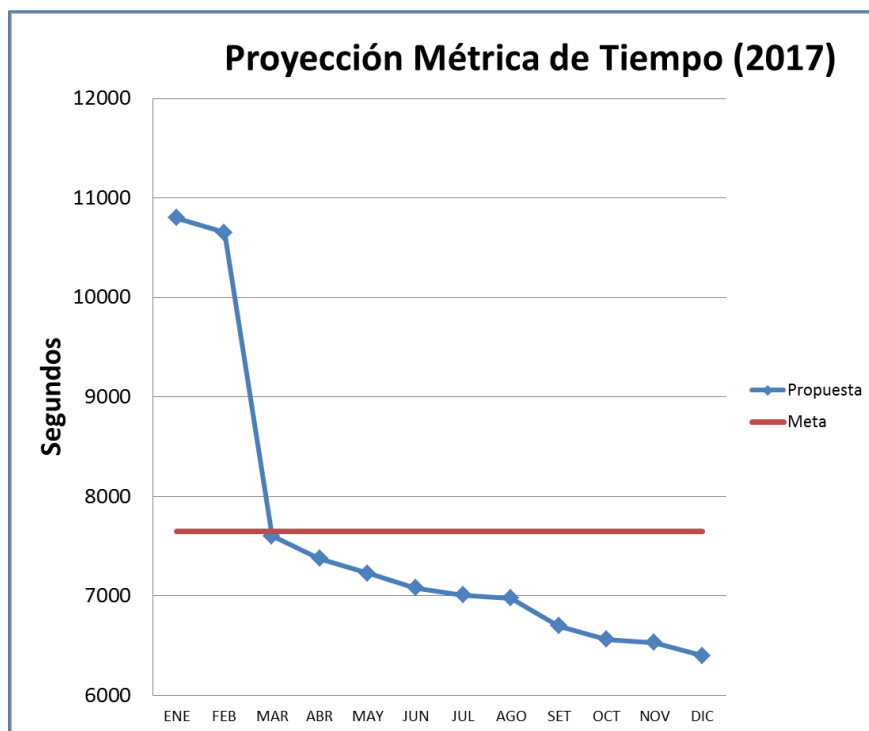
Como se muestra en el diagrama anterior con las mejoras propuestas se obtiene una reducción en las distancias que tienen que recorrer las unidades entre las actividades del proceso pasando de 62.59 a 4.85 metros, lo cual representa una mejora del 92% aproximadamente.

De igual manera se logra observar la cantidad de operarios por actividad del proceso la cual pasa de 38 a 34 operarios, lo cual representa una mejora del 10.5% aproximadamente.

Otra mejora que se puede reflejar en el diagrama de flujo de valor propuesto es la del tiempo de espera o "lead time". En este indicador de tiempo de espera, se basa la meta corporativa en estudio del modelo Galaxy S6.

El tiempo de espera pasaría de 10897 a 6944 segundos en promedio durante el año 2017, representando una mejora de 36.3% aproximadamente, se espera que la mejora se desarrolle de manera progresiva, disminuyendo el indicador de 0.5% a 1.5% por mes. A continuación se muestra la proyección con la implementación de la propuesta en el año 2017.

Figura 27. Gráfico Proyección Métrica de Tiempo (2017)



Fuente: Autor, Febrero, 2017

Tabla 27. Tiempo propuesto vs Meta

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Promedio	Diferencia	Desv Std	CV
Propuesta	10800	10650	7600	7372	7225	7080	7009	6974	6695	6561	6529	6398	6944	-706	1514.44	22%
Meta	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650			
%	71%	72%	101%	104%	106%	108%	109%	110%	114%	117%	117%	120%	110%			

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Siguiendo con la etapa de mejora propuesta, se desarrolla una metodología para la resolución de problemas y mejoras de proceso en general. A continuación el detalle.

#### **4.5. Análisis de causas y solución de problemas**

Como parte del mejoramiento del proceso del Galaxy S6 es fundamental dar seguimiento adecuado, donde a través del control de indicadores se logre determinar las fallas en el proceso que repercuten en el incumplimiento del tiempo meta establecido a nivel corporativo,

Se recomienda revisar periódicamente los resultados de la métrica para evaluar las causas que afectan de mayor manera y poder generar mejoras hacia los problemas encontrados.

Ante este tipo de evaluación encontrada en el proceso se debe de tomar en consideración para el respectivo estudio la filosofía *lean* en función a la propuesta dada posteriormente en la Figura 28 a continuación, la cual está enfocada en la resolución de problemas mediante la mejora continua, definiéndose como una “cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, además, consiste en una acumulación gradual y continua de mejoras realizadas por los colaboradores”. (Rajedell, M. Sanchez, J. 2010).

Figura 28. Formato Solución de problemas propuesto

INGRAM MICRO		PROCESO DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS (6 PASOS)				Tipo de Problema:	
		1 Definir el problema	2 Acción Contención	3 Identificar Causas Potenciales	4 Determinar Causa Raíz	5 Determinar y Verificar Solución	6 Implementación de Solución
FECHA:	TURNO:	LÍNEA:	MODELO:	PROCESO:		Seguridad <input type="checkbox"/>	Scrap <input type="checkbox"/>
						Eficiencia <input type="checkbox"/>	Output <input type="checkbox"/>
						T.Ciclo <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/> ( )
<b>1. DEFINICION DEL PROBLEMA</b>				<b>3. IDENTIFICACION DE POSIBLES CAUSAS (ISHIKAWA, LLUVIA DE IDEAS)</b>			
<b>EQUIPO DE TRABAJO:</b>				Mano de Obra?			
Mentor :							
Integrantes:				Material ?			
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:</b>				Método?			
Dónde ocurrió en la línea? Dónde en el Modelo?							
Cuándo ocurrió ?				Máquinas / Fixtures/Jiggs?			
De qué tamaño es el problema (si se puede medir)? Con qué frecuencia se presenta?				Medición?			
A quién Afecta ?				Medio Ambiente?			
Qué es el problema ? Mudras de proceso				Posibles Pruebas a realizar:			
¿Existe Documentación a seguir? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		¿Se siguió esta documentación? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		<b>CAUSA RAIZ MAS PROBABLES:</b>			
<b>SITUACION IDEAL / OBJETIVO (adónde se quiere llegar?)</b>				CAUSA RAIZ MAS PROBABLE 1 :		CAUSA RAIZ MAS PROBABLE 2:	
				↓		↓	
				PORQUE?		PORQUE?	
				↓		↓	
<b>2. ACCION DE CONTENCIÓN (Qué se hara mientras se resuelve problema)</b>				PORQUE?		PORQUE?	
				↓		↓	
				PORQUE?		PORQUE?	
				↓		↓	
				PORQUE?		PORQUE?	
				↓		↓	
				PORQUE?		PORQUE?	

Realizada por:		Fecha:			
<b>4. DETERMINACION DE LA CAUSA RAIZ</b>		Cuál es la Causa Raíz que produce el PROBLEMA DEFINIDO?			
Se logró reproducir (encender / apagar) la causa raíz? (explique)		Hay factores contribuyentes?			
<b>5. DETERMINACION &amp; VERIFICACION DE LA SOLUCION. Se define PLAN DE ACCION y se VERIFICA que NO se GENEREN problemas adicionales a partir de la solución (Nota: verificar si el cambio requiere algún nivel de validación)</b>					
¿QUÉ?	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?	VERIFICADO POR	FECHA DE VERIFICACION	
<b>6. IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION</b>					
Se corrigió el problema ? SI ___ / NO ___ Explique:					
Si no se corrigió el problema, es aceptable el nivel alcanzado o requiere otro proceso de solución de Problema? (explique)			¿De acuerdo con Resultado? SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/> Firma miembro del Core Team:	¿De acuerdo con Resultado? SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/> Firma MENTOR:	
<b>RESUMEN PROBLEM SOLVING</b>					
<b>ANTES (Teníamos éste problema)</b>			<b>DESPUÉS (Nosotros Hicimos esto)</b>		
Problema:			Resultado:		
Equipo de trabajo:			Lecciones Aprendidas:		

Para el desarrollo de este formato de solución de problemas a través de la mejora continua, se deben de seguir los siguientes pasos:

- Primeramente, se especifican los integrantes del equipo de trabajo junto al mentor o encargado. Seguidamente se debe de realizar una descripción del problema para poder determinar qué modelo, donde, cuando y a quien afecta el problema, determinando a la vez el tipo de desperdicio según las 7 mudas de *lean*.
- Es importante determinar si existe alguna documentación a seguir para poder descartar posibles causas del problema por incumplimiento del procedimiento establecido.
- Analizar una situación actual contra el objetivo para poder establecer a dónde se quiere llegar con la solución del problema.
- El segundo paso es la definición de una acción de contención mientras se da una resolución al problema en estudio, con el objetivo de disminuir el impacto de la problemática hacia el proceso.
- El tercer paso es la identificación de las posibles causas raíz de la problemática mediante la utilización de herramientas como: Ishikawa y lluvia de ideas en donde se especifican posibles factores de: Mano de obra, material, método, maquinas, medición y medio ambiente. A su vez, el equipo de trabajo por medio de la elaboración de la herramienta deben especificar cuáles son las de mayor impacto para su consecuente y debido análisis.

- Una vez determinados los posibles factores que afectan al proceso se debe describir las posibles pruebas a realizar para darle validez al análisis de causa raíz.
- Las causas principales encontradas deben de ser descritas y se le deben de aplicar la herramienta de los 5 porqués para a través del estudio llegar al fondo de la falla y dar una solución de mejora.
- El cuarto paso es la determinación definitiva de la causa raíz, en la cual se especifica si se logró reproducir (encender / apagar) la causa raíz mediante una explicación. A la misma vez se debe describir si existen factores contribuyentes a la ejecución del problema.
- El quinto paso es la determinación y verificación de la solución en donde se debe definir un plan de acción y se debe verificar que no se generen problemas adicionales a partir de la solución. De igual manera es importante verificar si el cambio requiere de algún nivel de validación por parte de algún departamento específico en la planta. Se debe llevar un seguimiento y control de que, quien y cuando se realizan las acciones junto a la fecha de las verificaciones.
- El sexto y último paso es la implementación de la solución en donde se debe describir si se logró corregir el problema establecido mediante una explicación del mismo. En caso de que no se haya logrado la corrección completa del problema, se debe analizar si es aceptable el nivel alcanzado o requiere otro proceso de solución de problema. El equipo de trabajo debe

- determinar si están de acuerdo con los resultados obtenidos y firmar el documento.
- Al final del documento de debe realizar un pequeño resumen de la solución del problema realizando una comparativa del antes y después donde se especifique el resultado obtenido y las lecciones aprendidas para la aplicación del mismo proceso para futuras investigaciones.

#### 4.6. Mejoramiento continuo KAIZEN

De igual manera siguiendo la filosofía lean sustentada en el mejoramiento continuo se propone la utilización de la herramienta desarrollada a continuación con el objetivo de incrementar la productividad y eficiencia en procesos específicos; siguiendo los pasos de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

Figura 29. Proceso mejora Kaizen



A continuación se detallan las herramientas a utilizar en cada etapa del mejoramiento continuo:

Tabla 28. Hoja Evento Kaizen

Lugar		<b>Hoja Evento Kaizen</b>	
Fecha			
<b>Descripción del Evento:</b>		<b>Fechas:</b>	
<b>Situación Actual y Problemas:</b>		<b>Equipo de trabajo:</b>	
		Nombre	Área
<b>Objetivos del Evento:</b>			
<b>Información del proceso:</b>			
(Proveer calculo del Takt time y descripción general del proceso)			

Fuente: Autor, Febrero, 2017

En esta primera hoja se debe dar una descripción del evento que se quiere mejorar, por medio de la descripción de la situación actual y los problemas en el área. De igual manera se establecen los objetivos del evento y se conforma un equipo de trabajo.

Seguido del paso anterior se inicia con la recolección de información esencial para la definición de la problemática en donde se requieren datos de la demanda anual, tiempos de recesos, 5S, cambios de turno, tiempo disponible por turno, cantidad de turnos, días al año, etc.

Para obtener el cálculo del takt time con el estudio de los datos anteriores, los cuales son ejemplificados en la tabla 29 de Datos generales Kaizen.

Tabla 29. Datos generales Kaizen

<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>Datos</b>			
Demanda Anual	100000		
Scrap	2.00%		
Tiempo de Inactividad Diario	0.50%	De horario en Horas	
Receso (2 @10 Min)	0.33	Horas / Dia	
Almuerzo / Cena	0.50	1/2 Hora	
Tiempo 5S	0.08	5 minutos	
Cambio de turno	0.08	5 minutos	
Numero de Turnos	3		
Horas / Turno	8		
Dias por Año	240		
<b>Paso 1: Calculo Demanda</b>			
Demanda Bruta = Demanda / Rendimiento			
	$\frac{100000}{98.00\%}$	Igual	<b>102041</b>
<b>Paso 2: Calculo Demanda Diaria</b>			
	Anual	<b>102041</b>	
	Diaria= Demanda Anual / (Dias / año) =	<b>425</b>	
	Diario / (Turno / Dia) =	<b>142</b>	
	Demanda Neta/ Partes netas Turno	<b>139</b>	
<b>Paso 3: Calculo Horas disponibles produccion</b>			
	Takt	Cycle Time	Comentarios
Horas calendario	24	24	Horas
Tiempo Inactividad Minutos	0	0.12	Horas
	Sub-Total	24	23.88
Minutos Breaks	1	1	Horas por Turno
	Sub-Total	23	22.88
Minutos Almuerzos	1.5	1.5	Horas por Turno
	Sub-Total	21.5	21.38
Minutos 5S y cambio de turno	0.5	0.5	Horas
	Total Tiempo Disponible	21.00	20.88
	Disponible por turno	<b>25,200</b>	<b>25056</b> Segundos
<b>Paso 4: Calculo Takt Time</b>			
Turno Takt Time = Tiempo Disp Turno / Demanda Turno			
=	181	Segundos por parte	
<b>Paso 5: Calculo Cycle Time</b>			
Turno Cycle Time = Tiempo Disp Turno / Demanda Neta Turno			
	177	Segundos por parte	

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Siguiendo en la etapa de definir, siguiendo la tabla 30. Evento Kaizen Objetivos, se definen los puntos claves de mejora en el proceso, tomando en cuenta aspectos como 5S, cycle time, rendimiento, distancias recorridas, etc, con el objetivo de brindarle seguimiento a cada punto durante los días del Kaizen.

**Tabla 30. Evento Kaizen Objetivos**

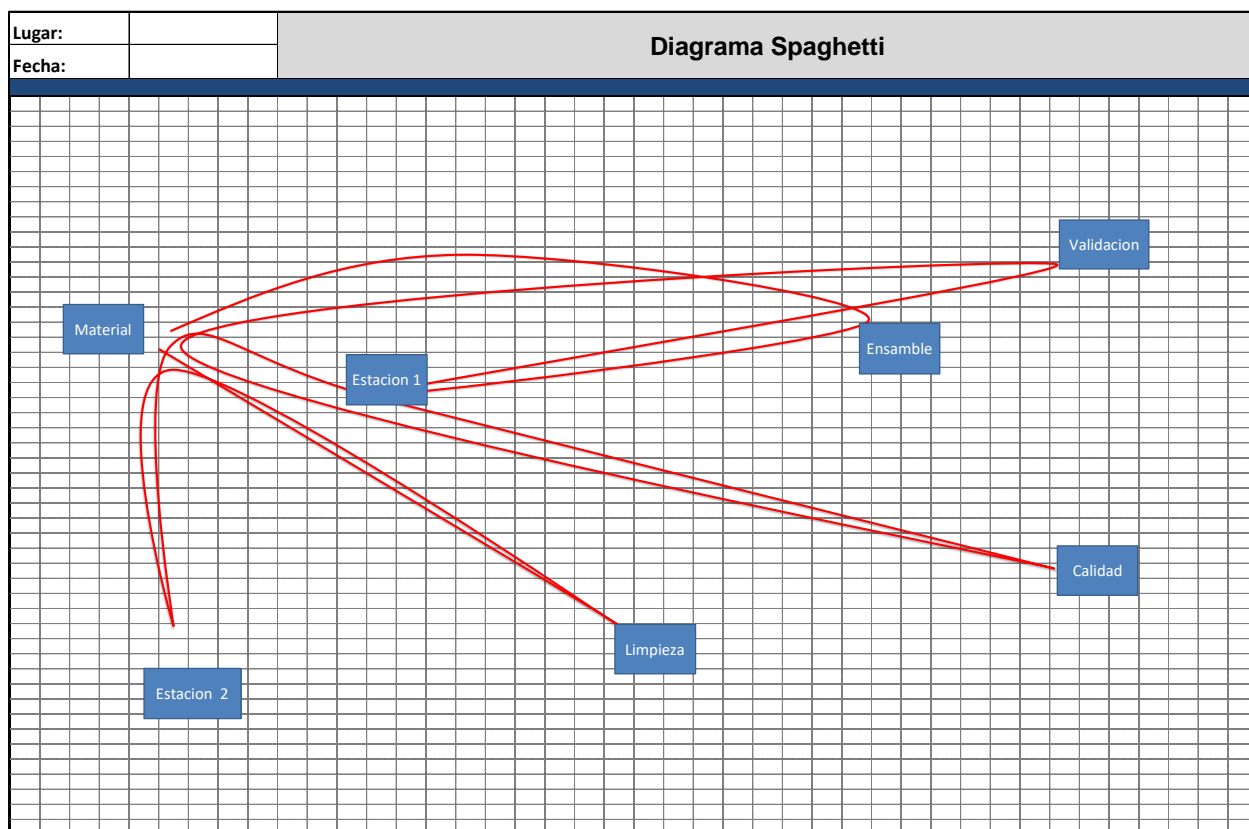
Lugar:		<b>Evento Kaizen Objetivos</b>						
Fecha:								
Lider:								
Puntos Claves	Inicio	Meta	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Final	% Mejora
Puntuacion Mejoras 5S								
Distancias recorridas (mts)								
Mejora Cycle Time (Min)								
Rendimiento								
Personal								
Tiempo inactivo planeado								
Tiempo Cambio de turno								
Mejoras en Seguridad								
Mejoras en Calidad								
<b>Comentarios</b>								
_____								
_____								
_____								
_____								

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Ya concluidos los pasos anteriores se entraría en la etapa de medir, en donde por medio de distintas herramientas se logra fundamentar lo definido como problema del proceso en estudio.

A continuación se muestra en la Figura 30, el formato para la elaboración del diagrama de spaghetti con el objetivo de entender los recorridos del producto y poder observar de una manera gráfica y simple las posibles mejoras hacia el proceso.

Figura 30. Diagrama Spaghetti Kaizen

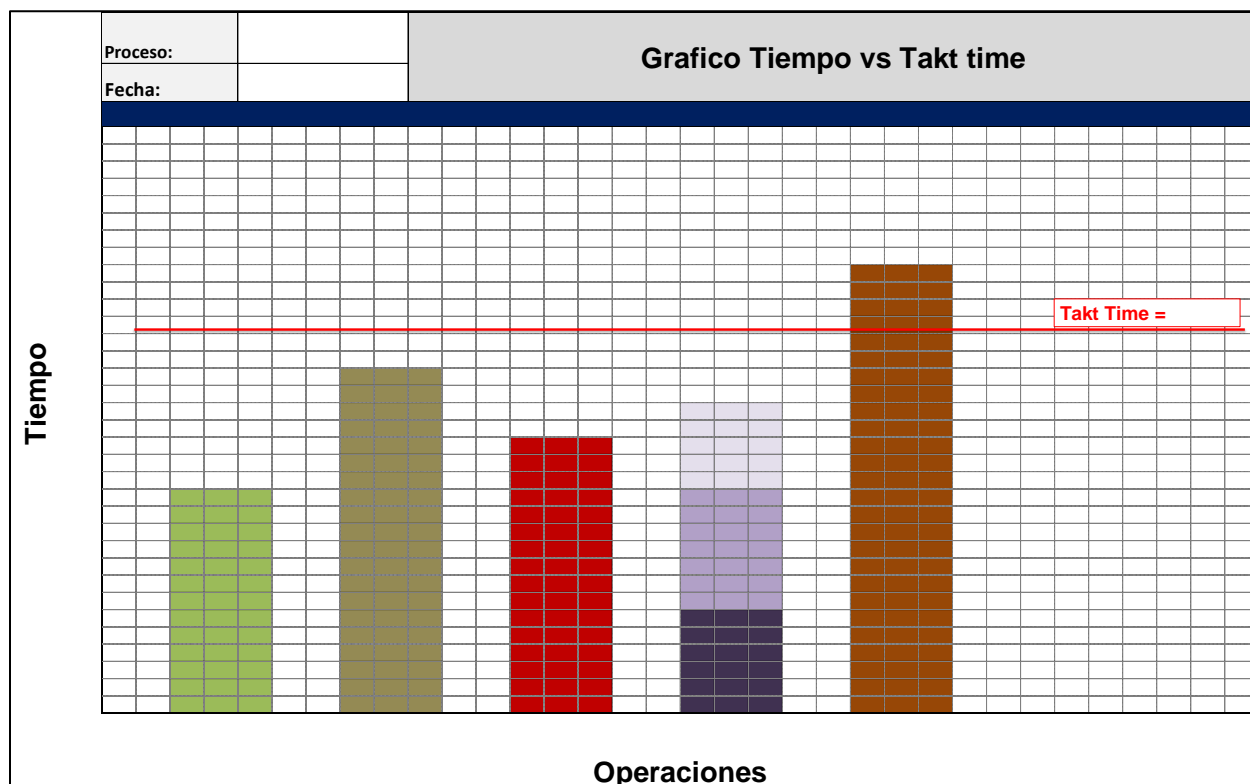


Fuente: Autor, Febrero, 2017

Siguiendo con la etapa de analizar se debe de realizar toma de tiempos de todas las actividades del proceso en estudio, en donde es importante tomar en cuenta todos los elementos de cada actividad, para poder determinar los tiempos que generan valor y analizar los tiempos que no generan valor hacia el proceso.



Figura 32. Gráfico Tiempo vs Takt time Kaizen



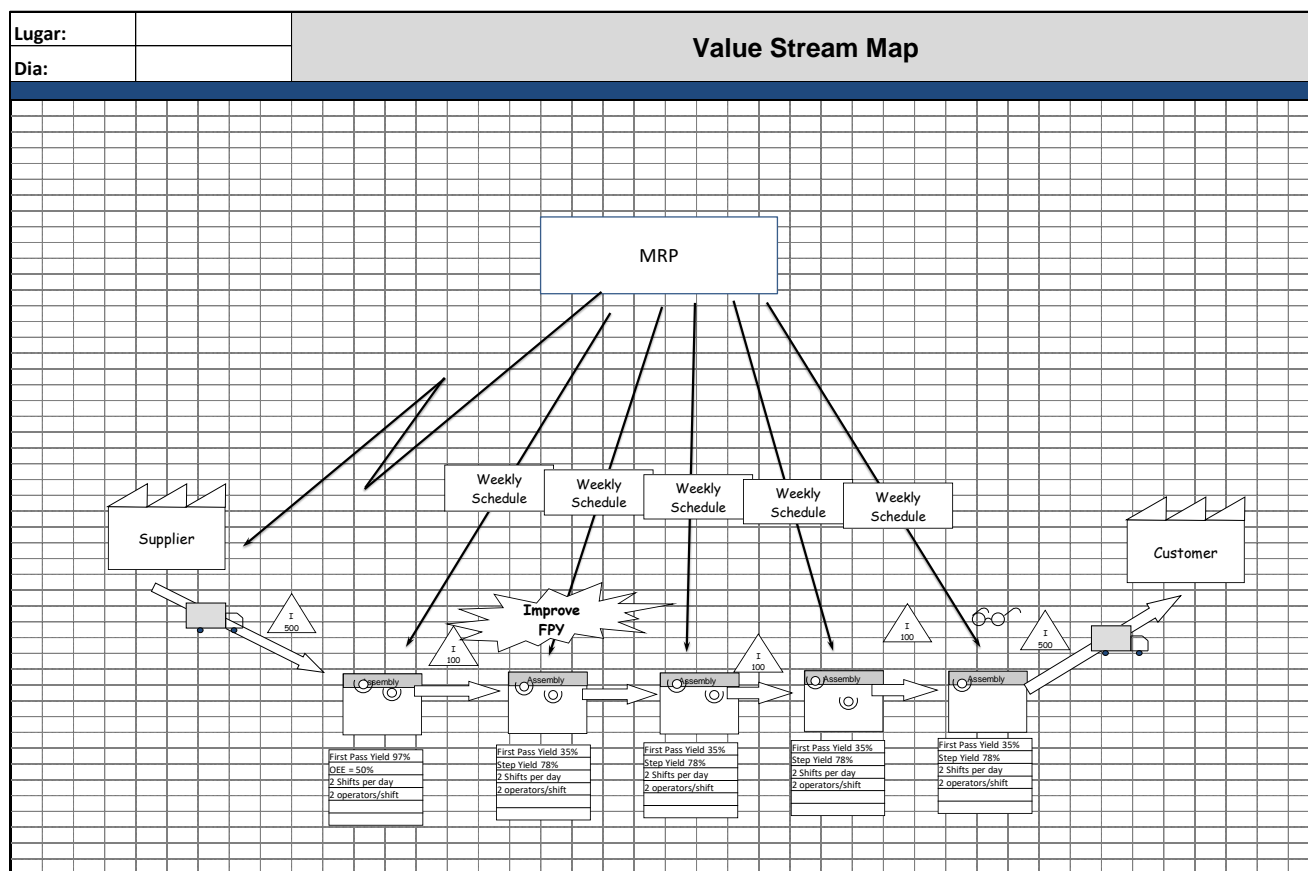
Fuente: Autor, Febrero, 2017

Una vez cuantificadas las variables que afectan al proceso en estudio se pasa a la etapa de analizar, en donde se enfoca en la determinación de las causas raíces de la problemática planteada.

En esta etapa es importante analizar el estudio de las mudas del proceso en donde existen: transportes, movimientos, inventarios, sobreproducciones, re trabajos, esperas, defectos; los cuales afectan al proceso directamente debido a que no generan valor alguno.

A continuación se muestra un formato propuesto para poder observar de una manera gráfica la situación actual de la problemática mediante un Value Stream Map.

Figura 33. Value Stream Map Kaizen




















Fuente: Autor, Febrero, 2017

Después de concluir esta etapa del Kaizen se prosigue con la etapa de mejora y control en donde se realizan propuestas de mejoramiento continuo hacia la corrección de las causas raíces detectadas en el paso anterior de análisis.

Para ello se propone el desarrollo de distintas herramientas como la de trabajo estándar la cual se muestra en la Figura 34 a continuación.

Figura 34. Diagrama Trabajo Estándar Kaizen

Proceso:		<b>Diagrama Trabajo Estandar</b>	     <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; display: inline-block;">Work</div>										
Fecha revision:													
Supervisor:													
Rango de Operaciones:	De:												
	Hasta:												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Insp Calidad</th> <th>Seguridad</th> <th>WIP</th> <th>Operacion</th> <th>Takt Time</th> <th>Cycle Time</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Insp Calidad	Seguridad	WIP	Operacion	Takt Time	Cycle Time						
Insp Calidad	Seguridad	WIP	Operacion	Takt Time	Cycle Time								
													

Fuente: Autor, Febrero, 2017

De igual manera para darle seguimiento a lo establecido en el diagrama de trabajo estándar a continuación se muestra en la Figura 35, una hoja de tiempo estándar con el objetivo de poder determinar una división del tiempo por elementos en donde se pueden observar tiempos inactivos, de operario y de máquina.

Figura 35. Hoja tiempo Trabajo Estándar

		Proceso:	Hoja de tiempo Trabajo Estándar																							
		Fecha:																								
		Supervisor:																								
		Takt Time:																								
Op Seq	Operador 1	Tiempo (seg)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	
1	Tomar unidad y escanearla	5	■															■	■	■	■	■	■	■	■	
2	Empacar unidad	10		■	■																					
3	Inicio del ciclo	5				■																				
4	Maquina prensado	120					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
5	Caminar	5					■																			
6	Retrabajo	35						■	■	■	■	■	■	■	■											
7	Inspeccion	10														■	■									
8	Traslado unidad	5																■								
<b>TOTAL</b>		195																								
			■ Tiempo Inactivo		■ Tiempo Operador		■ Tiempo Maquina																			

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Al final del desarrollo de todas las etapas del Kaizen es importante realizar un resumen de lo logrado y que acciones son requeridas para la aplicación de las propuestas en estudio. El formato propuesto se muestra a continuación en la Tabla 31 con mayor detalle.



La propuesta para la reducción se muestra en la tabla a continuación en donde se puede evidenciar la mejora en las mudas del proceso.

**Tabla 32. Propuesta Mudras Proceso y Costo**

Proceso	Actividad	Descripción	Muda	Frecuencia	Tiempo MUDA	Tiempo Acum	Costo
Ensamble	1	Esperar	2	2	30	1	₺ 26.91
	2	Tomar kit de materiales para ensamblar la unidad	1	345	2	7	₺ 185.68
	3	Colocar adhesivos	No		0	0	₺ -
	4	Colocar sub ensamblados	No		0	0	₺ -
	5	Inspeccionar	2	345	4	24	₺ 649.87
	6	Prueba de calidad	No		0	0	₺ -
	7	Movimiento	2	1	12	0	₺ 5.38
	8	Colocar tornillos	No		0	0	₺ -
	9	Prueba de continuidad	No		0	0	₺ -
	10	Sobreproduccion	2	1	30	1	₺ 13.45
	11	Unidades en WIP	2	5	84	7	₺ 188.37
	12	Kits de materiales incompletos	2	5	42	4	₺ 94.18
	13	Unidades descargadas	2	40	36	24	₺ 645.83
	14	Retrabajo de unidades	2	40	180	120	₺ 3,229.17
	15	Fallo de materiales al ser ensamblados	2	12	24	5	₺ 129.17
	16	Escaneo de unidades en sistema	1	345	1.8	10	₺ 278.52
	Validacion de Ensamble	17	Transporte	2	1	25	0
18		Esperar	2	2	45	2	₺ 40.36
19		Inspeccion Cosmetica y Funcional	No		0	0	₺ -
20		Retrabajo de unidades	2	30	180	90	₺ 2,421.88
21		Movimiento	2	2	62	2	₺ 55.43
22		Falta de componentes en las unidades	2	5	24	2	₺ 53.82
23		Escaneo de unidades en sistema	1	345	1.8	10	₺ 278.52
Flash	24	Unidades en WIP	2	10	475	79	₺ 2,131.25
	25	Transporte	2	2	58	2	₺ 52.20
	26	Esperar	2	3	42	2	₺ 56.51
	27	Conectar unidades para actualizar el software	No		0	0	₺ -
	28	Inspeccionar	1	345	4	24	₺ 649.87
	29	Unidades en WIP	2	10	150	25	₺ 672.74
	30	Retrabajo de unidades	2	1	180	3	₺ 80.73
	31	Escaneo de unidades en sistema	1	345	2	10	₺ 278.52
	32	Transporte	2	3	15	1	₺ 20.18
	33	Movimiento	2	2	10	0	₺ 9.15

Radiofrecuencia	34	Esperar	2	3	13	1	€ 17.76
	35	Realizar prueba de Radiofrecuencia	No		0	0	€ -
	36	Unidades en WIP	2	10	180	30	€ 807.29
	37	Retrabajo de unidades	2	15	180	45	€ 1,210.94
	38	Inspeccionar	1	345	4	24	€ 649.87
	39	Movimiento	2	3	13	1	€ 17.76
	40	Escaneo de unidades en sistema	1	345	1.8	10	€ 278.52
Validacion de Calidad	41	Transporte	2	3	19	1	€ 25.83
	42	Esperar	2	4	30	2	€ 53.82
	43	Unidades en WIP	2	8	475	63	€ 1,705.00
	44	Realizar prueba Cosmetica y Funcional	No		0	0	€ -
	45	Movimiento	2	2	20	1	€ 18.30
	46	Transporte	2	3	17	1	€ 23.41
	47	Retrabajo de unidades	2	20	180	60	€ 1,614.58
Etching/Prensas	48	Escaneo de unidades en sistema	2	345	1.8	10	€ 278.52
	49	Esperar	2	2	13	0	€ 11.84
	50	Realizar etching y prensado de Battery Door	No		0	0	€ -
	51	Inspeccionar	1	345	4	24	€ 649.87
	52	Movimiento	2	10	7	1	€ 32.29
	53	Transporte	2	7	17	2	€ 54.63
	54	Escaneo de unidades en sistema	1	345	2	10	€ 278.52
	55	Retrabajo de unidades	2	4	180	12	€ 322.92
	56	Unidades en WIP	2	12	195	39	€ 1,049.48
<b>Total</b>						<b>794</b>	<b>€ 21,360.13</b>

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Tabla 33. Impacto de Mudras Actual vs Propuesta

Impacto MUDAS				
	Actual	Propuesta	Diferencia	Mejora
Turno	€ 61,895.32	€ 21,360.13	€ 40,535.19	<b>65%</b>
Día	€ 123,790.64	€ 42,720.26	€ 81,070.38	
Semana	€ 742,743.85	€ 256,321.56	€ 486,422.29	
Mes	€ 2,970,975.42	€ 1,025,286.25	€ 1,945,689.17	
Año	€ 35,651,705.00	€ 12,303,435.00	€ 23,348,270.00	

Fuente: Autor, Febrero, 2017

En la tabla 33, se muestran las diferencias del impacto de las MUDAS antes y después de la propuesta, lo que da como resultado un 65% de mejora en el costo y un ahorro al final del año de €23,348,270.00 con la implementación completa de la propuesta de mejora.

Una vez concluida la etapa de mejora para que sean efectivas las propuestas y todos los estudios realizados debe de existir una etapa de control, la cual se desarrolla a continuación.

## **5. Control**

### **5.1. Administración Visual**

La Fábrica o Administración Visual es un concepto de manufactura esbelta que hace énfasis en la necesidad de colocar información crítica justo donde se necesita.

El concepto de fábrica visual, que también se conoce como lugar de trabajo visual o gestión visual tiene como propósito colocar información crítica en las áreas físicas de trabajo mediante el uso de señalamientos, etiquetas, carteles y otros medios.

Los sistemas y dispositivos visuales desempeñan un papel fundamental en muchas de las más populares herramientas de *lean* o manufactura esbelta, como 5S, Trabajo Estándar y Kanban (producción a base de la demanda).

Por lo tanto, con el objetivo de eliminar desperdicios, déficit de información y aumentar ganancias en productividad se propone el fortalecimiento de la metodología de 5S y de Trabajo Estándar.



<b>ESTANDARIZAR</b>	0	1	2	3	4	Comentarios - Acciones a realizar
¿Se cuenta con toda la información vital para llevar a cabo el trabajo?						
¿Son los contenidos de las pizarras informativas relevantes y actualizados?						
¿Se cuenta con instrucciones de trabajo visuales y actualizadas?						
¿Se encuentran las estaciones de trabajo y/o escritorios organizados de manera consistente?						
¿En qué medida los controles visuales (etiquetado, código de colores, bines, etc.) se utilizan correctamente?						
¿Se calibra el equipo que lo requiera y existe evidencia de dicha calibración?						
<b>SUB TOTAL</b>					0	
<b>MANTENER</b>	0	1	2	3	4	Comentarios - Acciones a realizar
¿Se mantienen limpias y ordenadas las estaciones del área que están fuera de uso?						
¿El personal del área conoce sobre las 5S?						
¿Se han puesto en práctica las medidas de mejoramiento sugeridas el mes pasado?						
¿Existe evidencia clara de la participación del gerente/supervisor/ líder del área?						
¿Se encuentra la lista de verificación de la auditoría de meses anteriores publicada en el área en un lugar designado?						
<b>SUB TOTAL</b>					0	
<b>SEGURIDAD</b>	0	1	2	3	4	Comentarios - Acciones a realizar
¿Se cuenta con todo el material de emergencia y de seguridad necesario?						
¿Se encuentra el área libre de riesgos de caídas y tropezones?						
¿Se encuentra todo el equipo de emergencia libre de obstáculos?						
¿Se encuentra el equipo de seguridad almacenado de manera que no vaya a caer o golpear a los trabajadores?						
¿Se encuentran las rutas de salida de emergencia señalizadas y actualizadas?						
¿Se cuenta con señalización y demarcación visible referente a la comunicación de riesgos?						
Extintores (Bien colocados y etiquetados, libres de obstrucciones, etc.)						
Escaleras: en buenas condiciones ¿Se utilizan y se almacenan en forma adecuada?						
Electricidad: regletas, extensiones, cables expuestos, cobertores en su lugar, etc.						
<b>SUB TOTAL</b>					0	
<b>SUMA TOTAL</b>					0	
<b>TOTAL DE PUNTOS POSIBLE</b>					156	
<b>PUNTAJE</b>					0%	

Fuente: Autor, Febrero, 2017


Para la utilización de este formato de auditoría de 5S se deberá llevar un entrenamiento impartido por el Departamento de Entrenamiento con una duración de 3 horas en donde se verán todos los aspectos teóricos y prácticos relacionados a 5S, para ser aplicados en las distintas áreas de operativas de la planta.

Como parte de la propuesta de control se deben realizar las auditorías entre los distintos departamentos del área operativa de la planta con una frecuencia de 1 vez al mes, iniciando con una meta de 90% según el formato propuesto anteriormente. El Departamento de Entrenamiento llevará un control de las notas por área y llevará un seguimiento de los planes de acción en caso de que no se cumpla la meta establecida.

De igual manera como parte del control de 5S que se propone, se especifica un plan de limpieza de 5S para las estaciones de trabajo en donde se especifican las tareas requeridas, frecuencia, turnos, materiales y herramientas necesarias para cumplir todo el plan en las respectivas áreas,

En la Tabla 35 se especifican todos los detalles para el cumplimiento del plan de limpieza propuesto.

Tabla 35. Propuesta Plan de Limpieza 5S

Plan de limpieza 5S+ para las estaciones de trabajo							
							
Estación:							
		Frecuencia					
Item	Tarea	Diaria	Semanal	Mensual	Materiales y herramientas necesarias	Turno 1	Turno 2
1	Eliminar todas las bolsas, bultos, teléfonos y partes que sobren.	√			Bolsas plásticas	Diariamente	Diariamente
2	Limpiar los bins y asegurarse de que las etiquetas estén limpias, legibles y estandar.	√			Paños, limpiador y etiquetas nuevas	Diariamente	Diariamente
3	Limpiar la superficie del mat	√			Paños, mezcla ESD para limpieza de MAT	Diariamente	Diariamente
4	Limpiar las superficies del escritorio/estantes/anaqueles	√			Paños y limpiador	Diariamente	Diariamente
5	Eliminar toda la basura del escritorio y del área	√			Basurero	Diariamente	Diariamente
6	No mantener objetos debajo del escritorio/ mesa de trabajo / mat y mantener los pisos limpios	√			Escoba y pala	Diariamente	Diariamente
7	Mantener el basurero vacío	√			Bolsas de basura	Diariamente	Diariamente
8	Eliminar todas las cajas y paletas vacías	√			Basurero o recipiente de reciclaje	Diariamente	Diariamente
9	Liberar la mesa y la estación de trabajo de todos los objetos personales	√			Basurero	Diariamente	Diariamente
10	No mantener papeles sueltos	√			Caja de reciclaje.	Diariamente	Diariamente
11	Limpiar el escáner y el cable		√		Paños y limpiador	Viernes	Miércoles
12	Limpiar el mouse y el cable		√		Paños y limpiador	Viernes	Miércoles
13	Limpiar el teclado y el cable		√		Paños y limpiador	Viernes	Miércoles
14	Limpiar el monitor y el cable		√		Paños y limpiador	Viernes	Miércoles
15	Limpiar la impresora y el cable		√		Paños y limpiador	Viernes	Miércoles
16	Limpiar la superficie de las lámparas y los marcos de las mesas de trabajo		√		Paños y limpiador	Viernes	Miércoles
17	Limpiar las herramientas (Cautin/Blower/Extractor/Fuente/Torque/Osciloscopio/ Analizador de espectro/Horno/Prensas/JIG's y equipo de RF)		√		Paños y limpiador	Viernes	Miércoles
18	Limpiar Sillas/Racks/Armarios y areas comunes.		√		Paños y limpiador	Viernes	Miércoles
19	Limpiar la parte posterior de las mesas de trabajo			√	Paños y limpiador	último día laboral del mes	

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Siguiendo con la metodología de administración visual como manera de control del proceso, a continuación se especifica la propuesta de trabajo estándar para

las actividades del proceso del Galaxy S6, con el objetivo de tener las instrucciones de trabajo de una manera visual y de fácil entendimiento para los operadores.

### **5.1.2. Trabajo Estándar**

El trabajo estándar tiene su fundamento en la excelencia operacional. Sin el trabajo estandarizado no se puede garantizar que las operaciones siempre se elaboren los productos de la misma manera.

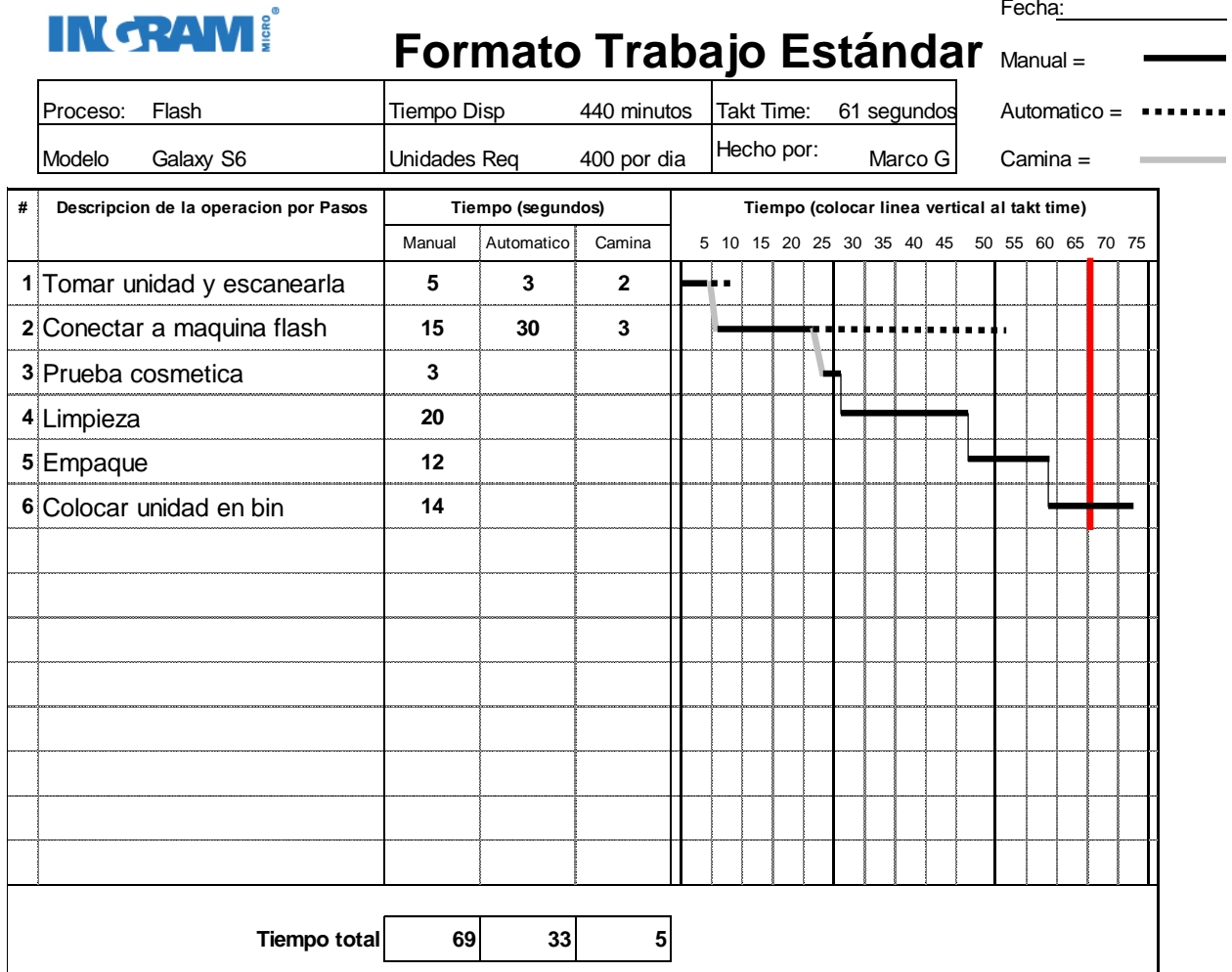
Lo que se busca con la propuesta a continuación es:

- ✓ Asegurar que la secuencia de las acciones del operador sean repetibles.
- ✓ Ofrecer una ayuda para comparar la documentación con los procesos actuales.
- ✓ Mejorar el control visual, creando así un ambiente para detectar anomalías de una manera más sencilla.
- ✓ Iniciar acciones de mejora en los procesos.
- ✓ Establecer un banco invaluable de información que se pueda consultar cuando sea necesario.
- ✓ Asegurar que las operaciones sean más seguras y efectivas.
- ✓ Ayudar al balanceo de los tiempos de ciclo de todas las operaciones de acuerdo con el ciclo de tiempo takt.
- ✓ Reducir la curva de aprendizaje de los operadores.

En el formato a continuación se puede observar la propuesta de trabajo estándar para la actividad de Flash, en donde se brinda primeramente información general, proceso, modelo, tiempo disponible, unidades requeridas por día, takt time y quien es el responsable de los cambios del formato en caso de mejoras.

Seguido de la descripción general se visualiza una segregación del proceso con todos los pasos que comprenden la operación, con sus respectivos tiempos, los cuales se dividen en: manuales, automáticos y de traslado de unidades o caminar de una estación hacia otra. Al final del formato se especifica el tiempo total que sería el tiempo estándar del proceso y en la parte derecha se muestra gráficamente como se visualizan los tiempo contra el takt time establecido.

Figura 36. Propuesta Formato Trabajo Estándar



Fuente: Autor, Febrero, 2017

Para realizar todo el proceso que implica la implementación de la herramienta se deben de seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar el proceso específico o una operación de un proceso.
2. Realizar las mediciones de tiempo correspondientes y capturarlas en la forma de todos los elementos que componen la operación en estudio.

3. Calcular la capacidad de operación y determinar el takt time
4. Diseñar o documentar la secuencia optimizada del proceso estandarizado.
5. Llenar el formato de Trabajo Estándar y postearlo en la operación en estudio.

La propuesta de trabajo estándar es realizar un evento Kaizen enfocado en la elaboración de todos los formatos de trabajo estándar para todas las actividades del proceso del Galaxy S6, en un total de 4 días, impartido por el departamento de Ingeniería Industrial hacia el personal del departamento de ingeniería, operaciones, calidad y entrenamiento.


## **5.2. Control de Indicadores de Productividad**

De igual manera por parte de la etapa de control se requiere que los líderes de las áreas, monitoreen de manera continua los datos de los operarios, entiéndase tiempos de ciclo, cantidad de unidades producidas por hora, calidad de las unidades producidas, modelo producido, etc.

Con la utilización del sistema actual se les define una frecuencia por hora, bajar los reportes con el objetivo de mitigar los problemas en la línea en el momento que se dan y no hasta final del turno o del día para disminuir el impacto de variables que puedan afectar al tiempo de ciclo de la unidades.

Para este control se estandarizo un reporte de control para ser utilizado por los líderes de producción, el cual se muestra a continuación:

Tabla 36. Formato Control de Unidades

Proceso:		Formato Control de Unidades					
Modelo:							
Fecha:							
#	Operario	Meta Producción	% Alcanzado	Meta Calidad	% Alcanzado	Meta Tiempo	%Alcanzado
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Para realizar un control efectivo de las unidades durante las distintas actividades del proceso del Galaxy S6 en específico, en el formato anterior se pueden identificar de mejor manera si existen diferencias o problemas con algún operario en específico y poder aplicar acciones correctivas en caso de que no se cumplan las metas establecidas.

## 6. Factores críticos de éxito

Se consideran los siguientes factores como claves para definir el éxito en el desarrollo de la propuesta de mejora para el proceso productivo del modelo Galaxy S6.

### **6.1. Capacitación al personal**

Para lograr mejoras y cambios en el proceso es fundamental capacitar a todo el personal involucrado en el área de producción del Galaxy S6, con el fin de que todos los colaboradores tengan en mente los objetivos del área y laboren en función de ellos.

Cabe señalar que es de suma importancia considerar la capacitación como previa ante la implementación de las propuestas descritas, con la finalidad de que los lineamientos, políticas, metas y procedimientos fluyan desde la dirección hasta las áreas operativas.

Para este tipo de propuestas dadas, se considera fundamental capacitar al personal encargado de dirigir las mejoras siguiendo la metodología de la manufactura esbelta y a todos los involucrados en el proceso sobre el cambio de gestión y los nuevos procesos y procedimientos necesarios para lograr las metas planteadas.

### **6.2. Integración**

La integración entre las distintas áreas y procesos es fundamental para que las mejoras se desarrollen de manera efectiva. Por ello, se necesita que exista un flujo de comunicación creando un ambiente ideal para el intercambio de información o mejoras dentro de las distintas áreas.

Además, se considera fundamental la relación directa que debe de existir entre la gerencia y la parte operativa para poder desarrollar proyectos de mejora continua de una manera efectiva.

### **6.3. Resistencia al cambio**

Este es un fenómeno natural que se puede presentar por parte de los colaboradores inicialmente como una oposición al cambio propuesto como mejora para el sistema productivo. Este factor debe ser correctamente administrado por la gerencia para evitar el mismo.

### **6.4. Responsabilidad y Compromiso**

Para el buen desenlace de las mejoras es indispensable contar con apoyo total por parte del personal, esto desde la gerencia hasta los colaboradores que forman parte del proceso de productivo de una u otra manera. Por lo tanto, es fundamental incrementar los valores de compromiso y responsabilidad para el bien tanto interno como externo del área a mejorar.

### **6.5. Mejora Continua**

Como se detalló anteriormente en el figura 47 y 48, con el uso de la metodología de resolución de problemas y el mejoramiento de procesos mediante Kaizen aplicado al proceso de producción se busca un desarrollo correcto sin dejar de lado el control de las operaciones de manera que siempre se logre cumplir con las metas establecidas.

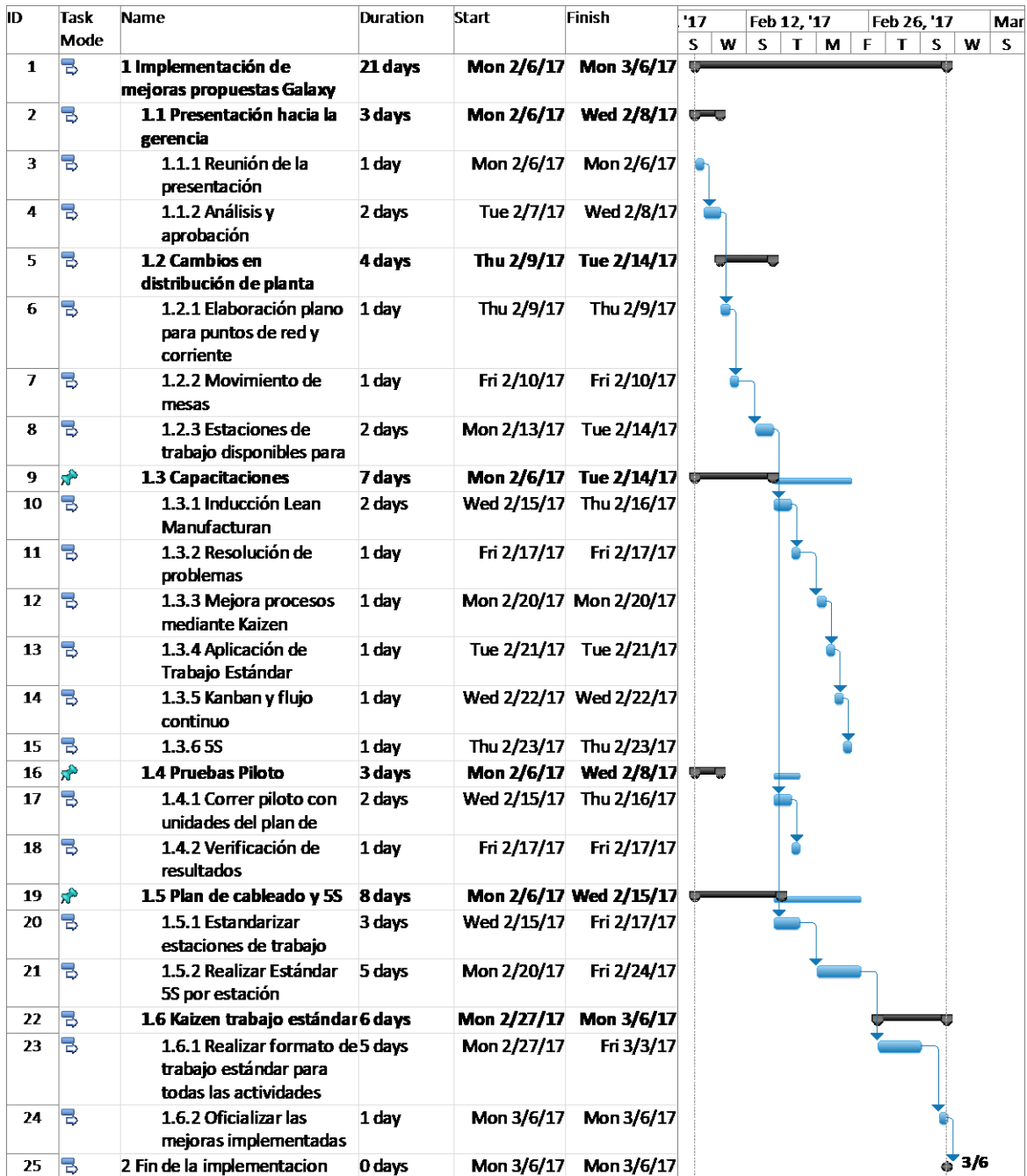
## **7. Plan de implementación**

Para lograr el establecimiento de la propuesta a través de la implementación de las mejoras propuestas al proceso productivo del modelo Galaxy S6, es necesario realizar y contar con un cronograma respectivo al plan que determina

detallada y cronológicamente la forma en que se van a desarrollar las actividades para alcanzar los objetivos planeados.

Para efectos del plan se incurre en tareas necesarias tanto antes de implantar la propuesta como durante la ejecución de la misma. Además, por medio del diagrama de Gantt se detallan los plazos necesarios y justos para cada tarea tanto de evaluación como de su implementación oficial.

Figura 37. Diagrama de Gantt para la implementación



Fuente: Autor, Febrero, 2017

Como se puede observar, la implementación de las mejoras propuestas hacia el proceso del modelo Galaxy S6 tiene una duración promedio de 21 días. Esto

dado desde que se aprueba la propuesta hasta que se finaliza con la implementación completa de todas las mejoras propuestas.

### **8. Evaluación económica del proyecto**

La evaluación económica, consiste en “comparar costos y beneficios con el objeto de emitir un juicio sobre la conveniencia de un proyecto”. (Bonta, P. Farber, M. 2006).

Uno de los aspectos de mayor importancia en la formulación de un proyecto es analizar desde el punto de vista económico, evaluar si la inversión que se hace en el proyecto genera ingresos suficientes para cubrir el costo. Por ello en el presente proyecto se han establecido los componentes de gastos que se van a incurrir en la puesta en marcha del proyecto y los beneficios económicos que generan.

El proyecto consiste en la mejora del sistema productivo para el proceso del modelo Galaxy S6 con el objetivo de garantizar la disminución del tiempo de espera (en al menos 36%) y con ello el cumplimiento de la meta corporativa de tiempo. Esto justifica la necesidad de incurrir en inversiones para la implementación completa de las mejoras propuestas.

A continuación se muestran en la tabla 37 el resumen de dichos costos:

Tabla 37. Costo de la implementación del proyecto

Costos del proyecto			
Material	Cantidad	Precio	Total
Cintas demarcación	4	₺ 16,500.00	₺ 66,000.00
Hojas de colores para Trabajo Estándar	2	₺ 4,900.00	₺ 9,800.00
Rotulos	8	₺ 2,000.00	₺ 16,000.00
Repuestos electricos y de mantenimiento	20	₺ 1,500.00	₺ 30,000.00
<b>Total</b>			<b>₺ 121,800.00</b>

Fuente: Autor, Febrero, 2017

En la tabla anterior se logran observar los materiales y repuestos en general que se tiene que suministrar para la implementación de las propuestas de la nueva distribución de planta, trabajo estándar y kanban.

Cabe destacar que para el tema de las capacitaciones es un costo que no se toma en cuenta debido a que el departamento de Ingeniería y Entrenamiento tienen los conocimientos adecuados para brindar las capacitaciones requeridas.

Al ser un proyecto realizado mediante la metodología de lean no se requiere realizar un inversión grande para obtener buenos resultados y beneficios; los cuales se muestran a continuación.

### 8.1. Beneficios económicos de la implementación

Con la implementación de las propuestas de mejora enfocadas hacia el proceso productivo del modelo Galaxy S6, se obtienen beneficios en reducción de personal, espacio disponible y en mudas de proceso los cuales se muestran a continuación:

Tabla 38. Reducción de Personal

Reducción de Personal					
Puesto	Cantidad	Turno	Salario	Total	Por año
Operarios	4	2	₡ 310,000.00	₡ 620,000.00	₡ 7,440,000.00
Lideres de produccion	1	2	₡ 420,000.00	₡ 840,000.00	₡ 10,080,000.00
<b>Total</b>					<b>₡ 17,520,000.00</b>

Fuente: Autor, Febrero, 2017

Como resultado de la redistribución de planta y del correcto balanceo de línea según la demanda se propone una reducción de 4 operarios y un líder de producción, los cuales no son requeridos para el funcionamiento de la línea de producción, pasando de 38 operarios a 34 para desempeñar distintas tareas en el proceso del Galaxy S6. Esto representa un ahorro por año de ₡17, 520,000.00 al final del año.

Cabe destacar que solo tomando el beneficio en reducción de costos de personal contra la inversión necesaria para la implementación completa del proyecto, representa un 1%, el cual se puede visualizar en la tabla a continuación.

Tabla 39. Costo Beneficio

Análisis Costo-Beneficio	
Ahorro	₡ 17,520,000.00
Inversión	₡ 121,800.00
<b>Total</b>	<b>1%</b>

Fuente: Autor, Febrero, 2017

De igual manera otro beneficio económico es el mostrado en la Tabla 33. Impacto de Mudas Actual vs Propuesta, la cual muestra una mejora de aproximadamente de 68% en relación con la situación actual que representa un ahorro de ₡23, 348,270.00 al final del año.

Como resultado de la redistribución de planta específicamente en la tabla Tabla 25. Mejora Espacio Propuesta, se refleja una mejora de 74% en espacio, el cual representa una reducción de 325.5 metros cuadrados.

Además de los beneficios anteriormente mencionados se obtienen:

- ✓ Flujo continuo del proceso (Redistribución de planta)
- ✓ Control de inventario visual de unidades (Kanban)
- ✓ Ayuda visual a los operarios (Trabajo Estándar)
- ✓ Mejoramiento del programa de 5S
- ✓ Mejora continua (Kaizen)

## **9. Ámbitos de la organización con propuestas de diseño**

### **9.1. Ámbito Organizacional**

Se propone el apoyo directo de la gerencia para la aprobación de proyectos de mejora continua para poder realizar las mejoras sin problemas ni tiempos largos de aprobación.

El enfoque de este ámbito es dirigir, coordinar y controlar la correcta gestión de las actividades del proceso del modelo Galaxy S6 para cumplir con el indicador de tiempo corporativo de manera recurrente.

Debe existir el flujo adecuado y eficiente de la información entre departamentos para que puedan actuar de manera efectiva cuando se presenten problemas en la línea.

## **9.2. Ámbito Recurso Humano**

- Se fomenta a los colaboradores a realizar los roles establecidos con responsabilidad y brindar apoyo entre departamentos, además, de cumplir con los requisitos necesarios para la implementación de mejoras a corto o largo plazo.
- Se efectúa una rotación de personal con la cantidad justa para cada área según la planeación semanal de operaciones. Esto con el objetivo de tener a los operarios en las actividades en donde su desempeño es mejor y pueda verse reflejado en la productividad en general.
- La planta cuenta con personal capacitado, motivado y valorado para entregar a la empresa el mejor trabajo en los distintos roles del área productiva y administrativa.

### **9.3. Ámbito Procesos y Procedimientos**

- Todos los operarios cuentan con roles y responsabilidades definidas que cumplir a través de las actividades del proceso, dando agilidad y seguridad en la ejecución de los mismos.
- Se trabaja bajo las características del sistema “pull” y Kanban, sincronizando un proceso con otro para mantener el flujo continuo de unidades sin descuidar la acumulación de trabajo en proceso. Por lo cual se propone la señalización del Kanban entre las distintas actividades del proceso como parte de la mejora hacia el proceso.
- Parte fundamental de los procesos es la filosofía de mejora continua Kaizen, la cual está enfocada como hacer más eficientes y productivos los procesos brindando cambios positivos tanto a corto como a largo plazo.

## **10. Plano Administrativo, Mental y Tecnológico Propuesto**

### **10.1. Plano Administrativo**

La institución cuenta con misión, visión, política y objetivos establecidos para el área de producción. Además, sigue una estructura organizacional con base a roles y responsabilidades según nivel jerárquico de cada colaborador.

Dentro de la estructura, el departamento de ingeniería, calidad y entrenamiento son los encargados de efectuar y validar los procesos y

procedimientos, además, de la actualización y análisis de información constantemente; sin dejar de lado el control y gestión de los indicadores bajos los cuales se va a mantener en observación las mejoras en el sistema productivo.

### **10.2. Plano Mental**

A través del establecimiento de las capacitaciones, y en base a la misión, visión, política y metas productivas se crea personal motivado y capacitado con un enfoque cultural de excelencia en los tiempos y en la calidad de las unidades durante todas las actividades del proceso.

Además, se fomenta a todo nivel una educación de calidad total y de mejoramiento continuo que permita satisfacer tanto al cliente interno (departamentos de producción) como externo (clientes).

### **10.3. Plano tecnológico**

En este último plano es importante destacar que al no ser factor influyente de la problemática en estudio, es importante darle seguimiento a la maquinaria tanto de Flash y Radiofrecuencia con el objetivo de que se les brinden las calibraciones y mantenimientos requeridos, sin que se vea afectado el proceso de producción en general

## **Conclusiones**

El proyecto permitió desarrollar una propuesta que disminuye los tiempos de espera y de ciclo del proceso del modelo Galaxy S6 mediante el mejoramiento del sistema productivo para el cumplimiento de la meta corporativa de tiempo, lo que genera un impacto positivo sobre los beneficios económicos de la empresa.

Se evidenció que existe un incumplimiento de la meta de tiempo corporativa para el modelo Galaxy S6, dando como resultado un 70% en promedio de cumplimiento de la meta en todo el 2016.

Se logró determinar la magnitud del problema a través de la toma de tiempos bajo una muestra significativa, obteniendo un alto porcentaje de mudas o desperdicios en todas las actividades del proceso, los cuales se cuantificaron con el objetivo de poder evidenciar el impacto económico de los mismos.

Además, se fijaron los tiempos estándar por actividad para definir con ello las capacidades de producción y poder determinar cuál era el cuello de botella con respecto al takt time o ritmo requerido de producción y trabajar sobre este para mejorar el rendimiento de la línea.

A través del análisis en el proceso productivo del modelo en estudio, se identificaron todas las causas raíz que impactan negativamente el tiempo del proceso generando la problemática en cuestión. Con ello, se determinó las causas asignables y controlables sobre las cuales se trabajó en el capítulo de diseño.

Con base en lo anterior y en función al desarrollo del diagnóstico se fijaron los puntos que requerían mejora y se plantearon propuestas de acuerdo con el sistema productivo actual para el modelo Galaxy S6.

Por medio de las propuestas dadas al sector productivo, se establecieron cambios en la distribución de planta, logrando que todas las actividades del proceso estén a una distancia óptima, la cual permita así un flujo continuo de proceso, con esto se logra una reducción de tiempos de espera que ayudan a solventar la problemática en estudio.

De igual manera como parte de las propuestas se planteó la resolución de problemas mediante la metodología lean enfocada a la reducción de desperdicios y la mejora de procesos siguiendo una metodología Kaizen.

Después de tomar aspectos básicos en consideración, se fijó la evaluación económica del proyecto como tal, justificando su validez en función del impacto económico total y el porcentaje insignificante de inversión para su completa implementación. Además, se logró determinar los factores críticos que garantizan su éxito, estos son la base sobre la cual se elaboró el plan de mejoramiento al proceso productivo.

Según todo lo descrito anteriormente, se demuestra el logro en el cumplimiento del objetivo general y estratégicos establecidos para el desarrollo y conclusión del proyecto.

## **Recomendaciones**

Con base en el estudio realizado se presentan las siguientes recomendaciones:

Incluir al personal, tanto de las áreas de soporte y de operaciones, en las actividades y capacitaciones en donde se incentive al personal en general a trabajar enfocado en el mejoramiento continuo del proceso y en busca de beneficios tanto interno como externo. El funcionamiento de las mejoras y de los cambios propuestos al proceso requiere de personal capacitado, motivado y valorado

Contar con compromiso y responsabilidad por parte de los colaboradores de todos los niveles jerárquicos creando un ambiente organizacional agradable transferido hacia el servicio del cliente final. Esto para el desarrollo de los cambios y mejoras a ser implementadas es necesario evitar la resistencia al cambio.

Elaborar capacitaciones sobre el cambio de gestión y clima cultural en donde se logre evidenciar a gran escala la problemática y la necesidad de las mejoras en el proceso.

Integrar entre las áreas de proceso involucrados mantener siempre un flujo eficiente de comunicación tanto ascendente como descendente dentro de la organización.

Mantener un control frecuente de los indicadores para actuar en el momento que se dan los problemas y así poder corregirlos de la manera más efectiva

posible, esto con el objetivo de no incumplir en métricas internas como externas y que los problemas internos no lleguen a afectar al cliente.

## Bibliografía

Castro, J. (2005). *Análisis de problemas y toma de decisiones*. Mexico DF: Pearson Educación.

Chase, R., & Jacobs, F. (2014). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros*(p.100, 143, 456). Mexico, DF: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Cuatrecasas. (2011). *Organización de la producción y dirección de operaciones sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. (p.243). Madrid: Ediciones Diaz de Santos, S.A.

Fullana, C., & Paredes, J. (2008). *Manual de Contabilidad de Costes*. (p.342). Madrid: Deko Publicaciones universitarias, Primera Edición.

Gutierrez, H. (2010). *Calidad total y Productividad*. (p. 21, 64, 96, 97, 98, 99, 154, 284, 382). Mexico DF: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V.

Hitt, M. (2006). *Administración* (p.230). Mexico: Pearson Educación Mexico, S.A, de C.V.

Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingenieria Industrial: metodos, estandares y diseño del trabajo*.(p.26, 342). Mexico, DF: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Pande, S. (2004). *Las claves del Seis Sigma*. Madrid: McGrawHill/Interamericana.

Perez Fernandez, J. (2010). *Gestion por procesos* (p.40). Espana: ESIC Editorial. ANORMI, S.L.

Rajadell, M., & Sanchez J. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad* (p.2). Madrid: Ediciones Diaz de Santos.

Sanchez, E., Camarero, L., & Barcala, M. (2005). *Estrategia de produccion* (p.234). Mexico: McGraw-Hill.

Serna Gomez, H. (2015). *Planeacion y gestion estrategica:teoria-Metodologia*. Mexico.

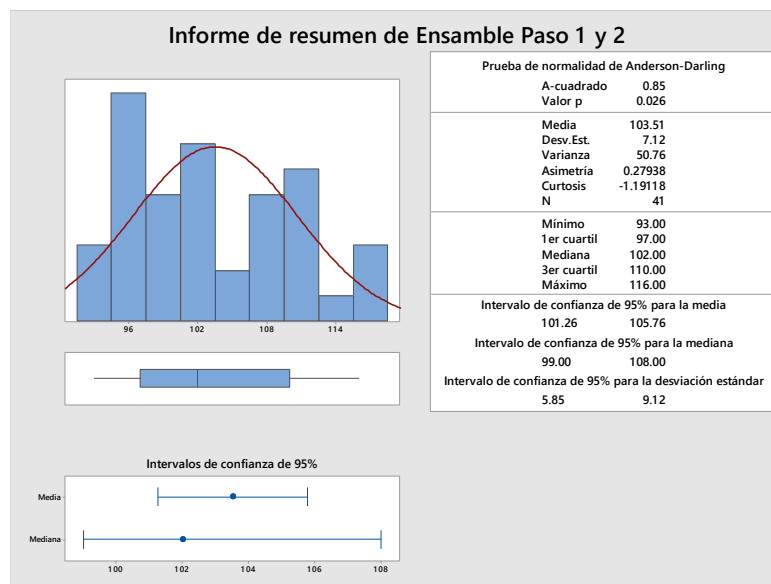
Villacorta, M. (2010). *Introduccion al marketing estrategico*. (p.50). California: Creative Commons Attribution NonCommercial ShareAlike 2.0.

# Anexos

## 1. Anexo Resumen Estadístico

### Ensamble Paso 1 y 2

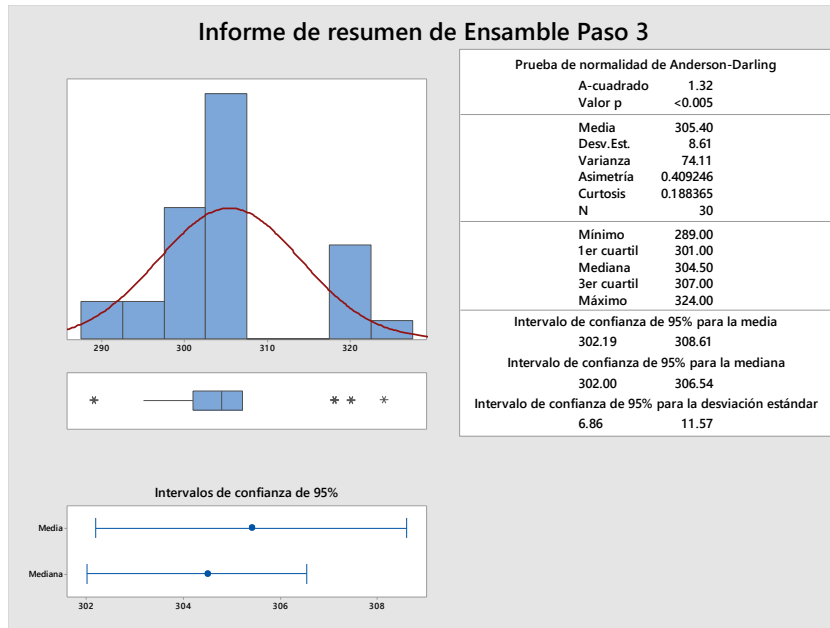
#### Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

### Ensamble Paso 3

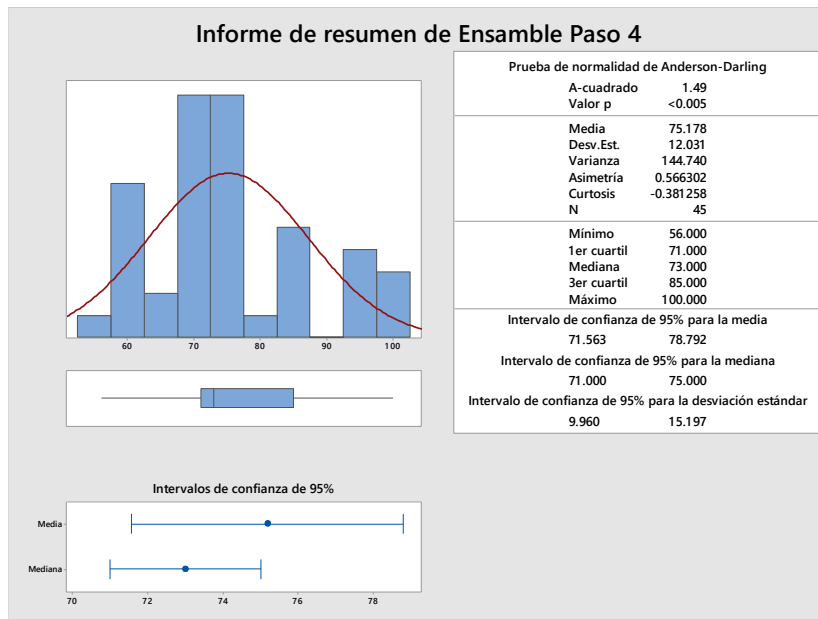
#### Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Ensamble Paso 4

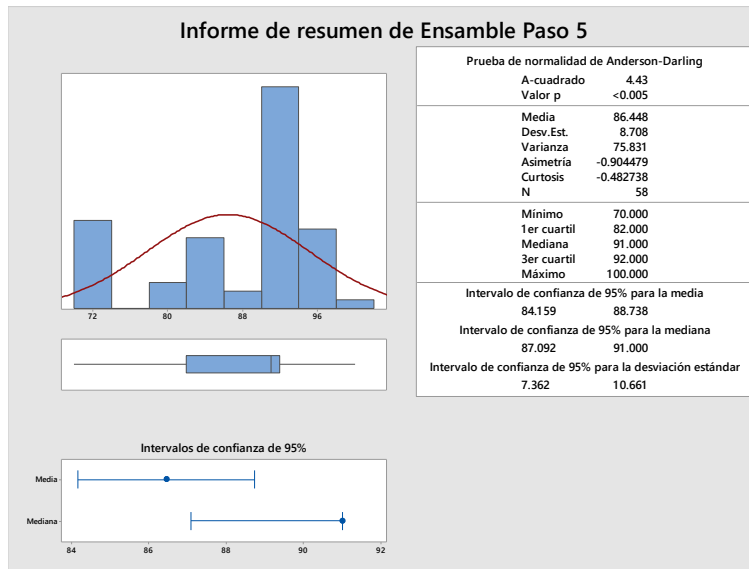
### Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Ensamble Paso 5

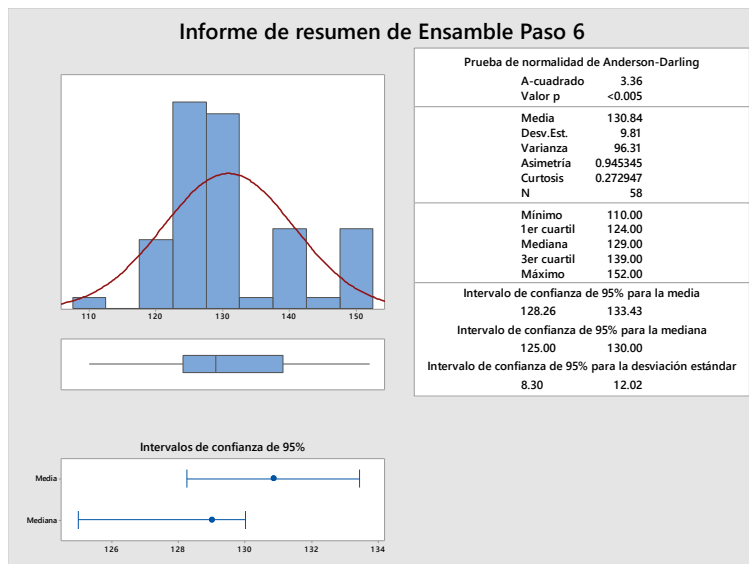
## Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Ensamble Paso 6

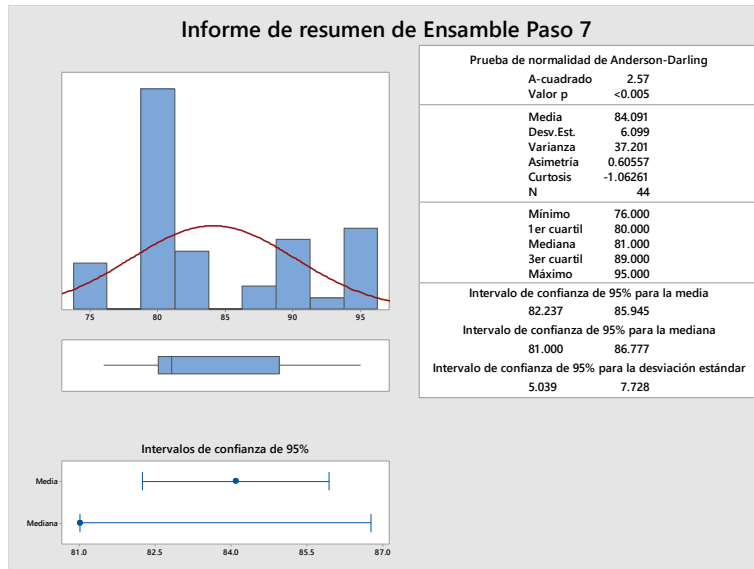
## Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Ensamble Paso 7

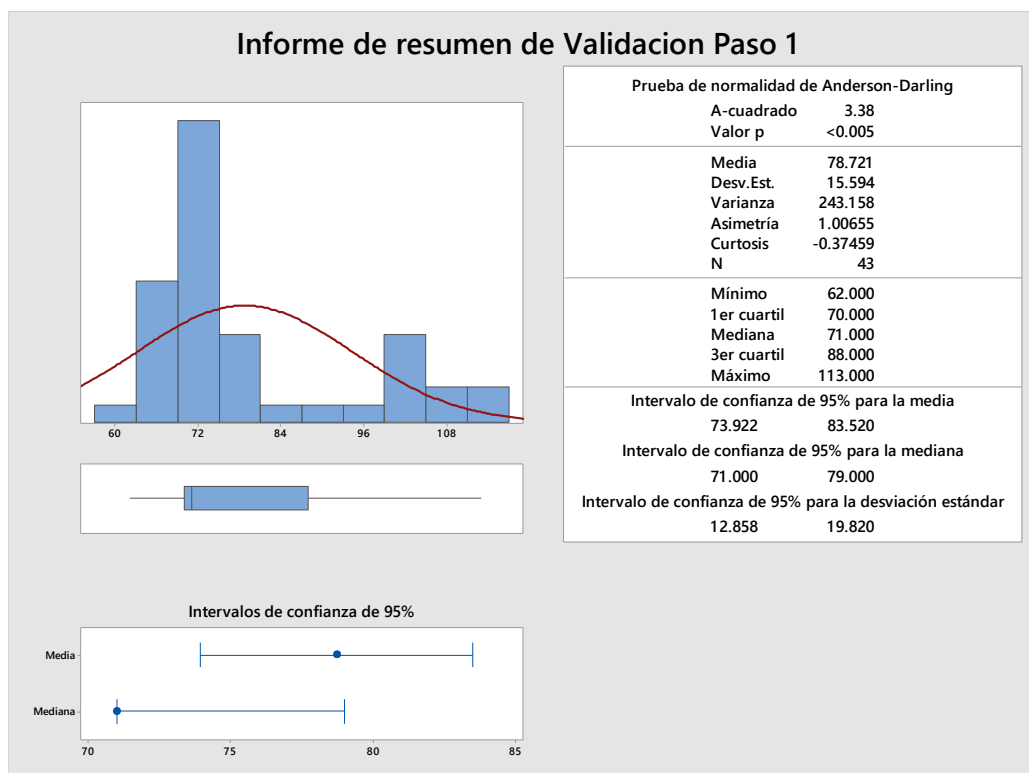
## Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Validación Ensamble Paso 1

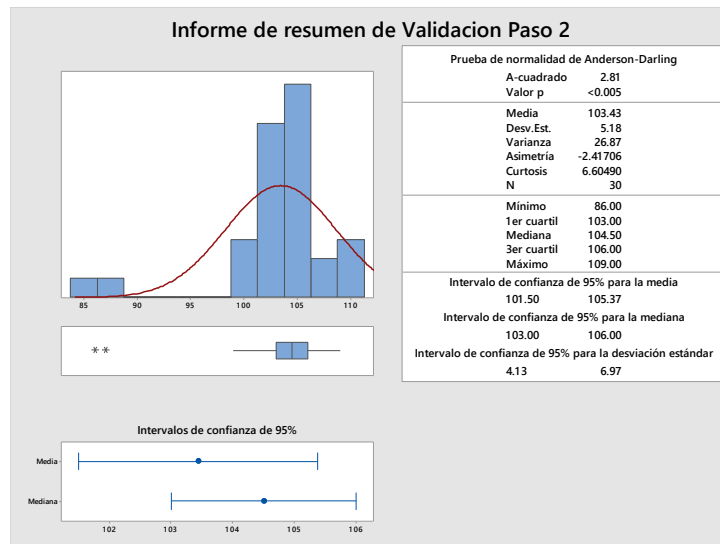
### Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Validación Ensamble Paso 2

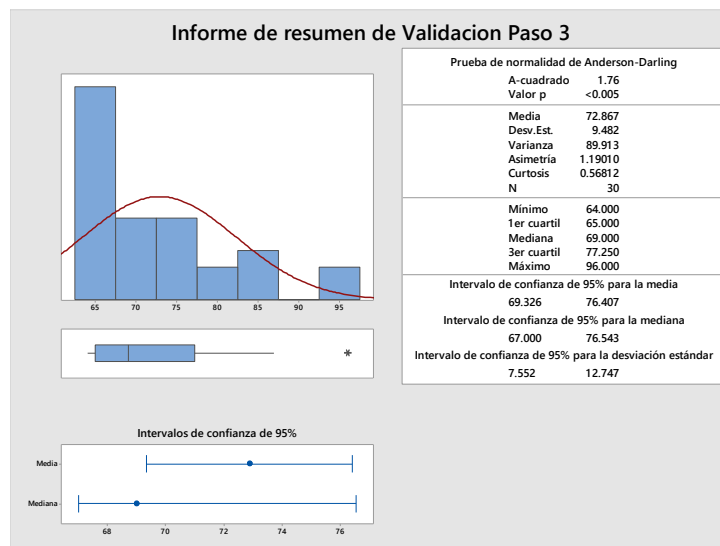
### Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Validación de Ensamble Paso 3

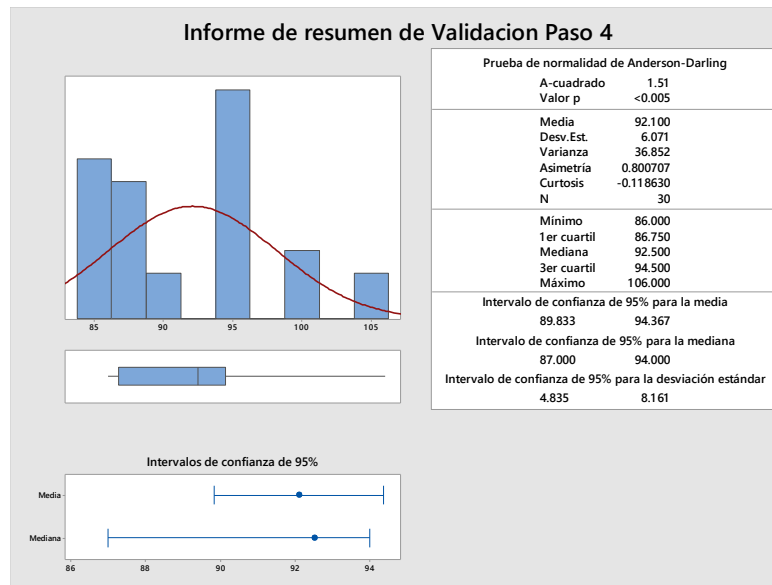
### Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Validación de Ensamble Paso 4

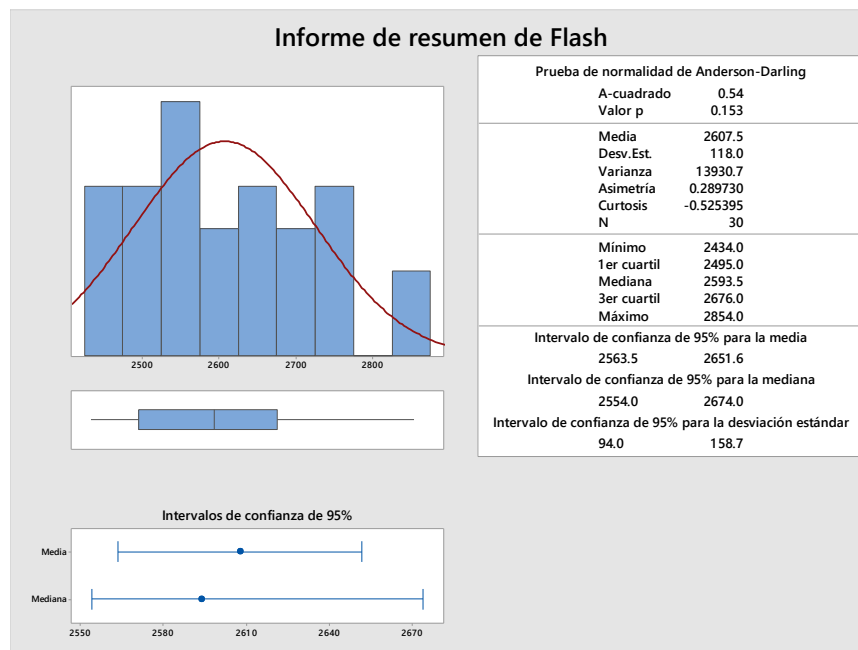
### Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Flash

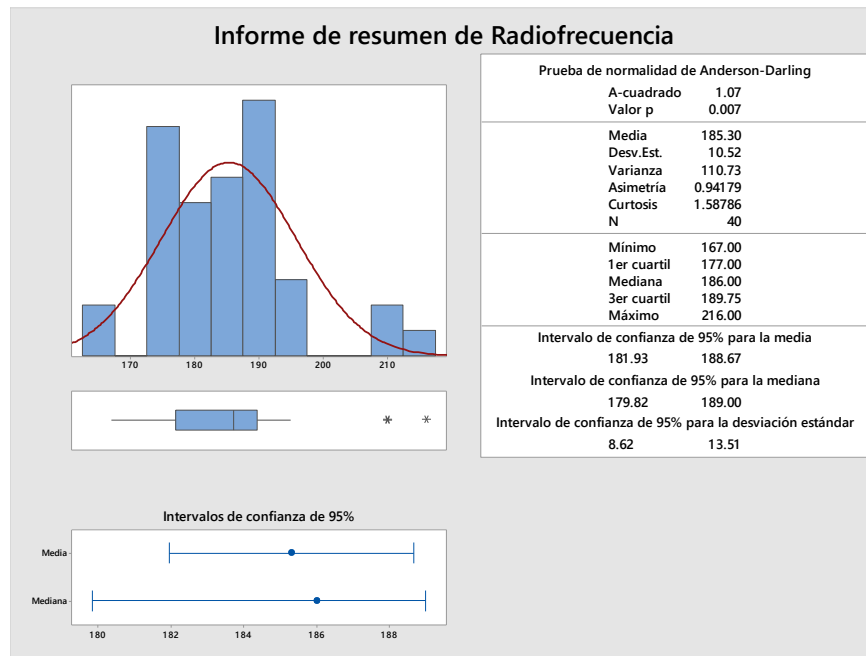
### Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Radiofrecuencia

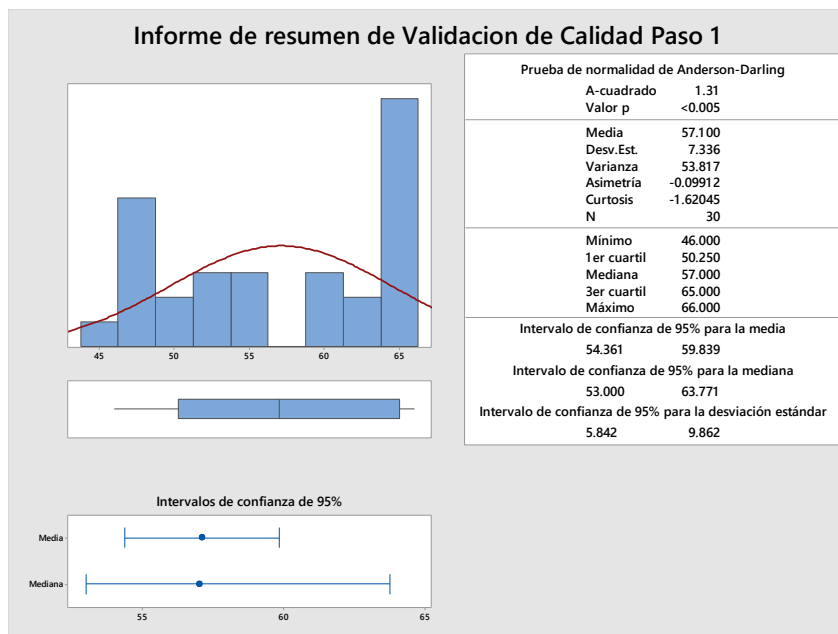
### Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Validación de Calidad Paso 1

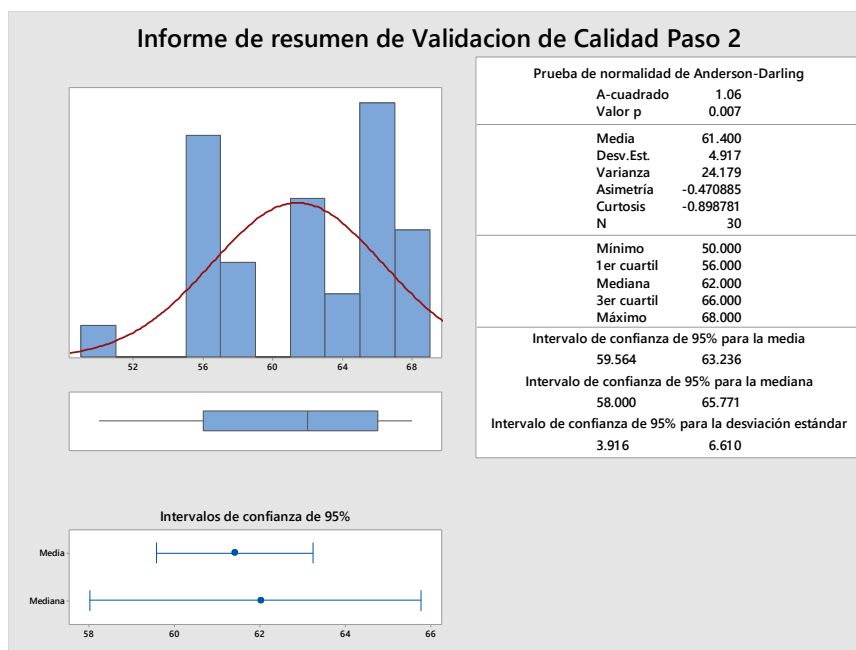
### Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Validación de Calidad Paso 2

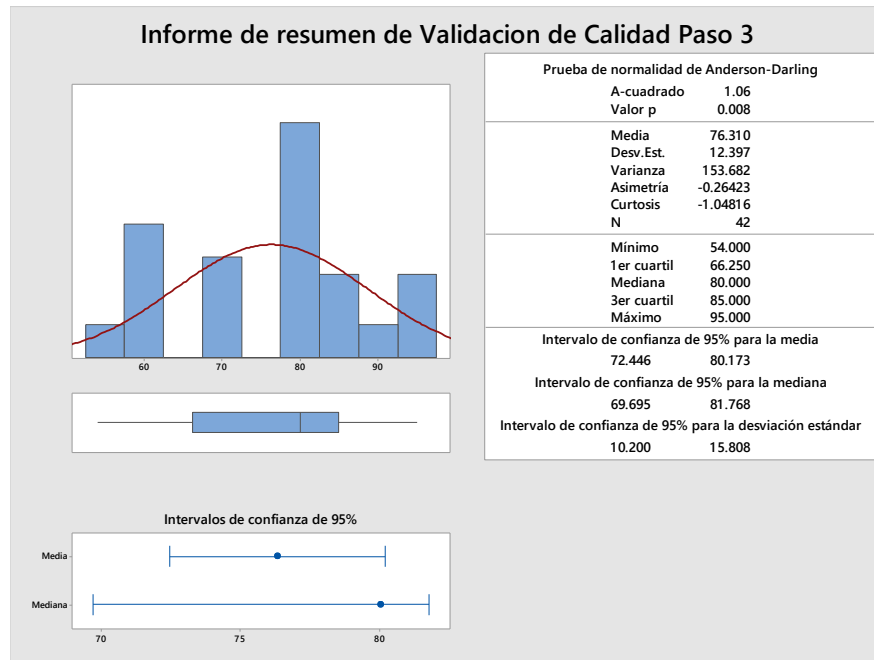
### Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Validación de Calidad Paso 3

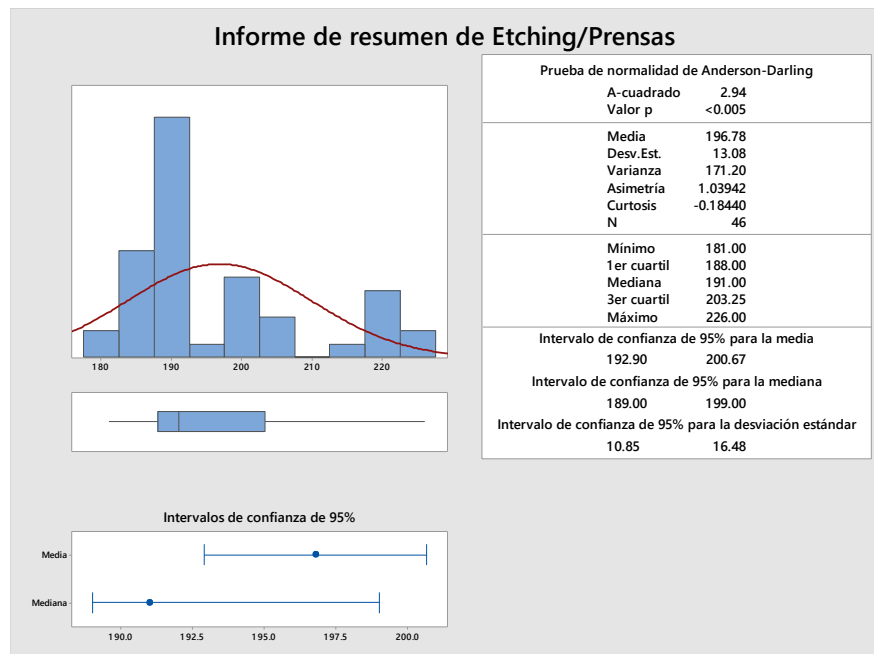
## Resumen estadístico



Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Etching/Prensas

## Resumen estadístico

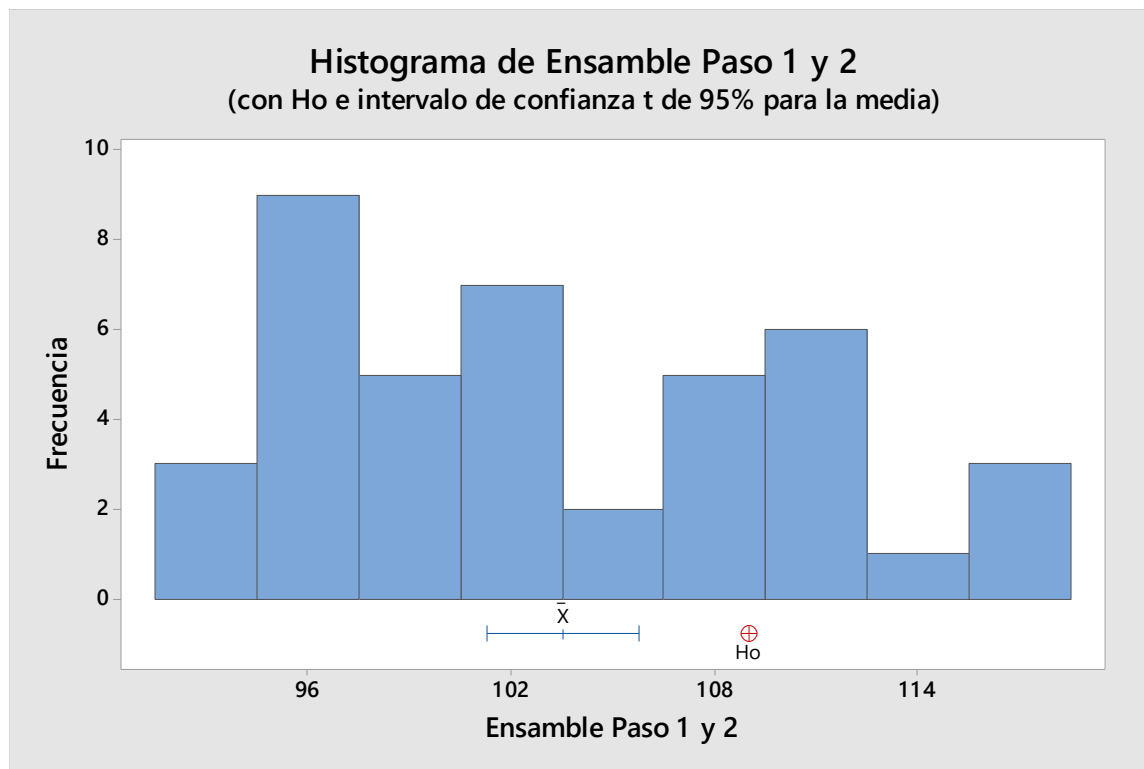


Fuente: Autor, Febrero, 2017

## 2. Anexo Pruebas de Hipótesis

### Tiempo estándar vs Muestra

#### Ensamble Paso 1 y 2



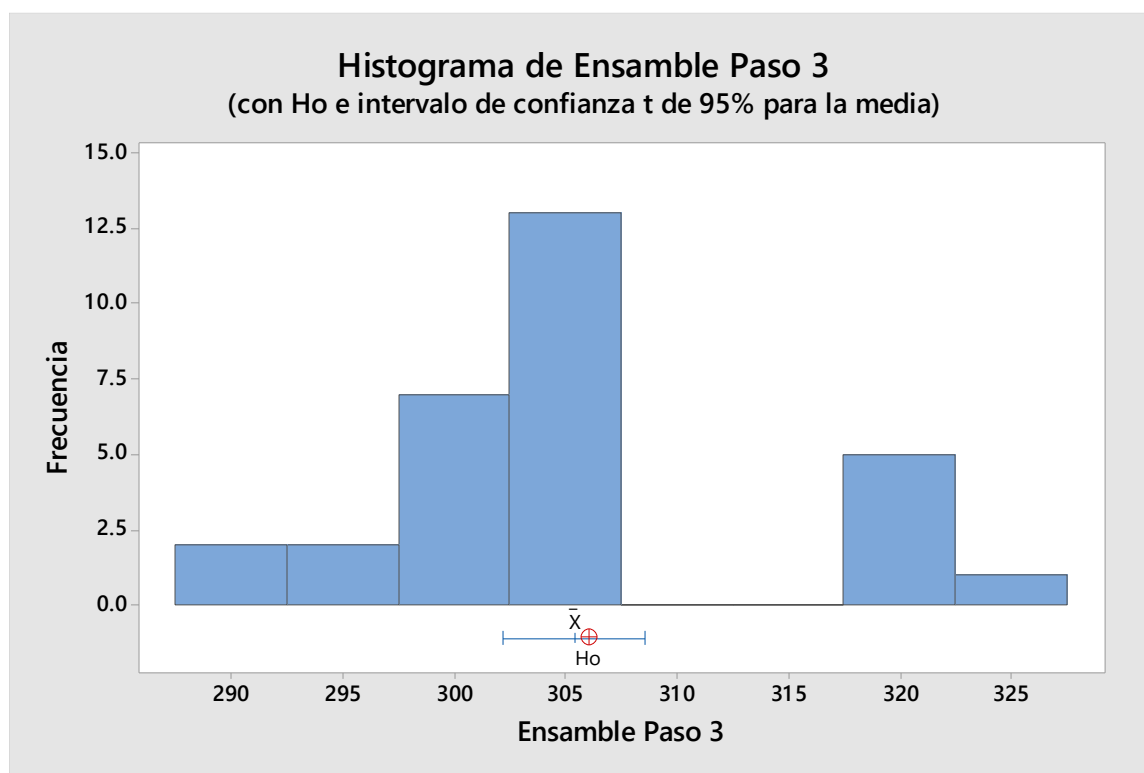
#### T de una muestra: Ensamble Paso 1 y 2

Prueba de  $\mu = 109$  vs.  $\neq 109$

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Ensamble Paso 1 y 2	41	103.51	7.12	1.11	(101.26, 105.76)	-4.93	0.000

Fuente: Autor, Febrero, 2017

### Ensamble Paso 3



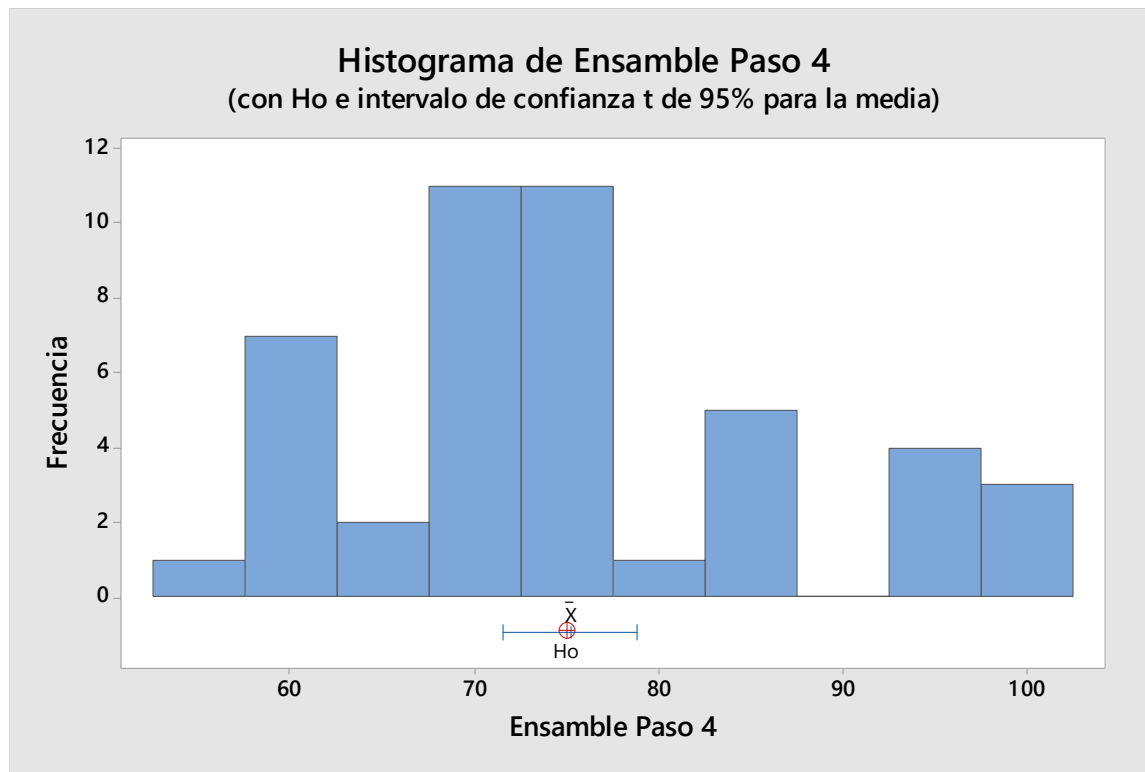
### T de una muestra: Ensamble Paso 3

Prueba de  $\mu = 306$  vs.  $\neq 306$

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Ensamble Paso 3	30	305.40	8.61	1.57	(302.19, 308.61)	-0.38	0.705

Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Ensamble Paso 4



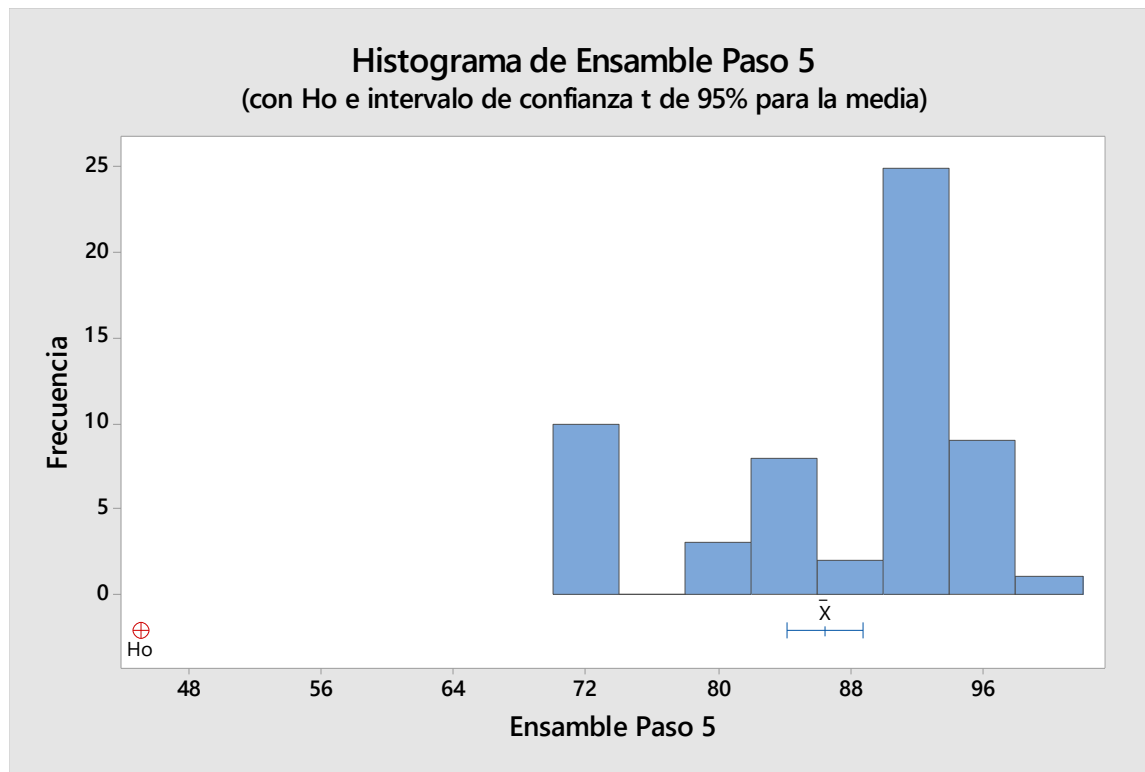
### T de una muestra: Ensamble Paso 4

Prueba de  $\mu = 75$  vs.  $\neq 75$

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Ensamble Paso 4	45	75.18	12.03	1.79	(71.56, 78.79)	0.10	0.921

Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Ensamble Paso 5



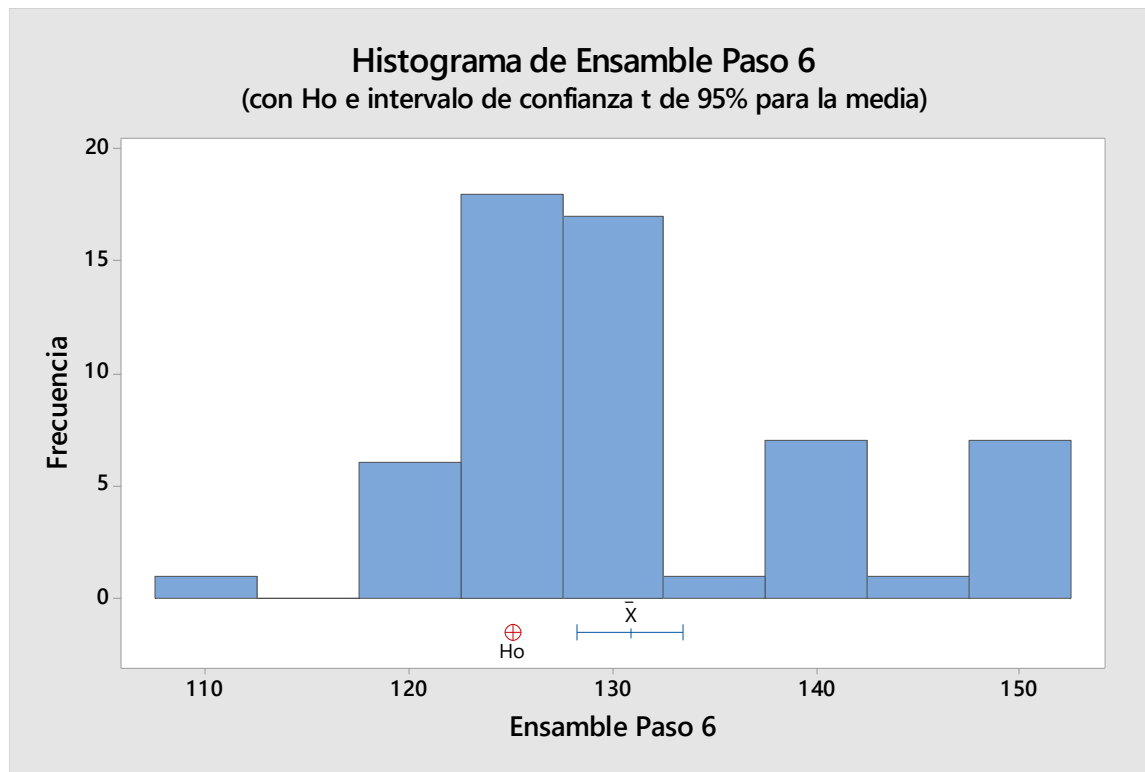
### T de una muestra: Ensamble Paso 5

Prueba de  $\mu = 45$  vs.  $\neq 45$

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Ensamble Paso 5	58	86.45	8.71	1.14	(84.16, 88.74)	36.25	0.000

Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Ensamble Paso 6



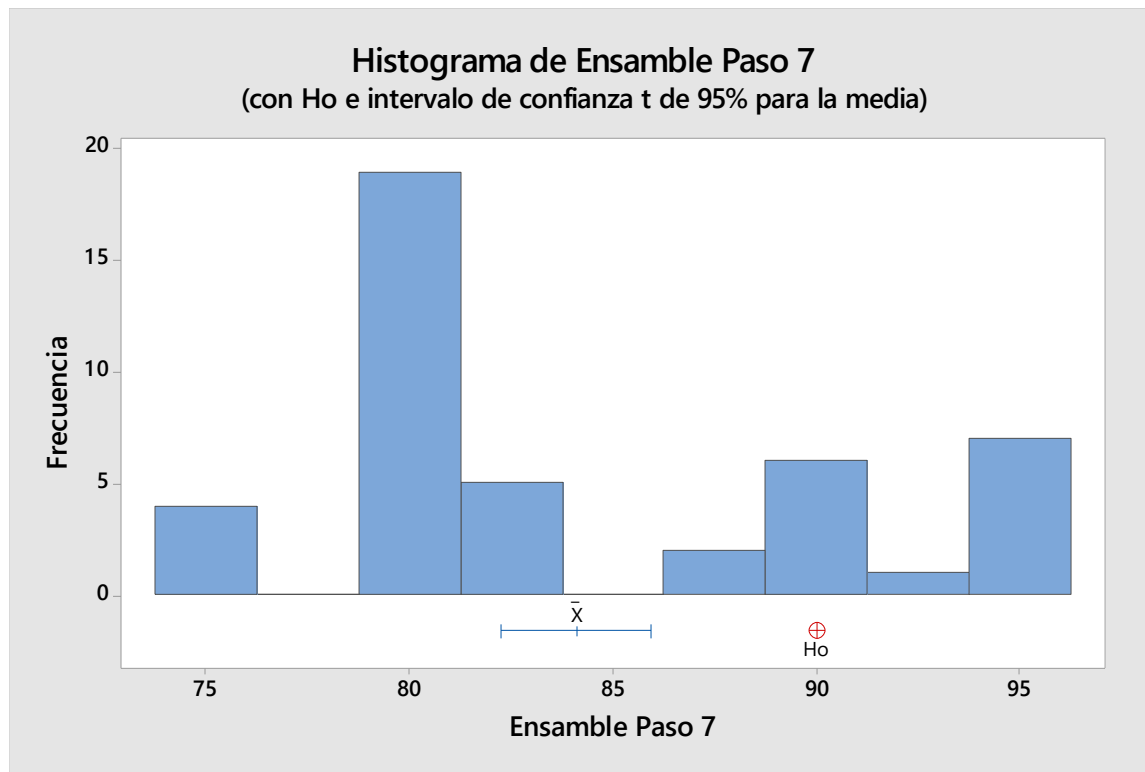
### T de una muestra: Ensamble Paso 6

Prueba de  $\mu = 125$  vs.  $\neq 125$

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Ensamble Paso 6	58	130.84	9.81	1.29	(128.26, 133.43)	4.54	0.000

Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Ensamble Paso 7



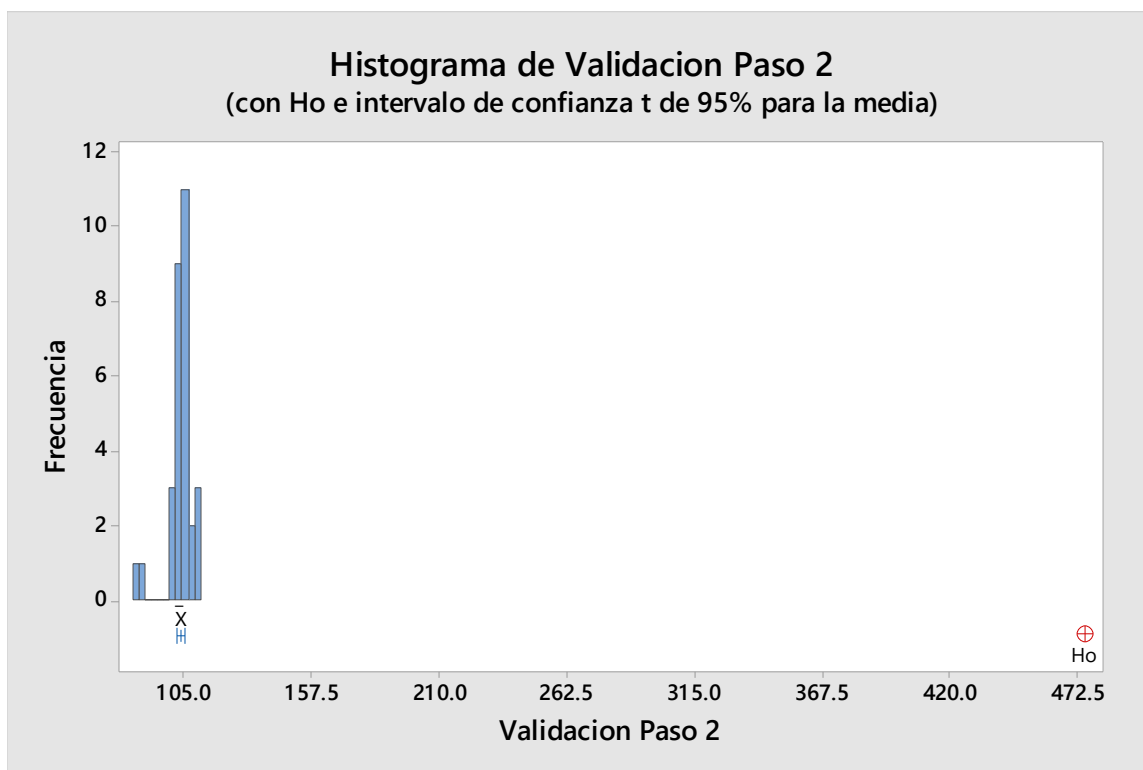
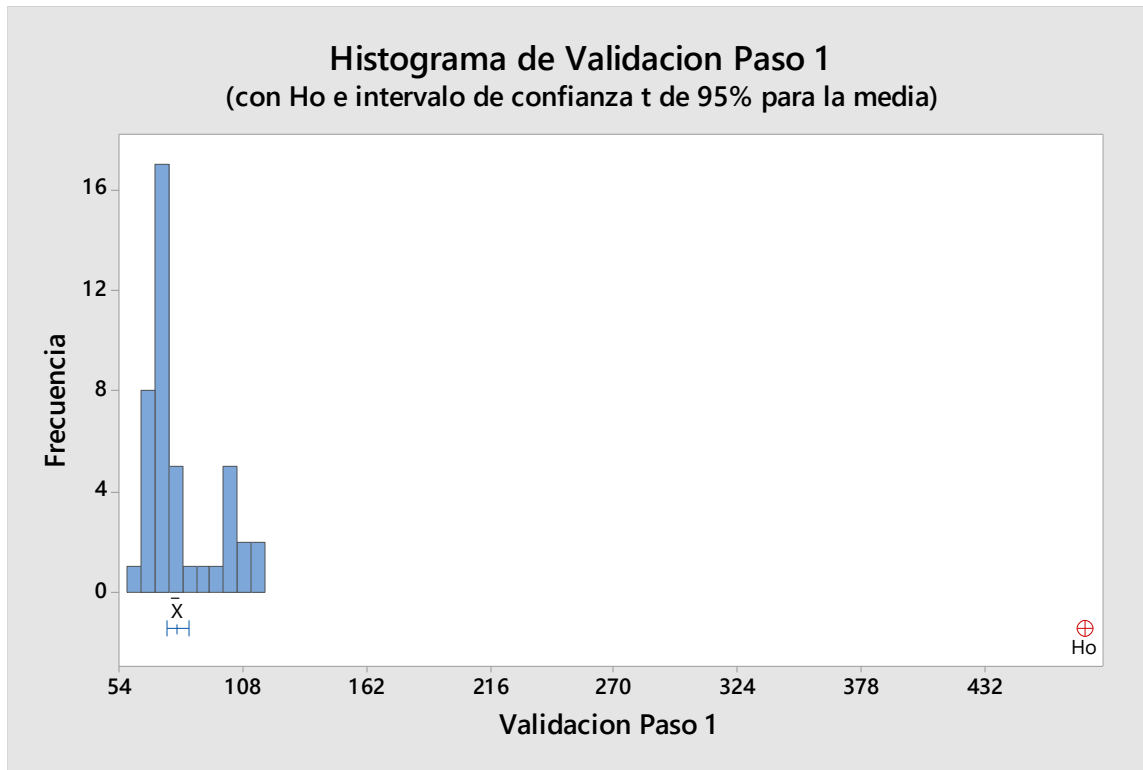
### T de una muestra: Ensamble Paso 7

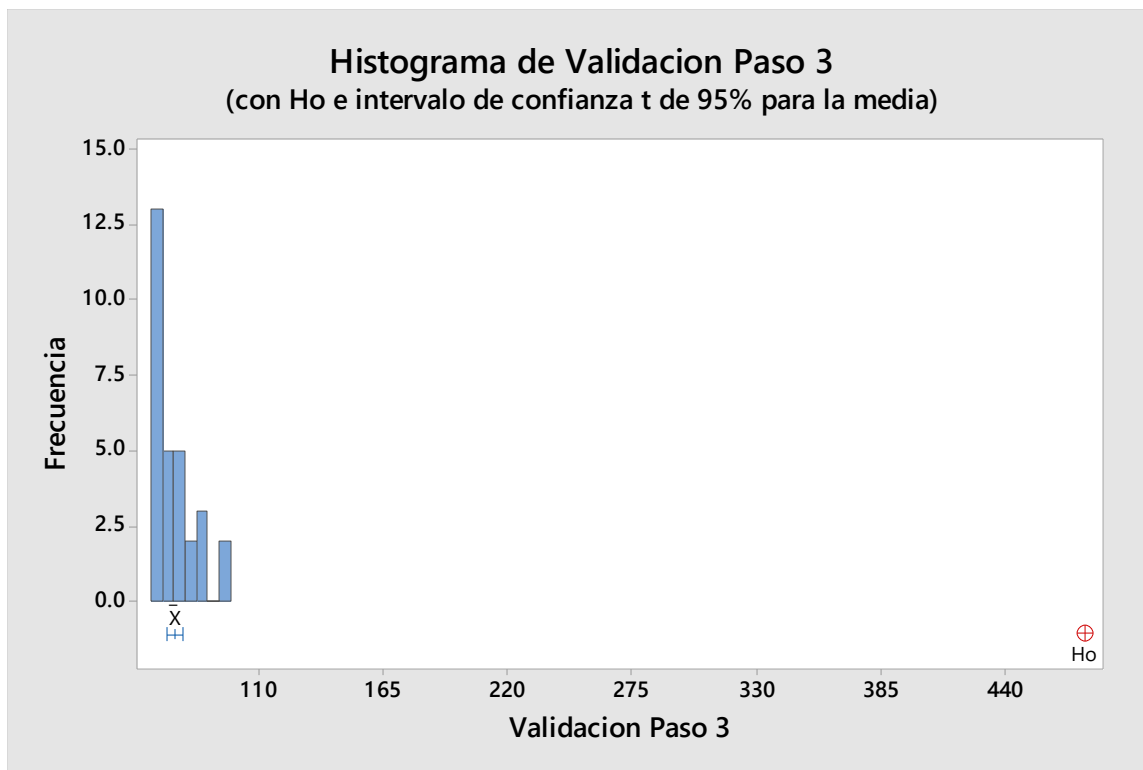
Prueba de  $\mu = 90$  vs.  $\neq 90$

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Ensamble Paso 7	44	84.091	6.099	0.919	(82.237, 85.945)	-6.43	0.000

Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Validación de Ensamble Paso 1,2,3 y 4





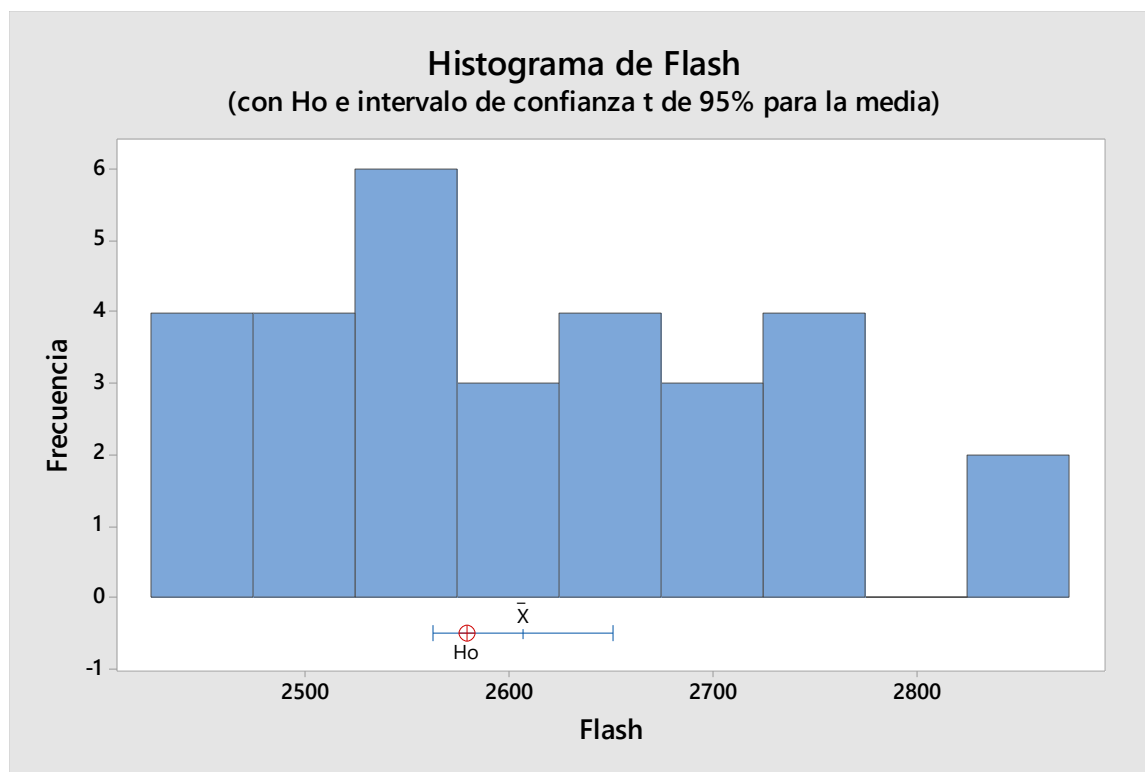
### T de una muestra: Validacion Paso 1, Validacion Paso 2, Validacion Paso 3, Validacion Paso 4

Prueba de  $\mu = 475$  vs.  $\neq 475$

Variable	N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Validacion Paso 1	43	78.72	15.59	2.38	( 73.92, 83.52)	-166.64	0.000
Validacion Paso 2	30	103.433	5.184	0.946	(101.498, 105.369)	-392.58	0.000
Validacion Paso 3	30	72.87	9.48	1.73	( 69.33, 76.41)	-232.28	0.000
Validacion Paso 4	30	92.10	6.07	1.11	( 89.83, 94.37)	-345.48	0.000

Fuente: Autor, Febrero, 2017

### Flash



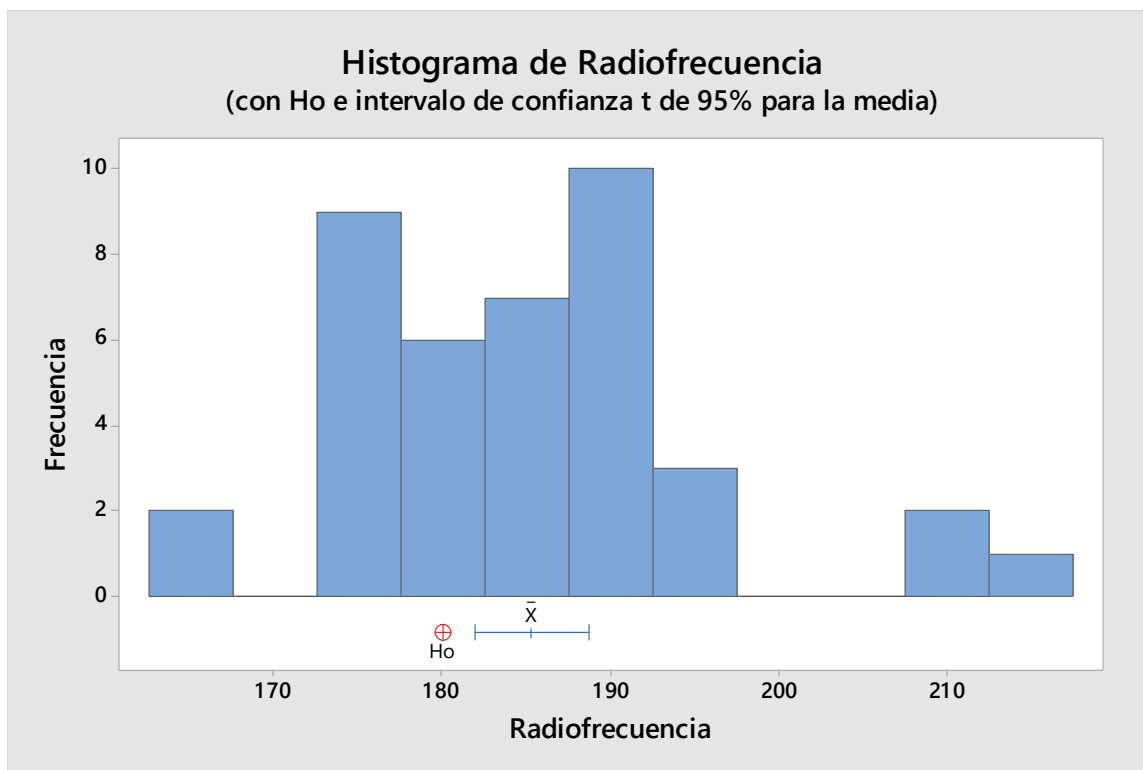
## T de una muestra: Flash

Prueba de  $\mu = 2580$  vs.  $\neq 2580$

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Flash	30	2607.5	118.0	21.5	(2563.5, 2651.6)	1.28	0.211

Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Radiofrecuencia



## T de una muestra: Radiofrecuencia

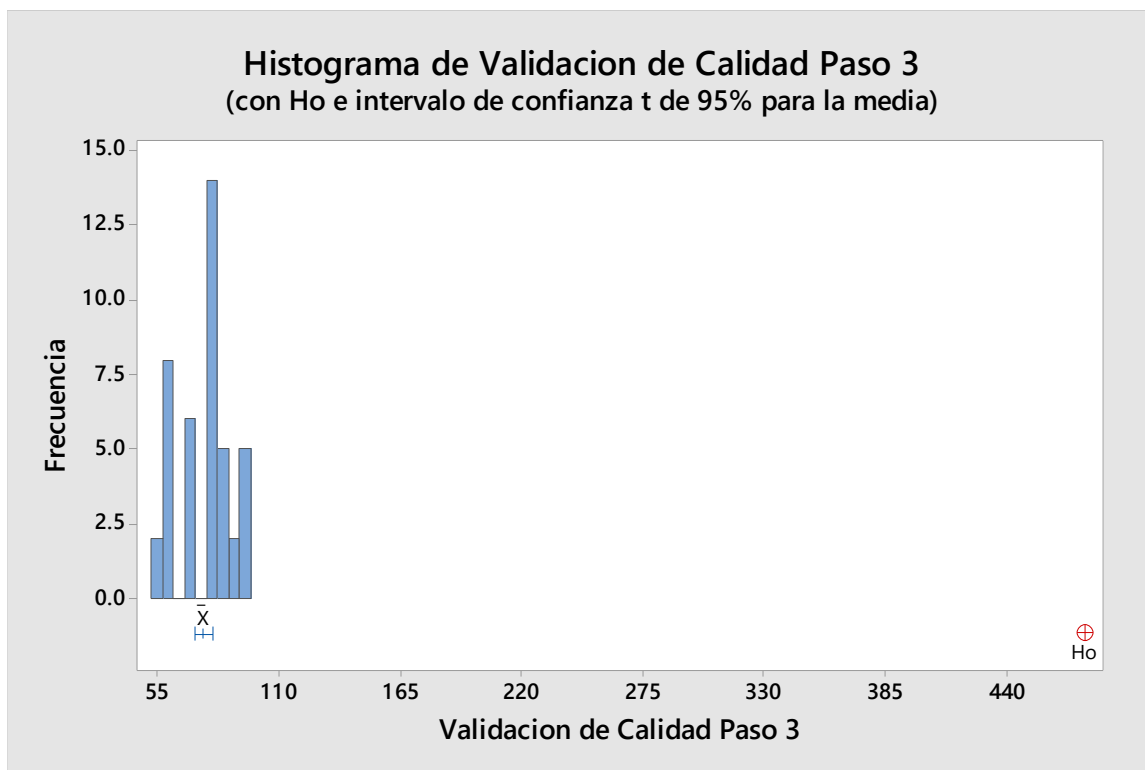
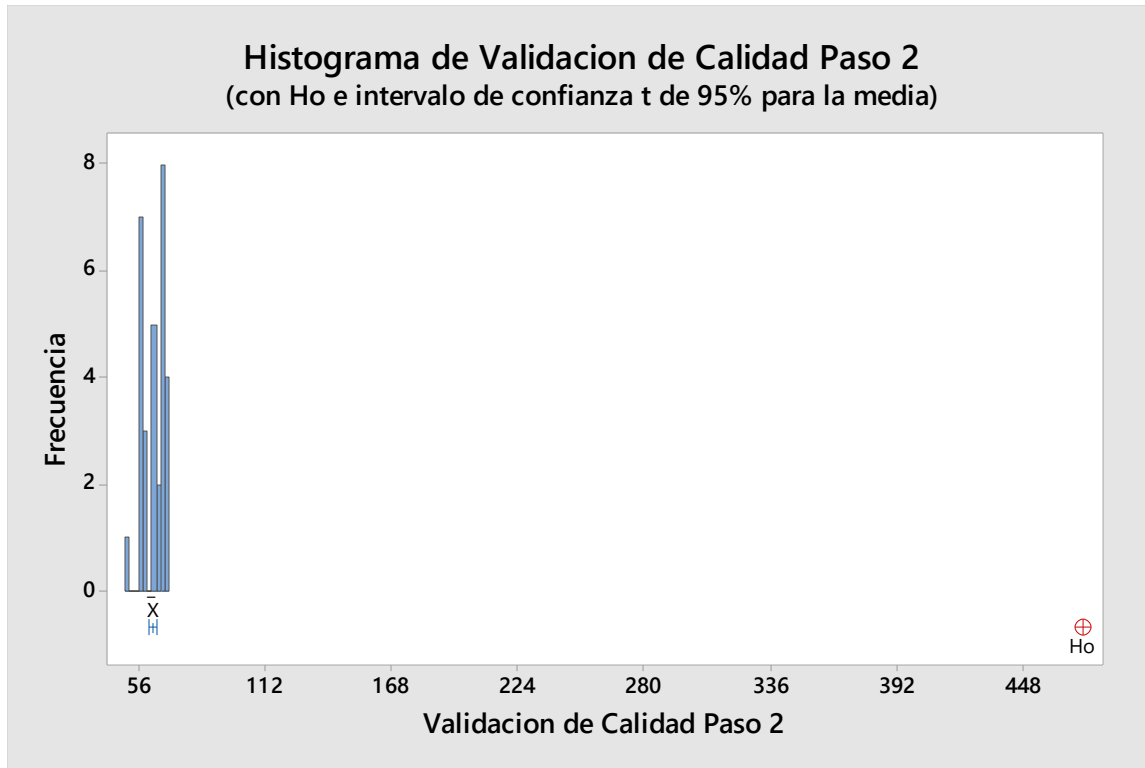
Prueba de  $\mu = 180$  vs.  $\neq 180$

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Radiofrecuencia	40	185.30	10.52	1.66	(181.93, 188.67)	3.19	0.003

Fuente: Autor, Febrero, 2017

## Validación de Calidad Paso 1, 2 y 3





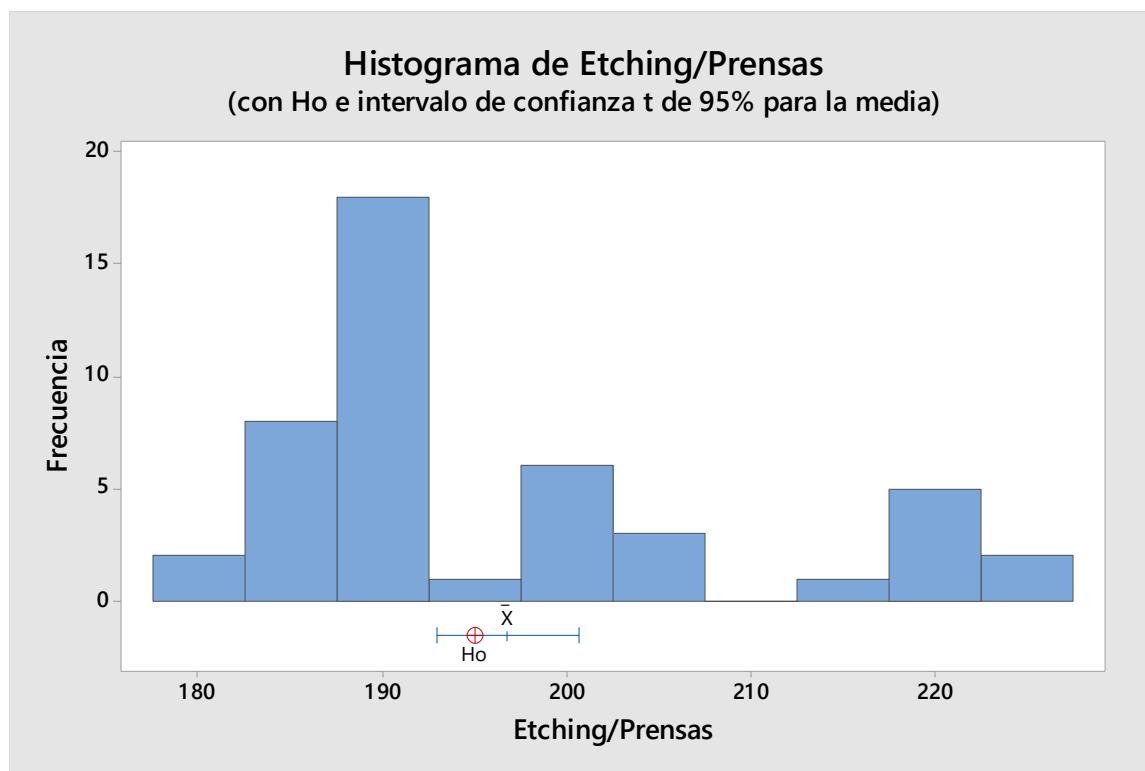
### T de una muestra: Validacion de Ca, Validacion de Ca, Validacion de Ca

Prueba de  $\mu = 475$  vs.  $\neq 475$

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Validacion de Calidad Pa	30	57.10	7.34	1.34	( 54.36, 59.84)	-312.01	0.000
Validacion de Calidad Pa	30	61.400	4.917	0.898	(59.564, 63.236)	-460.70	0.000
Validacion de Calidad Pa	42	76.31	12.40	1.91	( 72.45, 80.17)	-208.42	0.000

Fuente: Autor, Febrero, 2017

### Etching/Prensas



**T de una muestra: Etching/Prensas**Prueba de  $\mu = 195$  vs.  $\neq 195$ 

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Etching/Prensas	46	196.78	13.08	1.93	(192.90, 200.67)	0.92	0.360

Fuente: Autor, Febrero, 2017