



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

INFORME TÉCNICO

DE RESIDENCIA PROFESIONAL

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL
PROCESO DE ELABORACIÓN DE LÁMPARAS CON TECNOLOGÍA LED,
BASADO EN LA FILOSOFÍA DE MANUFACTURA ESBELTA, EN LA EMPRESA
INNOVALUZ DE MÉXICO S.A. DE C.V.”

DESARROLLADO POR
VELÁQUEZ RAMOS IVAN ANTONIO
07270120

ASESOR
DR. SABINO VELÁZQUEZ TRUJILLO

ASESOR EXTERNO
M.C. WALTER TORRES ROBLEDO

REVISORES
DR. ELÍAS NEFTALÍ ESCOBAR GÓMEZ
ING. LUIS MODESTO VELASCO MOTA

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Julio del 2012

INNOVALUZ^{MR}

En proceso de Certificación
ISO 9001:2008

LED TECHNOLOG

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
14 de Enero de 2013

OFICIO No.IL/001/2013

ASUNTO: Carta de Liberación

Ing. Rodrigo Ferrer González
Jefe del Departamento de Gestión
Tecnológica y Vinculación
Presente.

Por medio de la presente, hago de su conocimiento que el C. **VELAZQUEZ RAMOS IVAN ANTONIO**, especialidad Ingeniería Industrial, alumno de la institución con número de control **07270120**, ha concluido satisfactoriamente su Residencia Profesional, en el periodo de Agosto-2012 a Diciembre-2012, realizado en la empresa Tecnología Innovaluz de México S.A de C.V., cubriendo un total de 640 horas.

Se extiende la presente para los fines y usos que al interesado convengan, a los catorce días del mes de Enero del año dos mil trece, en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Sin otro en particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.



Atentamente.

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Lorena", with a large flourish and the initials "P. R." to the right.

Ing. Lorena del Rosario Rojas Nucamendi
Administradora General



5a. Norte Poniente # 679 Col. Terán Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. C.P. 29050
Tel: (961) 615 55 48 e-mail: administracion@innovaluz.com.mx

www.innovaluz.com.mx



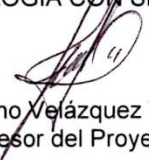
CONSTANCIA DE LIBERACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL


M.C. JORGE ANTONIO OROZCO TORRES
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
EDIFICIO.


Por medio de la presente me permito informarle que ha concluido la asesoría y revisión del proyecto de Residencia Profesional cuyo título es: **“Propuesta de implementación para la optimización del proceso de elaboración de Lámparas con Tecnología LED, basado en la filosofía de Manufactura esbelta, en la empresa Innovaluz de México S.A. de C.V.”**, desarrollado por el **C. IVAN ANTONIO VELÁZQUEZ RAMOS**, con número de control 07270120, desarrollado en el período “AGOSTO-DICIEMBRE 2012”.

Por lo que, se emite la presente Constancia de Liberación y Evaluación del Proyecto a los diecisiete días del mes de enero de 2013.

ATENTAMENTE
“CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO”


Dr. Sabino Velázquez Trujillo
Asesor del Proyecto


Ing. Luis Modesto Velasco Mota
Revisor del proyecto


Dr. Elías Neftalí Escobar Gómez
Revisor del proyecto

C.c.p.- Archivo.



Contenido

Introducción	1
1 Planteamiento del Problema	2
1.1 Antecedentes del Problema	3
1.2 Definición del Problema	3
1.3 Objetivo General	4
1.4 Objetivos Específicos	4
1.5 Justificación	4
1.6 Delimitación	5
2 Aspectos Generales de la Empresa	6
2.1 Antecedentes	7
2.2 Razón Social	9
2.3 Ubicación	10
2.4 Misión	10
2.5. Visión	10
2.6 Objetivo General	11
2.7 Valores	11
2.8 Estructura Orgánica	12
2.9 Proceso Principal	13
2.10 Productos que Distribuyen	23
3 Fundamento Teórico.	25
3.1 Concepto de Manufactura Esbelta	26
3.2 Orígenes de Lean Manufacturing	29
3.3. 14 Principios de Toyota	33
3.4 Herramientas y Técnicas de Manufactura Esbelta	34
3.4.1 5 S's	35
3.4.2 Control Visual	47
3.4.3 Heijunka	51
3.4.4 Jidoka	57
3.4.5 Justo a Tiempo	58
3.4.6 Kaizen.	64
3.4.7 Kanban	67
3.4.8 O.E.E	71
3.4.9 S.M.E.D	75
3.4.10 T.P.M	78
3.4.11 Trabajo Estandarizado	87
3.4.12 Value Stream Mapping	92
3.4.13 Poka Yoke	98
3.4.14 Análisis de Modo y Efecto de Fallo	107
4 Metodológica para la Optimización del Proceso	123
4.1 Metodología	124

4.2	Descripción de la Metodología	125
5	Aplicación de Metodología.	129
5.1	Diagnóstico de la situación actual de Innovaluz	130
5.1.1	Ubicación de las Áreas de Tecnología Innovaluz de México	130
5.1.1.1	Realizar un recorrido para ubicar cada una de las áreas	130
5.1.1.2	Dibujar el croquis actual de la compañía T.I.M.	130
5.1.2	Definición y Diagnóstico del Área de Producción	131
5.1.2.1	Elaborar un Diagrama de Espagueti del área de producción	131
5.1.2.2	Descripción de proceso, sub-procesos y estaciones que componen la elaboración de lámparas	132
5.2	Análisis de modo y efecto de falla	133
5.2.1	Identificar fallas potenciales y su efecto	133
5.2.1.1	Enlistar las fallas potenciales y su efecto	133
5.2.2	Análisis de las fallas	134
5.2.2.1	Enlistar las causas de las fallas, sus ocurrencias y controles de detección	135
5.2.3	Asignar valoración de criticidad	141
5.2.3.1	Asignar valor de severidad	141
5.2.3.2	Asignar valores de ocurrencia	142
5.2.3.3	Estimar probabilidad de detección	142
5.2.4	Obtención del valor NPR	142
5.2.4.1	Calcular el NPR para cada causa de falla	142
5.2.5	Establecimiento de propuestas	145
5.2.5.1	Proponer acciones correctivas	145
5.3	Implementación de propuesta	146
5.3.1	Descripción de la propuesta de mejora	146
5.3.1.1	Evidencias de la aplicación de la mejora	146
6	Análisis de Resultados	157
6.1	Análisis de resultados por mejoras	157
6.2	Análisis de resultados de optimización económica	160

7	Conclusiones y Recomendaciones	162
7.1	Conclusión	163
7.2	Recomendaciones	163
	Bibliografía	164
	Anexo	168
	A. Manual de Procedimientos para la Elaboración de Lámparas	169

Introducción

La mayoría de las compañías de producción están enfocadas en sus clientes buscando constantemente la satisfacción de sus necesidades, aunado a este enfoque esta la optimización de recursos materiales, humanos y económicos, para poder cumplir con los clientes en servicio, precio y sobre todo calidad.

El objetivo de la filosofía de manufactura esbelta es reducir y eliminar los desperdicios presentes en empresas productivas sea de servicio o transformación de materia.

El presente trabajo establece una propuesta de implementación para aumentar la eficiencia del proceso de elaboración de lámparas de la empresa Tecnología Innovaluz de México S.A. de C.V. basado en la filosofía de Manufactura Esbelta permitiendo estandarizar sus procesos orientando a la mejora continua, reducción de desperdicios, provocando una satisfacción reciproca de empresa/cliente.

El trabajo se encuentra estructurado en siete capítulos, el primero denominado caracterización del proyecto en donde se indica el porqué y de que va a tratar el presente trabajo, el segundo capítulo aborda la descripción general de la empresa, el tercer capítulo es el marco teórico, donde se muestra la conceptualización de los términos que se utilizan en el proyecto.

En el capítulo cuatro denominado metodología para la optimización del proceso se describe, explica e implementa, dicho método que consta de seis etapas: diagnóstico de la situación actual de Innovaluz, análisis de modo y efecto de falla, asignar valor de criticidad, obtención de NRP, establecimiento de propuestas y recolección de datos, en el capítulo cinco se muestra la aplicación de las seis etapas de la metodología propuesta, en la sección de anexo se integra un manual de procedimientos para el procesos de elaboración de lámparas, con las mejoras implementadas.

Capítulo 1

Planteamiento del Problema

1.1 Antecedente del problema

Tecnología Innovaluz de México S.A. de C.V. es una empresa del sector privado dedicada a la elaboración de lámparas de iluminación con tecnología LED; ofreciendo sus productos a hogares, oficinas o industrias e luminarias públicas; sus clientes más fuertes son las del sector privado en el giro de la construcción y la compañía Ilumínate S.A. de C.V., quien se dedica a la comercialización de productos electrónicos; sin dejar a un lado sus clientes con menor compra.

Actualmente la empresa presenta una falta de control de inventarios, ausentismo del personal, frecuente ocurrencia de reprocesos e irregularidades en la distribución de las estaciones de trabajo, provocando horas extras de reparación y elevando los gastos de nomina, también presentan un retraso en las entregas de los pedidos y molestias en los clientes por no cumplir en tiempo y en forma, disminuyendo el índice de ventas y ganancias en Innovaluz.

Los procesos productivos que intervienen en Tecnología Innovaluz de México S.A. de C.V. se tienen únicamente en la memoria de los socios o en documentos no controlados, por esta razón no se cuenta con un proceso basado en indicadores.

1.2 Definición del problema

En Innovaluz de México existe una baja eficiencia en la línea de producción, provocando horas extras al término de la jornada de trabajo, entrega de producto fuera de tiempo y clientes molestos.

1.3 Objetivo General

Reducir los errores en el proceso de elaboración de lámparas, eliminando el reproceso, aumentando la calidad de las Lámparas con Tecnología LED y optimización del proceso de elaboración.

1.4 Objetivos Específicos

- Diseñar un proceso que permita optimizar la fabricación de lámparas.
- Reducir las causas que provocan ineficiencia en el proceso de elaboración de las lámparas.
- Reducir el índice de fallos del funcionamiento de las Luminarias.

1.5 Justificación

Tecnología Innovaluz de México S.A. de C.V. es una empresa que busca entrar a un mercado internacional que exige mayor competencia y calidad en sus productos, por lo que es necesario establecer un proceso optimizado.

En esta optimización se implementa la estandarización de los procesos productivos, para el control calidad y satisfacción del cliente, obteniendo un indicador base, que le permite a la compañía detectar y prevenir posibles fallas al final de la producción.

Logrando un ahorro en tiempo y económico, también de recursos humanos en el área de producción; demostrando Innovaluz su capacidad de respuesta al cliente con productos que garanticen productos de calidad y una entrega en tiempo.

1.6 Delimitación

El proyecto se realizó en la empresa Tecnología Innovaluz de México S.A. de C.V., en el periodo de agosto a diciembre del año 2012.

Durante el desarrollo se observaron las siguientes limitaciones:

- El tiempo del proyecto es muy corto para su aplicación.
- Alta rotación de personal.
- Falta de capacitación del personal de producción.
- Inexistencia de especialistas en el proceso.
- Carencia de supervisores de procesos.

Capítulo 2

Aspectos Generales de la Empresa

2.1 Antecedentes

Tecnología Innovaluz de México, S. A. de C. V., es una empresa de reciente creación en el sureste mexicano, que nace el 19 de Noviembre del 2009, de un grupo de desarrolladores de proyectos con alto índice de innovación (GICDT, 2007), ocupados en la generación de autoempleos con base a egresados talentosos de diversas ingenierías y licenciaturas de la región y un grupo de empresarios exitosos chiapanecos y del centro del país, que conocen el mercado de las luminarias. Innovaluz (IL) tiene la misión de ser una empresa mexicana líder en desarrollo tecnológico para iluminación con bajo consumo energético, comprometida con el desarrollo sustentable.

Dentro del acta constitutiva de la empresa (Acta Constitutiva, 2009), en el artículo tercero, apartado IV, se plasma el hacer investigación científica y tecnológica, transferencias de tecnología, desarrollo de productos materiales y procesos de producción, investigación y desarrollo de tecnología, entre otras, por lo que se tiene un departamento de “Proyectos especiales y estratégicos”, donde surge la línea de investigación: Desarrollo de luminarias a base de LED`s con bajo consumo energético, siendo el objetivo principal, desarrollar mediante eco-diseños, luminarias de bajo consumo energético para diversos fines específicos (oficinas, casa-habitación o interiores, luminarias públicas, iluminación de negocios, fábricas (bodegas), albercas, anuncios, ambientación de espacios y decoración, entre otros.

Las estrategias dentro de la empresa para desarrollar la línea de investigación, adopto en su organigrama el departamento de proyectos especiales y estratégicos, en el que se contempla de acuerdo al acta constitutiva de Innovaluz (2009), en su artículo trigésimo sexto, inciso e, separar un recurso económico (que la asamblea de socios designe) para el desarrollo tecnológico e investigación científica sustentable, y en su inciso d, del mismo artículo, separa un porcentaje

(de igual manera que la asamblea designe), para cubrir derechos de uso de patentes y marcas registradas utilizados por la sociedad para realizar su objeto social, a favor de los inventores o propietarios de las mismas. Por lo que la empresa también trabaja en el desarrollo de patentes, modelos de utilidad, diseños industriales y marcas para sus productos, generándolos preferiblemente en vinculación con sectores educativos y/o centros de investigación, así como organizaciones, colegios y/o asociaciones civiles. La vinculación con las instituciones de educación superior (IES), centros de investigación y colegios o asociaciones de profesionistas y profesionales; sin duda alguna generaran productos patentables en México y el extranjero, a favor de las partes que en ella intervengan, todo mediante convenios o acuerdos de colaboración.

Tecnología Innovaluz de México, S. A de C. V. diseña y fabrica productos de iluminación con un bajo consumo energético comprometido con el medio ambiente, sus luminarias cuentan con mayor durabilidad, lo que beneficia a la no generación de residuos sólidos contaminantes en corto tiempo, ofrece también servicios de proyectos especiales y estratégicos para empresas o instituciones que deseen ahorrar en sus consumos energéticos en el rubro de iluminación por el cambio de tecnologías de lámparas fluorescentes a luminarias con tecnología INNOVALUZ. Así también Innovaluz es una empresa que sabe que los grandes retos de la sociedad actual son la disminución del crecimiento demográfico y la disminución del consumo energético, es en este último punto, donde la empresa se encarga de realizar desarrollos tecnológicos continuos con mejoras tanto en su diseño como en su proceso de producción.

Hoy en día Tecnología Innovaluz de México S.A. de C.V. es una empresa de punta en la fabricación de equipos inteligentes de iluminación LED . Además de ser líderes en el reemplazo de iluminación tradicional (incandescente y fluorescente), apostamos por los desarrollos sostenibles y el respeto al medio ambiente por lo que nuestros luminarios son considerados un producto verde

porque ayudan a la conservación del medio ambiente gracias a su composición sin mercurio y a la reducción en el consumo de energía eléctrica hasta en un 80%, por lo que se clasifican dentro de las opciones Eco tecnológicas obligatorias a partir de 2011 en viviendas INFONAVIT, el diodo emisor de luz (LED) tiene una vida útil de más de 50.000 hrs, no necesita mantenimiento y debido a su diseño y estructura puede ser utilizado en interiores o exteriores.

Nuestra empresa fue merecedora del premio Nacional de Ahorro de energía 2010 otorgado por el FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica) en coordinación con la Secretaria de energía y somos miembros invitados permanentes del comité de certificación NOM de UL (Underwriters Laboratories).

Siendo la primer empresa Mexicana fabricante y no solo distribuidora de aplicaciones LED, tenemos los precios más bajos del mercado, contamos con un equipo especializado con más de 11 años de experiencia en diseño y desarrollo con tecnología LED para poder ofrecer a nuestros clientes productos de gran calidad así como asesoría técnica para realizar sus proyectos arquitectónicos industriales, comerciales, decorativos y publicitarios entre otros

2.2 Razón Social

Se solicitó permiso ante la Secretaria de Relaciones Exteriores para la Constitución de la Sociedad Mercantil denominada Tecnología Innovaluz de México, SA de CV.

2.3 Ubicación

Tecnología Innovaluz de México S.A. de C.V. se encuentra ubicada 5ª. Norte Poniente No. 679, C.P. 29050; Col. Terán, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (**Fig. 2.1**).

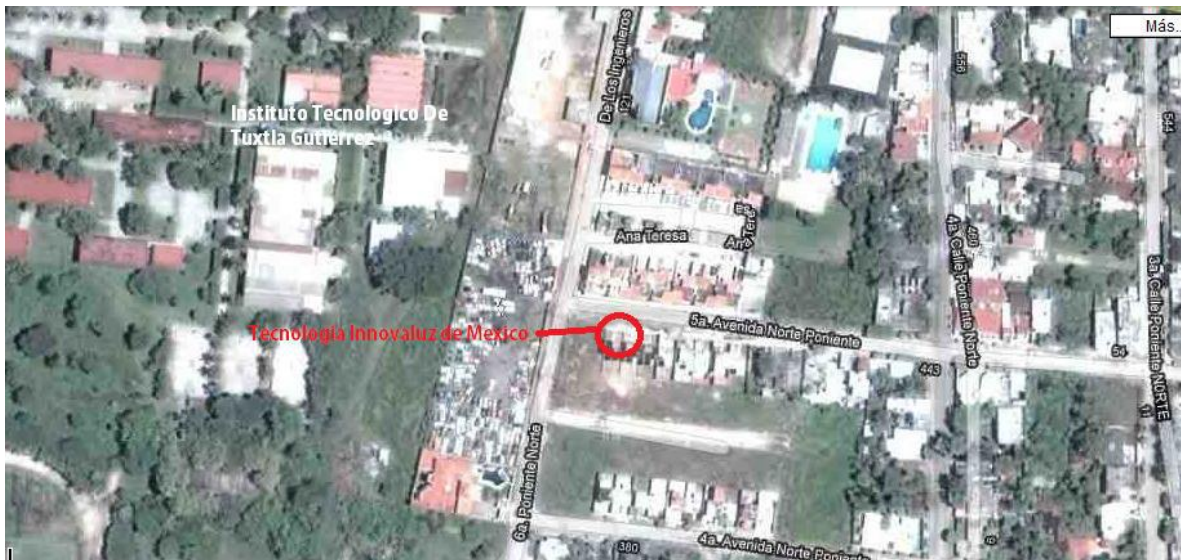


Figura 2.1 croquis de la Localización de Innovaluz.
(Fuente: Google maps, 2012)

2.4 Misión

Somos una empresa competitiva de innovación en iluminación, desarrollando productos de calidad que contribuyen al ahorro de energía con el compromiso de respetar al medio ambiente.

2.5 Visión 2013

Ser una empresa competitiva y reconocida por la innovación, fabricación y comercialización de productos para iluminación, aplicando sistemas de vanguardia y calidad, contribuyendo al bienestar de nuestro entorno.

2.6 Objetivo general

Ser una empresa rentable a través de la fabricación de luminarias con tecnología LED para diversas aplicaciones, así como, contribuir a la optimización del consumo de energía eléctrica e incidir en ahorros económicos de nuestros clientes por este concepto y a la disminución del calentamiento global del planeta.

2.7 Valores

- ✓ Armonía
- ✓ Innovación
- ✓ Responsabilidad
- ✓ Respeto al medio ambiente
- ✓ Calidad

2.8 Estructura Orgánica

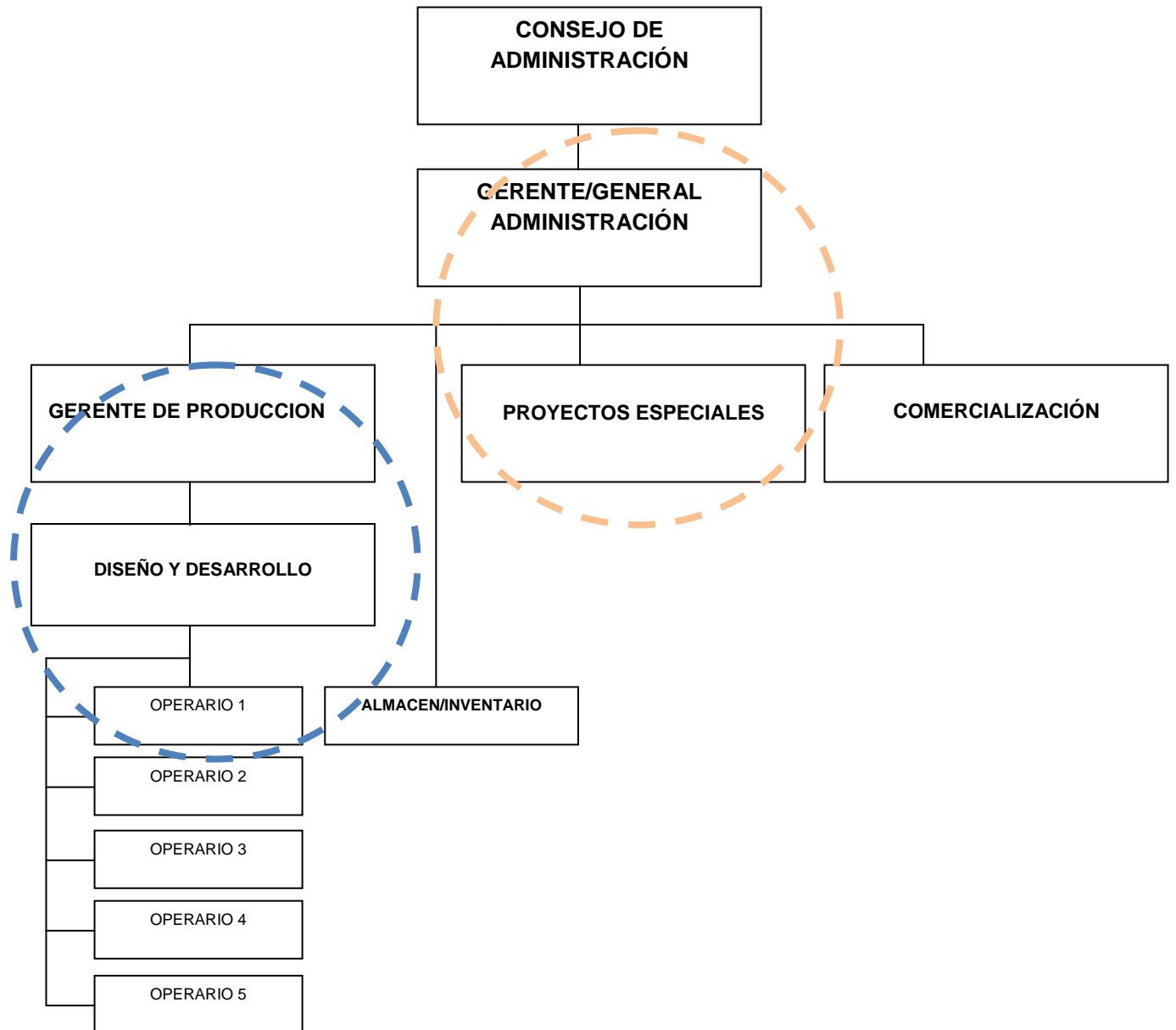


Figura 2.2 Organigrama de T.I.M
(Fuente: Tecnología Innovaluz de México)

2.9 Proceso Principal

El proceso de elaboración de lámparas con tecnología LED, cuenta con dos procesos:

- A) Preparación de Material.
- B) Fabricación de Lámparas.

Dentro de los procesos A) y B) existen dos Sub-Procesos los cuales son:

Proceso A):

- A1) Preparación de Cables.
- A2) Preparación de las Fuentes.

Proceso B):

- B2) Instalación de LED en perfil.
- B3) Ensamble de Perfil en Gabinete.

Cada sub-proceso está compuesto por estaciones, especificadas en la Figura 2.3 y cada estación es descrita a continuación.

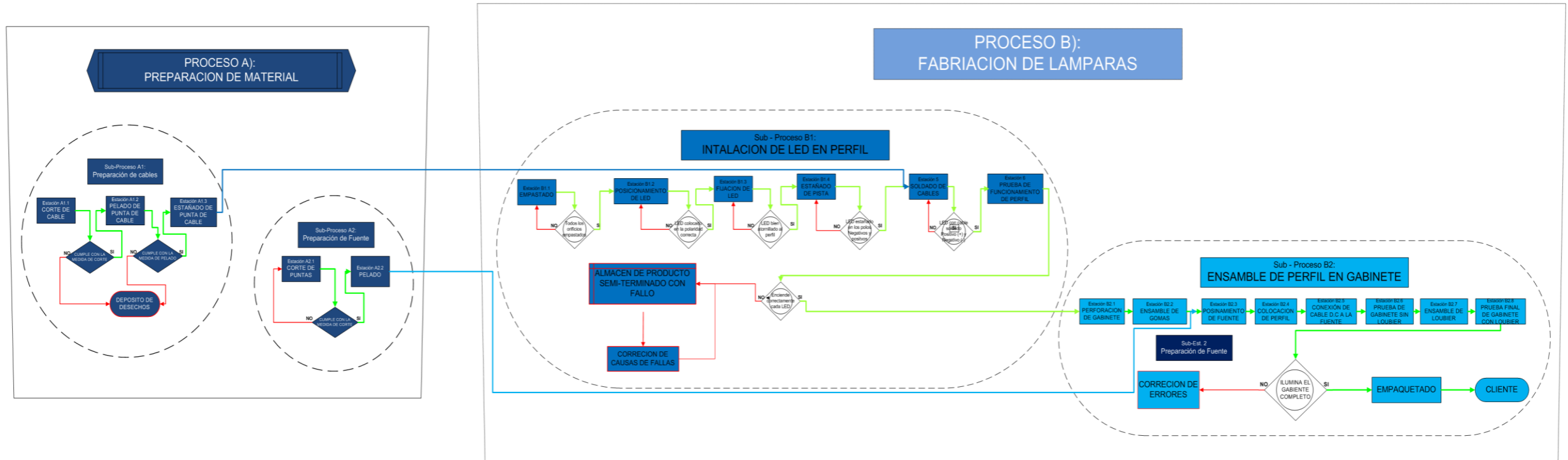


Figura 2.3 Diagrama general del Proceso de elaboración de lámparas (Fuente: Elaboración Propia)

Proceso A): Preparación de Material

Sub- Proceso A1: Preparación de cables.

Estación A1.1 Corte de Cable

Cortamos los cables a sus diferentes medidas, según el requerimiento de la producción (7cm, 8cm, 20cm, 30cm, etc.).

Estación A1.2 Pelado de Punta del Cable

Se descubre la punta de ambos lados del cable a una medida de 1mm los de conexión de LED's y a 2.5 cm los de conexión a fuente.

Estación A1.3 Estañado de Punta del Cable

Se le coloca estaño en ambas puntas solo a los cables de conexión (7cm y 8cm) para facilitar la operación de soldar en la estación 1.5.

Sub-Proceso A2: Preparación de las fuentes.

Estación A2.1 Corte de puntas.

Se cortan las puntas estañadas para la facilitar el proceso de conexión entre la fuente y los cables de corriente.

Estación A2.1 Pelado

Descubrir las puntas de los cables de la fuente para poder conectarlas con los cables D.C del perfil y con el cable C.A.

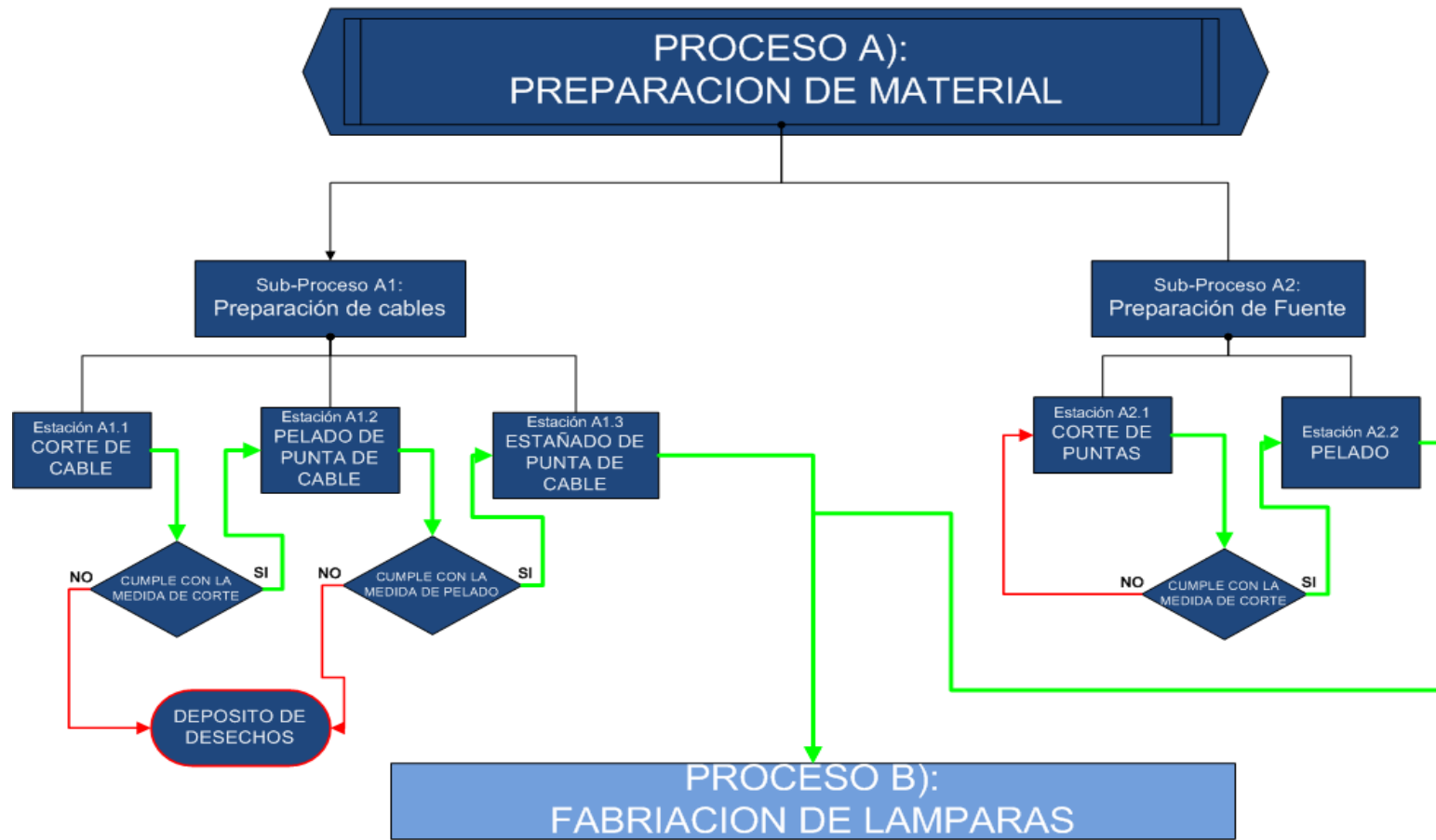


Figura 2.4 Diagrama de Proceso A): Preparación de Material
(Fuente: Elaboración Propia)

Proceso B): Fabricación de Lámparas

Sub-Proceso B1): Instalación de LED en perfil.

Estación B1.1 Empastado

Se coloca 0.28 g. de grasa disipadora de calor en cada uno de los espacios del perfil donde se posicionaran los LED, con la finalidad de que el calor generado por el LED se disipe por toda la barra que permite un mejor rendimiento y vida útil del dispositivo.

Estación B1.2 Posicionamiento de LED

Posicionamos el LED en el perfil, quedando el polo positivo y negativo en dirección abajo, para después poder soldar los cables para el flujo de la energía eléctrica.

Estación B1.3 Fijación de LED

Se aseguran los LED al perfil con el objetivo de que estos dispositivos no se caigan cuando se coloquen para su funcionamiento final, y tenga contacto con la barra de aluminio, para disipar perfectamente el calor.

Estación B1.4 Estañado de pista.

Se añade un punto de estaño en cada una de las pistas del LED, para facilitar el soldado en la siguiente estación.

Estación B1.5 Soldado de cables

En esta estación la integran 5 actividades que son las siguientes:

Actividad 1: Soldar Cable de 7cm. polo positivo

Se suelda el cable en la pista positiva del LED, donde se encuentra el punto de estaño.

Actividad 2: Tejer cable positivo de 7 cm.

El cable positivo inserta en el orificio positivo del perfil.

Actividad 3: Tejer cable positivo de 7 cm en el orificio negativo.

La punta del mismo cable positivo de 7 cm. Se introduce en el orificio paralelo donde se introdujo en la actividad 2.

Actividad 4: Soldar cable negativo.

Se suelda el cable que salió por el orificio negativo del perfil para quedar con una instalación en serie.

Actividad 5: Soldar Cable D.C.

A la mitad del perfil un LED queda sin cable positivo y al final sin un cable negativo, en estos dos puntos se le sueldan los cables más largos llamados D.C (corriente directa) que nos servirán para llevar la electricidad de la fuente a los LED.

Estación B1.6 Pruebas

Se conecta la barra de LED a la fuente mediante unos caimanes, para verificar que enciendan los LED, se agita la barra y se le hace una torsión, con el afán de verificar si algún cable no está bien soldado se despegue y se haga un reproceso. Si lámpara enciende se pasa a almacenar y si no prenden los LED se colocan en un almacén temporal para después ser compuestos.

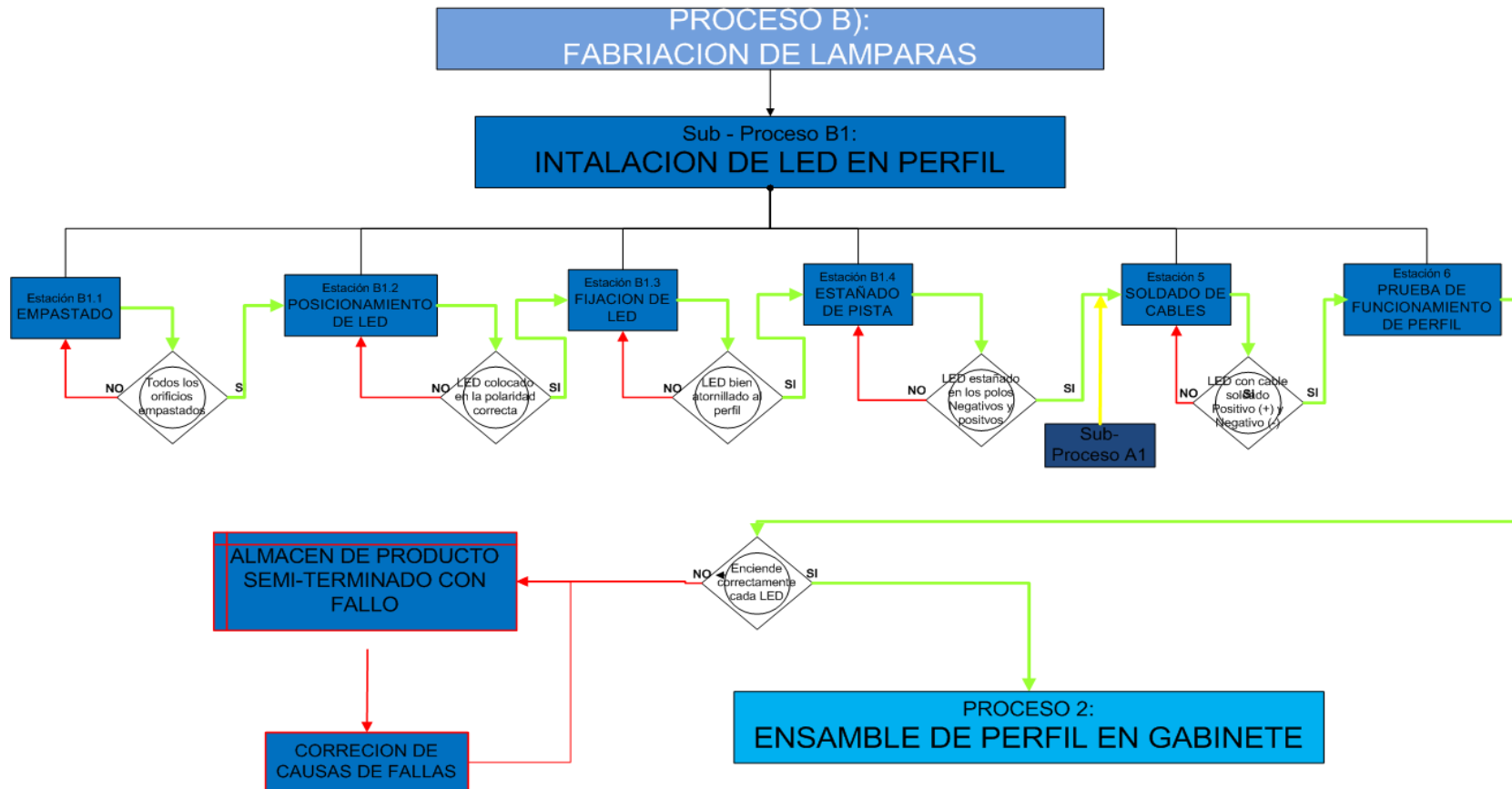


Figura 2.5 Diagrama de Sub-Proceso B2: Instalación de LED
(Fuente: Elaboración Propia)

Sub-Proceso B2): Ensamble de perfil en gabinete

Estación B2.1 Perforación de gabinete

Al gabinete se le hacen dos perforaciones en su centro, para que por medio de estos orificios, pasen los cables de la fuente que van directo a la corriente alterna.

Estación B2.2 Ensamble de gomas

En las perforaciones de los gabinetes se les colocan una goma en forma de tapón, para evitar que el filo de la lamina no lastime los cables y evitar un fallo potencial.

Estación B2.3 Posicionamiento de fuente.

Posicionamos la fuente en medio del gabinete y se asegura con dos pestañas para evitar su moviente y un posible error en el funcionamiento de la lámpara.

Estación B2.4 Colocación de perfil.

Ensamblamos las barras de LED's en el gabinete y se aseguramos con dos pestañas para evitar la caída, a la hora de instalarlas en la oficina, casa, etc.

Estación B2.5 Conexión de cable D.C. a fuente.

Conectamos los cables D.C. con los cables de salida de corriente de la fuente y se coloca la rejilla del gabinete para dejar lista la lámpara.

Estación B2.6 Pruebas Gabinete sin Loubier

Se conecta el equipo luminario a la C.A., agita toda la lámpara para ver si no con movimiento provoca algún corto; si la lamprea al conectar a corriente presenta tener falso contacto con el movimiento, se almacena temporalmente para después pasar a corrección de fallos; si la lámpara no presenta ninguno de los defectos anteriores, pasa a la siguiente estación.

Estación B2.7 Ensamble de Loubier

Se toma el Loubier y se coloca en el gabinete para quedar completamente el la Lámpara y se haga la ultima prueba.

Estación B2.8 Pruebas Gabinete con Loubier

Se conecta el equipo luminario a la C.A., agita toda la lámpara para ver si no con movimiento provoca algún corto; si la lámpara al conectar a corriente presenta tener falso contacto con el movimiento, se almacena temporalmente para después pasar a corrección de fallos; si la lámpara no presenta ninguno de los defectos anteriores, pasa a la siguiente estación.

Empaquetado.

El producto listo se le coloca un empaquetado para evitar daños en el diseño e imagen de la lámpara, y queda listo para entrega al cliente.

2.10 Productos que distribuyen

Su proceso principal es la elaboración de Lámparas con tecnología LED, y sus principales modelos son:

Gabinete Cuadrado Para Interior con 3 barras	▪ Dimensiones 60x60x5 cm	
	▪ Color Blanco Frio	
	▪ Tensión de entrada 100-240 VCA, 50-60 Hz	
	▪ Consumo de Energía 24watts	
	▪ Numero de LED's 24	

Figura 2.7 Gabinete cuadrado para interior
(Fuente: T.I.M, 2012)

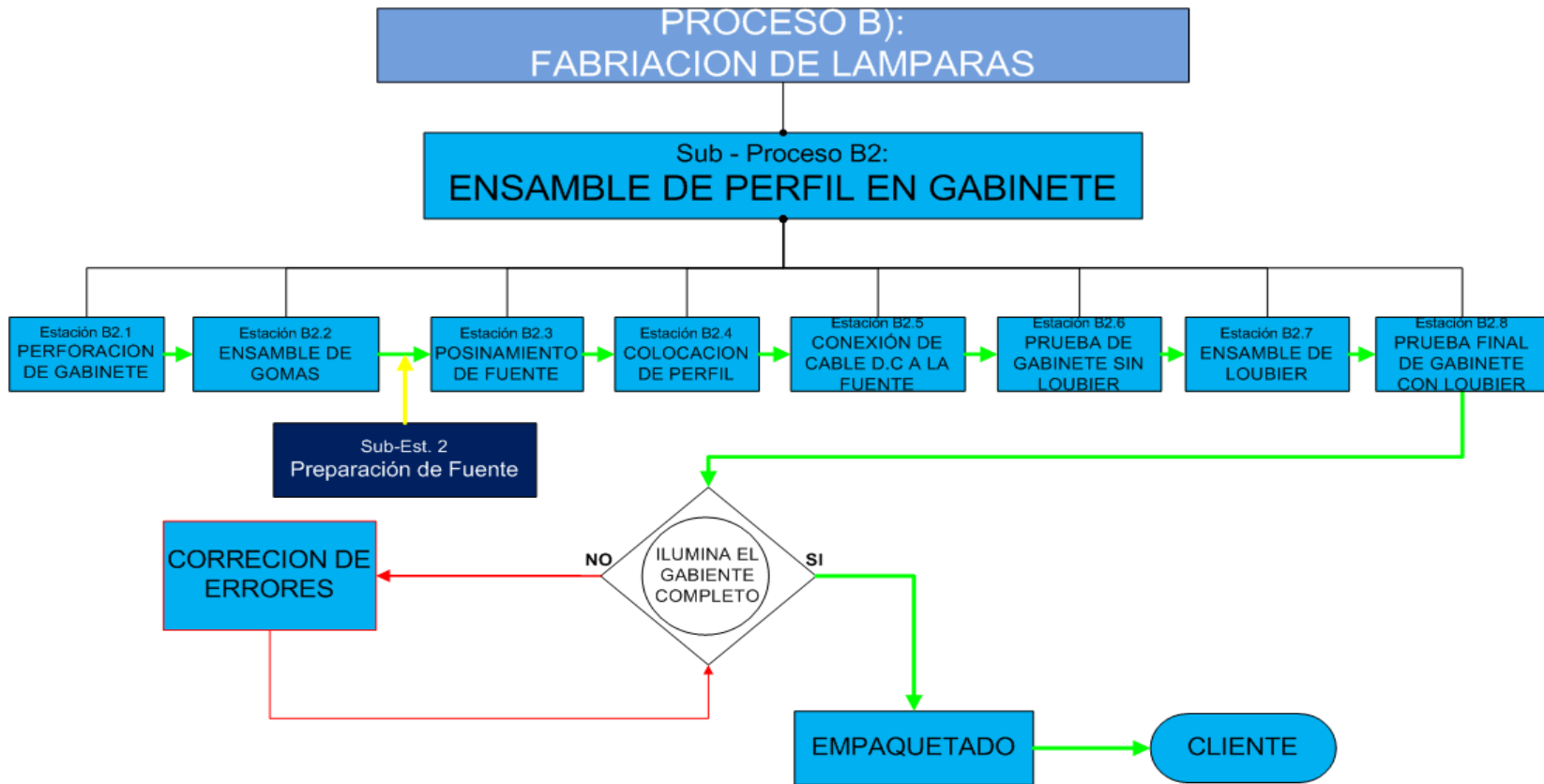


Figura 2.6 Diagrama de Sub-Proceso B2: Ensamble de Perfil en Gabinete
(Fuente: Elaboración Propia)


Gabinete Rejilla para Interior con 2 barras	▪ Dimensiones 122x30x9cm	
	▪ Color Blanco Frio	
	▪ Tensión de entrada 100-240 VCA, 50-60 Hz	
	▪ Consumo de Energía 46watts	
	▪ Numero de LED´s 48	

Figura 2.8 Gabinete rejilla para interior
(Fuente: T.I.M, 2012)

Campana para Empotrar Fijo Interior	▪ Dimensiones Diámetro ext. 17cm.	
	▪ Color Blanco Puro	
	▪ Tensión de entrada 90-264 VCA, 50-60 Hz	
	▪ Consumo de Energía 4.6watts	
	▪ Numero de LED´s 1	

Figura 2.9 Campana para interior
(Fuente: T.I.M, 2012)

Luminario para Alumbrado Publico	▪ Dimensiones 50x35x7cm	
	▪ Color Blanco Frio	
	▪ Tensión de entrada 110-220 VCA, 50-60 Hz	
	▪ Consumo de Energía 66watts	
	▪ Numero de LED´s 72	

Figura 2.10 Alumbrado publico
(Fuente: T.I.M, 2012)

Luminario para Alumbrado Publico	▪ Dimensiones 50x35x7cm	
	▪ Color Blanco Frio	
	▪ Tensión de entrada 110-220 VCA, 50-60 Hz	
	▪ Consumo de Energía 33 watts	
	▪ Numero de LED´s 36	

Figura 2.11 Luminaria alumbrado publico
(Fuente: T.I.M, 2012)

Capítulo 3
Fundamento Teórico

3.1 Concepto de Manufactura Esbelta

“Lean” es una palabra inglesa que se puede traducir como “magro” o “esbelto”. Aplicándolo a un sistema productivo significa “ágil”, “flexible”, es decir, la capacidad de adaptarse a las necesidades del cliente. El concepto “Lean” también se aplica a otros campos y se ha rebautizado con los nombre de “Lean Production”, “Lean Management” o “Lean Logistics” (Asociación Española para la Calidad 2007).

“Fuera de Toyota, el Sistema de Producción Toyota (TPS) es conocido como *Lean* o <<Producción *lean*>>” (Jeffrey K. 2011).

Rajadell (2010), dice Es un conjunto de herramientas y principios de trabajo que permite actuar sobre la cadena de valor del producto/servicio o de una familia de productos/servicios.

Rajadell (2010), describe: Entendemos por *lean manufacturing* (en castellano “producción ajustada”), la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del despericio, entendiendo como desperdicio todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar ó también la llamada *Toyota Production*, la considera como un conjunto de herramientas (fig. 3.1) que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming.

La idea básica subyacente en este sistema es minimizar el consumo de recursos que no añaden valor al producto, lo que Ohno dominó despilfarro (*muda*, en japonés) (De Arbulo López 2007).

Peter (2006), dice que el Valor de la manufactura esbelta es eliminar todos los desperdicios, eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al

producto, servicio o proceso eliminando así todo lo que no se requiere para agregar valor al proceso.



Figura 3.1 Herramientas para aplicación de Lean Manufacturing
(Fuente: Manuel Rajadell, 2010)

Liker (2010), en su libro, redacta una pregunta que a su vez responde: ¿Qué es exactamente una empresa Lean? Podría decirse que es el resultado final de aplicar el sistema de producción de Toyota a todas las áreas del negocio.

También menciona; James Womack y Daniel Jones en su libro *Lean Thinking*, define *lean Manufacturing* como un proceso de cinco pasos: Definir el Valor del Cliente, Definir el Flujo de Valor, Hacerlo <<fluir>>, Halarlo (*pull*) desde el final (cliente) y perseguir la excelencia. Para una producción lean se requiere una mentalidad que enfoque la realización del flujo de producto a través de proceso de valor agregado, sin interrupción (flujo pieza a pieza), con un sistema *pull* que avanza desde el final de la demanda del cliente, completando solo lo que la siguiente operación necesita o se ha llevado, en intervalos cortos, y en aun cultura en que cada uno está continuamente persiguiendo la mejora.

Taiichi Ohno, fundador del TPS, lo dijo de forma más sucinta:

Lo que controlamos es la cronología desde el momento del pedido del cliente hasta que cobramos. Durante el proceso todos estamos reduciendo ese tiempo y eliminando el desperdicio que no añade valor (1998) (K. Liker 2010).

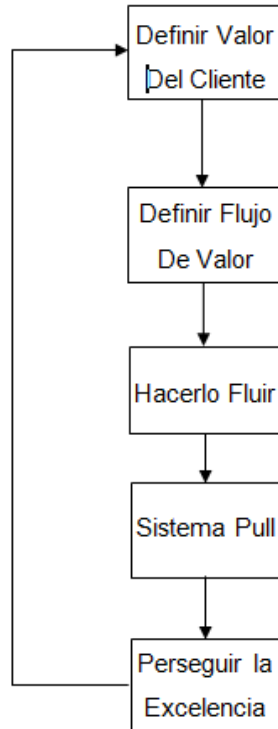


Figura 3.2 Basado en Los 5 Pasos de Manufactura Esbelta
(Fuente: Maldonado, G, 2011)

Maldonado (2011), dice que tal vez una de las mejores definiciones está basada en una historia contada por Taiichi Ohno: es un fenómeno de manufactura que busca “maximizar el esfuerzo de trabajo del recurso numero uno de una compañía, la Gente.” Es por lo tanto “una forma de pensar” para adaptarse al cambio, eliminar desperdicio y continuamente mejorar. Hay un numero de herramientas y técnicas, para ser usadas, para lograr maximizar el esfuerzo de la fuerza laboral y así operar como una “compañía Lean/Esbelta.

Con estos conceptos de Manufactura Esbelta (*Lean Manufacturing*), para mi es una Filosofía que incluye herramientas de mejora continua, para que la compañía se las dé, a todos los trabajadores de cualquier área de la empresa, para cambiar su manera de pensar actual por la de Lean, y aumenta su esfuerzo de trabajo, con el único fin de eliminar la muda de cualquier proceso para

satisfacer las necesidades tanto del cliente externo como el cliente interno; dando como resulta un sistema de flujo pieza a pieza y el sistema *pull*.

3.2 Orígenes de Lean Manufacturing

Liker (2010), narra que la historia comienza con Sakichi Toyoda, un artesano e inventor, distinto a Henry Ford, que creció a finales del siglo XIX en una remota comunidad agrícola en las afueras de Nagoya. En esos tiempos la industria más importante era la textil, y el gobierno japonés, queriendo promover el desarrollo de pequeños negocios, alentó la creación de pequeñas industrias rurales, diseminadas por todo el Japón. En 1894 empezó a fabricar telares manuales que eran más baratos y trabajaban mejor que los existentes hasta entonces.

Estaba satisfecho con sus telares, pero le contrariaba ver que su madre, abuela y amigos aún tenían que trabajar muy duro hilando y tejiendo; por esto desarrollo telares de madera movido por transmisión mecánica (motor de vapor). Fue configurando su prototipo, probando y ratificando los errores con su ingenio y sus propias manos (aproximación a lo que más tarde formaría parte de los fundamentos del modelo Toyota, el *genechi genbutsu*).

Entre sus invento destaca un mecanismo especial para parar automáticamente un telar cuando un hilo se rompe, invento que se convirtió en uno de los pilares del sistema de producción de Toyota, llamado *jidoka* (automatización con un toque humano). Esencialmente, *jidoka* significa construir en calidad o –antierror-- mientras se produce el material.

Más tarde nace su hijo Kiichiro Toyoda, fundador de Toyota Motor Company, quien fuera un niño frágil y enfermizo, al que muchos no le creyeron con capacidad física suficiente para convertirse en líder. Sakichi Toyoda encargó a su hijo la construcción de un negocio automotriz no lo hizo para incrementar el negocio familiar. Para eso le hubiera bastado simplemente con traspasarle el

negocio familiar de telares; pero estaba atento a un mundo cambiante e intuía que los telares automáticos se convertirían pronto en tecnología del pasado, mientras que los automóviles representaban la tecnología del futuro. Quería que su hijo tuviera también la oportunidad de contribuir con sus logros al progreso del mundo. Así le explico a Kiichiro:

Toda persona debe emprender algún gran proyecto como mínimo una vez en su vida. He dedicado gran parte de mi vida a inventar nuevas formas de telares. Ahora es tu turno. Tú debes esforzarte en concretar algo que pueda beneficiar a la sociedad (Reingold, 1999).

Toyota Motor Corporación pasó apuros durante los años treinta, cuando principalmente fabricaba camiones sencillos. Durante estos años, los directivos de Toyota visitaron Ford y GM para estudiar sus líneas de montaje; pero Toyota se dio cuenta de que el mercado japonés era demasiado pequeño y la demanda demasiado fragmentada para soportar altos volúmenes de producción de Estados Unidos (una línea de producción estadounidense producía 9000 unidades por mes, mientras que Toyota producía tan solo 900 unidades mensuales). Los directivos de Toyota sabían que si querían sobrevivir a largo plazo debían adaptar la fabricación en masa para el mercado Japonés. ¿Pero Cómo?

En 1950 después de la segunda guerra mundial tenían un incipiente negocio automovilístico. El país había sido diezmado por dos bombas atómicas, la mayor parte de las industrias habían sido destruidas, la base de aprovisionamiento era nula y los consumidores tenían poco dinero (Jeffrey K. 2011).

Taiichi Ohno gerente de Toyota, observo que antes de la guerra la productividad japonesa era muy inferior la americana: “recuerdo todavía mi sorpresa al oír que hacía falta 9 operarios japoneses para hacer el trabajo de un operario americano (Ohno, 1978,1988,).

Tras la guerra, Ohno visito los Estados Unidos, donde estudio los principios de pioneros en productividad y reducción de desperdicio como Frederick Taylor y Henry Ford; él se mostro sobre todo impresionado, sin embargo, por el énfasis a su juicio excesivo que los americanos ponían en la producción en masas de grandes volúmenes en perjuicio de la variedad, y en el nivel de desperdicio que la industria en el país más rico de la postguerra exhibía.

La visita a supermercados, por el contario, tuvo un efecto inspirador inmediato: Ohno encontró en ellos un ejemplo perfecto de su idea de manejar inventarios reducidos, eliminar pasos innecesarios, y dar control al que hace el trabajo, en este caso el cliente, en la cadena de valor (L. Bernárdez 2009).

Rajadell (2010), mencionó que los japoneses se concienciaron de la precariedad de su posición en el escenario económico mundial; ya que desprovistos de materias primas energéticas, solo podían contar con ellos mismo para sobrevivir y desarrollarse. En Toyota se plantea la fabricación, aun buen precio, de pequeños volúmenes de muchos modelos diferentes. El reto para los japoneses fue lograr beneficios de productividad sin aprovechar los recursos económicos de escala y la estandarización Taylorista y Fordiana.

La racionalización del proceso de trabajo implicó, el principio de “Fabrica Mínima”, que se propugna la reducción de existencias, materiales, equipos, etc., y se complementa con el principio de “Fabrica Flexible”, sustentada en las asignación de las operaciones de fabricación para lograr un flujo continuo y las respuesta rápida a la demanda. El modelo Toyotista sintéticamente se resume en los siguientes puntos:

1. Eliminación del despilfarro y suministro *just-in-time* de los materiales.

2. La relación, basada en la confianza y la transparencia, con los proveedores elegidos en función de su grado de compromiso en la colaboración a largo plazo.
3. Una importante participación de los empleados en decisiones relacionadas con la producción, intervenir en tareas de mantenimiento preventivo, aportar sugerencias de mejora, etc.
4. El objetivo de la calidad total, es decir, eliminar los posibles defectos lo antes posibles y en el momento en que se detectan, incluyendo la implantación de elementos para certificar la calidad en cada momento (Rajadell Carreras, 2010).

La Asociación Española para la Calidad (2007), mencionó que, el sistema Lean Manufacturing tiene su origen en el sistema de producción desarrollado por taichí Ohno en los años 50, durante su trayectoria profesional en la compañía automovilística Toyota, conocido como el Toyota Production System (TPS).

En la década de los 80, empresas japonesas, americanas y europeas ya conocen este sistema de producción y comienzan a aplicarlo. Pero no fue hasta finales del año 1990 cuando, J.P. Womack y D.T. Jones, documentaron el Sistema de Producción Toyota en su libro “The Machine That Changed the World” (La maquina que Cambio al Mundo), al que van denominar “Lean Manufacturing” (Asociación Española para la Calidad 2007).

3.3 Los 14 principios de Toyota

Jeffrey Liker (2010) en su obra sobre describe que es la gente la que le da vida al sistema: su trabajo, la comunicación, la solución de problemas y crecer juntos. De acuerdo con esta obra son catorce los principios claves del éxito de Toyota:

I. Filosofía a largo Plazo

1. Basar las decisiones en una filosofía de largo plazo, más que en el costo de objetivos financieros de corto plazo:

II. El correcto proceso producirá el correcto resultado

2. Crear un flujo continuo para traer los problemas a la superficie:

3. Usar sistemas Pull para evitar la sobreproducción.

4. Nivelar la producción.

5. Construir una cultura para resolver los problemas, para tener calidad a la primera:

6. Estandarizar tareas y procesos son el fundamento de la mejora continua y del empowerment del empleado:

7. Utilizar controles visuales para que no haya problemas ocultos:

8. Utilizar únicamente tecnología confiable y probada a fondo que sirva a la gente y al proceso:

III. Agrega valor a la organización mediante el desarrollo de tu personal y socios.

9. Desarrolla líderes que entiendan a fondo el trabajo, vivan la filosofía y enseñen a otros:

10. Desarrolla gente excepcional y equipos que sigan la filosofía de la compañía:

11. Respeta tu cadena de proveedores y socios motivándolos y ayudándolos a mejorar:

IV. La solución continua de la causa raíz de los problemas lleva al aprendizaje

12. Ve y observa por ti mismo para entender la situación a fondo:
13. Toma decisiones lentamente considerando todas las posibles opciones, implementa las decisiones rápidamente:
14. Ser una empresa de continua aprendizaje a través de la reflexión y de la mejora continua.

3.4 Herramientas y Técnicas de Manufactura Esbelta

Maldonado (2011), menciona 9 herramientas y técnicas para la aplicación de manufactura esbelta: Value Stream Mapping, 5 S's, Trabajo Estandarizado, SMED, Poka Yoke, TPM, JIT, Kanban y Kaizen.

Pineda, en su trabajo Manufactura Esbelta, nos habla de 13 elementos para ejecución de Lean Manufacturing que son: 5 S's, JIT, Control Visual, Kanban, TPM, OEE, Heijunka, Jidoka, Poka Yoke y Andon.

Reyes (2007), redacta 7 herramientas con las cuales coincide con los autores anteriores: Value Stream Mapping, Kaizen, 5 S's, Trabajo Estandarizado, SMED, Poka Yoke y TPM.

Rajadell (2010), en su concepto de Lean Manufacturing nos dice que es la aplicación de herramientas de calidad: Kaizen, 5 S's, Poka Yoke, TPM, Kanban y SMED.

La Asociación Española para la Calidad (2007), menciona 6 herramientas: VMS, 5 S's, QFD, TPM, Kanban y SMED.

En el siguiente punto mencionaremos 14 herramientas y técnicas de Lean Production, recopilación los autores mencionados anteriormente.

3.4.1 Metodología 5 S's

Maldonado (2011), explica que simplemente, es un principio básico de mejorar nuestra vida y hacer de nuestro sitio de trabajo un lugar donde valga la pena vivir plenamente. Y si con todo esto, además, obtenemos mejorar nuestra productividad y la de nuestra empresa, ¿porque no lo hacemos?

Las 5 s' son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales. No es que las 5s' sean características exclusivas de la cultura japonesa. Todos los no japoneses practicamos las 5s' en nuestra vida personal y en numerosas oportunidades no lo notamos (Maldonado Villalva, 2011).

Galgano (2004), define las 5 S's como --orden y limpieza--, es decir dirigido a poner en orden el puesto de trabajo (sección, cadenas, oficinas), son el punto de partida operativo para cualquier empresa que quiera implementar con éxito el sistema de "Producción de Toyota" (TPS).

Alcalde (2010), dice que las 5 S's tratan de hacer del orden y la limpieza la creación de una nueva cultura en la forma de trabajar en la empresa. Esto no lo podemos tomar como una cuestión estética, sino como algo necesario para mejorar las condices de trabajo, la seguridad y eficacia.

Estas actividades consistentes en organizar, ordenar y limpiar el entorno de trabajo fueron desarrolladas por empresas japonesas y se están aplicando hoy en día en todo el mundo con gran éxito; estos mismo les han dado el nombre de 5 S's porque corresponden a las iniciales de cinco palabras japonesas que dan nombre a las cinco fases de que consta esta filosofía (fig. 3.4.1.1) (Alcalde san Miguel, 2010).



Figura 3.4 fases de la filosofía 5 S´s
(Fuente: Pablo, 2010)

Suárez (2007), nos dice que desde su punto de percepción personal las 5 S´s son: **“un sistema o elemento básico del trabajo en el Kaizen que sirve para establecer los pilares o los cimientos básicos de una filosofía de mejora continua”**. También se le conoce como los cinco pasos de la gestión doméstica o “housekeeping” por su palabra en inglés.

Estas famosas 5 S´s son definidas:

1. Seiri (Organización-Separación):

El Seiri significa diferenciar entre elementos de trabajo necesarios e innecesarios del área de trabajo, para descartar lo que no se utilice (Suárez Barraza, 2007).

María, Fernando, Joaquín, María Dolores (2003) y Guillermo (2011), mencionan 5 ejemplos que hay que enderezar (Seiri):

1. Trabajo en proceso
2. Herramientas innecesarias
3. Maquinaria no Ocupada
4. Productos defectuosos
5. Papeles y Documentos

Reyes (2007), escribe: un ejemplo sencillo que te puedo indicar, es el de una cocina de una pareja de casado, primero se compran o les regalan utensilios para cocinar, al cabo de unos años esta misma cocina está llena de objetos totalmente incensarios. Te encuentras con algunos utensilios, que ni por casualidad los utilizas una vez al año para preparar algún platillo, llega al grado que estos mismos objetos innecesarios estorban o ya no caben en la cocina. Con esta analogía te pretendo explicar, que un área de trabajo puede estar llena de maquinas sin uso, cajas llenas de papeles, trabajos en procesos, oficios y documentos, herramientas anaqueles, escritorios, archivos, estantes y cualquier cosa que se utilice para producir un producto o un servicio, que sean ido acumulando en la organización con el paso de los años, sin que nadie haga nada por reubicarlo o removerlo, es mas mi querido colega, se vuelven parte de tu vida cotidiana.

Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamada “etiquetado en rojo”. En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación (Maldonado Villalva, 2011).

Cuanto más grandes sean las etiquetas y mayor sea su número, mejor. Cuando no está claro si necesita o no un determinado ítem, debe colocarse una etiqueta roja sobre este. Al final de la campaña, es posible que el área esté cubierta con centenares de etiquetas rojas. Esto será un llamado de atención; un método práctico y fácil consiste en retirar cualquier cosa que no se vaya a utilizar en los próximos 30 días (Ing. Cesar Roviero 2003).

Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recorte y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de “Por si acaso” (Maldonado Villalva, 2011)

Pineda, dice que los beneficios de Clasificar son:

1. liberar espacio útil en planta y oficinas.
2. Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos.
3. Mejorar el control visual de stocks (inventarios) de repuesto y elementos de producción, carpetas con información, planos, etc.
4. Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer unos largo tiempo expuestos en un ambiente no adecuado para ellos; por ejemplo, material de empaque, etiquetas, envases plásticos, cajas de cartón y otros.
5. Facilitar control visual de las meterías primas que se van agotando y que requieren para un proceso en un turno, etc.
6. Preparar las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo, ya que se puede apreciar con facilidad los escapes, fugas y contaminaciones existentes en los equipos y que frecuentemente quedan ocultas por los elementos innecesarios que se encuentren cerca de los equipos.

Seiri concluye con la reunión del equipo natural de mejora para reflexionar lo sucedido en el primer paso de las 5 S's, se deben preguntar cuestiones como: ¿Cómo se llegó a esos niveles de desorganización?, ¿Cómo se puede evitar? Para llegar finalmente a la preparación de la segunda S, el SEITON (Suárez Barraza).

2. Seiton (ordenar):

Colocar en forma ordenada todos los elementos que quedan después del primer paso (el Seiri), de modo que sean de uso fácil y etiquetarlos para que se encuentren y retiren fácilmente (Suárez Barraza, 2007).

Alcalde (2010; Tabla 9.8), lo define como fijar la forma en que debe situarse e identificarse los materiales, de modo que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Reyes (2007), nos dice que en un área de trabajo, existen materiales, instrumentos, herramientas o equipo que no pueden estar demasiado lejos de la operación del trabajador, ya que definitivamente son necesarios por su uso continuo, por lo tanto, clasificar estos elementos por su uso y disponibilidad, corresponde a un método práctico, para minimizar el tiempo y esfuerzo del trabajador cuando los utiliza, en esencia, eso es el SEITON.

Maldonado (2011), redacta que (Todo en su lugar) es la segunda S y se enfoca a sistemas de guardado eficientes y efectivos.

1. ¿Qué necesito para hacer mi trabajo?
2. ¿Dónde lo necesito tener?
3. ¿Cuántas piezas de ello necesito?

Algunas estrategias para este proceso de “todo en su lugar” son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc. ¡No nos imaginamos cómo se pierde tiempo buscando una escoba que no está en su lugar! Esa simple escoba debe tener su lugar donde todo el que la necesite, la halle. “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar” (Maldonado Villalva 2011).

El ing. Cesar Roviero(2003) , especifica que para hacer esto, cada ítem debe tener una ubicación, un nombre y un volumen designados. Debe especificarse no solo la ubicación, sino también el número máximo de ítem que permite.

SEITON, significa poner en práctica controles visuales, que identifican de manera rápida y fiable las herramientas, instrumentos y equipos de trabajo. El ejemplo común son los paneles o plantillas de herramientas ceca del lugar de trabajo, cada herramienta se ordena y se coloca en dicho panel, de acuerdo a su frecuencia de uso. Por ello se debe construir un mapa (El Mapa de las 5 S's), que guie cada actividad del proceso, en donde se señalen los lugares específicos, en los cuales se colocaran los equipos y las plantillas para las herramientas de trabajo. Todos estos lugares del mapa de las 5S's deben seguir los siguientes principios básicos:

1. Diseñar para las herramientas un mecanismo de almacén tipo “soltar con vuelta de posición” a través de resorte o cuerdas que traigan la herramienta nuevamente a la posición del alcance de la mano-.
2. los lugares designados para las herramientas debe ser mayores que éstas de modo que retirarlas y colocarlas sea físicamente fácil.
3. almacenar las herramientas de acuerdo con su frecuencia y función de uso.

Los pasillos también deberían señalizar claramente con pintura. Al igual que otros espacios se designan suministros y trabajos en proceso, el destino del pasillo es el tránsito: no debe dejarse allí. Debes estar completamente despejado de manera que se destaque cualquier objeto que se deje allí, lo que permite a los supervisores observar instantáneamente la anomalía y emprender así la correspondiente acción correctiva (Cesar Roviero, 2003).

Karla Pineda nos habla de los beneficios que da el ordenar:

Para el trabajador:

- Facilita el acceso a elementos que requieren para el trabajo.
- Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad,

- La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- Se libera espacio.
- El ambiente de trabajo es más agradable.
- La seguridad se incrementa debido a la demarcación de toso los sitios de la planta y la utilización de protecciones transparentes especialmente los de alto riesgo.

Organizativos:

- La empresa puede contar con sistemas simples de control visual de materiales y materias primas en stock de proceso
- Eliminación de pérdidas por errores
- Mayor cumplimiento de las ordenes de trabajo
- El estado de los equipos se mejora y se evitan averías
- Se conserva y utiliza el conocimiento que posee la empresa
- Mejora de la productividad global de la planta

3. Seiso (Limpiar):

Mantener limpio, todo el equipo, maquinas y áreas de trabajo que conforman el ambiente general (Suárez Barraza, 2007).

Alcalde (2010; Tabla 9.8), dice, identificar y eliminar los focos de suciedad, asegurando que todos los recursos están siempre en perfecto estado.

Una vez que ya hemos eliminado la cantidad de estorbos y hasta basura, relocalizado lo que si necesitamos, viene una limpieza del área. Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y comodidad de esta mejora. Se desarrollará en los trabajadores un orgullo por la limpia y ordenada que tiene su área de trabajo. Este trabajo de limpieza realmente desarrolla un buen sentido de propiedad en los trabajadores. Al

mismo tiempo comienzan a resultar evidentes los problemas que antes eran ocultos por el desorden y suciedad (Maldonado Villalva, 2011).

Alcalde (2010), recomienda:

- Quitar la suciedad (aspirar, cepillar, barrer, fregar, etc.)
- Reparar los elementos que funcionan incorrectamente o a los que les falta alguna pieza
- Adecuar los medios para que su uso sea más eficaz
- Ajustar y poner a punto máquinas, herramientas y todo tipo de medios para que funcionen de forma eficaz.

Reyes, explica que la limpieza, es sinónimo de producir productos de calidad y debe integrarse en la rutina diaria de cada trabajador como parte de su trabajo cotidiano. Igualmente el SEISO, representa inspeccionar y prevenir, es decir, cada trabajador debe encontrar el modo de evitar la suciedad, polvo, y cualquier basura que se acumule en su equipo y herramientas que utilice en su día a día.

Pineda, habla de los beneficios que da la limpieza:

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador
- Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza
- La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo (OEE)
- Se reducen los desperdicios de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes
- La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.

4. Seiketsu (Sistematizar):

Extender hacia uno mismo el concepto de limpieza, y practicar de manera continua y sistemática los tres pasos anteriores (Suárez Barraza, 2007).

Alcalde (2010; Tabla 9.8), lo define como establecer procedimientos, que conozcan todas las personas, para conseguir mantener en el tiempo la constancia de orden y limpieza.

No basta solo con despejar, ordenar y limpiar una sola vez. Para que este sistema funcione hay que seguir trabajando de forma continua todos los días con esta cultura del orden y limpieza, ya que la situación volverá por inercia al desorden. Para no regresar a esto se recomienda (Alcalde san Miguel, 2010):

- Redactar procedimientos de como llevar este tipo de tareas
- Formar a las personas en estos temas
- Proveer de los medio y recurso necesarios para llevar a cabo estas tareas(contenedores, carteles de señalización, equipos de mantenimiento y limpieza, etc.)
- Establecer controles que detecten el origen de problemas (factores de suciedad, desorden, etc.)
- Para facilitar estos controles se deben establecer sistemas que permitan un rápido control visual, como, por ejemplo, flechas de direcciones, carteles de ubicación, alarmas para detectar fallos, paneles con siluetas de herramientas, esquemas de procesos, herramientas con colores dependiendo de la maquina en que se utilicen, tapas transparentes en las maquinas para poder ver su interior, marcas de nivel máximo y mínimo de existencia, etc.

Karla pineda, dice que los beneficios de estandarizar son:

- Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente
- Los operarios aprenden a conocer con detenimiento el equipo
- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta

5. Shitsuke (Disciplina y Estandarización):

Construir autodisciplina y formar el habito de comprometerse a las 5 S's mediante el establecimiento de estándares (Suárez Barraza, 2007).

Otra definición es trabajar constantemente de acuerdo con las normas establecidas (Alcalde san Miguel, 2010).

Alcalde (2010), explica que evidentemente todas esta filosofía no es posible sin la total implicación y convencimiento de las personas que integran la organización. Las personas se autoerigen convencidas de que lo que hacen facilita su trabajo. Las personas que practican continuamente el orden y al limpieza adquieren el habito de hacer estas tareas en su trabajo diario. Esto requiere autodisciplina, aunque con el tiempo se convertirá en otra actividad mas dentro de las habituales en un entorno de trabajo de calidad.

Principios de la Metodología 5 S's

Fase	Principio	Objetivo
1. SEIRI = Separar	Mantener en el puesto de trabajo solo las cosas necesarias.	Eliminar y evitar tener cosas inútiles en el puesto de trabajo
2. SEITON = Ordenar	Un lugar para cada cosa y cada cosas en su lugar	Hacer las cosas útiles fácilmente identificables, utilizables y que se puedan encontrar.
3. SEISO = Limpiar	Inspeccionar durante la limpieza	Volver a las condiciones operativas optimas de funcionamiento y los estándares de manteamiento de las maquinas y los equipos
4. SEIKETSU =Estandarizar/ Comunicar	Evidenciar los comportamientos correctos y las anomalías Comunicar con todos de manera simple y eficaz	Comunicar los estándares operativos y de manteniendo de las primeras 3 S's
5. SHITSIKE = Respetar	Desarrollar las actividad diarias de forma coherente con los estándares definidos en las primeras 4 S's	Definir los instrumentos de verificación (ej. Check list) necesario para evaluar periódicamente ale grado de adecuación a los estándares.

Figura 3.5 Principios y Objetivos de metodología 5 S's

(Fuente: Alcalde san Miguel, 2010)

Objetivo y Beneficios de la Metodología 5 S's

El objetivo central de las 5 S's es lograr el funcionamiento mas eficiente y uniforme de las personas en los centro de trabajo (Karala Pineda).

Los beneficios de la Disciplina son (Karla pineda):

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos
- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas
- La moral en el trabajo se incrementa

- El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas
- El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegara cada día

Pineda, menciona algunos de los beneficios que genera la estrategias de las 5 S's son:

1. Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.
2. Mayor calidad
3. Tiempos de respuesta mas cortos
4. Aumentar la vida útil de los equipos
5. Generar cultura organizacional
6. Reducción en las perdidas y mermas por producción con defectos

Seiri requiere de cuatro etapas para su implementación en la Empresa Tecnología Innovaluz de México; que son las siguientes:

1a Etapa: Limpieza Inicial

Es la etapa de limpieza a fondo del sitio de trabajo, esto nos indica que hay que eliminar todo lo que no sirve del sitio de trabajo y se limpian todos los equipos e instalaciones minuciosamente (crear un ambiente limpio, motivando por conservar el sitio y el 'are de trabajo limpios).

2a Etapa: Optimización

Mejorar la primera etapa, con una excelente clasificación de las herramientas y material de trabajo, un orden coherente para su fácil

ubicación, e identificar los focos que crean la suciedad y determinar los sitios de trabajo con problemas de suciedad.

3a Etapa: Formalización

Se establecerán los procedimientos, normas o estándares de clasificación,

4a Etapa: Continuidad

3.4.2 Control Visual (Andon)

Andon: cuadro de señales luminosas que proporcionan información acerca del trabajo que se está realizando (Monden, 1997)

Andon: dispositivo de control visual en el área de producción que avisa a los trabajadores de los defectos, las anomalías en los equipos u otros problemas, mediante señales luminosas, audibles, etc. (K. Liker, 2010)

Reyes (2007), nos dice que paralelamente a las 5 S's, existen un mecanismo que ayuda a mantener el funcionamiento de las 5 S's como parte de la rutina diaria. A este concepto se le como: Control visual.

El objetivo del control visual es hacer que los problemas o posibles problemas sean visibles en el lugar de trabajo. En otras palabras, consiste en hacer obvio de una sola ojeada el nivel de las condiciones de las aéreas de trabajo al momento que se aplican las 5 S's (Suarez Barraza, 2007).

Rey (2005), cita el siguiente ejemplo, enseguida comprenderemos la necesidad del control visual: ¿usted estaría interesado en un partido de baloncesto si no existe marcador, silbatos, tarjetas de castigo o arbitro? Obviamente, la respuesta seria no, ya que, al no conocerse el marcado ni las reglas, el juego perdería rápidamente su significado y dirección.

De la misma manera, el personal de taller u oficina ¿tiene la información suficiente para seguir el trabajo diario?, ¿conoce el marcador para ver si la situación actual del programa de producciones del día de hoy?, ¿conoces si van a tiempo para las entregas al cliente? ¿Qué señales tiene el personal cuando una maquina produce un defecto o sucede un fallo imprevisto? (Rey Sacristán, 2005).

He aquí la importancia de la aplicación de un Sistema de Control Visual, para llevar a cabo el objetivo de, Lean Manufacturing.

Francisco (2007), da las tres características esenciales de un Andon que son:

1. Cualquiera debe ser capaz de visualizarlo y al momento de visualizarlo entender de que se trata.
2. Debe ser capaz de distinguir entre condiciones normales o estandarizadas y anormales no estandarizadas.
3. Tiene que ser de manera directa (con una sola ojeada)

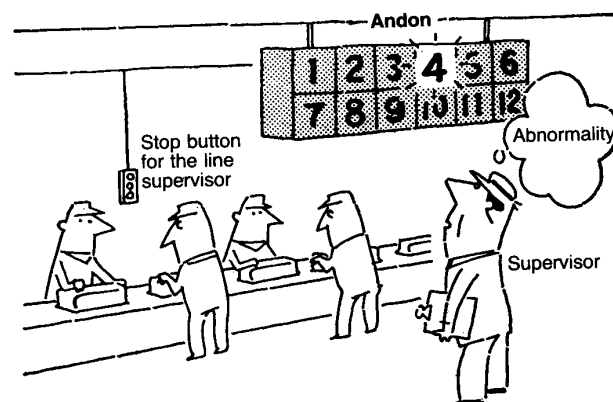


Fig. 3.6 Ejemplo de un Dispositivo Andon
(fuente: Google Imágenes)

Francisco (2005), explica que existen 4 Niveles de control visual: los dos primeros corresponde a información visual y los demás a control visual propiamente dicho (véase fig. 3.8):

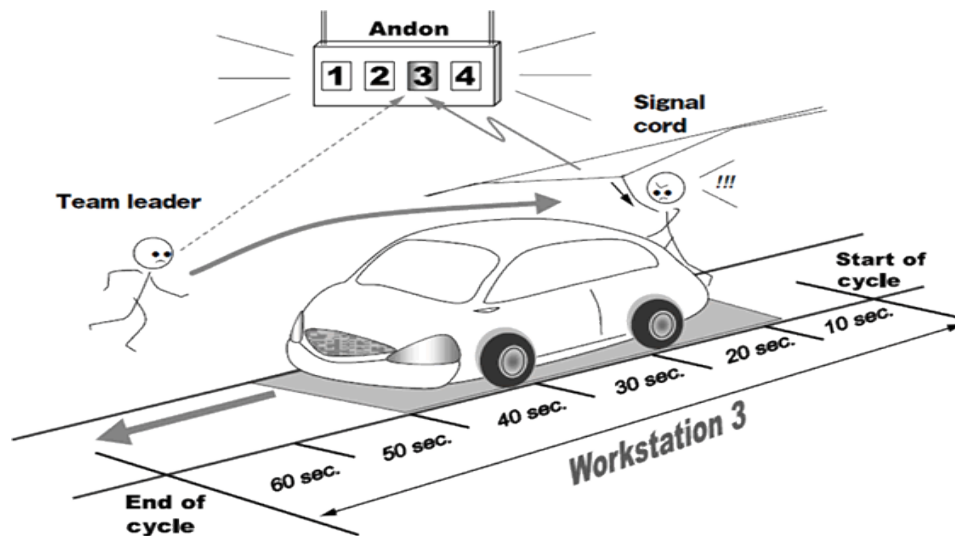


Fig. 3.7 Ejemplo de un Dispositivo Andon
(fuente: Google Imágenes)

Nivel 1: Corresponde a compartir información y/o resultados de las actividades desarrolladas y que están bajo control.

Nivel 2: tener elaborados para compartir los estándares / gamas / instrucciones e incorporar estos y disponer de ellos en el propio puesto de trabajo.

Nivel 3: disponer de alarmas visuales que avisen de ciertas anomalías (nivel de aceite de engrase, presión, de manómetro de circuito hidráulico, etc.).

Nivel 4: detectar fallos/anomalías a través de controles y alarmas identificándolos con etiquetas. Evitar anomalías por mejorar a través de dispositivos a pruebas de errores.

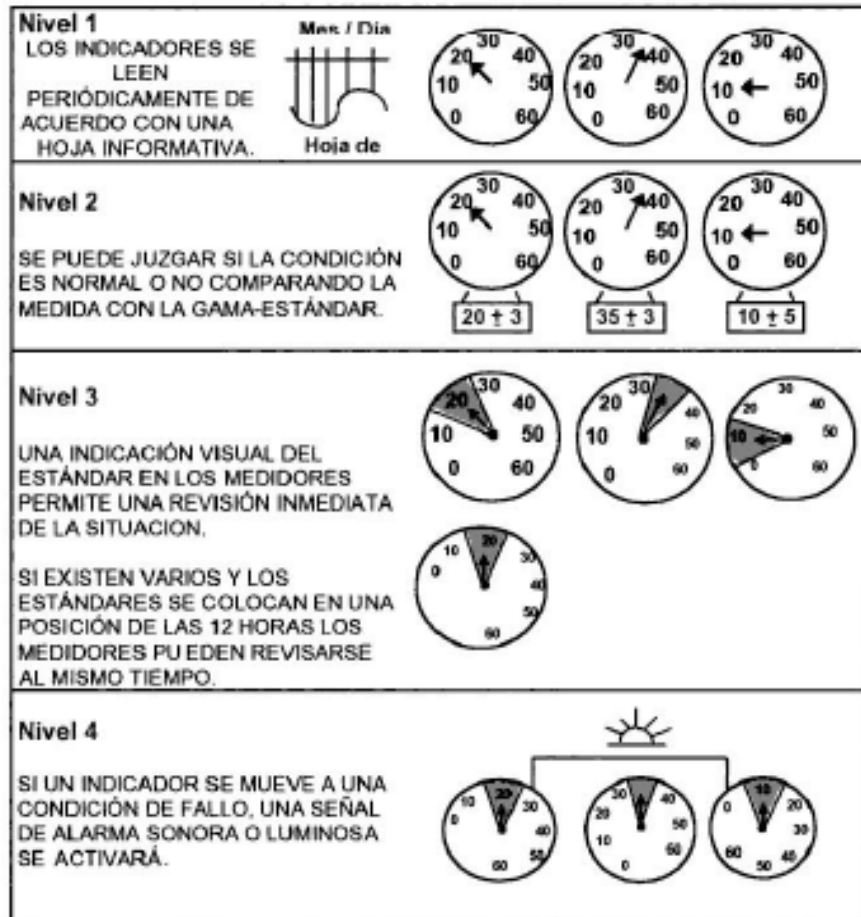


Fig. 3.8 Grafico de Niveles de Control Visual
(Fuente: Rey Sacristán, 2005)

3.4.3 Heijunka: producción equilibrada

Rajadell (2010), definen Heijunka, o producción nivelada, como la técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente, conectando toda la cadena de valor desde los proveedores hasta los clientes. La palabra *heijunka* significa literalmente “trabaje llano y nivelado”. Se debe satisfacer la demanda con las entregas requeridas por el cliente que ésta sea “nivelada” o estable. La idea es producir en lotes pequeños de muchos modelo, libre de cualquier defecto, en periodos cortos de tiempo con cambio rápido, en el lugar de ejecutar lotes grandes de una modelo después de otro.

“El equilibrado de la producción que se alcanza con la subdivisión en partes, es la solución contraceptiva del Sistema Producción de Toyota” (Catrescasas, 2010)

Galgano (2003), habla que Heijunka es quizás el aspecto del Sistema Toyota que más está contra la intuición. Fundamentalmente consiste en:

--- Descarga lo más posible de lotes de producción, incluso aunque existiese la posibilidad de unirlos.

--- Mantener constante el volumen total producido.

Galgano (2003), dice que el efecto de Heijunka es una producción:

--- Equilibrada en el nivel macro, en la medida en que los volúmenes diarios se mantiene constantes.

--- Equilibrar en el nivel micro, en la medida en que los picos de cada uno de los artículos se atenúan.

Los objetivos que persigue las técnicas Heijunka o también denominas de la “producción nivelada” en un entorno de *Lean Manufacturing*, son fundamentalmente los siguientes:

- Mejorar la respuesta frente al cliente. Con una producción nivelada, el cliente recibe el producto a medida que lo demanda, a diferente de tener que esperar a que se produzca un lote.
- Estabilizar la plantilla de la empresa, al conseguir una producción nivelada.
- Reducir el stock de materia rpima y materia prima auxiliar, porque con la producción nivelada se produce pequeño lotes y se facilita los envíos frecuentes por parte de los proveedores.

- Reducir el stock de producto acabado, porque con la producción nivelada existe un tiempo de espera menor entre la producción y la demanda de un producto.
- Incrementar la flexibilidad de la planta. Una producción nivelada se adapta mejor a pequeñas variaciones que pueda experimentar la demanda.

Alberto (2003), escribió que aun en contra del sentido común de la eficiencia, Heijunka ofrece caras ventajas. Seguidamente, realizamos la comparación con el sistema tradicional.

1. Tiempos de entrega

-- Sistema tradicional:

Los grandes lotes de producción pueden durar varios días.

Los artículos en espera sufren aumentos considerables de los tiempos de entrega.

-- Heijunka:

Los pequeños lotes y la distribución equilibrada en el tiempo no privilegian artículos en particular y todo tienden a tener el mismo tiempo de entrega.

2. Almacenes

-- Sistema tradicional:

Los grandes lotes se depositan en los almacens sin una correcta coincidencia con el momento de utilización. Esto aumenta los stocks inmovilizados.

--Heijunka:

Los pequeños lotes entregados se gastan en tiempos breves, y son restituidos únicamente por lotes pequeños, y solo si es necesario. Los almacenes son pequeños o no existen.

3. Recursos --aguas arriba--

--Sistema tradicional:

Lotes del mismo artículo, que duran incluso días, requieren --aguas arriba-- importantes cantidades de material. Esto conlleva dos posibilidades:

- a) el material se ha preparado expresamente por anticipado y, por lo tanto, el tiempo de entrega se prolonga en la medida en que debe también la fase --aguas arriba--;
- b) el material está siempre disponible en un supermercado y, por lo tanto, el supermercado debe ser muy grande.

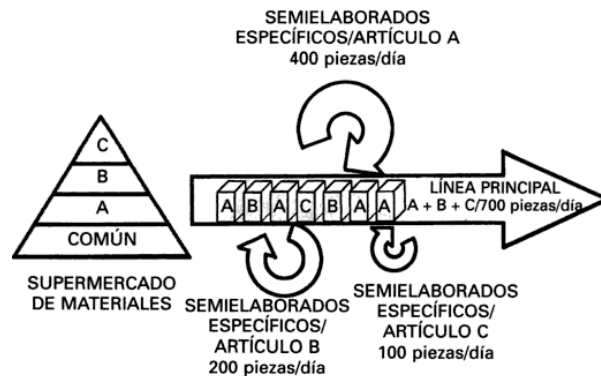


Fig. 3.9 Esquema Recursos --aguas arriba-- Heijunka (fuente: Galgano,2009)

-- Heijunka:

Pequeños lotes necesitan de poco material cada vez. Su distribución en el tiempo permite una fácil reposición del supermercado, que se puede mantener bajo y proporcional al consumo medio (véase la figura 3.9).

4. Nivelación de los picos del mercado

--Sistema tradicional:

Los picos ocasionados en artículos específicos conllevan grandes e inesperados lotes que sorprende sin preparación al sistema.

--Heijunka

La nivelación de la mezcla permite, en breve plazo, absorber fácilmente necesidades imprevistas. Si el presupuesto se debiera a mantener constante sería preciso revisar las capacidades de las líneas.

5. Centros de trabajo especializados

--Sistema tradicional:

Algunas producciones tienen centros de trabajo dedicados a semielaborados específicos de un modelo. La planificación de grandes lotes significa para estos centros alternar días de máximo rendimiento con días sin trabajo. Además todo ello conlleva incluso que se deben dimensionar sobre la velocidad máxima de la línea productiva.

-- Heijunka:

El equilibrio de los pequeño lotes ofrece a estos centros de trabajo (véase la figura 3.4.3.1) dos grandes ventajas:

- a) Su actividad es constante y la velocidad depende del porcentaje de utilización del semielaborados en la línea;
- b) Su capacidad puede ser dimensionada sobre la necesidad real semielaborados y no sobre la máxima velocidad de la línea.

6. Falta de materiales

-- Sistema tradicional:

Las eventuales faltas de material provocan fuertes daños a los sistemas productivos que trabajan en grandes lotes. La situación se agrava por la dificultad con la que estos sistemas logran provisionarse de dos arícalos diferentes.

-- Heijunka

En el caso de que falte material, únicamente estarían implicados modelos específico. El trabajo podría continuar en otros modelos, modificando de forma provisional la secuencia. Con la llegada del material, se retoma la producción de los modelos suspendidos, que continuaría hasta que el déficit no se cubra.

Galgano (2003), menciona que los requisitos para mantener una planificación Heijunka son características de Producción Lean y constituyen en todo caso puntos de mejora ventajosos para la empresa.

1. Tiempos de set-up

El gran número de los set-up requeridos debe ser acorde a la línea de producción y, por lo tanto, son necesarias instalaciones con:

- tiempos mínimos, pocos minutos;
- estandarización de las fases y de los propios tiempos (es decir, los tiempos deben ser creíbles).

2. Flexibilidad

Los trabajadores deben ser adiestrados en más actividades y las máquinas adaptables a más artículos. Idealmente, además de estar especializado

en más tareas en un puesto determinado, cada trabajador debería estar preparado para trabajar en distintos puestos. De esta manera, el fenómeno de los cuellos de botella se evita rápidamente.

3. Calidad

La flexibilidad de los trabajadores podría llevar a problemas de calidad en la medida en que cada uno de ellos debe recordar un gran número de operaciones. Controles al 100% en línea, Poka-Yoke, y la posibilidad de parar la línea, entre otros, son esenciales para evitar la proliferación de los defectos. Toyota mantiene que hasta el 6% de tiempo con la producción parada por falta de calidad es mucho más conveniente respecto a los daños causados por problemas descubiertos –aguas abajo--.

4. Suministros

Debido a que el Heijunka prevé la producción al mismo tiempo de una gran variedad de productos, es necesaria también una gran variedad de materiales en línea. Para minimizar la acumulación de materiales en la fábrica, los suministros deben estar sincronizados para llegar en línea en pequeñas cantidades equivalentes a la necesidad del momento y, en todo caso, nunca en grandes lotes.

Suárez (2010) citan un caso práctico para la implementación de jidoka; una vez presentada la herramienta Heijunka, se identifican las siguientes oportunidades de mejora en el mapa actual, para trabajar su implementación:

- Islas de producción. Eliminación de los puestos de trabajo aislados donde se crean zonas de stock intermedio y despilfarro de movimientos innecesarios de personas y productos.
- Mejora de procesos. Mejora de los tiempo de ciclo mediante la mejora del proceso.

- Sobreproducción. Reducir lo máximo posible de exceso de producto semielaborados o acabado.
- Combinación de procesos. Optimizar el proceso productivo, combinando estaciones que vayan ligadas, eliminando así stock intermedios y desplazamientos innecesarios.

3.4.4 Jidoka

Galgano (2003), traduce Jidoka como –automatización con el toque humano-; el punto fundamental que se expresa por este concepto es que la calidad debe ser –construida— (built in) en el proceso de tal manera que el *output* sea: calidad al 100%.

Udaondo (1991), dice que Jidoka consiste en instalar sensores en las máquinas que les permitan detectar defectos, así como mecanismos capaces de para la línea cuando éstos ocurren; y como dice el señor Hirano, Jidoka es dar un toque humano a la automatización.

La garantía de la calidad pretende asegurar que todas las unidades producidas cumplen las especificaciones dadas, porque en un sistema sin despilfarros, no se puede permitir el lujo de tener piezas defectuosas, ya que no está prevista la producción de piezas adicionales. Cada empleado se convierte en un inspector de calidad, donde no hay distinción entre los operarios de la línea y el personal del departamento de Calidad (que comprueba la bondad de la fabricación. De esta manera la reparación de los defectos no se realiza después de un largo tiempo de producción defectuosa, sino inmediatamente después de la localización de un problema. (Rajadell y Sánchez , 2010).

La Asociación española para la Calidad (2010), resume el Jidioka como la verificación de la calidad integrada en el proceso. Se basa en la automatización de las operaciones, dotándola de mecanismos “inteligentes” que permitan el funcionamiento a prueba de errores (en japonés, Poka Yoke). Eso quiere decir

transformar el proceso hacia “la automatización”, o sea, una transferencia de inteligencia humana a un sistema automatizado donde no se pueden producir defectos y todos los productos tengan una calidad del 100%.

3.4.5 Just In Time

Monden (1996), menciona que el método Just in Time (JIT) consiste fundamentalmente en producir los elementos necesarios en las cantidades necesarias y en el momento necesario. La autonomía que a menudo se le conoce como JIDOKA puede interpretarse aproximadamente como control autónomo de los defectos. Apoya al JIT al no permitir nunca unidades defectuosas de un proceso pasen al proceso posterior y lo perturben (véase fig. 3.10).

Philipp (2005), dice que el JIT es una filosofía de gestión; no es, como se ha querido decir en ocasiones, una solución al problema del stock excesivo. Es un nuevo concepto de la dirección de procesos basado en la eliminación de desperdicios y, también, de las barreras de flexibilización (de máquinas y otros equipamientos y trabajadores especializados, en particular) y pretende, asimismo, dar protagonismo al papel de la persona.

El sistema Toyota considera los stocks de todos ellos como el mayor origen de problemas y dificultades; son el derroche más dañino pues disimulan los problemas y causas de los otros desperdicios (Company Pascaual y Fonollosa i Guardiet, 1989).

Conceptos básicos:

- Equilibrio, sincronización y flujo.
- Calidad: “hacerlo bien la primera vez”
- Participación de los empleados.
- Inventarios al mínimo.

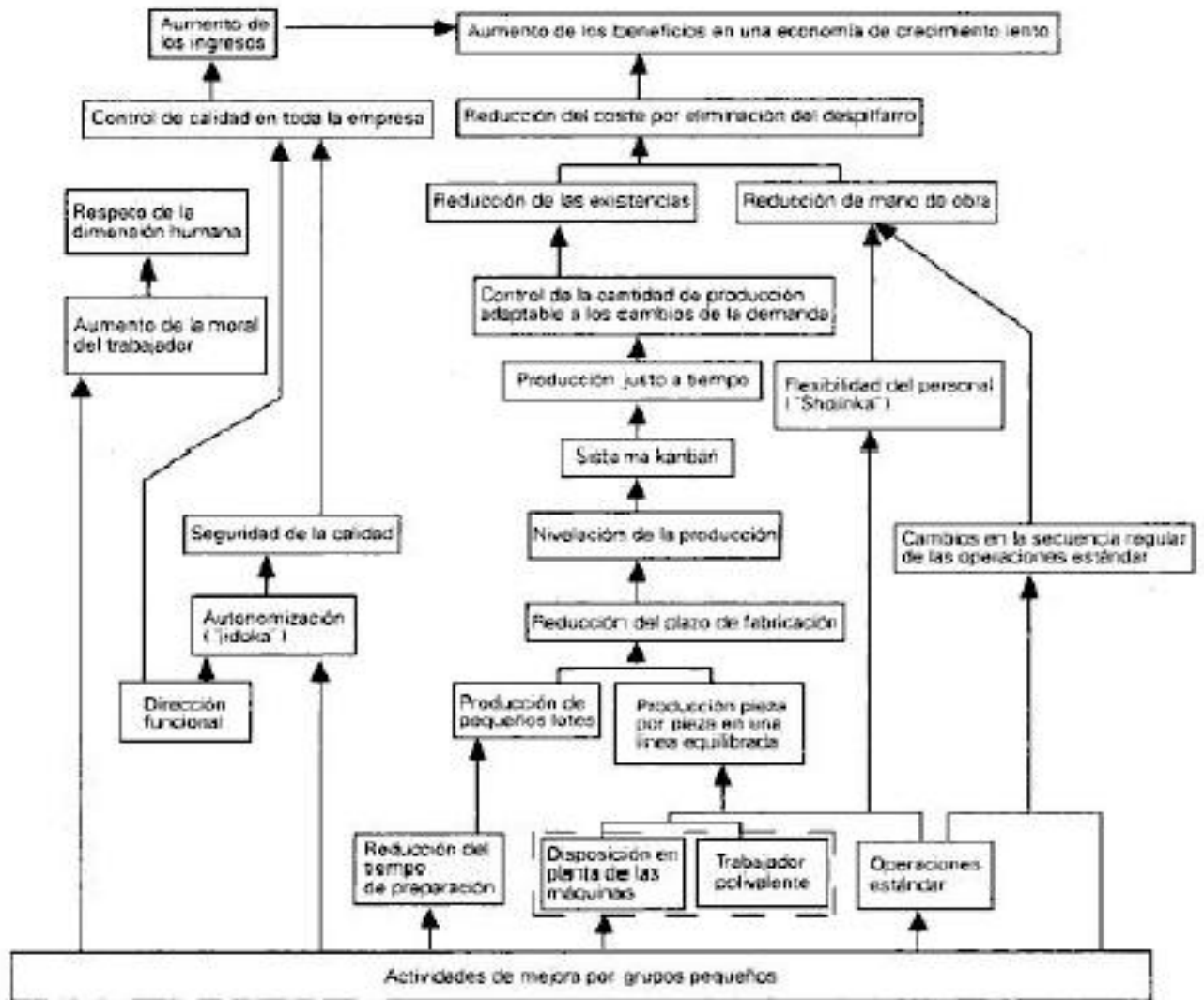


Fig. 3.10 Cómo mejoran con el sistema de producción de Toyota los costos, la cantidad, la calidad, y la dimensión humana (fuente: Yasihro Monden, 1996)

Maldonado (2011), dice que Justo a Tiempo, es una filosofía industrial de eliminación de todo lo que implique despilfarro en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución.

Serope (2002), el concepto de producción *Justo a Tiempo* fue implementado en Japón para eliminar el desperdicio de materiales, maquinas, capital, mano de obra e inventario en todo el sistema de manufactura, el concepto de KIT (del inglés just-in-time) tiene los siguientes objetivos:

- Recibir los suministros justo a tiempo que serán empleados.
- Producir piezas justo a tiempo para armarlas en subensambles.
- Producir sub- ensambles justo a tiempo para armarlos y obtener los productos terminados.
- Producir y entregar los productos terminados justo a tiempo para venderlos.

Maldonado (2011), dice que los objetivos esenciales del JIT son:

- Atacar los problemas fundamentales.
Es hacerle frente a los problemas y no rodearlos y pasarlos por alto.
- Eliminar derroche o desperdicios:

En este contexto significa eliminar todo aquello que no añada valor al producto. Todas las actividades de cualquier proceso pueden clasificarse como ya se vio anteriormente, de la siguiente manera:

Actividad con Valor Agregado.

Un paso del proceso que modifica físicamente el trabajo que se realiza en él, haciéndolo así más valioso para el cliente y que está dispuesto a pagar.

Ejemplos de operaciones que añaden valor son los procesos como cortar metal, soldar, insertar componentes electrónicos, ensamblar, empacar, enviar el producto al cliente, etc.

Actividad Sin Valor Agregado.

Una actividad que no modifica el resultado del trabajo, de forma que no lo hace más valioso para el cliente.

Ejemplos de operaciones que no añaden valor son esperar/almacenar, moverse, contar, verificar, probar, registrar, archivar, rastrear el trabajo, la preparación, entre otros.

Estas operaciones o actividades se derivan del derroche. Erradicar el derroche del lugar del trabajo garantiza que las actividades sin valor agregado se eliminen del proceso.

Al eliminar el desperdicio se puede hacer más con menos:

- Menos equipamiento de capital.
- Menos utilización de espacio en piso.
- Menos esfuerzo de operadores.
- Menos labor de dirección.
- Menos labor indirecta.
- Menos inventario.
- Menos tiempo de ciclo.

Para ver y eliminar el desperdicio en el ambiente de trabajo, se requiere un mayor cambio de entendimiento en cada uno de los miembros de una organización de lo que es el desperdicio. La definición antigua de desperdicio es usualmente descrita como scrap y retrabajo. Para verdaderamente implementar un sistema Lean Manufacturing, primero se debe cambiar la definición de desperdicio a aquella en la que (desperdicio) es cualquier cosa que no agrega valor al producto y tampoco al cliente, como ya se vio anteriormente. Una vez que se haya cambiado esa percepción, se verá oportunidad tras oportunidad para eliminarlo.

Eliminar derroches implica una lucha continua para aumentar gradualmente la eficiencia de la organización y exige la colaboración de una gran parte de la fuerza laboral de la empresa. Si se quiere eliminar las pérdidas con eficacia, debe

existir una participación total de parte de los empleados. Ello significa que hay que cambiar también el enfoque tradicional de decirle a cada empleado exactamente lo que debe hacer, y pasar a la filosofía JIT en la cual se pone un especial énfasis en la necesidad de respetar a los trabajadores e incluir sus aportaciones cuando se formulen planes y se hagan funcionar en las instalaciones. Sólo de esta forma podremos utilizar plenamente las experiencias y pericias (know-how) de los trabajadores.

- Buscar la simplicidad.

Los enfoques de la gestión productiva de moda durante la década de los setenta y principio de los ochenta se basaban en la premisa de que la complejidad era inevitable. El JIT pone énfasis en la búsqueda de la simplicidad, basándose en el principio de que enfoques simples conducirán hacia una gestión más eficaz y ágil.

El primer tramo del camino hacia la simplicidad cubre dos zonas:

- Flujo de material.
- Control.

Un enfoque simple respecto al flujo de material es eliminar las rutas complejas y buscar líneas de flujo más directas, si es posible unidireccionales. La mayoría de las plantas que fabrican a base de lotes están organizadas según lo que podríamos denominar una disposición por procesos.

Normalmente cada proceso implica una considerable cantidad de tiempo de espera que se añade al tiempo que se invierte en el transporte de los artículos (entre la confusión general de la actividad de la fábrica) de un proceso a otro. Las consecuencias son bien conocidas: Una gran cantidad de productos en curso y plazos de fabricación largos. Los problemas que conlleva intentar planificar y

controlar una fábrica de este tipo son enormes, y los síntomas típicos son que los artículos retrasados pasan a toda prisa por la fábrica mientras otros, que ya no se necesitan inmediatamente a causa de la cancelación de un pedido o un cambio en las previsiones, se paran y quedan estancados en la fábrica. Estos síntomas tienen muy poco que ver con la eficacia de la gestión.

3.4.6 Kaizen

Kaizen, significa mejora continua (P. Stephens, 2006; Garcia,1998; R. Evans y M. Lindsay, 2008)

R. y M. (2008), escriben que Kaizen, es una palabra japonesa que significa mejora gradual y continua en forma ordenada, es una filosofía que comprende todas las actividades de negocios y a todos los integrantes de una organización.

Maldonado (2011), dice que una palabra japonesa compuesta por dos palabras, una KAI que significa “cambio” y la otra ZEN que significa “bueno, mejor”, lo que implica que Kaizen significa “cambio para mejorar” y, como dicho cambio para mejorar es algo que continuamente debe buscarse y realizarse, el significado termina siendo “mejora continua”.

Muñoz (1999), distingue entre dos juegos de herramientas:

- a) Las que pueden emplearse cuando todos los datos están disponibles. La tarea se reduce, entonces a analizarlos para resolver un problema particular. A las herramientas que resultan se les denomina las siete herramientas estadísticas.
- b) Las que pueden emplearse en aquellas situaciones en las que no están disponibles todos los datos necesarios. Un caso frecuente es el diseño de un nuevo servicio o de un nuevo proceso. En este caso

los datos suelen estar en las mentes de las personas involucradas en el diseño o desarrollo, siendo necesario hacer que se expresen en modo individual o de grupo, de modo inteligible por todos. Se trata de una tarea que va más allá del puro análisis. Los métodos que emplean se denominan las siete nuevas herramientas.

Unos de los requerimientos de Kaizen que resultan particularmente efectivo, es la necesidad de comenzar las mejoras de inmediato, en vez de esperar hasta que haya un plan espectacular. Kaizen difiere de la reingeniería en el nivel de cambio que ocurre a la vez, pues no hay modificaciones grandes. Algunos critican Kaizen porque el proceso realiza sólo mejoras pequeñas a la vez, lo que en algunos casos podría conducir a otros problemas (P. Stephens, 2006).

James R. y William M. (2008), dicen que, para que un programa Kaizen tenga éxito, se requieren tres cosas: prácticas operativas, involucramiento total y entrenamiento. En primer lugar, las prácticas operativas exponen nuevas oportunidades de mejorar. Las prácticas como el enfoque justo a tiempo permiten descubrir el desperdicio y la ineficiencia, así como la mala calidad. En segundo lugar, en la filosofía Kaizen todos los empleados buscan la mejora. Los directivos, por ejemplo, ven la mejora como un componente inherente de la estrategia corporativa y apoyan las actividades de mejora distribuyendo los recursos con eficiencia y ofreciendo estructuras de reconocimientos que dan lugar a la mejora. La gerencia media puede implementar los objetivos de los directivos mediante el establecimiento, actualización y mantenimiento de estándares operativos que reflejan estas metas, mejorando la cooperación entre los departamentos y logrando que los empleados tomen conciencia de responsabilidad con la mejora y desarrollo de sus habilidades para solucionar problemas a través de la capacitación y el entrenamiento. Los supervisores pueden prestar mayor atención a la mejora y menos a la "supervisión", lo que a su vez facilita la comunicación y ofrece una guía para los trabajadores. Por último, los empleados pueden participar en la mejora a través de sistemas de sugerencias y actividades de grupos pequeño,

programas de autodesarrollo que enseñan técnicas prácticas de solución de problemas y mayores habilidades para el desempeño laboral. Todas estas mejoras requieren de una capacitación significativa, tanto en la filosofía como en las herramientas técnicas.

Maldonado (2011), dice que, para hacer posible la mejora continua y lograr de tal forma los más altos niveles en una serie de factores requiere aparte de constancia y disciplina, la puesta en marcha de seis aspectos fundamentales:

1. Control de calidad total.
2. Un sistema de producción justo a tiempo.
3. Mantenimiento productivo total.
4. Despliegue de políticas.
5. Un sistema de sugerencias.
6. Actividades de grupos pequeños

Sin embargo, Kaizen, requiere de un significativo cambio de cultura de cada uno en la organización, desde lo altos ejecutivos hasta los empleados en la línea del frente. En muchas organizaciones, esto es difícil de lograr. Como resultado y también porque el típico enfoque de negocio a corto plazo que busca la solución de la “bala de plata”, Kaizen no siempre es implementado de manera adecuada (R. Evans y M. Lindsay, 2008)

3.4.7 Kanban

Lee y Larry (2000), conceptualizan la expresión *Kanban*, que en japonés significa “tarjeta” o “registro visible”, se refiere a las tarjeta que se utilizan para controlar el flujo de la producción en la fábrica.

Aitor (2006), dice que es una serie de tarjetas que actúan como sistema de información, posibilita que la producción se ajuste al consumo de los productos.

En este sentido, será el mercado el que, a través de sus pedidos, tire de la cadena de producción y marque el ritmo de la misma.

Mondne (1996), menciona que se utilizan dos clases de kánbanes principalmente: el kanban de retirada y el kanban de producción. El kanban de retirada (ver fig. 3.11) se especifica la clase y la cantidad de producto que un proceso debe retirar del proceso anterior, mientras que en el kanban de producción (ver fig. 3.12) se especifica la clase y cantidad de producto que un proceso debe producir.

Anaquelel del almacén nº	SE215	Código de la pieza nº	A2-15	Proceso anterior
Pieza nº	35670507			FORJA
Nombre de la pieza	PIÑÓN IMPULSOR			B-2
Tipo del automóvil	SX50BC			Proceso posterior
				MECANIZACIÓN
Capacidad de la caja	20	Tipo de caja	B	Número emitido
				4/8
				M-6

Fig. 3.11 Ej. Kanban de Retirada
(Fuente Yasuhiro Monden, 1996)

Anaqueil de almacén n°	F26-18	Código de la pieza n°	AS-34	Proceso
Pieza n°	56790-321			MECANIZACIÓN
Nombre de la pieza	CIGÜEÑAL			SB-8
Tipo de autómovil	SX50BC-150			

Fig. 3.12 Ej. Kanban de Producción
(Fuente: Yasuhiro Monden, 1996)

Aitor (2006), menciona dos tipos de Kanban:

1. Tarjetas de producción: indican operaciones a realizar en un centro de trabajo o proceso específico, por lo que se pueden semejar a órdenes de producción (ver fig. 3.13).

Almacén n.º 4G8V			OPERACIÓN
Estantería: B-37			
Pieza n.º 890003			
Descripción: pulsador lámpara			
Capacidad caja	Tipo de caja	Número caja	MECANIZADO PROCEDIMIENTO M-0062
50	C-34	2/3	
TARJETA KANBAN DE PRODUCCIÓN			

Fig. 3.13 Kanban de Producción
(Fuente: Urzelai Inza, 2006)

2. Tarjetas de transporte: se refiere a operaciones de movimiento de material a realizar entre dos centros de trabajo o proceso diferente, por lo que se pueden asemejar a órdenes de transporte.

Almacén n.º 4G8V Estantería: B-37 Pieza n.º 890003 Descripción: pulsador lámpara			OPERACIÓN
			PRENSA P002
			OPERACIÓN SIGUIENTE
Capacidad caja	Tipo de caja	Número caja	MONTAJE M022
50	C-34	2/3	
TARJETA KANBAN DE TRANSPORTE			

Fig. 3.14 kanban de transporte
(Fuente: Urzelai Inza, 2006)

Aitor (2006) explica el siguiente ejemplo del funcionamiento del método kanban (ver fig. 3.15):

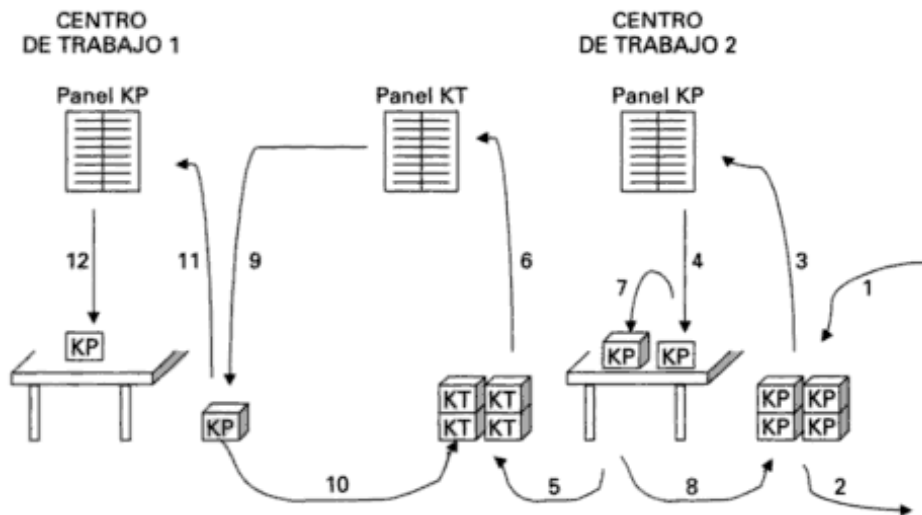


Fig. 3.15 Modelo Kanban
(Fuente: Urzelai Inza, 2006)

- 1) El cliente realiza un pedido
- 2) El cliente se lleva una cantidad X que termina por consumir un contenedor.
- 3) Se libera la tarjeta kanban de producción del contenedor vacío y se deja en su panel correspondiente.
- 4) El operario del centro de trabajo 2 toma la tarjeta kanban de producción.
- 5) Para poder fabricar las unidades expresadas en la tarjeta kanban de producción, el operario del centro de trabajo 2 toma materias primas o componentes, vaciando un contenedor.
- 6) Se libera la tarjeta kanban de transporte, dejándole en el panel KT.
- 7) Una vez que el operario del centro de trabajo 2 termina de fabricar las unidades expresadas en la tarjeta, las introduce en el contenedor y le asigna la tarjeta kanban de producción a la misma.
- 8) Se almacena el contenedor.
- 9) El operario de transporte visualiza y recoge la tarjeta kanban de transporte liberada en el paso 6.
- 10) Asigna dicha tarjeta al contenedor almacenado en el centro de trabajo 1 y lo transporta al centro de trabajo 2.
- 11) Como consecuencia de la operación anterior, se libera la tarjeta kanban de producción del contenedor transportado, ubicándolo en su panel correspondiente.
- 12) El operario del centro de trabajo 1 visualiza y recoge la tarjeta kanban de producción.

Barry et. al. (2006), mencionan cuatro pasos del kanban:

1. El usuario lleva un contenedor de partes o inventario junto con el kanban C correspondiente a su área de trabajo. Cuando no hay más partes o el contenedor está vacío, el usuario regresa el contenedor vacío junto con su kanban C al área de producción.

2. En el área de producción siempre debe haber un contenedor lleno de partes junto con un kanban P. el usuario separa el kanban p del contendor lleno de partes. A continuación, lleva el contenedor lleno de pates junto con el kanban C original hasta su área para utilizarlas inmediatamente.
3. El kanban P separado es regresado al área de producción junto con el contenedor vacio. El kanban P es una señal de que se deben producir nuevas piezas o de que deben colocarse nuevas piezas en el contenedor. Cuando se llena el contendor, se sujeta el kanban P al contenedor.
4. Este proceso se repite durante el día laboral típico.

3.4.8 Efectividad Total de los Equipos (OEE)

Flores (2004), dice que en el desempeño de las operación de la manufactura, por su importancia merece un tratamiento especial, esto adicionalmente al grado de desempeño en el servicio a su cliente “El Almacén de Producto Terminado”. La manufactura por la complejidad de las operaciones, debe de medirse por su habilidad de transformación de los materiales y por la utilización efectiva de los activos de la fábrica; en general los activos de la fábrica representan el mayor monto de la inversión de los activos de las compañías.

De todos los indicadores que pudiera haber para la medición de la efectividad de la manufactura uno de los más completos es el indicador de OEE (Overall Equipment Effectiveness / Efectividad Total de los Equipos) que se utilizan en lo que se conoce como Total Productive Maintenance /Mantenimiento Productivo Total (F. Flores, 2004).

Belohlavek (2006), dice que el OEE es un método de medición de performance productiva que integra datos de la disponibilidad del equipamiento, de la eficiencia de la performance y de la tasa de calidad que se logra.

Flores (2004), lo define, OEE como indicador: Es una medida de la productividad de un activo con respecto a su productividad potencial. El indicador para medir la proporción de tiempo Real de trabajo que fueron utilizadas las Líneas de Producción en relación con el Tiempo Total que se tuvieron disponibles esas líneas.

José Agustín (2009), dice que la Eficiencia General de los Equipos es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. **Es un ratio que se emplea para medir el rendimiento y productividad de las líneas de producción en la que la maquinaria tiene una gran influencia.**

Dentro del concepto la OEE (Eficiencia General del Equipo) vemos que se encuentran tres elementos importantes: Disponibilidad, Performance o Rendimiento, y Calidad; en donde tres autores las definen y calculan de la siguiente manera (Recopilación de información Velázquez Ramos).

Belohlavek (2006), dice que el OEE es un concepto que permite medir la producción industrial e función de la Disponibilidad, performance y Calidad de una planta.

$$OEE = Performance \times Disponibilidad \times Calidad$$

Ecuación. 3.1 Cálculo de la OEE
(Fuente: Belohlavek, 2006)

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

Ecuación 3.2 Cálculo de la OEE
(Fuente: Cruelles Ruiz, 2009)

La performance: representa la propiedad del mantenimiento de acercarse lo más posible a la conservación de la capacidad productiva para alcanzar su capacidad potencial; se mide entonces como un desvío entre la producción real y la potencia. La determinación de la producción potencial implica en alguna industria, como las extractivas, una restricción que necesita ser resuelta para asegurar la objetividad de la medición (Belohlavek, 2006).

El rendimiento como lo menciona José Agustín (2009), incluye:

- Perdidas de velocidad por pequeñas paradas.
- Perdidas de velocidad por reducción de velocidad.

$$PERFORMANCE = \frac{Output\ Total}{Output\ Potencial}$$

Ecuación 3.3 Cálculo del Performance
(Fuente: Belohlavek, 2006)

La Disponibilidad: del equipamiento es el factor más observable. Lo que no resulta observable son las matrices de disponibilidad durante las puestas en marcha o paradas que generan faltas en la disponibilidad mas allá de lo evidente; se mide restando del tiempo operativo el tiempo de parada, y relacionándolo con el tiempo total operativo disponible. En industrias como la de la construcción se necesita establecer arbitrios para establecer disponibilidad cuando los equipos son multifuncionales (Belohlavek, 2006).

$$DISPONIBILIDAD = \frac{Tiempode\ Operacion\ Disponible}{Tiempo\ de\ operacion\ total}$$

Ecuación 3.4 Cálculo de Disponibilidad
(Fuente: Belohlavek, 2006)

La Calidad: resulta de comparar la cantidad de bienes o servicio producidos dentro de los parámetros de calidad establecidos con la cantidad total de bienes o servicios producidos en la realidad. Es el factor que está más cerca de influir en el manteamiento, ya que las pérdidas de calidad suelen tener un resultado económico negativo por la pérdida de materiales y horas de producción. Es en este punto donde los métodos de investigación de causas de los problemas son más necesario y requieren un alto nivel de conocimiento y objetividad técnica (Belohlavek, 2006).

José Agustín (2009), menciona que la calidad disminuye a medida que se pierde velocidad. El tiempo empleado para fabricar defectuosos deberá ser estimado y sumado al tiempo de paradas, Downtime, ya que durante ese tiempo no se han fabricado productos conformes.

Por tanto, la pérdida de calidad implica dos tipos de pérdidas:

- Pérdidas de calidad, igual al número de unidades no fabricadas.
- Pérdidas de tiempo productivo igual al tiempo empleado en fabricar las unidades defectuosas.

$$CALIDAD = \frac{\textit{Produccion de Calidad Producida}}{\textit{Produccion Total}}$$

Ecuación 3.5 Cálculo de Calidad
(Fuente: Belohlavek, 2006)

José Agustín (2009), dice que el OEE como INDICADOR: se mide de la siguiente forma:

$$OEE = \frac{\text{Volumen de Produccion Real}}{\text{Volumen de Produccion Potencial Maxima}}$$

Ecuación. 3.6 Calculo de la Efectividad Global del Equipo
(Fuente: F. Flore, 2004)

Volumen Real de Producción: es la cantidad actual producida en un periodo de tiempo específico.

Volumen de Producción Potencial Máxima: es el nivel de producción teórica considerando que los activos de la planta manufacturera están trabajando en las siguientes condiciones:

- Trabajando las 24 horas de todos los días del año (100% DEL Tiempo)
 - Trabajando el 100% del Tiempo con el Máximo Flujo de Producción
- Trabajando el 100% del Tiempo sin generar Desperdicio.

3.4.9 SMED

Maldonado (2011), lo define: como la teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de herramientas/utillaje en menos de 10 minutos.

Udaondo (1991), dice que el concepto de SMED es un sistema que permite minimizar drásticamente el tiempo de preparación de máquinas y de cambio de útiles de trabajo.

Galgano (2003), lo menciona como el sistema desarrollado por Toyota, con la colaboración de Shigeo Shingo, para reducir drásticamente los tiempos de

set-up hasta llevarlo a una duración que pueda ser expresada en minutos, con números de una sola cifra (*single digit minute*)

De la Fuente(2006), menciona las ventajas del sistema SMED:

- Disminución del tamaño del lote, del plazo de fabricación y del nivel de inventario.
- Mayor flexibilidad a la empresa para adaptarse a las fluctuaciones y modificaciones de la demanda.
- Aumento de la tasa de utilización de la maquinaria y de la productividad, al disminuir los tiempos de los cambios.
- Al permitir plazos de fabricación y entrega muy cortos, la empresa puede dejar de fabricar para almacenar y adaptar su fabricación a los pedidos reales de los clientes.
- Al trabajar con lote más pequeños, los problemas de calidad son más rápidamente detectados y afectan a menor número de piezas.

Según palabras del propio Sr. Shingo, con el SMED se trata de diseñar un sistema de producción que inherentemente sea capaz de responder a los cambios,... siendo el método más efectivo para conseguir la producción JIT (Udaondo Durán, 1991).

El objetivo final de la técnica SMED es de permitir al sistema productivo producir sólo lo que realmente solicita el mercado (Galgano 2003).

En la opinión de Ángel Alonso (1998), la metodología puede agruparse en cuatro fases distintas:

1. Análisis y Fragmentación
2. Clasificación de las operaciones
3. Determinación del método de trabajo

4. Implantación y seguimiento

David de la Fuente (2006) distingue las siguientes fases del sistema SMED:

1. Distinguir los conceptos de preparación interna y externa. Existen labores de preparación que deben realizarse cuando la maquina esta parada (preparación interna) y otras que pueden ser realizadas con la maquina en funcionamiento (preparación externa).
2. Separar claramente la preparación interna y externa. Simple, ente separando y organizando las operaciones internas y externas, el tiempo de preparación con maquinas parada puede ser reducido de un 30 a 50 por 100.
3. Convertir la preparación interna en externa. Este tercer aspecto es fundamental para conseguir tiempo de preparación de un solo digito. Para hacer posible esta conversion analizar las labores internas de preparación (comprobando que ninguna de ellas se ha catalogado así por error) e intentar transformarlas en actividades que sea posible realizar con la maquina en marcha.
4. Centrar los esfuerzos en perfeccionar todo los aspectos de la operación de preparación: estandarizando la operación de preparación; utilizando sistemas de fijación de sujeción rápida; adoptando medios de preparación en paralelo (con dos o más operarios a la vez); eliminando ajustes; mecanizando algunos procesos de preparación, sobre todo aquellos que requieren el movimiento de útiles pesados.

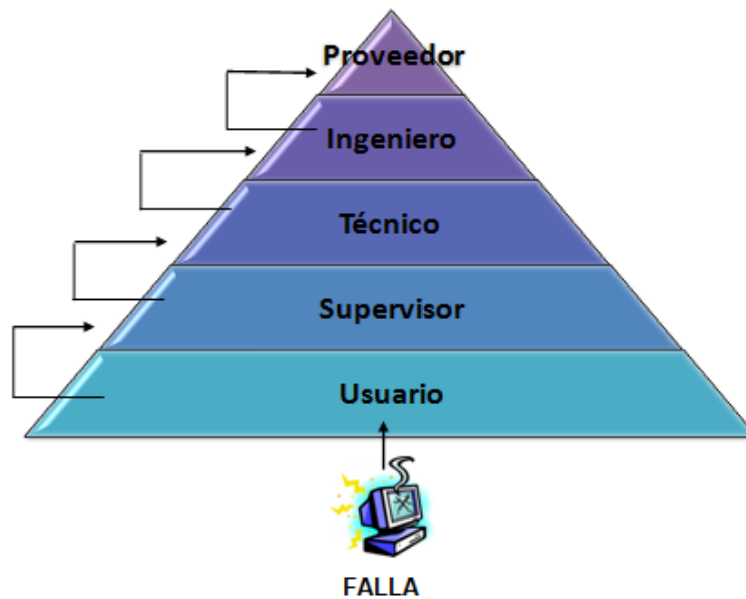
3.4.10 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Rivera (2010), redactan que el termino TPM fue acuñado en 1971 por el Instituto Japonés de Ingenieros de Planta (JIP). Esta institución fue la precursora del Instituto Japonés para el Mantenimiento de Plantas (JIPM, *Japan Institute Plant Maintenanc*), que en la actualidad es una organización aún vigente dedicada a la investigación, consultoría y formación de ingenieros de plantas productivas

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total ProductiveMaintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de “mantenimiento preventivo” creado en las industrias de los estados unidos (Maldonado Villalva, 2011)

Acuña (2003), explica que el mantenimiento productivo total no es una técnica, sino una filosofía mediante la cual se trata de inculcar en todos los trabajadores de una organización que las labores de mantenimiento de productos y maquinas no son exclusivas del personal de mantenimiento o de servicio. La intención del TPM es que labores de mantenimiento menores que no requieren un nivel especial de conocimiento o habilidad pueden ser realizadas por todas las personas (Nakajima, 1989).

Con esto se definen niveles de mantenimiento ejecutado con forma jerárquica de acuerdo con el grado de conocimiento de la persona y el nivel de criticidad y exigencia de la falla. Si el grado de criticidad de la falla es alto o el grado de conocimiento requerido para resolver el problema no permite resolver la falla, se tiene que acudir al siguiente nivel de la pirámide (ver fig. 3.4.10.1).



**fig. 3.4.10.1 Pirámide de solución jerárquica de fallas
(fuente: Jorge Acuña, 2003)**

Cesáreo (1998), dice que en cualquier caso , con el Mantenimiento Productivo Total (MPT) se intenta recoger y aplicar las tendencias mas recientes en cuanto a la planificación participativa integral de todas las tareas del mantenimiento, incluyendo las técnicas utilizadas y su gestión, la administración del mantenimiento, el control de los distintos índices asociados al funcionamiento de los equipos y al conjunto de las instalaciones (fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad), la calidad de la producción y, finalmente, su repercusión en la economía de la empresa.

Cuatrecasas (2010), menciona que el TPM o Mantenimiento Productivo Total supone un nuevo concepto de gestión del mantenimiento, que trata de que éste sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos, todo lo cual, según *Ichizoh Takagi*, miembro del *Japan for Planning Maintenance*, incluyen los siguientes cinco objetivos:

1. Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operadores de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos para alcanzar el objetivo con éxito.
2. Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficiencia en el sistema de producción y gestión de equipos.
Es lo que se da a conocer como objetivos:

EFICIENCIA GLOBAL: Producción + Gestión de equipos

Ecuación 3.6 Cálculo de Objetivo EFICIENCIA GLOBAL
(Fuente: Cuatrecasas Arbos y Torres Martínez, 2010)

3. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos:

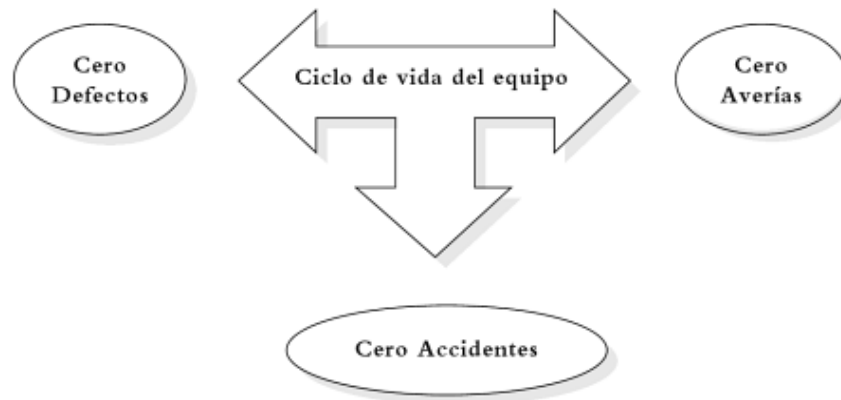


Figura 3.16 Mejoras en el ciclo de vida del equipo
(Fuente: Cuatrecasas Arbos y Torres Martínez, 2010)

4. Implantación del Mantenimiento Preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el Mantenimiento Autónomo.
5. Aplicación de los sistemas de gestión a todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

Por otra parte Maldonado (201), dice que los objetivos que una organización busca al implantar el TPM pueden tener deferentes dimensiones:

Objetivos estratégicos:

El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del “conocimiento” industrial.

Objetivos operativos:

El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

Objetivos organizativos:

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la mora en el trabajador crear un espacio donde cada persona pueda aportar o mejor de si, todo esto, con el Propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

Maldonado (2011), menciona los 7 pilares de TPM:

1) Mejoras enfocadas.

Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e interfuncionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de las 16 pérdidas existentes en las plantas industriales, las cuales son:

1. Pérdida por fallo en equipos.
2. Pérdidas por puesta a punto.
3. Pérdida por problemas en herramientas de corte.
4. Pérdidas por operación.
5. Pequeñas paradas o marcha en vacío.
6. Pérdida de velocidad.
7. Pérdidas por defectos.
8. Pérdidas por programación.
9. Pérdidas por control en proceso.
10. Pérdidas por movimientos.
11. Pérdidas por desorganización de líneas de producción.
12. Pérdidas por deficiencia en logística interna.
13. Pérdidas por mediciones y ajustes.
14. Pérdidas por rendimiento de materiales.
15. Pérdida en el empleo de energía.
16. Pérdidas de herramientas, utillaje y moldes

2) Mantenimiento Autónomo.

Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.

- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares se evite el deterioro del equipo.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.
- Mejora de la moral en el trabajo

3) Mantenimiento planificado o progresivo.

El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción.

El mantenimiento planificado que se practica en numerosas empresas presenta entre otras las siguientes limitaciones:

- No se dispone de información histórica necesaria para establecer el tiempo más adecuado para realizar las acciones de mantenimiento preventivo.
- Los tiempos son establecidos de acuerdo a la experiencia, recomendaciones de fabricante y otros criterios con poco fundamento técnico y sin el apoyo en datos e información histórica sobre el comportamiento pasado.
- Se aplican planes de mantenimiento preventivo a equipos que poseen un alto deterioro acumulado. Este deterioro afecta la dispersión de la distribución (estadística) de fallos, imposibilitando la identificación de un comportamiento regular del fallo y con el que se debería establecer el plan de mantenimiento preventivo.

- A los equipos y sistemas se les da un tratamiento similar desde el punto de vista de la definición de las rutinas de preventivo, sin importar su criticidad, riesgo, efecto en la calidad, grado de dificultad para conseguir el recambio o repuesto, etc.
- Es poco frecuente que los departamentos de mantenimiento cuenten con estándares especializados para la realizar su trabajo técnico. La práctica habitual consiste en imprimir la orden de trabajo con algunas asignaciones que no indican el detalle del tipo de acción a realizar.
- El trabajo de mantenimiento planificado no incluye acciones Kaizen para la mejora de los métodos de trabajo. No se incluyen acciones que permitan mejorar la capacidad técnica y mejora de la fiabilidad del trabajo de mantenimiento, como tampoco es frecuente observar el desarrollo de planes para eliminar la necesidad de acciones de mantenimiento. Esta también debe ser considerada como una actividad de mantenimiento preventivo.

4) Mantenimiento de Calidad.

Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen impacto directo en las características de calidad del producto por medio de:

- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.
- Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos.
- Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anomalía potencial.

- Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos

5) Prevención de mantenimiento.

Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

Este pilar busca mejorar la tecnología de los equipos de producción. Es fundamental para empresas que compiten en sectores de innovación acelerada, o manufactura versátil, ya que en estos sistemas de producción la actualización continua de los equipos, la capacidad de flexibilidad y funcionamiento libre de fallos, son factores extremadamente críticos. Para su desarrollo se emplean métodos de gestión de información sobre el funcionamiento de los equipos actuales, acciones de dirección económica de proyectos, técnicas de ingeniería de calidad y mantenimiento.

Este pilar es desarrollado a través de equipos para proyectos específicos. Participan los departamentos de investigación, desarrollo y diseño, tecnología de procesos, producción, mantenimiento, planificación, gestión de calidad y áreas comerciales.

6) Mantenimiento en áreas administrativas.

Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como

producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad.

Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en el trabajo manual de las oficinas. El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información, etc. Es desarrollado en las áreas administrativas con acciones individuales o en equipo.

7) Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación.

Este pilar considera todas las acciones que se deben realizar para el desarrollo de habilidades para lograr altos niveles de desempeño de las personas en su trabajo. Se puede desarrollar en pasos como todos los pilares TPM y emplea técnicas utilizadas en mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas y herramientas de calidad.

3.4.11 Trabajo Estandarizado

Galgano (2003), explica que trabajar sobre la base de operaciones estandarizadas es el prerrequisito fundamental para poder mejorar continuamente; en efecto el Sistema de Producción de Toyota tiene sus raíces en la estandarización. Sin la estandarización no existiría el Sistema de Producción de Toyota, y obviamente, ningún sistema altamente eficiente como lo es Toyota.

La estandarización es vital para el crecimiento de la empresa. Lo importante es llevarla a cabo de una manera adecuada a las necesidades de las pequeñas empresas (Rodríguez Martínez, 2005).

Maldonado (2011), define el trabajo estandarizado como un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso.

Por otra parte el libro “Las Tres Revoluciones”, nos dice que es un instrumento para mantener la productividad, la calidad y la seguridad a niveles altos. Ello favorece una solida estructura para desarrollar el trabajo en los tiempo previstos y para evidenciar las oportunidades de crear mejoras en los procedimientos (Galgano, 2003).

Rodríguez (2005), menciona que los aspectos claves de los estándares son:

- Representan la forma más fácil, segura y mejor del hacer un trabajo.
- Ofrece la mejor forma de preservar el conocimiento y la experiencia.
- Proveen una forma de medir el desempeño.
- Muestran la relación entre causa y efecto.
- Suministran una base para mantenimiento y mejoramiento.
- Proveen objetivos e indican metas de entrenamiento.
- Proporcionan una base para el diagnostico y auditoria.
- Proveen medios para prevenir la recurrencia de errores y minimizan la variación.

La estandarización consiste en establecer un acuerdo acerca de la forma de hacer algo, de la mejor forma que puedan imaginar quienes están involucrados (Rodríguez Martínez, 2005).

Maldonado (2011), dice que la hoja de trabajo estandarizado ayuda a ilustrar la secuencia de operaciones dentro del proceso, incluyendo el tiempo de ciclo.

Alcance de las Operaciones	Proceso:	Ensamble del Trucky [®]			Fecha de preparación:	20/09/2006
	Compañía:	Tec Motor Company [®]			Fecha de revisión:	
Inspección de calidad	Equipo de Seguridad	Inventario en proceso (WIP)	# de piezas en WIP	Takt Time	Tiempo Operador	Tiempo Máquina
◆	+	△	14	43 seg	30 seg	23 seg

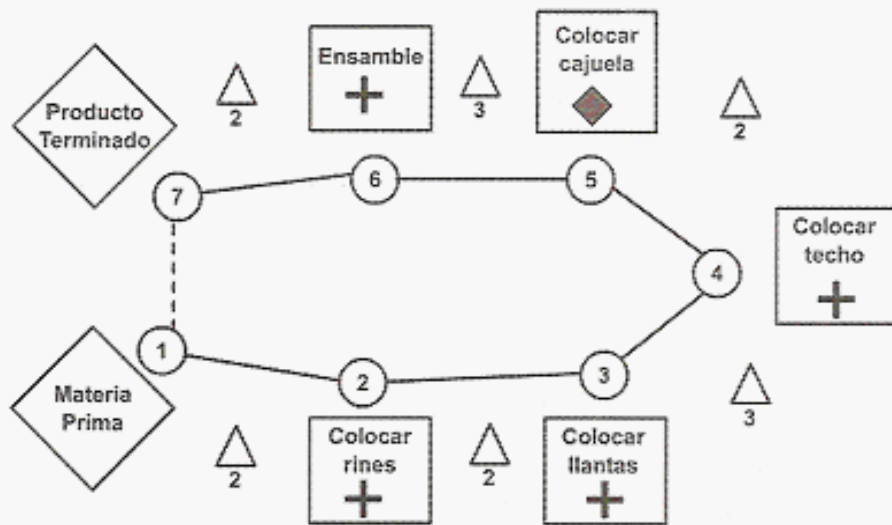


Figura 3.17 Hoja de Trabajo Estandarizado

(Fuente: “Herramientas y Técnicas Lean Manufacturing en Sistemas de Producción y Calidad”; Guillermo Maldonado Villalva; 2011)

Maldonado (2011), especifica los pasos a seguir para llenar esta hoja y son:

1. Dibujar el layout de la célula sobre la hoja e identificar todos los artículos.
2. Asignar la ubicación de los elementos de trabajo por número.
3. Mostrar la trayectoria de los movimientos.
4. Llenar la información requerida dentro de la hoja.
5. Colocar en el área de trabajo.

El tiempo de ciclo es el tiempo que transcurre entre la producción de dos unidades consecutivas en un proceso productivo (Suñe Torrents, Gil Vilda y Arcusa Postils, 2004).

El tiempo de ciclo es un valor que describe el proceso productivo (y también un parámetro de diseño), a diferencia del Tak Time que es un valor obtenido a partir del ritmo de mercado y de tiempo productivo (Suñe Torrents, Gil Vilda y Arcusa Postils, 2004).

Si se quiere producir exactamente al ritmo del mercado (y por tanto sin generar stock de producto acabado) el parámetro de diseño deber ser (Suñe Torrents, Gil Vilda y Arcusa Postils, 2004):

$$\textit{Tiempo de ciclo} = \textit{Tak Time}$$

3.4.11.1 Tak-Time

Rajadell Carreras (2010), dice que el Tak es una palabra de origen alemán que significa ritmo. A partir de los datos sobre los pedidos de los clientes, se determina el Tak Time que se deduce de dicha demanda. El Tak Time, indica el ritmo de la demanda de los clientes. es así que define el Tak Time se define como el tiempo en que una pieza debe ser producida para satisfacer las necesidades del cliente, o en otras palabras, es la frecuencia en la cual un producto terminado sale de la línea de producción.

Galgano (2003), dice que el Tak Time es el parámetro que conecta la producción con el mercado; y lo define como el tiempo en el que se debe obtener una unidad de producto.

El Tak Time se mide en unidades de tiempo, por ejemplo segundos (s), minutos(min) o diezmilésimas de hora(°) (Suñe Torrents, Gil Vilda y Arcusa Postils, 2004).

A continuación se desarrolla un ejemplo para ilustrar el calculo del Tak Time:

Una empresa nos ofrece los siguientes datos para calcular el Tak Time:

- Demanda: 30,000 unidades/mes (considerando un mes de 20 días laborales).
- Trabajan a 1 turno de 8 horas.
- Reserva: 15% de la jornada. No hay descansos adicionales.
- Demanda diaria = (30,000 ud/mes) * (1 mes/20 días) = 1,500 ud/dia.
- Tiempo productivo = (8 hrs./dia) * (3600 s/h) *(1-0.15) = 24, 380 s. productivos/dia.

$$Tak\ Time = \frac{24,480\ s/dia}{1,500\ ud./dia} = 16.32\ s./ud.$$

Otro ejemplo lo cita Galgano (2003):

Ejemplo:

Tak Time igual a 2.3 minutos significa que la línea debe producir una pieza cada 2.3 minutos. De esta manera, la producción diaria (suponiendo dos turnos de 460 minutos netos de trabajo) será de 400 piezas.

Si la producción diaria debe pasar a 500 piezas, el Tak Time deberá ser de 1.84 minutos. El tak tima se aplica incluso a las secciones internes de una factoria.

Si existe un componente que entre en el producto acabado en la relación 1 a 1, tender el mismo Tak Time. Si un producto acabado tiene un Tak Time de 2

minutos y para cada producto se requiere cuatro piezas de un componente, el Tak Time de este componente será de 30 segundos.

Este cálculo se efectúa mediante los siguientes pasos:

1. Definir el horizonte temporal para el que se quiere calcular el Tak Time, por ejemplo una semana.
2. Determinar el volumen de ventas previsto en la semana, por ejemplo 230 piezas/día.
3. Determinar el tiempo laborable con el que se cuenta, por ejemplo 460 minutos/día.
4. Calcular cada cuánto tiempo se debe producir una pieza:
$$\text{TAK TIME} = 460 \text{ minutos} / 230 \text{ piezas} = 2 \text{ minutos/piezas.}$$

En este ejemplo, para toda la semana, la línea deberá producir 1 pieza cada 2 minutos.

3.4.12 Value Stream Mapping

Fernández (2007), el value stream mapping o análisis del mapa de procesos es, como su nombre indica, un mapa donde se muestran todas las acciones (con y sin valor añadido) necesarias, en términos de flujo del material físico y de información, para entregar un producto al cliente que cumplan con sus exigencias. Este mapa nos permite ver las ineficiencias y nos permiten planificar un mapa futuro más simple, más reducido y, por tanto, con un coste más reducido.

El value stream mapping (VSM) es una metodología altamente estructurada de elaboración de diagramas de flujo que recogen los tiempos de ciclo y los tiempos de espera. Como es de suponer, no existe una manera “única” de realizar el VSM. Asimismo, tampoco se desarrolla en un tipo específico de organización o nivel de proceso. El VSM se ha duplicado en todos los ámbitos de la empresa,

desde centros de atención de llamadas procesos de pedidos (Laureau, Kaufman y Roger, 2003)

Maldonado (2011) menciona los beneficios del VSM:

- Un mayor entendimiento del costo del producto.
- Un panorama claro del proceso de manufacturación.
- Una reducción del trabajo en proceso (WIP).
- Reducción en el tiempo de ciclo de producción.
- Una respuesta mas rápida a los cambios de demanda
- Respuesta mas rápida a los asuntos sobre calidad
- Un énfasis en “pull/jalar” desde el cliente
- Un incremento en la contribución de valor agregado
- Estandarización de los procesos de producción.

Lareau (2003), dice que la ventaja, si se emplea adecuadamente, el VSM descubre y crea consenso sobre la estructura de un proceso (en cualquier ámbito) y de áreas en las que, si se dirigen correctamente, se aumentarán los beneficios a través de la aceleración de los procesos y de la eliminación del trabajo que no aporta valor añadido. Es una excelente herramienta de análisis.

Ruiz (2007), dice que los pasos que debe seguir una organización para llevar a cabo la implementación del VSM son los siguientes:

1. Seleccionar una familia de productos. Familia de productos es un conjunto de variantes de productos que se someten a un proceso de fabricación similar utilizando medios de producción comunes.
2. Formar el equipo de personas participante en el análisis.
3. Dibujar los procesos de producción básicos seguidos por el producto, identificando los parámetros clave de cada proceso.

4. Trazar el mapa de flujo de material, es decir, como se mueve el material de proceso en proceso, que inventarios existen y de que magnitud, así como el análisis del flujo de los materias primas de los proveedores a la empresa y del producto terminado a los clientes.
5. Dibuja el mapa de flujo de información entre el cliente y la empresa, entre la empresa y proveedores y entre el departamento de planificación y los procesos de producción.
6. Calcular el Lead Time total del producto y el Lead Time de proceso.

Galgano (2003), explica la metodología y herramientas para el Value Stream Map del estado actual y se traza:

- Permaneciendo físicamente en la sección;
- Recorriendo personalmente el Flujo del Valor;
- Basándose mas en lo que se ve, que no en la informaciones que se dan.

Los datos útiles que se deben recoger dependen del tipo de proceso que esté estudiando y de qué estado futuro se prevea.

Después de haber realizado el grafico de algunos estados actuales y futuros, se habrá obtenido una experiencia que hará inmediata la individualización de los datos para cada caso.

En la figura siguiente se muestran los iconos más usados para representar el Value Stream Map.

	Operario		Almacén
	Kanban de transporte		Supermercado
	Kanban de producción		Información manual
	Push		Información electrónica
	Mejora necesaria		Flujo Kanban

Fig. 3.18 Plantilla de Iconos mas usados para trazar una Value Stream Map.
(Fuente: Alberto Galgano, 2003)

Las fases previstas para la realización del mapa son cinco.

a) Los clientes y sus peticiones

Definir cuál es el volumen medio de ventas, anotar esta información, representar gráficamente a los clientes (ver fig. 3.19)

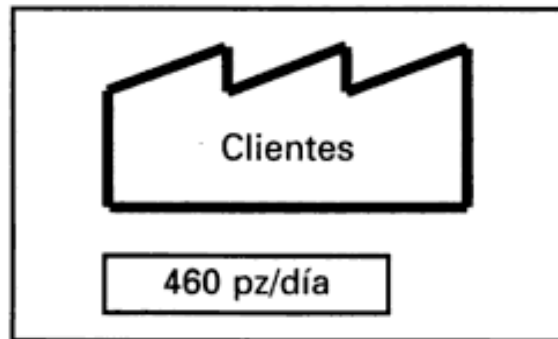


Fig. 3.19 Ej. De grafica de cliente
(Fuente: Alberto Galgano, 2003)

b) Los procesos, los datos y los almacenes

Diseñar un bloque (icono) por fase y unirle un cuadro de datos fundamentales. En el ejemplo de la figura que sigue se han registrado el ciclo temporal, el tiempo de set-up y el uptime (funcionamiento sin averías).

Conocer a los trabajadores implicados; contar las piezas paradas (aguas arribas) y (aguas abajado) de la fase, anotarlas y representarlas con un triangulo (ver fig. 3.20).

Repetir estos pasos para todo el Value Stream de la Fabrica.

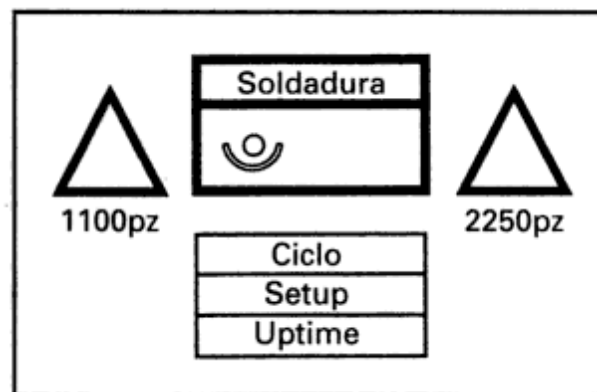


Fig. 3.20 Ejemplo
(Fuente: Alberto Galgano, 2003)

El flujo de los materiales

Una vez representado todos lo procesos, dibujar un plano y reflejar los flujos de los materiales externos a la fabrica y la frecuencia de sus entregas.

- c) El flujo de la información y el push de los semielaborados.

Informe sobre como se planifica cada fase y caul es el sistema de previsión de los consumos y de gestión de los pedidos.

Dibujar un esquema del movimiento de los materiales que se –empujan– (push) desde el sistema de planificación hacia los procesos –aguas abajo--.

d) El time line (plazo de realización)

Diseñar un time line en la base del mapa. Convertir los stocks en tiempo de cobertura (que provoque la prolongación del lead time).

Distinguir sobre el time line el tiempo de proceso (tiempo de autentico proceso) del plazo de entrega debido a los stocks. Calcular los tiempos de proceso y plazos de entrega totales.

3.4.13 Dispositivos Poka Yoke

Escalante (2006), de acuerdo con Shingo (1986), los defectos son el resultado de errores (de inadvertencia principalmente). El ser humano es propenso a cometer errores sin importar la concentración en su trabajo o cuán firmemente se propongo a no cometerlos. Es prácticamente imposible no cometer errores.

Render (2004), habla de un tema de importancia, para aquellas empresas del giro de producción, que la Inspección de la Fuente, la idea es que cada proveedor, proceso y empleado trate el siguiente paso en el proceso como si fuera el cliente, para asegurar un producto perfecto al siguiente “cliente”, y esta inspección es apoyada con listas de revisión y controles tales como el mecanismo libre de fallas denominado Poka Yoke, termino tomado del japonés.

Vargas y Aldana (2007), dicen que el sistema Poka Yoke consiste en la creación de elementos que detecten los defectos de la producción.

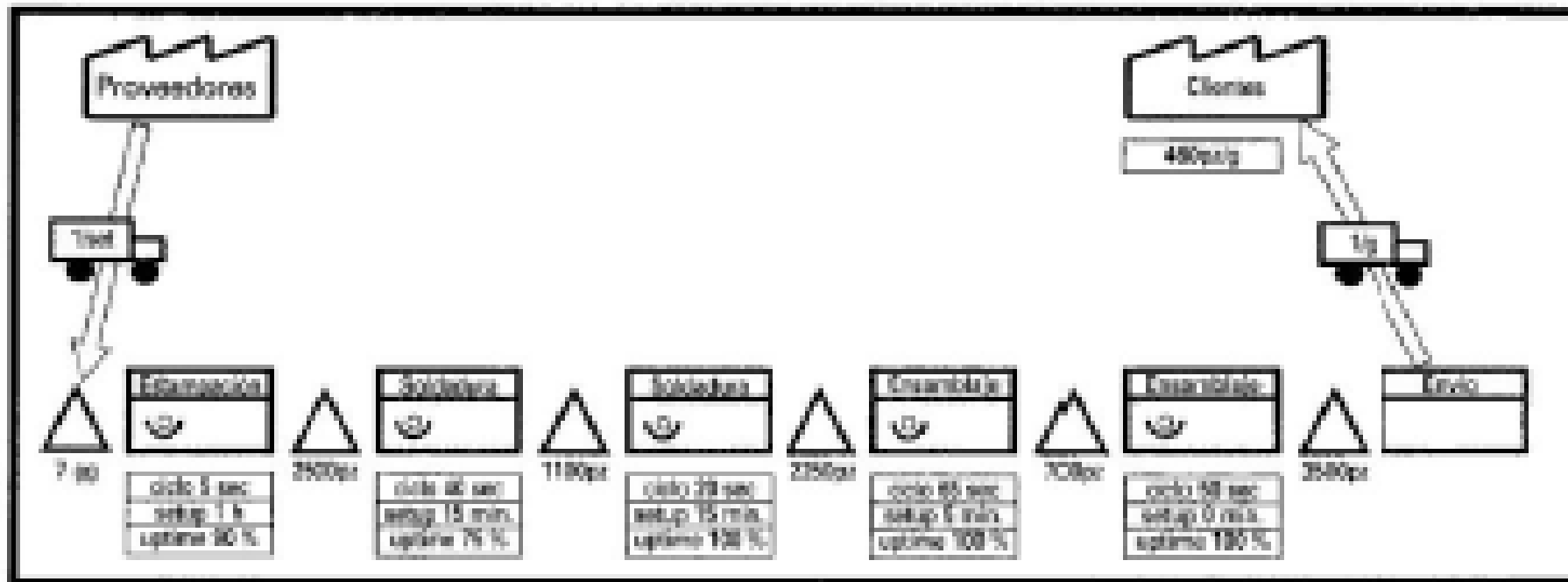


Fig. 3.21 Ejemplo de un Value Stream Map
(Fuente: Alberto Galgano, 2003)

Shingo propone el concepto de inspección en la fuente y de esta forma se detectan a tiempo los errores.

Escalante (2006), explica que Poka Yoke son dos términos en japonés cuyo significado es Poka: errores inadvertidos, y Yoke : a prueba de. Es decir, el significado del término Japonés Poka Yoke es: a prueba de errores (inadvertidos) o mistake proofing en inglés.

Miranda (2006), dice que es una técnica de calidad que significa “a prueba de errores”; su finalidad es eliminar cualquier mecanismo que ayude a prevenir los errores antes de que estos se presenten en la producción, o los hace que sean muy obvios (notorios o simple vista) para que el trabajador se dé cuenta y los corrija a tiempo.

Estos son dispositivos a prueba de tontos o tecinas que asegura la producción de unidades buenas todo el tiempo. Estos dispositivos especiales evitan errores y proporcionan retroalimentación sobre los problemas (Render, 2004).

Render (2004), menciona algunos ejemplos:

- La pistola de la bomba de gasolina con plomo que no entran en la boca del tanque de gasolina “sin plomo” de su coche.
- En McDonald’s el cucharón de las papas fritas y la bolsa de tamaño estándar usados para medir la cantidad exacta.
- En un hospital, el pre empacado de material quirúrgico que contiene exactamente los artículos necesarios para un operación.
- La lista de verificación.

Maldonado (2011), dice que un sistema Poka Yoke posee dos funciones:

- 1) Hacer la inspección del 100% de las partes producidas.

- 2) Si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva.

Tipos de inspección

Maldonado (2011), menciona que existen tres tipos de inspección:

- a. Inspección de Criterio. Es usada para descubrir defectos.
- b. Inspección Informativa. Existen tres usadas típicamente como:
 1. Auto inspección: la persona que realiza el trabajo verifica la salida y toma una acción correctiva inmediata.
 2. Inspección sucesiva: provee más objetividad y retroalimentación inmediata. En esta los trabajadores inspeccionan los productos que pasan por ellos a lo largo de la cadena de producción, desde la operación previa (trabajo que realiza el trabajador anterior a él) antes de realizar la operación que le corresponde en el procesamiento de los productos.
 3. Auto inspección Resaltada/Reforzada: la auto inspección puede ser reforzada con el uso de dispositivos que automáticamente detecten defectos o errores inadvertidos por el trabajador. Dispositivos que pueden detener la máquina o línea cuando ocurren defectos.
- c. Inspección en la fuente. Previene los defectos por medio de controlar las condiciones que influyen la calidad en su fuente.

Este tipo de inspección está basada en el descubrimiento de errores y condiciones que aumentan los defectos.

Escalante (2006) de acuerdo con Shingo (1986) también existen 3 tipos de inspección:

1. De juicio. Descubren defectos, como el caso de un inspector que descubre defectos al final de la línea de producción.
2. Informativa. Reducen defectos, y se distinguen tres tipos:
 - Sistemas estadísticos, como el control estadístico y el muestreo de aceptación.
 - Sistema de verificación sucesiva (el producto es examinado en la siguiente estación).
 - Sistema de auto-verificación (usando poka-yoke el operador se auto verifica).
3. En la fuente. Eliminan defectos al evitar que un error se transforme en un defecto.

El primer paso para lograr cero defectos es distinguir entre errores y defectos. "DEFECTOS Y ERRORES NO SON LA MISMA COSA"

Error: Acto mediante el cual, debido a la falta de conocimiento, deficiencia o accidente, nos desviamos o fracasamos en alcanzar lo que se debería se hacer.

Un enfoque para atacar problemas de producción es analizar los defectos, primero identificándolos y clasificándolos en categorías, del más al menos importante.

Lo siguiente sería intentar determinar las causas de los errores que producen los defectos. Para esto se puede utilizar el diagrama CEDAC, el cual puede también obtener la causa raíz.

El paso final es diseñar e implementar un dispositivo a prueba de errores o de detección de errores

Condición propensa al error

Una condición propensa al error es aquella condición en el producto o proceso que contribuye a, o permite la ocurrencia de errores. Ejemplos típicos de condiciones propensas al error son:

- Ajustes
- Carencia de Especificaciones adecuadas
- Complejidad
- Programación esporádica
- Procedimientos estándar de operación inadecuados
- Simetría/Asimetría
- Muy rápido/Muy lento
- Medio ambiente

Tipos de errores causados por el factor humano en las operaciones

- 1 Olvidar. El olvido del individuo.
- 2 Mal entendimiento. Un entendimiento incorrecto/inadecuado.
- 3 Identificación. Falta identificación o es inadecuada la que existe.
- 4 Principiante/Novatez. Por falta de experiencia del individuo.
- 5 Errores a propósito por ignorar reglas ó políticas. A propósito por ignorancia de reglas o políticas.
- 6 Desapercibido. Por descuido pasa por desapercibida alguna situación

- 7 Lentitud. Por lentitud del individuo o algo relacionado con la operación o sistema.
- 8 Falta de estándares. Falta de documentación en procedimientos o estándares de operación(es) o sistema.
- 9 Sorpresas. Por falta de análisis de todas las posibles situaciones que pueden suceder y se de la sorpresa.
- 10 Intencionales. Por falta de conocimiento, capacitación y/o integración del individuo con la operación o sistema se dan causas intencionales.

Miranda (2006), explica que para lograr un sistema Poka Yoke se deberá:

- Estandarizar procesos
- Automatizar procesos
- Documentar, crear procedimientos en el proceso, pero sobretodo cumplirlos.
- Romper con el esquema tradicional de funciones.
- Apoyar en la tecnología de información.
- Integrar las lecciones aprendida durante el proyecto.

Escalante (2006), distingue dos situaciones (modos) relacionados con los defectos:

1. Predicción (Un defecto va a ocurrir); el dispositivo detiene la operación, evita los errores (aun los intencionales) y avisa que un defecto va a ocurrir
2. Detección. (Un defecto ya ocurrió); el dispositivo detiene la operación, evita el paso de unidades defectuosas y avisa que hay unidades defectuosas.

En ambos casos, las funciones de los dispositivos Poka Yoke son:

1. Detener

2. Controlar
3. Advertir

Escalante (2006), explica que, existen 3 sugerencias para el uso de dispositivos Poka Yoke:

1. Identificar estándares y detectar unidades defectuosas usando basculas (partes faltantes tornillos, etcétera).
 - a) Peso. Definir estándares y detectar unidades defectuosas usando básculas (partes faltantes, tornillos, etcétera)
 - b) Dimensión. Establecer estándares para longitud, ancho, etc. Detectar desviaciones por medio de topes en plantillas, interruptores de límite, etc. (posicionamiento).
 - c) Forma. Establecer estándares para ángulos, curvaturas, etc. (patrones).
2. Detectar desviaciones en procedimientos.
 - a) Secuencia. El siguiente proceso no puede realizarse si no se sigue los estándares.
 - b) Operaciones. Las operaciones no pueden realizarse si se omitió algún paso.
3. Detectar desviaciones de valores fijos.
 - a) Contadores. Usar contadores para detectar operaciones o partes faltante.
 - b) Método de piezas sobrantes. Preparar el número exacto de piezas por ensamblar. Al final, ver si no hubo sobrantes.

- c) Detección de condición crítica. Monitorear, por ejemplo presiones, temperaturas, etc., y para si no tienen un valor adecuado.

Medidores de poka yoke

Escalante (2006), dice en que existen dos tipos de dispositivos que se usan con Poka Yoke:

1. De contacto. Para detectar la precisión de piezas, dados, etc. Lo mas usado son:
 - a) Micro interruptores.
 - b) Interruptores de límite (para que el proceso no arranque si una pieza no está bien posicionada).
2. Sin contacto. Interruptores fotoeléctricos tipo a) de transmisión y de reflejo.

De acuerdo con Escalante (2006) y con Shimbun (1988), los cinco mejores Poka Yoke son:

- 1) Los pasadores de guía o dispositivos para alinear dos partes o moldes de forma simétrica.
- 2) Detectores de errores y alarmas (visuales y auditivas).
- 3) Interruptores de límite o dispositivos que no permiten que la operación se realice hasta que la pieza colocada en posición correcta.
- 4) Contadores de piezas para q no existan faltantes o sobrantes.
- 5) Listas de verificación para no omitir operaciones.

Maldonado (2011), menciona un tercer tipo de medidor POKA YOKE:

3. Medidores de presión, temperatura, corriente eléctrica, vibración, número de ciclos, conteo, y transmisión de información.

Detector de cambios de presión.

El uso de calibradores de presión o interruptores sensitivos de presión, permite detectar la fuga de aceite, agua o aire de alguna manguera.

Detector de cambios de temperatura.

Los cambios de temperatura pueden ser detectados por medio de termómetros, termostatos, coplas térmicas, etc. Estos sistemas pueden ser utilizados para detectar la temperatura de una superficie, artes electrofónicas y motores, para lograr un mantenimiento adecuado de la maquinaria.

Detectores de fluctuaciones en la corriente eléctrica.

Relevadores métricos son muy convenientes por ser capaces de controlar las causas de los defectos por medio de la detección de corrientes eléctricas.

Medidores de anomalías en la transmisión de información.

Puede usarse luz o sonido, en algunas áreas es mejor un sonido ya que captan más rápidamente la atención del trabajador ya que si este no ve la luz de advertencia, los errores van a seguir ocurriendo.

Los sistemas Poka – Yoke, también se pueden aplicar a los servicios. Acciones del el sistema, el servidor y el cliente pueden estar libres de errores.

De acuerdo a la teoría del control total de calidad, que se practica en la manufactura, los dispositivos a prueba de errores se localizan en el transcurso de las diferentes actividades. Pero en los servicio, los dispositivos a prueba de errores son una decisión sobre el diseño del producto. Esto es que deben de ser incluidos al frente, al principio de cualquier actividad de calidad.

Los administradores necesitan pensar en acciones específicas para llevar a cabo el primer principio de calidad: hacerlo bien a la primera vez.

Diseñar Poaka – Yokes es parte de arte y parte ciencia.

Juran y Gryna dicen que, un sistema de detección se usa cuando un error fue cometido para que el usuario pueda corregirlo inmediatamente, característica de un buen sistema Poka – Yoke:

- Son simples y baratos.
- Son parte del procesos.
- Son puestos cerca o en el lugar donde ocurre el error.

3.4.14 AMEF

Corresponde al acrónimo anglosajón del *Failure Mode and Effects Analysis*. Una descripción de una aplicación completa del método se incluye en el artículo de King y Rudd publicado en el AIChE J. (*American Institute of Chemical Engineers Journal*) en 1971.

Miranda (2006) y Edgardo Escalante (2008), dicen que el Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF/FMEA) es un grupo sistemático de actividades con el propósito de:

1. Reconocer y evaluar las fallas potenciales de un producto o proceso, y los efectos de dichas fallas.
2. Identificar acciones que podrían eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran fallas potenciales.
3. Documentar todo el proceso.

El análisis de modo de fallo y efecto (AMEF) es una de las técnicas utilizadas para enumerar formas o modos potenciales por medio de los cuales pueden fallar los componentes de un sistema y así dar seguimiento para conocer las características y efectos de cada falla en el sistema como un todo (Acuña 2003).

Las características del AMEF son: minimizar la probabilidad de una falla o minimizar el efecto de la falla. Se efectúa previamente a la finalización del concepto (diseño) o al inicio de la producción (proceso); es un proceso iterativo sin fin; y es una manera de documentar el diseño y el proceso.

Edgardo Escalante identifica dos tipos de AMEF:

1. De diseño: evalúa lo que podría resultar mal con el producto durante su uso y durante su manufactura como consecuencia de debilidades del diseño (Aldridge y Taylor 1991).
2. De proceso: se enfoca en las razones de fallas potenciales durante manufactura, como resultado del incumplimiento con el diseño original, o el incumplimiento de especificaciones del diseño (Aldridge y Taylor 1991).

Por otra parte el AMEF de diseño se debe llevar a cabo antes que la liberación de los dibujos de producción. Incluyen la fase de desarrollo del producto.

No se basa en los controles del proceso para corregir las deficiencias en el diseño, pero si toma en cuenta las limitaciones técnicas y físicas de manufactura y ensamble (D, F, GM, FMEA, 2011).

El AMEF de proceso se debe llevar a cabo antes que el herramental de producción, y debe tomar en cuenta todas las operaciones de manufactura. Desde componentes individuales hasta ensambles.

No se basa en cambios en el diseño para corregir las deficiencias en el proceso, pero si lo considera para la planeación del proceso de manufactura para cumplir con las expectativas del cliente (D, F, GM, FMEA, 2011).

Escalante (2006), menciona que los beneficios del AMEF son (Aldridge y Taylor, 1991):

1. Reducción de costos internos debido a retrabajos por no hacerlo la primera vez
2. Reducción del número de equipos y costos por garantías.
3. Aumento de la satisfacción del cliente.
4. Confianza en que los productos de la compañía son producidos con beses e métodos de producción robustos y confiables.

Acuña (2003) divide el AMEF en cuatro etapas para su aplicación:

1ª. Etapa: se definen los alcances del sistema y, de acuerdo con sus características se selecciona el equipo de trabajo. Se debe tener claro hasta donde se realizara el estudio y cuales productos y procesos se incorporarán. El equipo de trabajo debe tener gran conocimiento técnico de los productos y procesos a analizar. Se determina, además, si el análisis es por AMEF de producto o proceso.

2ª. Etapa: se diseña una hoja o plantilla que sirve como guía para el proceso de recolección y análisis de información (fig. 3.4.14.1) donde se muestran las columnas básicas de información relevante.

3ª. Etapa: se pueden utilizar diagramas de afinidad o diagrama de causa-efecto, así como diagramas de modo de fallas, para esquematizar todos los modos de falla, sus causas y sus efectos. Esto requiere un gran trabajo en equipo donde se intervengan las personas que tienen un amplio conocimiento técnico del producto y del proceso.

4ª. Etapa: se hace una evaluación cuantitativa de la severidad, la frecuencia y la detección, utilizando alguna de estas dos formas: **el número de criticidad de modo de fallo (Cm) o el número de prioridad de riesgo (NPR).**

$$Cm = \beta * \alpha * \gamma p * t$$

Donde:

β : Probabilidad condicional de la misión.

α : Razon de mod – fallo.

γp : Razon de fallo de la parte.

t: tiempo de operación del componente.

Se debe un valor de CM tendiendo a cero a fin de contar con baja incidencia de falla en el comportamiento del producto o del proceso.

El número de prioridad de riesgo es un valor que considera tres aspectos: severidad, frecuencia y detección de la falla. Se denota como:

$$NRP = S * F * D$$

Donde:

S: valor de severidad asignado al fallo.

F: frecuencia de ocurrencia del fallo.

D: valor de detección del fallo asociado su probabilidad de ocurrencia.

Los valores de S, F y D se extraen de los cuadros 3.4.14.2; 3.4.14.3 y 3.4.14.4:

Tabla 3.1 Valor de Severidad según el analista
(Fuente: Elaboración propia, 2012)

Valor	Severidad	Percepción
1	Incidental	Sin consecuencias
2 a 3	Menor	Ligera molestia con pequeño deterioro
4 a 6	Moderada	Cierta insatisfacción
7 a 8	Mayor	Alto nivel de insatisfacción
9 a 10	Critica	Problema de seguridad humana o técnica

Tabla 3.2 Valor de Frecuencia según el analista
(Fuente: Elaboración propia, 2012)

Valor	Frecuencia	Probabilidad de fallo
1	< a 1 en 1000000	Incidental es improbable
2	1 en 200000	Menor son muy pocos los fallos
3	1 en 4000	
4	1 en 1000	Moderado con fallos ocasionales
5	1 en 400	
6	1 en 80	
7	1 en 40	Mayor con fallos repetidos
8	1 en 20	
9	1 en 8	
10	1 en 2	Critica con fallos inevitables.

Tabla 3.4 Valor de Detección según el analista:
(Fuente: Elaboración propia, 2012)

Valor	Detección	Percepción
1	Casi seguro	Controles actuales detectan el modo o causa de fallo
2 a 3	Alto	Los controles actuales tienen una alta probabilidad muy baja de detectar modo o causa de fallo
4 a 6	Moderado	Los controles actuales tienen una probabilidad moderada de detectar modo o causa de fallo
7 a 8	Muy bajo	Los controles actuales tienen una baja probabilidad de detectar modo o causa de fallo
9 a 10	Casi imposible	Ninguno de los controles disponibles puede detectar el incidente, modo o causa

Por otra parte, Néstor (2003), integra en la misma plantilla de AMEF la tabla de criterios de evaluación para cada una de las variables de Severidad, Ocurrencia y Detección, como lo muestra en la siguiente forma casi estándar de un AMEF (Fig. 3.19).

Análisis del Modo y Efecto de la Falla															
A.M.E.F. de: Proceso () Diseño ()		A.M.E.F. No.:		Fecha de revisión:		Responsable:		Gerencia:		Depto:		Áreas involucradas:			
Proveedor (es) afectado(s):		Nombre de la pieza o proceso de fabricación:				No.:		NPR		Acciones Recomendadas		Acciones Adoptadas		NPR	
						Modelo:								C	S
Descripción de la parte o proceso	Función de la parte o proceso	Modo de la falla	Efecto de la falla	Causa de la falla	Acciones actuales	C	S	C	NPR	Acciones Recomendadas	Acciones Adoptadas	C	S	C	NPR
Probabilidad de ocurrencia de la falla:		Rangos de severidad de la falla:				Probabilidad de detección de la falla:				Número de prioridad de riesgo					
Altamente improbable = 1		Muy baja = 1				Alta = 1				Alto riesgo de falla = 100 - 1000					
Muy baja = 2 - 3		Baja = 2 - 3				Medianamente alta = 2 - 5				Riesgo medio = 125 - 499					
Media = 4 - 6		Media = 4 - 6				Media = 6 - 8				Bajo riesgo = 1 - 124					
Alta = 7 - 8		Alta = 7 - 8				Muy baja = 9				No existe riesgo = 0					
Muy alta = 9 - 10		Muy alta = 9 - 10				Improbable = 10									

Figura 3.19 Forma casi estándar de un AMEF
(Fuente: Miranda Rivera 2003)

Los pasos para realizar un AMEF son 7 (Escalante, 2006):

1. Seleccionar el equipo y realizar lluvia de ideas (equipo formado por personal de diferente áreas)
2. Elaborar diagrama de bloques (diseño) o diagrama de flujo (proceso)
3. Obtener datos de fallos y llenado de la forma (modos de fallo)
4. Analizar la información. Se pueden hacer análisis cuantitativos o cualitativos. Se puede usar lluvia de ideas, Ishikawa y estimar la severidad, ocurrencia y detección.
5. Recomendar acciones de mejoramiento.
6. Evaluar acciones (confirmar efectividad de las acciones y recomendar mejoras, llenar las columnas apropiadas: recalcular RPN).
7. Continuar con las mejoras (documento dinámico)

Basándonos en los apuntes del Dr. Sabino Trujillo nos desglosa la implementación de AEMF en 23 actividades especificando cada una de ellas y marcando cada uno de los pasos en la plantilla de AMEF, ver **Figura 3.20**:

1. Pagina/De: anotar el número consecutivo correspondiente a la página en la que se trabaja y en De: escribir el número total de hojas que completan el AMEF.
2. Número de proyecto: anotar el número de proyecto al que corresponde este análisis, de acuerdo a los criterios que se utilizan en la empresa.
3. Proceso: registrar el nombre del proceso u operación sobre el cual se está haciendo el análisis.
4. Producto afectado: registre el nombre y/o modelos del(os) producto(s) que se producen en este proceso.

5. Responsabilidad: escribir el nombre de la persona que tiene la responsabilidad primaria del proceso! es decir, la gerencia que tiene la responsabilidad principal de la máquina, equipo o proceso.
6. Líder del proyecto: anotar el nombre del responsable técnico del proyecto.
7. Preparado por: anotar el nombre de las personas que realizan este AMEF.
8. Fecha clave: escribir la fecha obligatoria en que se debe terminar este AMEF, ya sea por alguna razón especial como compromisos de liberación de producción o por meta en tiempo que el equipo decida imponerse.
9. Fecha AMEF original y Última revisión: si ya se ha hecho antes un AMEF sobre este proceso, anotar la fecha del primer AMEF y la fecha de la última revisión formal.
10. Función del proceso: Enunciar una descripción breve de la función del proceso analizado, anotando las principales etapas del proceso y su función correspondiente.
11. Modo potencial de falla: es la manera en la que el proceso (sistema, componente) podría potencialmente fallar en el cumplimiento de requerimientos. En esta etapa se deben anotar todos los modos potenciales de falla, sin tomar en cuenta la probabilidad de su ocurrencia. El analista debe ser capaz de contestar las siguientes preguntas:
 - ¿Cómo el proceso o parte puede fallar en el cumplimiento de especificaciones?
 - Independientemente de las especificaciones de ingeniería; ¿qué consideraría un cliente como objetable?

Una revisión de procesos similares, reportes de problemas de calidad y de quejas de clientes, así como AMEF'S previos sobre componentes similares es buen punto de partida. Los modos o formas de falla típicos son:

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| ✓ Abertura inadecuada | ✓ Contracción por tratamiento térmico |
| ✓ Corto circuito | ✓ Daño por manejo |
| ✓ Falla del material | ✓ Herramental incorrecto |
| ✓ Herramienta desgastada | ✓ Lubricación inadecuada |
| ✓ Operación faltante | ✓ Medición inadecuada |
| ✓ Parte dañada | ✓ Falta de lubricación |
| ✓ Sistema de control inadecuado | ✓ Sobre calentamiento |
| ✓ Velocidad incorrecta | ✓ Fuera de tolerancia |

12. Efecto(s) de la falla potencial: se definen como los efectos del modo de falla, este efecto negativo puede darse en el proceso mismo, sobre una operación posterior sobre el cliente final. De esta forma, suponiendo que la falla ha ocurrido, en esta etapa se deben describir todos los efectos potenciales de los modos de falla señalados en el paso previo. Una pregunta clave para esta actividad es ¿qué ocasionara el modo de falla identificado? La descripción debe ser tan específica como sea posible. Las descripciones típicas de los efectos potenciales de falla, desde la óptica del consumidor final del producto, son:

- El producto no funciona
- Eficiencia final reducida
- Áspero
- Calentamiento excesivo
- Ruido
- Olor desagradable
- Inestabilidad
- Mala apariencia

Mientras que desde la óptica de una operación posterior, algunos efectos potenciales típicos son:

- No abrocha
- No se puede taladrar
- No se puede montar
- Pone en peligro a operadores
- No ensambla
- No se puede conectar

13. Severidad (S): estimar la severidad de los efectos listados en la columna previa.

La severidad de los efectos potenciales de falla se evalúa en una escala del 1 al 10 y representa la gravedad de la falla para el cliente o para una operación posterior" una vez que este fallo ha ocurrido. La severidad sólo se refiere o se aplica al efecto. Se puede consultar a ingeniería del producto para grados de severidad recomen-, dados o estimar el grado de severidad aplicando los criterios de la **tabla 3.5** (Plexos, 2001). Los efectos pueden manifestarse en el cliente final o en el proceso de manufactura. Siempre se debe considerar primero al cliente final. Si el efecto ocurre en; ambos, use la severidad más alta. El equipo de trabajo debe estar de acuerdo: en los criterios de evaluación y en que el sistema de calificación sea consistente.

14. Control o artículos críticos: utilizar esta columna para identificar o clasificar las características críticas del proceso que requieren controles adicionales; por tanto se le debe notificar al responsable del diseño del proceso.

15. Causas / mecanismo de la falla potencial (mecanismo de falla): hacer una lista de todas las posibles causas para cada modo potencial de falla. Entendiendo como causa de falla a la manera como podría ocurrir la falla. Cada causa ocupa

un renglón. Asegurarse de que la lista sea lo más completa posible. Las causas típicas de falla son:

- Abertura inadecuada
- Capacidad excedida
- Operación faltante
- Daño por manejo
- Sistema de control inadecuado
- Falla de material
- Sobrecalentamiento
- Herramienta desgastada
- Velocidad incorrecta
- Lubricación inadecuada
- Medición inexacta
- Herramienta desgastada
- Falta lubricación
- Parte dañada
- Herramental incorrecto
- Preparación inadecuada

Tabla 3.5 Criterios y puntuaciones para la severidad del efecto de la falla
(Fuente:)

Efecto	Criterio: Severidad del efecto	Ranking
Riesgoso - Sin advertencia	Puede peligrar la máquina o el operador de ensamble. Ranking muy alto cuando un modo de falla potencial afecta la seguridad de la operación del vehículo y / o envuelve incumplimiento a regulaciones gubernamentales. La falla ocurre sin advertencia	10
Riesgoso - Con advertencia	Puede peligrar la máquina o el operador de ensamble. Ranking muy alto cuando un modo de falla potencial afecta la seguridad de la operación del vehículo y / o envuelve incumplimiento a regulaciones gubernamentales. La falla ocurre con advertencia	9
Muy alto	Paro mayor en la línea de producción. El 100% del producto debe ser desechado. El vehículo / parte es inoperable, pérdida de la función primaria. El cliente esta muy insatisfecho	8
Alto	Paro menor en la línea de producción. El producto debe ser seleccionado y una parte (menor al 100%) desechado. El vehículo es operable, pero se reduce el nivel de desempeño. El cliente esta insatisfecho	7
Moderado	Paro menor en la línea de producción. Una parte (menor al 100%) del producto debe ser desechado (sin seleccionar). El vehículo / parte son operables, pero algunas características de confort / equipo son inoperables. El cliente experimenta inconformidad	6
Bajo	Paro menor en la línea de producción. 100% del producto debe ser retrabajado . El vehículo / parte son operables, pero algunas características de confort / equipo son operables a un nivel reducido de desempeño. El cliente experimenta alguna inconformidad	5
Muy bajo	Paro menor en la línea de producción. El producto debe ser seleccionado y una parte (menor al 100%) retrabajado. Las características de forma y acabado / vibración y ruido son no conformes. El defecto es detectado por muchos clientes	4
Menor	Paro menor en la línea de producción. Una parte del producto (menor al 100%) tiene que ser retrabajada en la línea, pero fuera de la estación de trabajo. Las características de forma y acabado / vibración y ruido son no conformes. El defecto es detectado por el promedio de clientes	3
Muy menor	Paro menor en la línea de producción. Una parte del producto (menor al 100%) tiene que ser retrabajada en la línea, pero fuera de la estación de trabajo. Las características de forma y acabado / vibración y ruido son no conformes. El defecto es detectado por algunos clientes	2
Ninguno	Sin efecto	1

16. Ocurrencia (O): estimar la frecuencia con la que se espera ocurra la falla debido a cada una de las causas potenciales listadas antes (¿qué tan frecuentemente se activa tal mecanismo de falla?). La posibilidad de que ocurra cada causa potencial (que se activa el mecanismo de falla), se estima en una escala de 1 a 10. Si hay registros estadísticos adecuados, éstos deben utilizarse para asignar un número a la frecuencia de ocurrencia de la falla. Es importante ser consistente y utilizar los criterios de la **tabla 3.6** Para asignar tal número.

Tabla 3.6 Criterios para la calificación de la probabilidad de ocurrencia de las causas potenciales de falla
(fuente:)

Probabilidad de falla	Rangos de probabilidad de falla	Cpk	Ranking
Muy alta: La falla es inevitable	Igual o mayor a 1 en 2	Menor a 0.33	10
	1 en 3	Igual o mayor a 0.33	9
Alta: Generalmente asociada con procesos similares o procesos anteriores que a menudo fallan	1 en 8	Igual o mayor a 0.51	8
	1 en 20	Igual o mayor a 0.67	7
Moderado: Generalmente asociado con procesos similares o procesos anteriores los cuales experimentan fallas ocasionales, pero no en mayores proporciones	1 en 80	Igual o mayor a 0.83	6
	1 en 400	Igual o mayor a 1.00	5
	1 en 2,000	Igual o mayor a 1.17	4
Bajo: Fallas aisladas asociadas con procesos similares	1 en 15,000	Igual o mayor a 1.33	3
Bajo: Fallas aisladas asociadas con procesos idénticos	1 en 150,000	Igual o mayor a 1.50	2
Remota: Sin fallas asociadas con procesos idénticos	1 en 1,500,000	Igual o mayor a 1.67	1

17. Controles actuales del proceso para detección: hacer una lista de los controles actuales del proceso que están dirigidos a:

- a) Prevenir que ocurra la causa-mecanismo de la falla o controles que reduzcan la tasa de falla.
- b) Detectar la ocurrencia de la causa-mecanismo de la falla, de tal forma que permite generar acciones correctivas.
- c) Detectar la ocurrencia del modo de falla resultante.

Obviamente, los controles del tipo a) son preferibles/ enseguida los del tipo b), y los menos preferidos son controles del tipo c).

18. Detección (D): con una escala del 1 al 10, estimar la probabilidad de que los controles del tipo b) y e), listados antes, detecten la falla (su efecto), una vez que ha ocurrido, antes de que el producto salga hacia procesos posteriores o antes que salga del área de manufactura o ensamble. Se debe suponer que la causa de falla ha sucedido y entonces evaluar la eficacia de los controles actuales para prevenir el embarque del defecto. Es decir, es una estimación de la probabilidad de detectar, suponiendo que ha ocurrido la falla, y no es una estimación sobre la probabilidad de que la falla ocurra. Las verificaciones aisladas hechas por el departamento de calidad son inadecuadas para detectar un defecto y, por tanto, no resultarán en un cambio notable del grado de detección. Sin embargo, el muestreo hecho sobre una base estadística es un control de detección válido. En la tabla 3.7 se muestran los criterios recomendados para estimar la probabilidad de detección.

19. **Número de Prioridad del Riesgo (NPR)**; calcular el NPR para efecto-causas-controles/ que es el resultado de multiplicar la puntuación dada a la severidad (S -13) del efecto de falla, pro la probabilidad de ocurrencia (O-16) para cada causa de falla, y por las posibilidades de que los mecanismos de control detecten (D -

18) cada causa de Fallo. Es decir, para cada efecto se tienen varias causas y para cada causa un grupo de controles.

$$\text{NPR} = (\text{S}) \times (\text{O}) \times (\text{D})$$

El NPR cae en un rango de 1 a 1 000 Y proporciona un indicador relativo de todas las causas de falla. Alas más altos números de NPR se les deberá dar prioridad para acciones correctivas, ya sea para prevenir la causa o por lo menos para emplear mejores controles de detección. Especial atención debe darse cuando se tengan altos NPR (mayores a 80) con severidades altas.

En un contexto de estrategia Seis Sigma, quizá los niveles más altos de NPR se atiendan con un proyecto Seis Sigma.

20. Acciones recomendadas: en esta columna se escribe una breve descripción de las acciones correctivas recomendadas para los NPR más altos. Por ejemplo cuando hay poca comprensión de las causas de la falla, entonces la recomendación podría ser ejecutar un proyecto de mejora basado en los " ocho pasos en la solución de un problema (el ciclo de la calidad)" del capítulo 10 o un proyecto Seis Sigma.

Un AMEF de proceso bien desarrollado y pensado será de un valor limitado si no se contemplan acciones correctivas y efectivas. Es responsabilidad de todas' las áreas afectadas establecer programas de seguimiento efectivo para implantar todas las recomendaciones. Las acciones correctivas que atiendan los NPR más altos son generalmente para el diseño o el proceso. Basadas en el análisis, las acciones pueden ser usadas para lo siguiente:

Tabla 3.7 Criterios para estimar la probabilidad de detección de los modos de falla

(fuente:)

Detección	Criterio: La habilidad de que la existencia de un defecto sea detectadas por los controles del proceso antes de la operación siguiente o subsecuente, o antes de que la parte o componentes salgan a la instalación de manufactura o ensamble	Ranking
Casi Imposible	No se conocen controles disponibles para detectar el modo de falla	10
Muy Remoto	Probabilidad muy remota de que los controles actuales detecten el modo de falla	9
Remoto	Probabilidad remota de que los controles actuales detecten el modo de falla	8
Muy bajo	Muy baja probabilidad de que los controles actuales detecten el modo de falla	7
Bajo	Baja probabilidad de que los controles actuales detecten el modo de falla	6
Moderado	Probabilidad moderada de que los controles actuales detecten el modo de falla	5
Moderadamente Alto	Probabilidad moderadamente alta de que los controles actuales detecten el modo de falla	4
Alto	Probabilidad alta de que los controles actuales detecten el modo de falla	3
Muy Alto	Probabilidad muy alta de que los controles actuales detecten el modo de falla	2
Siempre Detectable	Los controles actuales siempre detectan el modo de falla.	1

- Generar soluciones que eviten, prevengan o por lo menos reduzcan la probabilidad de ocurrencia de la falla, debido a la causa asociada. Estas soluciones deben ser, a nivel de proceso o diseño de producto. Las herramientas que se pueden utilizar para generar una buena solución son: metodología de los ocho pasos, diseño de experimentos, sistemas Poka - Yoke, o cartas (gráficos) de control.
- En algunas ocasiones es posible reducir la severidad del modo de Fallo del producto modificando su diseño.

Para incrementar la probabilidad de detección se requieren revisiones al proceso. Generalmente, un aumento de los controles de detección es costoso e ineficaz para mejorar la calidad. Un incremento en la frecuencia de inspección del departamento de calidad no es una acción correctiva positiva y debe utilizarse sólo como último recurso o medida temporal. En algunos casos puede recomendarse un cambio en el diseño de una parte específica para ayudar a la detección. Pueden implementarse cambios en los sistemas de control actuales para incrementar la probabilidad de detección; sin embargo, debe ponerse énfasis en la prevención de defectos (es decir, reduciendo la ocurrencia), en vez de su detección; por ejemplo, teniendo un control estadístico de proceso en lugar de técnicas de muestreo al azar. Otra posibilidad es diseñar un mecanismo Poka - Yoke, que al integrarse al proceso mismo garantice la plena detección del defecto antes de que haya peores consecuencias.

21. Responsabilidad y prometida para acciones recomendadas: especificar el área y personas responsables de la ejecución de las acciones recomendadas, con la fecha prometida para concluir tales acciones.

22. Acciones tomadas: él manera de seguimiento y una vez que se ha implementado la acción, anotar el resultado de la misma.

23. NPR resultante: una vez que la acción correctiva ha sido llevada a cabo, se deberá actualizarse la información para la puntuación de severidad, ocurrencia y detección para la causa de falla estudiada. Todos los NPR resultantes deberán ser revisados y si es necesario considerar nuevas acciones, para ello se repiten los pasos del 20 en adelante.

Seguimiento: los responsables del proceso tienen la obligación de asegurar que las acciones recomendadas son efectivamente atendidas e implementadas. El AMEF es un documento vivo que debe reflejar siempre el estado último de las fallas de proceso, con las acciones que se han emprendido para atenderlas. Por ello es importante que los AMEF sean parte de la documentación básica del proceso y que para las principales

fallas se tenga un historial y una versión actualizada del AMEF. En particular en las columnas de resultados de acciones se debe tener una valoración del estado último de la importancia de las fallas. Por lo que cada vez que haya un cambio importante en la ocurrencia de una falla, en su severidad o en los mecanismos de control, es necesario re-calcular los NPR.

Características de un AMEF efectivo. Las siguientes ocho características distinguen a AMEF efectivos:

- ✓ Todas las características especiales están incluidas en el diseño y en el proceso.
- ✓ Se han calculado los NPR iniciales.
- ✓ Se ha definido qué se entiende por “Alto”.
- ✓ Todos los NPR altos tienen acciones correctivas.
- ✓ Se han incorporado elementos a prueba de errores (poka-yoke).
- ✓ Los NPR se han re-calculado.
- ✓ El AMEF refleja nuevos NPR en otras palabras están actualizados.
- ✓ Los NPR que aun están altos, se encuentran indicados en el plan de control y en las instrucciones de operación.

Figura 3.20 Formato AMEF para proceso con número de actividad

Análisis del Modo y Efecto de Falla Potencial (AMEF de Proceso)										AMEF Número		①														
Descripción		②		Responsable del proceso			③			Página		De														
Año modelo / Vehículo (s)		⑤		Fecha de elaboración			⑥			Preparado por		④														
Equipo de trabajo		⑧								Fecha del AMEF		⑦														
Requerimientos del proceso / Funciones	⑨	Modo de falla potencial	①	Efectos Potenciales de la Falla	①	①	Severidad	Causa(s) Potencial(es) / Mecanismo(s) de falla	①	Ocurriencia	①	Controles del Proceso Actuales	①	①	Detección	NPR	①	Acciones recomendadas	①	Responsable y fecha objetivo de cierre (Para la Acción Recomendada)	Resultados de las Acciones Tomadas					
																					②		Acciones Tomadas	Severidad	Ocurriencia	Detección

Capítulo 4

**Metodología para la Optimización
del Proceso**

4.1 Metodología

Como se observa en la **figura 4.1** la metodología propuesta se estructura en 4 fases.

Fases		Etapas		Actividades	
A	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE INNOVALUZ	A.1	Ubicación de las Áreas de Tecnología Innovaluz de México	1	Realizar un recorrido para ubicar cada una de las aéreas
				2	Dibujar el croquis actual de la compañía T.I.M.
		A.2	Definición y Diagnóstico del Área de Producción	3	Elaborar un Diagrama de Espagueti, del área de producción
				4	Descripción de proceso, subprocesos y estaciones que componen la elaboración de lámparas
B	ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA	B.1	Identificar fallas potenciales y su efecto	5	Enlistar las fallas potenciales y su efecto
		B.2	Análisis de las fallas	6	Enlistar las causas de las falla, su ocurrencias y controles de detección
		B.3	Asignar valoración de criticidad	7	Estimar valor de severidad
				8	Asignar valores de ocurrencia
				9	Estimar probabilidad de detección
		B.4	Obtención del valor NPR	10	Calcular el NPR para cada causa de falla
B.5	Establecimiento de propuestas	11	Proponer acciones correctivas		
C	IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA	C.1	Descripción de la propuesta de mejora	12	Evidencias de las aplicación de la mejora
D	ANÁLISIS DE RESULTADOS	D.1	Comparar resultados	13	Descripción de resultados

Figura 4.1 Metodología Para la Propuesta de Optimización del Proceso de Elaboración de Lámparas de T.I.M
(Fuente: Elaboración Propia)

4.2 Descripción de la metodología

La metodología propuesta está estructurada en cuatro fases, nueve etapas y trece pasos, como a continuación se describen:

Fase A. Diagnóstico de la situación actual de Innovaluz: Identificar cada uno de los departamentos y procesos productivos Tecnología Innovaluz de México S.A. de C.V. (T.I.M. S.A. de C.V.).

A.1 Ubicación de las Áreas de Tecnología Innovaluz de México: En esta etapa se realizarán actividades para reconocer los espacios que ocupa Innovaluz para cada uno de sus departamentos y/o espacios de trabajo.

1. Realizar un recorrido para ubicar cada una de las aéreas: Explorar todo el territorio que ocupa Innovaluz para realizar sus operaciones, identificando: almacén, área de producción, recursos humanos, directivos, etc.
2. Dibujar el croquis actual de la compañía T.I.M.: Plasmar el croquis de la situación actual, de la ubicación de cada departamento de Tecnología Innovaluz.

A.2 Definición y Diagnóstico del Área de Producción: Identificar el proceso productivo, sus partes, recorrido del material y operarios en toda el área de producción.

3. Elaborar un Diagrama de Espaguete, del área de producción: Dibujar el Diagrama de espaguete indicando la distribución de la línea de producción, el flujo de material y recorrido de operarios.

4. Descripción y análisis de proceso, sub-procesos y estaciones que componen la elaboración de lámparas: Describir cada una de las partes que componen el sistema productivo de Innovaluz.

Fase B Análisis de modo y efecto de falla: en esta etapa se evalúa el proceso identificando los modos potenciales de falla, su efecto y causas de cada una de ellas, para realizar mejoras en el proceso productivo.

B.1 Identificar fallas potenciales y su efecto: Al aplicar la inspección visual se analiza el proceso e identifican las causas potenciales de falla con su respectivo efecto, y se observa el proceso para identificar las fallas presentes.

5. Enlistar las fallas potenciales y su efecto: Realizar una lista donde estén los modos de falla potencial indicando el efecto en el proceso de producción.

B.2 Análisis de las fallas: se identificaran las causas que lo provocan, Los métodos que utiliza T.I.M. para prevenir que ocurra la falla y el numero de incidencia en la que se presenta en el proceso.

6. Enlistar las causas de las fallas, su ocurrencia y controles de detección: Con un diagrama de Ishikawa se detectaran las causas de la falla y enlistarlas, así como su modo de prevenirla y el numero de ocurrencia que se observe en el diagnostico (Fase A).

B.3 Asignar valoración de criticidad: Asignar la escala de valor para el grado de severidad, porcentaje de ocurrencia y probabilidad de detección, para posteriormente calcular el NPR.

7. Estimar valor de severidad: Describir una tabla que contenga el valor de severidad en una escala del 1 al 10, el grado de severidad y la descripción

de lo que puede ocurrir con ese grado, basado en las tablas de criticidad de AMEF.

8. Asignar valores de ocurrencia: Explicar en una tabla el grado de ocurrencia, valorizada con una escala del 1 al 10 y el numero de ocurrencia para cada grado, basado en las tablas de criticidad de AMEF.
9. Estimar probabilidad de detección: Valorar cada probabilidad de detección con respecto a los controles de inspección/detección utilizados por la compañía, describir para cada tipo de inspección, el rango inspección y el criterio para la misma.

B.4 Obtención del valor NPR: Asignar el valor correspondiente para cada causa de falla, basándonos en las tablas de criticidad.

10. Calcular el NPR para cada causa de falla: Se realiza la operación de multiplicar cada uno de los valores obtenidos de las tablas para obtener el NPR y jerarquizar las fallas mas graves, para identificarlas y aplicar las propuestas de mejora lo antes posible.

B.5 Establecimiento de propuestas: Escribir las propuestas para llevar a cabo las acciones correctivas para la disminución de la falla.

11. Proponer acciones correctivas: Redactar cada una de las propuestas de mejora para cada causa de falla, la fecha en aplicar y su responsable.

Fase C. Implementación de propuesta: Se describe las actividades y evidencias de la aplicación de las acciones recomendadas.

C.1 Descripción de la propuesta de mejora: Explicar paso a paso la propuesta de mejora para la reducción de las causas de la falla.

12.Evidencias de las aplicación de la mejora: Mostrar las imagines de las causas de la falla y el después de la aplicación de la mejora errores.

Fase D. Análisis de resultados: Recabar los datos obtenidos por la aplicación de la mejora de las causas de falla detectadas y analizarlas para llegar a la conclusión del proyecto.

D.1 Comparar resultados: Se comparan los resultados obtenidos en la primera producción contra los de la producción con las mejoras aplicadas.

13.Descripción de resultados: Interpretación de los datos obtenidos por la comparación de cada una de las producciones realizadas durante el proyecto de residencia.

Capítulo 5

Aplicación de la Metodología

5.1 Diagnóstico de la situación actual de Innovaluz

5.1.1 Ubicación de las Áreas de Tecnología Innovaluz de México

5.1.1.1 Realizar un recorrido para ubicar cada una de las áreas

Antes de comenzar con el análisis del diseño de la línea de producción que tiene Innovaluz, se hizo el recorrido guiado por el encargado de recursos humanos, para reconocimiento de la compañía para identificar cada una de las áreas que conforman a Tecnología Innovaluz de México, posteriormente se dibujó el croquis (**Figura 5.1**) de la empresa para facilitar su ubicación.

5.1.1.2 Dibujar el croquis actual de la compañía T.I.M.

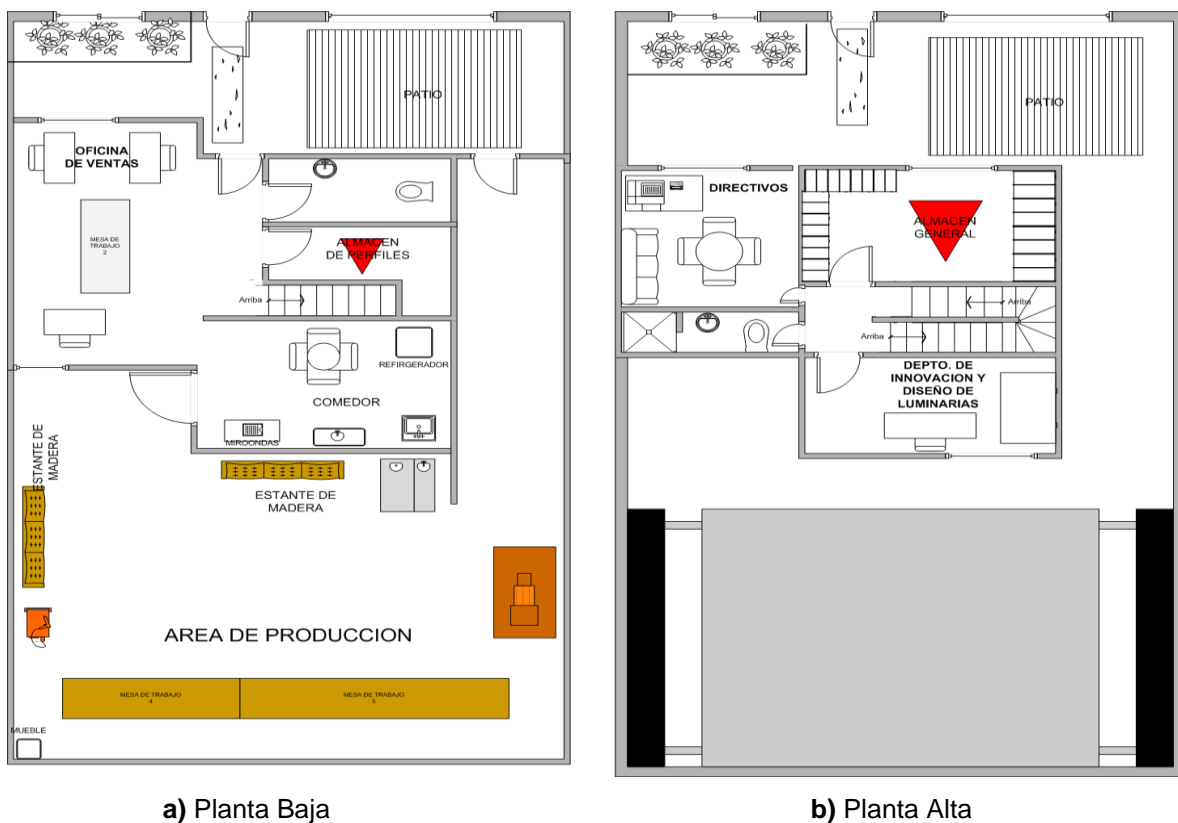


Figura 5.1 Croquis de T.I.M
(Fuente: Elaboración Propia)

5.1.2 Definición y Diagnóstico del Área de Producción

5.1.2.1 Elaborar un Diagrama de Espagueti del área de producción

Finalizado el croquis de Innovaluz de México, se realizó un recorrido para el reconocimiento del área de producción e identificación del proceso que se llevan a cabo para la elaboración de las luminarias, consecutivamente se realizó un diagrama de espagueti (fig. 5.2 y 5.3) para identificar el recorrido de los materiales a través de las distintas operaciones y los movimientos que realiza el operario.

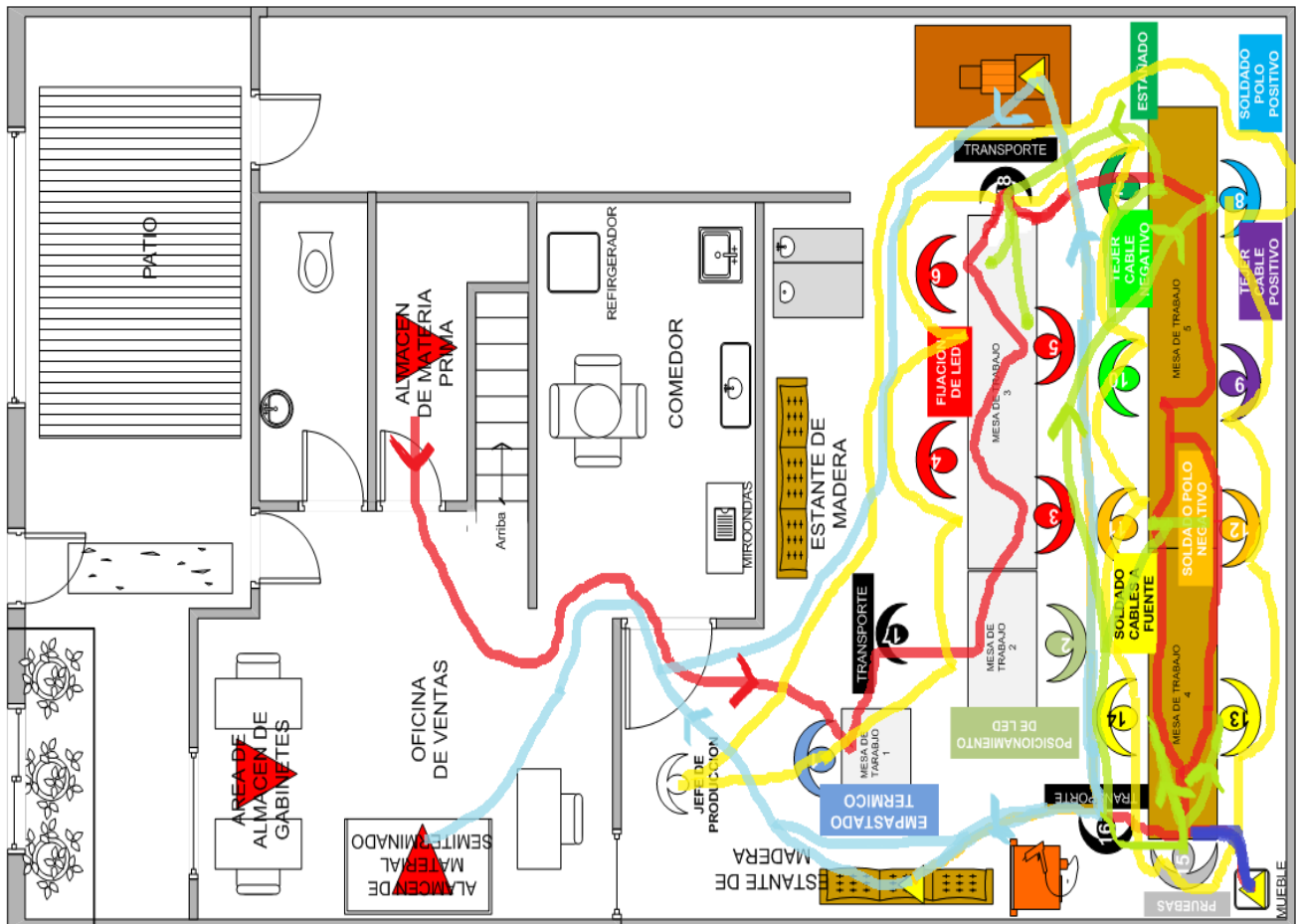


Figura 5.2 Diagrama de Espagueti del Proceso 1 de la Situación actual de T.I.M
(Fuente: Elaboración Propia)

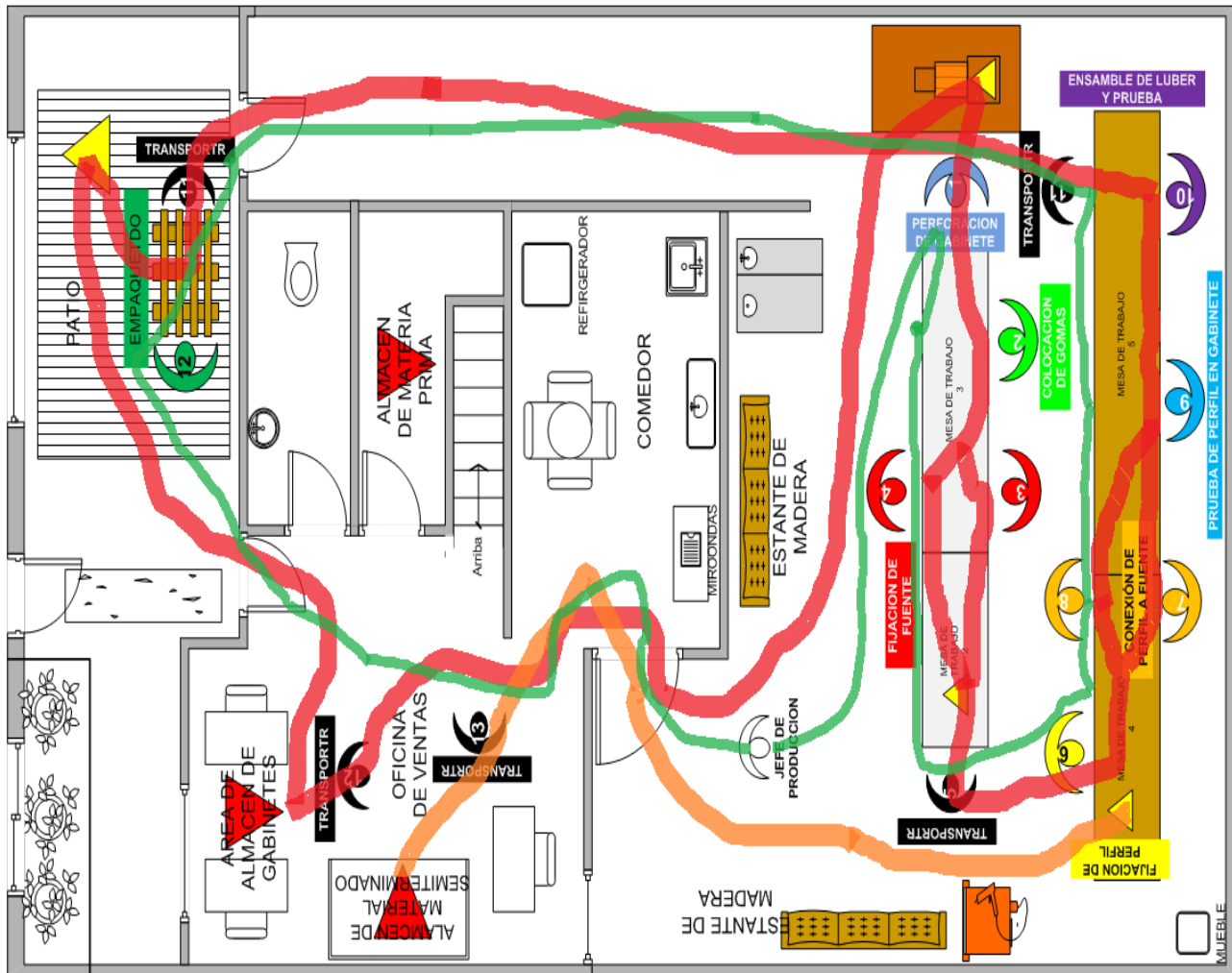


Figura 5.3 Diagrama de Espagueti del Proceso 2 de la Situación actual de T.I.M.

(Fuente: Elaboración Propia)

5.1.2.2 Descripción de proceso, sub-procesos y estaciones que componen la elaboración de lámparas

En la sección 2.9 de este proyecto se describe todo el proceso de elaboración de lámparas, conjuntamente con los sub-procesos y estaciones que lo componen, con base a las observaciones que se realizaron en el recorrido de esta área, esto con el fin de facilitar el análisis del proceso de elaboración de lámparas, para identificar las fallas y sus causas.

5.2 Análisis de modo y efecto de falla

Esta fase es la parte medular del proyecto en la cual se sustentan las propuestas de mejora, la cual comprende de cinco etapas.

5.2.1 Identificar fallas potenciales y su efecto

Esta etapa se lleva a cabo con las siguientes etapas, las cuales nos darán como resultado las fallas, sus causas, ocurrencias y controles de detección que están presentes en T.I.M.

5.2.1.1 Enlistar las fallas potenciales y su efecto

Los modos potenciales de falla se mencionan en las tablas 4.1 y 4.2, para poder realizar el Análisis de Modo y Efecto de falla, obtenidas por el análisis de los sub-procesos de elaboración de lámparas con tecnología LED.

Tabla 4.1 Modo potencial de falla del Proceso de Preparación de Material
(Fuente: Elaboración Propia)

PROCESO DE ELABORACION DE LAMPARAS CON TECNOLOGIA LED	
Proceso A: Preparación de Material	
Modo Potencial de Falla	Efecto
Cables con puntas peladas < 1mm	Retraso de 3 seg. Por cable

Tabla 4.2 Modo Potencial de falla del Proceso de Fabricación de Lámparas
(Fuente: Elaboración Propia)

PROCESO DE ELABORACION DE LAMPARAS CON TECNOLOGIA LED	
Proceso B: Fabricación de Lámparas	
Modo Potencial de Falla	Efecto
No encienden LED's en perfil	Reproceso
	Horas extras de trabajo
	Retraso en entrega del producto

5.2.2 Análisis de las fallas

En esta etapa se identifican las causas de la falla detectada en la etapa anterior con la aplicación de los 5 ¿por porque? Con la finalidad de poder llevar a cabo enlistar cada causa, ocurrencia y detección.

- Cables con puntas peladas < 1mm
 1. ¿Por qué la punta del cable sale pelada <1mm? No existe una capacitación adecuada.
 2. ¿Por qué no existe una capacitación adecuada? Existe ausentismo del personal.
 3. ¿Por qué hay ausentismo de personal? Son estudiantes.
 4. ¿Por qué son estudiantes? Es más barata la mano de obra.
 5. ¿Por qué es más barata la mano de obra? No están especializados

- No encienden LED's en perfil
 1. ¿Por qué no encienden? Hay un corto en el perfil.
 2. ¿Por qué hay un corto en el perfil? Hay un contacto de estaño con pija.
 3. ¿Por qué hay un contacto de pija con estaño? La pija no es la adecuada y hay exceso de estaño.
 4. ¿Por qué hay exceso de estaño? Procedimiento no estandarizado
 5. ¿Por qué no hay procedimiento estandarizado? Por falta de especialista en el área de producción.

- No encienden LED's en perfil
 1. ¿ Por qué no encienden? Por falso contacto en las patas del LED y se coloca en una posición incorrecta.
 2. ¿Por qué hay falso contacto de patas y posición incorrecta? Falla de proveedor y no hay dispositivo para identificar la posición del LED.
 3. ¿Por qué no hay dispositivo para identificar posición? No se había identificado el error.
 4. ¿Por qué no se había identificado el error? El proceso no está estandarizado.
 5. ¿Por qué el proceso no esta estandarizado? No hay especialista en el área de producción.

5.2.2.1 Enlistar las causas de las fallas, sus ocurrencias y controles de detección

En la **Tabla 4.3** se enlistan todas las causas de la falla obtenidas con los en el análisis anterior, el número de ocurrencia de cada una de ellas observadas en el proceso de elaboración de lámparas, su porcentaje que representa y los controles con los cuales se detecta el error.

Toda la información fue recolectada de la producción de 500 perfiles (250 lámparas) para un cliente foráneo.

Tabla 4.3 Listado de causas ocurrencias de las fallas
(Fuente: Elaboración Propia)

Causa de Fallo			No. de Ocurrencia	% por Causa de Fallo	Control de detección
1.	Falta de dispositivo Poka Yoke	FPY	5	1%	Inspección Visual
2.	LED en Posición Incorrecta.	LPI	25	5 %	
3.	Falso Contacto de LED	FCL	21	4 %	
4.	Exceso de Estaño	ExE	22	4 %	
5.	Contacto de Pija con Estaño	CPE	5	1 %	
6.	LED en Posición Incorrecta.	LPI	25	5 %	

Los resultados obtenidos de ocurrencia están sustentados con las siguientes tablas:

Tabla 4.4 Tablas de Detección de Ocurrencias
 ((Fuente: Elaboración Propia)

Causas de Fallo de No Iluminacion de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminacion de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminacion de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminacion de la Barra de				
No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE
1			x		26					51					76				
2			x		27					52					77				
3			x		28					53					78	x	x		
4					29					54	x				79				
5	x		x	x	30					55					80				
6			x		31					56		x			81				
7					32	x				57					82				
8					33					58					83	x			
9			x		34					59					84				
10					35					60					85				
11					36					61					86				
12					37					62					87				
13			x		38		x	x		63			x		88				
14					39					64					89				
15					40					65					90				
16					41					66					91				
17					42					67					92				
18					43					68					93				
19		x			44	x				69					94				
20					45					70					95				
21					46					71					96	x			
22					47					72					97			x	
23	x				48					73					98				
24					49					74					99				
25					50					75	x				100				

Tabla 4.5 Tablas de Detección de Ocurrencias
(Fuente: Elaboración Propia)

Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de				
No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE
101					126					151					176				
102					127					152	x				177	x			
103					128					153					178				
104					129	x				154					179				
105					130					155			x	x	180	x			
106					131					156					181				
107					132					157					182				
108					133					158					183				
109	x				134					159					184		x		
110		x			135					160					185				
111			x		136					161					186				
112					137	x	x			162	x				187				
113					138					163					188	x			
114					139					164					189				
115					140					165					190				
116					141					166					191				
117					142					167					192			x	
118					143					168		x			193				
119					144					169	x				194				
120					145			x		170					195				
121					146					171					196				
122					147					172					197				
123					148	x				173					198				
124					149					174					199	x			
125					150					175					200				

Tabla 4.6 Tablas de Detección de Ocurrencias
 ((Fuente: Elaboración Propia)

Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de				
No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE
201					226					251					276				
202					227					252					277				
203					228					253					278				
204					229					254					279				
205	x				230					255					280				
206					231					256					281				
207					232					257					282		x		
208					233					258					283	x			
209		x			234					259					284				
210					235					260					285				
211					236					261					286				
212		x			237			x		262	x				287		x		
213					238			x	x	263					288			x	
214					239					264					289				
215					240			x		265					290				
216					241					266					291				
217					242	x				267					292				
218					243			x		268					293				
219		x			244			x		269					294				
220					245					270					295				
221					246					271					296				
222					247					272					297				
223					248					273					298				
224	x				249					274					299				
225					250					275					300				

Tabla 4.7 Tablas de Detección de Ocurrencias
(Fuente: Elaboración Propia)

Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de				
No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE
301					326					351					376				
302					327					352					377				
303					328					353					378				
304					329					354					379				
305					330					355					380				
306					331					356					381				
307					332					357					382				
308					333					358					383				
309					334					359					384				
310					335					360	x				385				
311					336					361					386				
312					337					362					387				
313					338			x	x	363					388				
314					339					364					389				
315					340					365					390	x			
316					341					366					391				
317					342	x				367					392				
318					343					368					393				
319					344					369					394				
320					345					370					395				
321					346					371					396				
322					347					372					397				
323					348					373					398				
324					349					374					399				
325					350					375					400				

Tabla 4.8 Tablas de Detección de Ocurrencias
(Fuente: Elaboración Propia)

Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de					Causas de Fallo de No Iluminación de la Barra de				
No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE	No. DE PERFIL	LPI	FCL	ExE	CPE
401					426					451					476				
402					427					452					477				
403					428					453					478				
404					429					454					479				
405					430					455					480				
406					431					456					481				
407		x			432					457					482				
408					433			x	x	458					483				
409					434		x			459					484				
410					435					460					485				
411					436					461					486				
412		x			437					462					487				
413					438					463					488				
414					439					464					489				
415					440					465					490		x		
416					441					466					491				
417					442		x			467		x			492				
418		x			443					468					493				
419					444					469					494				
420					445					470					495				
421					446					471					496				
422					447					472					497				
423					448					473					498				
424					449					474					499				
425					450					475					500				

Con las tablas anteriores se obtuvo que el total de causas de fallas representan un 13.2% de los 500 perfiles elaborados, que se cálculo de la siguiente manera:

$$\frac{66 \text{ perfiles con causas de falla}}{500 \text{ perfiles elaboradas}} \times 100 = 13.2\%$$

5.2.3 Asignar valoración de criticidad

Consta de 3 actividades para valorizar cada uno de los elementos que AMEF nos pide para él cálculo del NPR.

5.2.3.1 Asignar valor de severidad

La tabla 4.9 muestra la escala de valoración de Impacto o Severidad (S).

TABLA 4.9 Tabla de escala de valoración para medir impacto o severidad
(Fuente: Trujillo, 2007)

PUNTUACION	EFECTO	DESCRIPCION
10	Peligroso sin aviso	Puede dañar al operador sin previo aviso.
9	Peligroso con aviso	Puede dañar al operador con previo aviso.
8	Muy alto	El 100% de la producción puede tener que ser desechada o reparada en el departamento de reparaciones en un tiempo mayor de una hora.
7	Alto	El producto tiene que ser clasificado y una porción (menor al 100%) desechada o el producto/ parte reparada en el departamento de reparaciones en un tiempo entre una hora y media hora.
6	Moderado	Una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser desechada sin clasificación o el producto/ parte reparada en el departamento de reparaciones en un tiempo menor a media hora.
5	Bajo	El 100% del producto puede tener que ser re-trabajado el producto/ parte reparado fuera de la línea, pero no tiene que ir al departamento de reparaciones.
4	Muy Bajo	El producto puede tener que ser clasificado sin desperdicios y una porción menos de 100%) re-trabajarse.
3	Menor	Una porción (menor a 100%) del producto puede tener que ser re-trabajada sin desperdicio en la línea pero fuera de la estación.
2	Mínimo	Una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser re-trabajada sin desperdicio en la línea pero en la estación.
1	Ninguno	Sin efecto para el proceso.

5.2.3.2 Asignar valores de ocurrencia

La tabla **4.10** muestra la escala de valoración de Impacto o Severidad (S) para poder medirlo y tener los resultados que AMEF nos indica.

Tabla 4.10 Tabla de criterio de valoración para ocurrencias
(Fuente: Trujillo, 2007)

Puntuación	Ocurrencia de la causa que provoca el fallo.	Tasa de fallo
10	Muy alta:	≥ 100 por cada 500 piezas
9	Fallos persistentes	50 por cada 500 piezas
8	Alta:	20 por cada 500 piezas
7	Fallos frecuente	10 por cada 500 piezas
6	Moderado:	5 por cada 500 piezas
5	Fallos ocasionales	2 por cada 500 piezas
4		1 por cada 500 piezas
3	Baja:	0.5 por cada 500 piezas
2	Relativamente pocos fallos	0.1 por cada 500 piezas
1	Remota: el fallo es improbable	0.01 por cada 500 piezas

5.2.3.3 Estimar probabilidad de detección

En la tabla **4.11** se muestra el tabal de probabilidad de detección de las causas con su respectiva valoración.

5.2.4 Obtención del valor NPR

Consta de una actividad en la cual se aplica la formula de calculo del NPR.

5.2.4.1 Calcular el NPR para cada causa de falla

Para obtener el Numero Prioritario de Riesgo (NPR) se realiza la siguiente operación:

$$NPR = S \times O \times D$$

La **tabla 4.12** muestra los resultados obtenidos del NPR.

Tabla 4.11 Tabla de Criterio de Valoración de Controles de Detección de Causas
(Fuente: Trujillo, 2007)

Calif.	Criterio	Detección	Rango sugerido de métodos de detección	Tipos de inspección		
				A	B	C
10	Casi imposible	Certeza absoluta de no detección	No puede detectarse o no puede verificarse.			X
9	Muy remota	Los controles probablemente no lo detectaron	El control se logra solo con verificación indirecta o aleatoria.			X
8	Remota	Los controles tienen poca probabilidad de detección	El control se logra sólo con doble inspección visual			X
7	Muy baja	Los controles tienen poca probabilidad de detección	El control se logra solo con inspección visual.			X
6	Baja	Los controles pueden detectarlo	El control se logra con métodos gráficos como el CEP (control estadístico del proceso)		X	X
5	Moderado	Los controles pueden detectarlo	El control está basado en la medición de variables después de que la parte ha dejado la estación o en mediadores tipos Pasa/No pasa que miden 100% de las partes después de que las partes han dejado la estación		X	
4	Moderadamente alta	Los controles tienen buena oportunidad de detectarlo.	Detección del error en operaciones subsecuentes las mediaciones hechas en la puesta a punto o inspección de primera pieza (para causas de arranque solamente)	X	X	
3	Alta	Los controles tienen buena oportunidad de detectarlo.	Detección del error en la estación o en operaciones subsecuentes de múltiples pasos de aceptación. No puede aceptar partes discrepantes.	X	X	
2	Muy Alta	Los controles casi seguramente la detectarían	Detección del error en la estación (mediación automática con dispositivo de paro automático). Las partes discrepantes no pasan.	X	X	
1	Casi Seguro	Los controles seguramente la detectarían	No pueden hacerse partes discrepantes porque el punto tiene prevención de errores desde el diseño del producto y del proceso.	X		

Tabla 4.12 Matriz AMEF para la detección errores

No. de Proyecto: 1 Proceso: Instalación de LED en Perfil Producto Afectado: Gabinete IN122x30 18LD.
 Responsabilidad: Francisco Hugo Osorio Luna Líder del Proyecto: Velázquez Ramos Iván Antonio Preparado por: Velázquez Ramos Iván Antonio
 Fecha Clave: 15 Dic. 2012 Fecha AMEF Original: 28 Nov. 2012 Última Revisión: _____

MODO DE FALLO	EFEECTO DE FALLO	S	CAUSAS	O	PRVENCION	DETECCION	D	NP R	ACIONES RECOMENDADAS	RESPONSABILIDAD Y FECHA PROMETIDA
No Encienden los LED's en la Estación de Pruebas.	1. Reproceso y pequeño Retraso en línea de producción.	2	Falta de dispositivo Poka Yoke	6	No existe	Inspección visual	7	84	Crear un dispositivo Poka Yoke	I. Velázquez (Crear Poka Yoke 15-11-12)
			LED en Posición Incorrecta (LPI).	7	No existe.	Pruebas al final del proceso de instalación de LED.	7	98	Pedir al proveedor que marque una ralla del lado del polo Positivo.	L. Rojas (Hablar a Proveedor 21-03-12)
	2. Reproceso y Retraso de producción.	2	Falso Contacto de LED (FCL).	8	No existe.	Pruebas al final del proceso de instalación de LED.	7	112	Crear Estación de Soldado de Pestaña de LED	I. Velázquez (Crear Estación 15-11-12)
	3. Corto en el sistema eléctrico de la lámpara.	6	Exceso de Estaño (EXE).	8	No existe.	Pruebas al final del proceso de instalación de LED.	7	336	Estandarización de procedimientos de Estañado.	I. Velázquez (Estándar de Procedimientos 15-12-12)
4. Corto en el sistema eléctrico de lámpara.	7	Contacto de Pija con Estaño (CPE).	6	No existe.	Pruebas al final del proceso de instalación de LED.	8	336	Sustituir la Pija de cabeza plana por una de cabeza cónica.	I. Velázquez (Sustituir Pije 21-03-12)	

5.2.5 Establecimiento de propuestas

AMEF indica que los NPR mayor a 100 son los crítico y establecer las acciones correctivas de inmediato en este caso se hizo una excepción para el de 84 y 98, por sugerencia de la misma empresa.

5.2.5.1 Proponer acciones correctivas

Enlistamos las acciones correctivas sugeridas para la reducción y prevención del fallo, que se detecto en el proceso de Instalación de LED en perfil:

1. Crear dispositivo Poka Yoke (I. Velázquez; 15-11-12)
2. Pedir al Proveedor marque el LED el Polo Positivo (L. Rojas; 21-03-12).
3. Crear Estación de Soldado de Pestaña de LED (I. Velázquez; 15-11-12)
4. Estandarización del Procedimiento de Estañado de Pista
(I. Velázquez; 15-12-12).
5. Sustituir Pija cabeza Plana por Pija cabeza Cónica (I. Velázquez; 21-03-12)

5.3 Implementación de propuesta

Consta de una etapa la cual describe y explica la aplicación de las propuestas que se exponen en la etapa anterior.

5.3.1 Descripción de la propuesta de mejora

Se describe paso a paso cada una de las propuestas para poder aplicarlas a la compañía donde realiza el trabajo.

5.3.1.1 Evidencias de la aplicación de la mejora

Se exponen las figura tomadas del antes y l después de la aplicaciones las acciones correctivas de cada uno de las causas detectadas.

Creación de un dispositivo Poka Yoke en el proceso de pelado de punta.

Se implemento un pequeño dispositivo en la pinza de corte que permite pelar la punta de los cables a 1mm, como se muestra en las **Figura 5.4** y **5.5**.



Figura 5.4 Dispositivo Poka Yoke
(Fuente: Elaboración Propia)



Figura 5.5 Punta de 1mm
(Fuente: Elaboración Propia)

Implementación de Pija cabeza cónica.

Sustituir la pija de cabeza plana (Figura 5.5) por una pija de la misma medida con cabeza tipo cónica (Figura 5.6).



Figura 5.5 Tornillo cabeza plana
(Fuente: Elaboración Propia)



Figura 5.6 Tornillo cabeza cónica
(Fuente: Elaboración Propia)

En las siguientes Figuras 5.7 y 5.8 se muestra la diferencia entre la pija anterior y la actual, cabe mencionar que en esta caso el costo de la pija es el mismo que el anterior.



Figura 5.7 Antes
(Fuente: Elaboración Propia)



Figura 5.8 Después
(Fuente: Elaboración Propia)

Estandarización del proceso de estañado

1. Calentar el Cautín durante 10 min.



Figura 5.9 Calentamiento de cautín
(Fuente: Elaboración Propia)

2. Inspeccionar que la Punta esté sin exceso de estaño, puntos negros y/o sucios.
3. Limpiar la punta con una esponja húmeda, para asegurar la inexistencia de residuos en la punta del cautín.



Figura 5.10 Limpiar Cautín con esponja
(Fuente: Elaboración Propia)

4. Cubrir la punta del cautín con estaño.

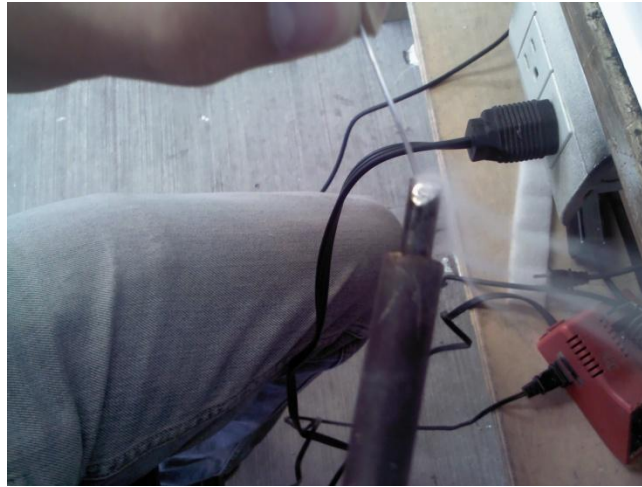


Figura 5.11 Estañado de Cautín
(Fuente: Elaboración Propia)

5. Con la mano derecha asir el cautín y posicionarlo con una inclinación aproximada de 10° (Figura 5.12).



Figura 5.12 Posicionamiento de Cautín
(Fuente: Elaboración Propia)

6. Con la mano izquierda sujetar el alambre de estaño y colocar la punta del alambre donde comienza la pista de LED en el polo positivo (**Figura 5.13**).



Figura 5.13 Posición de Estaño en Pista
(Fuente: Elaboración Propia)

7. Con el cautín presionar la punta del alambre de estaño en dirección a la pista del LED (**Figura 5.14**), provocando solo un contacto entre cautín, estaño y pista de LED, inmediatamente después del contacto retirar cautín y estaño.



Figura 5.14 Punto de Soldadura
(Fuente: Elaboración Propia)

- Se repite esta misma actividad en la pista polo Positivo del LED (**Figura 5.15**), con el fin de obtener el suficiente estaño en la pista para después soldar el cable calibre 24.



Figura 5.15 Segundo punto de Estaño
(Fuente: Elaboración Propia)

- Terminando el procedimiento No. 4 se realiza nuevamente los paso anteriores con la pista polo negativo del LED.

Procedimiento de soldado de pestañas LED

El falso contacto se presenta en las pestañas del LED como se muestra en la **Figura 5.16**.

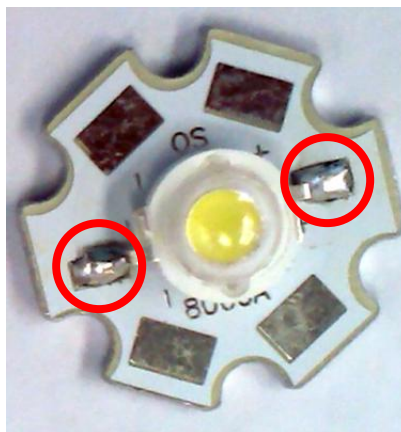


Figura 5.16 Falso contacto de pestañas de LED
(Fuente: Elaboración Propia)

1. Calentar el Cautín durante 10 min.

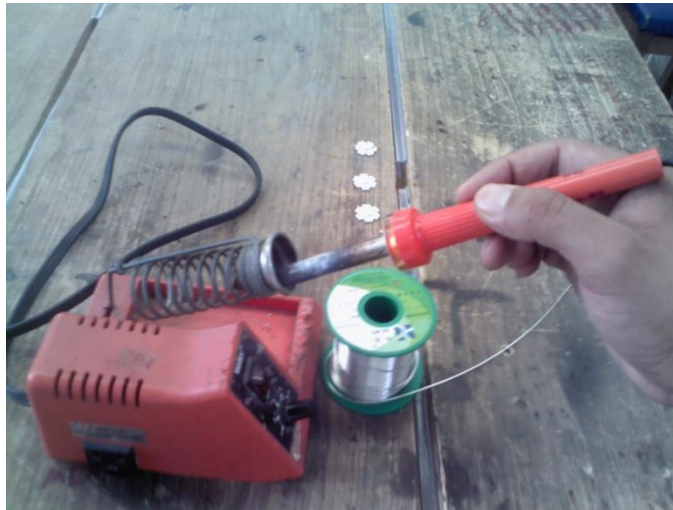


Figura 5.17 Calentamiento de cautín
(Fuente: Elaboración Propia)

2. Inspeccionar que la Punta esté sin exceso de estaño, puntos negros y/o sucios.
3. Limpiar la punta con una esponja húmeda, para asegurar la inexistencia de residuos en la punta del cautín.

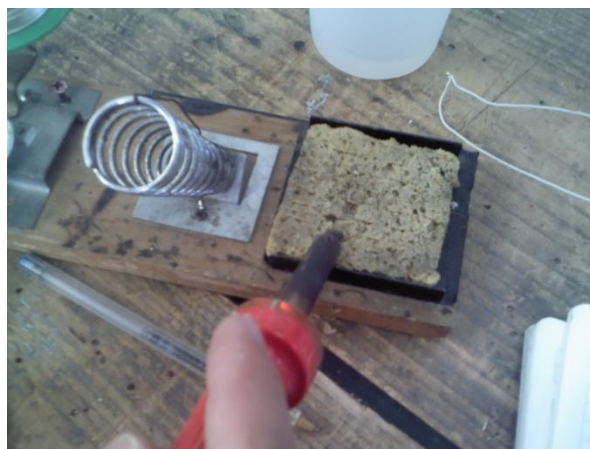


Figura 5.18 Limpiar Cautín con esponja
(Fuente: Elaboración Propia)

4. Cubrir la punta del cautín con estaño.



Figura 5.19 Estañado de Cautín
(Fuente: Elaboración Propia)

5. Ubicar los LED y agarrar un LED con la mano derecha (**Figura 5.20**):

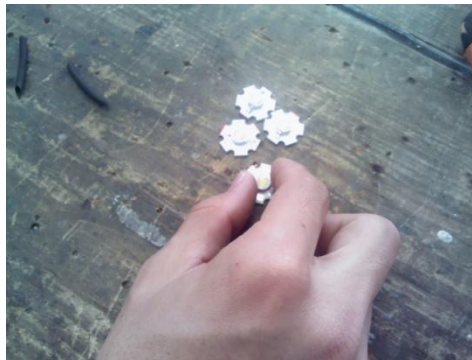


Figura 5.20 Agarrar LED.
(Fuente: Elaboración Propia)

6. Con la mano izquierda sujetar el alambre de estaño y posicionarlo en una de las pestañas del LED (**Figura 5.21**).



Figura 5.21 Posicionamiento de Estaño
(Fuente: Elaboración Propia)

7. Agarra el cautín y posicionarlo arriba del estaño, y después presionar la punta del alambre de estaño en dirección a la pestaña del LED (**Figura 5.22**), provocando solo un contacto entre cautín, estaño y pestaña de LED, inmediatamente después del contacto retirar cautín y estaño.



Figura 5.22 Estañado de Pestaña de LED
(Fuente: Elaboración Propia)

8. Se repite esta misma actividad en la pestaña faltante del LED (**Figura 5.23**).



Figura 5.23 Segundo Punto de estaño
(Fuente: Elaboración Propia)

Este procedimiento es con el fin que en el momento de utilizar el LED no tenga ningún falso y al momento de la prueba no tenga ningún falló, evitando así el reproceso.

Mejoramiento de LED en posición incorrecta

Los LED's no contaban con una franja roja señalando las pistas de polos positivos (Figura 5.24)



Figura 5.24 LED sin franja rojo
(Fuente: Elaboración Propia)



Figura 5.25 LED con franja roja
(Fuente: Elaboración Propia)

La propuesta de mejoramiento fue colocarle un franja roja q señale la pista de polo positivo como se ve en la **figura 5.25**.

En el manual que encuentra en el Anexo, en la estación B1.2 en la actividad número 3, explica el procedimiento que hay que seguir para eliminar la causa de falla de LED en posición incorrecta.

Capítulo 6
Análisis de Resultados

6.1 Análisis de resultados por mejoras

En la actividad 9 de la etapa B.B.3 del punto 4.2.2 se presentó la siguiente tabla de resultados de la inspección de ocurrencia de las causas del fallo que esta presente en T.I.M.

Tabla 6.1 Tabla de Resultados de Frecuencia de Causas de la Falla
(Fuente: Elaboración Propia)

Causa de la Falla			No. de Ocurrencia	% por Causa de Fallo	No. de Perfiles Elaborados
1.	LED en Posición Incorrecta.	LPI	25	5%	500
2.	Falso Contacto de LED	FCL	21	4%	500
3.	Exceso de Estaño	ExE	22	4%	500
4.	Contacto de Pija con Estaño	CPE	5	1%	500

El total de estas fallas representan el 13.2% de 500 perfiles elaborados.

En la aplicación de las propuestas de mejoramiento que se añaden en el Capítulo 5, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 6.2 Tabla de Resultados de Aplicación de Mejoramiento
(Fuente: Elaboración Propia)

Causa de Fallo			No. de Ocurrencia	% por Causa de Fallo	No. de Perfiles Elaborados
1.	LED en Posición Incorrecta.	LPI	0	0%	160
2.	Falso Contacto de LED	FCL	0	0%	160
3.	Exceso de Estaño	ExE	2	1.25%	160
4.	Contacto de Pija con Estaño	CPE	0	0%	160

Comprando las tablas 6.1 VS 6.2 se realizó el siguiente análisis:

Para las Causas de Fallo 1, 2 y 4 de la tabla 6.1 se eliminaron en un 100% gracias a la propuesta de mejora que se realizó.

Y para la Causa No. 3 de la tabla 6.1 se realizaron los siguientes cálculos:

$$a) 160Pzs. \times 4\% = 6.4 Pzs$$

Suponiendo que la propuesta de mejoramiento para el Exceso de Estaño, no se hubiese puesto en acción y probado con la elaboración de 160 lámparas, se obtendría una ocurrencia de 6.4 Pzs. con Exceso de Estaño.

$$b) 500 Pzs. \times 1.25\% = 6.25 Pzs.$$

Y así mismo si se hubiera hecho una producción de 500 luminarias, con la propuesta de mejoramiento, el resultado de la ocurrencia hubiese sido de 6.25 Pzs. igual a 1.25% de errores, obtenido en la segunda producción de 160 perfiles.

En este caso se redujo el 68.75% de la causa del fallo con respecto a la producción anterior.

$$6.4 pzs (psm) - 2 pzs (pcm) = 4.4 pzs.$$

$$\frac{4.4 pzs.}{6.4 pzs.} \times 100\% = 68.75\%$$

6.4pzs. = Piezas con error obtenidas en Producción de 500 perfiles sin Mejora

2 pzs. = Piezas con error obtenidas en Producción 160 perfiles sin Mejora.

psm = Producción sin Mejora

pcm = Producción con Mejora

Todos estos cálculos nos dan como resultado que hubo un mejoramiento del 90.90 % del total de las causas de la falla, resultado obtenido por la siguiente ecuación:

$$\frac{66 - 6}{66} \times 100 = 90.90\%$$

6.2 Análisis de Resultados de optimización económica

En este punto se realizó un análisis de sueldos (**Tabla 6.4**) y tiempo de elaboración de perfiles (**Tabla 6.5**) en una jornada de 8 hrs. De trabajo dando como resultado las **tablas 6.6** y **6.7**.

Tabla 6.4 Tabla de pago de sueldos por hora y horas extras
(Fuente: Elaboración Propia)

TRABAJADOR	PAGO POR HORA	PAGO HORA EXTRA DIARIAS (1hr. Extra = 200% de pago por hr.)
OPERARIO	\$ 12.50	\$ 25.00
TECNICO	\$ 19.23	\$ 38.46

Nota: La ley federal de trabajo marca en del artículo 65 al 68 los siguientes aspectos:

1. La jornada de trabajo puede alargarse.
2. Se podrá extender la jornada de trabajo a no más de 3 horas diarias y 3 veces en la semana.
3. La hora extra será paga a un ciento por ciento más del salario que corresponde a las horas de la jornada.
4. Ningún trabajador está obligado a trabajar horas extras.
5. La prolongación de 9 horas extras, obliga al patrón a pagar al trabajador en un doscientos por ciento.

Tabla 6.5 Tabla de tiempo de elaboración de perfiles
(Fuente: Elaboración Propia)

TIEMPO DE CICLO DEL PERFIL	JORNADA DE TRABAJO	NUMERO DE PERFILES ELABORADOS POR JORNADA	TIEMPO DE PRODUCCION DE 500 PERFILES	TIEMPO DE REPARACION (4 perfiles diarias)
15 min. Aprox.	8 Hrs.	32 pzs.	16 dias	2 Hrs.

Tabla 6.6 Tabla Tiempo de Reparación de Errores
(Fuente: Elaboración Propia)

No. DE TRABAJADOR PARA CORRECCION DE FALLOS	TIEMPO DE REPARACION EN EL DIA	HORAS TOTALES DE REPARACION EN LASEMANA	HORAS TOTALES DE REPARACION POR LOTE DE 500 PERFILES
2 OPERARIO	2 Hrs.	10 hrs.	32 Hrs.
2 TECNICO	2 Hrs.	10 hrs.	32 Hrs.

Nota: Las 32 horas totales de reparación de perfiles es entre los dos operarios y dos técnicos, cada uno trabaja 16 horas totales al final de la producción, equivalente a 8 hrs. Extras por semana, esto es para no exceder de las horas extras permitidas que marca la ley federal del trabajo.

Tabla 6.7 Tabla Gastos por Horas Extras
(Fuente: Elaboración Propia)

No. DE TRABAJADOR PARA CORRECCION DE FALLOS	HORAS TOTALES DE REPARACION POR LOTE DE 500 PERFILES	PAGO POR HORA EXTRA	TOTAL DE PAGO POR HORAS EXTRAS AL FINAL DE PRODUCCION
2 OPERARIO	32 Hrs.	\$ 25.00	\$ 800.00
2 TECNICO	32 Hrs.	\$ 38.46	\$ 1230.72
		Total =	\$2030.72

Si suponemos que por cada mes hubiera una producción de 500 perfiles, ya que es una producción intermitente, lo que nos indica que se produce cada vez que el cliente hace un pedido, obtendremos que son 12 producciones al año, y realizando el siguiente cálculo:

$$(12 \text{ producciones anuales}) \times (\$ 2030.72) = \$24,368.64$$

Capítulo 7

Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

Con la propuesta del capítulo 5 hubo un mejoramiento del 90.90%, aumentado la calidad del producto 12.82%.

También que se optimiza un total de \$ 2030.72 pesos (dos mil treinta pesos m.n. $\frac{72}{100}$) por cada producción de 500 perfiles; y un ahorro de \$ 24,368.64 pesos (veinticuatro mil trescientos sesenta y ocho pesos m.n. $\frac{64}{100}$) anuales.

Finalmente con esta conclusión y análisis de resultados, finalizo este trabajo diciendo que este proyecto de optimización, cumple con el objetivo general y específico de este trabajo.

7.2 Recomendaciones

1. El almacén de materia prima moverlo a planta baja.
2. Colocar una salida del almacén directa a la línea de producción.
3. Reestructurar el diseño de distribución de línea de producción.
4. Eliminar almacenes temporales para producto semi-terminado.
5. Eliminar almacenes de productos con fallo (con propuesta de mejora).
6. Diseño de recorrido de flujo de materia prima y operarios.

Bibliografía

1. Alcalde San Miguel, P. (2010). “Calidad 2ª. Edición”. Paraninfo, España, Pp. 153 – 158.
2. Alonso García, Á. (1998). “Serie de Productica, Tomo 62. Conceptos de Organización Industrial”. Marcombo, España, Pp. 255 – 256.
3. Alonso García, Á. (1999). “Serie de Productica, Tomo 22. Técnica de Gestión de Stocks MRP y JIT”. Marcombo, España, Pp.111 - 132.
4. Arndt, P. (2005). “Just in Time: El sistema de Producción Justo a Tiempo”. GRIN, España.
5. Barry, R. (2006). “Métodos Cuantitativos para los Negocios”. Pearson, México, P.224.
6. Belohlavek, P. (2006). “OEE: Overall Equipment Effectiveness”. Blue Eagle Group, Argentina.
7. Bernárdez L. (2009). “Desempeño Humano: Manual de Consultoría”. Author House, Estados Unidos, Pp. 348 – 355.
8. Comité de Automoción. (2007). “Lean Manufacturing”. Asociación Española para la Calidad, España.
9. Cruelles Ruiz, J. A. (2006). “La teoría de la Mediciones del Despilfarro”. Artef, S.L, España, Pp. 102 – 108.
10. Cuatrecasas, L. (2010). “Lean Management: La gestión competitiva por excelencia”. PROFIT, España, Pp. 31 – 34, 49, 325 – 328.
11. De la Fuente, D. et. al. (2006). “Organización de la producción en Ingenierías”. Universidad de Oviedo, España, Pp. 116 – 117.
12. Escalante Vázquez, E. J. (2006). “Análisis y Mejoramiento de la Calidad”. Limusa, México, Pp. 391 – 398.
13. Escalante Vázquez, E. J. (2008). “SEIS SIGMA: metodología y técnicas”. Limusa, México, Pp. 252 - 282, 337 – 339.
14. Flores, J. (2004). “Medicion de la Efectividad de la Cadena de Suministro”. Panorama, México, Pp. 39 – 40.
15. Galgano, A. (2004). “Las Tres Revoluciones, Casa del Desperdicio: Doblar la Productividad con la Lean Production”. Díaz Santos, España

16. J. Hay, E. (2002). “Justo a Tiempo: la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva”. Norma, Colombia.
17. Lareau K. (2003). “Office Kaizen: como controlar y reducir los costos de gestión de la empresa”. Fc. Editorial, España, P.181.
18. Liker, J. K. (2011). “Toyota: como el fabricante más grande del mundo alcanzo el éxito”. Grupo Editorial Norma, Bogotá, Traducción Lluís Cuatrecasas.
19. Maldonado, G. (2011). “Herramientas y técnicas lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad”. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
20. Miranda Rivera, L. (2006). “SEIS SIGMA.: Guía para principiantes”. Panorama, México, Pp. 76 - 81.
21. Monden, Y. (1997). “Just in Time”. Deusto, España,
22. Muñoz Machado, A. (1999). “La Gestión de la calidad total en la Administración Publica”. Díaz Santos, España, P. 286.
23. Pascal, D. (2007). “Lean Production simplificada: Una Guía de lenguaje sencillo para el sistema mundial de producción más potente”. Productivity Press, Estados Unidos, P. 13.
24. Rajadell Carreras, M. (2010). “Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad”. Díaz de Santos, España, Pp. 2 – 5, 67 – 68, 158 – 161.
25. Rey Sacristán, F. (2001). “Mantenimiento Total de la Producción”. Fc. Editorial, España.
26. Rey Sacristán, F. (2005). “Las 5S. Orden y Limpieza en el Puesto de Trabajo”. Fc. Editorial, España.
27. Rey Sacristán, F. (2005). “Las 5S. Orden y Limpieza en el Puesto de Trabajo”. Fc. Editorial, España, Pp. 132 – 143.
28. Rodríguez Martínez, M. (2005). “El Método MR”. Norma, Colombia, Pp. 88 – 89.
29. Steven R. et. al. (2002). “Manufactura, Ingeniería y Tecnología”. Pearson, México, P. 1091.
30. Suárez Barraza, M. F. (2007). “El Kaizen”. Panorama, México.


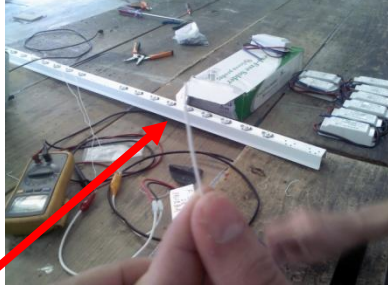

31. Suñe Torrens, A. et. al. (2004). “Manual Practico de Diseño de Sistemas Productivos”. Díaz Santos, España, P.98.
32. Udaondo Duran, M. (1991). “Gestión de Calidad”. Díaz Santos, España, Pp. 21 – 26.
33. Vargas Quiñones, M. et. al. (2007). “Calidad y Servicio. Conceptos y herramientas”. ECOE, Colombia, P. 41.
34. Vargas Rodríguez, H. (2008). “Manual de Implementación Programa 5 S”. Corporación Autónoma de Santander, España.
35. Villaseñor Contreras, A. (2007). “Manual de Lean Manufacturing”. Limusa, México, P. 20.

Anexo



 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	<p>PROCESO DE PREPARACION DE CABLES</p>	CODIGO:	PRO-PPM-01/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
<p>AREA: OPERATIVO</p>		TIPO DE DOCUMENTO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1

A. Manual de Procedimientos

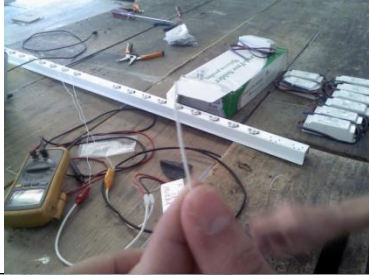

Proceso A: Preparación de material

Sub- Proceso A1. Preparación de Cables		
Estación 1: corte de cables		
No.	Actividad	Imagen
1	Ubicar los materiales mencionados en los requerimientos de esta estación	
2	Posicionar el Rollo de Cable Calibre 24 en Posición de Desenrollar	
3	Posicionar la regleta de aluminio en la mesa de trabajo; la regleta tiene las diferentes medidas de cables que requiera la producción y ubicar la punta del cable de todo el rollo.	
4	Tomar la medida del cable, según la medida requerida por el Jefe de Producción (7cm, 140 cm y 160 cm).	

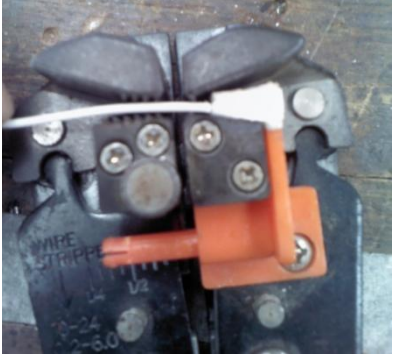

INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO DE PREPARACION DE CABLES	CODIGO:	PRO-PPM-01/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			

5	<p>Tomada la medida del cable que se requiere, se sujeta (7cm, 140 cm y 160 cm) la Pinza de corte y la posicionamos en la medida tomada para cortar.</p>	
6	<p>Se presiona la pinzamos para realizar el corte.</p>	
7	<p>Se repite los procedimientos del 3 al 6.</p>	

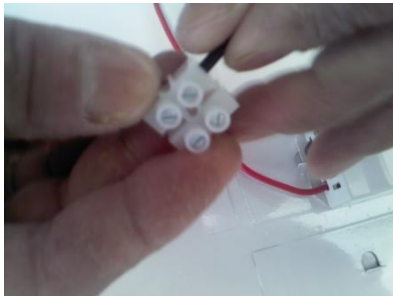
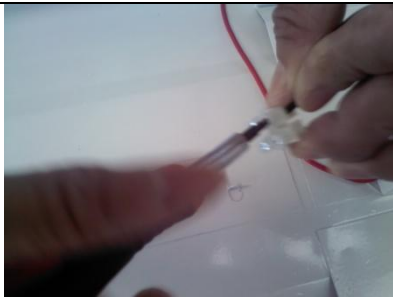

 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	PROCESO DE PREPARACION DE CABLES	CODIGO:	PRO-PPM-01/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMNETO:		PROCESO	
AREA: OPERATIVO		No. DE REVISION	1

Sub- Proceso A1. Preparación de Cables Estación 2: Pelado de Puntas		
No.	Actividad	Imagen
1	Ubicar el cable cortado con la medida correspondiente y tomar uno con la mano izquierda.	
2	Una vez que tomado el cable, ubicamos la punta y lo sujetamos de este extremo.	
3	Con la mano derecha sujetamos la pinza de pelado y la posicionamos para pelado, necesitamos cerciorarnos que el dispositivo Poka – Yoke este posicionado, para pelado de 1mm .	


INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO DE PREPARACION DE CABLES	CODIGO:	PRO-PPM-01/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMNETO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			

4	Presionamos la pinza y soltamos para obtener el pelado del cable.	
5	Giramos el cable al otro extremo y repetimos los pasos 3 y 4, trasladamos el cable al siguiente operario.	
6	Agrupamos de 20 en 20 cables en manojos.	
7	Repetimos todas las actividades anteriores hasta terminar con la cantidad requerida por la producción.	

INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO DE PREPARACION FUENTE	CODIGO:	PRO-PPM-02/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMNETO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			

Sub – Proceso A2. Preparación de Fuente Estación 2: Conexión de Conectores		
No.	Actividad	Imagen
1	Acercar las Herramientas mencionadas en requerimientos.	
2	Tomar un conector del contenedor.	
3	Insertar la punta de uno de los cables en un orificio que tiene el conector.	
4	Ubicar y agarrar el desarmador con la mano derecha.	
5	Posicionar el desarmador en el tornillo (donde están insertados los cables) y girar hasta apretar (realizar este procedimiento en el tornillo de alado).	
6	Repetir la actividad 3, pero con la punta que hace falta.	




INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO DE PREPARACION FUENTE	CODIGO:	PRO-PPM-02/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMNETO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			

7	Una vez más realizar la actividad 5, para el tornillo faltante.	
8	Agarrar la fuente y ubicarla en el recipiente de material preparado.	

 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	<p>PROCESO DE PREPARACION LED</p>	CODIGO:	PRO-PPM-03/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
<p>AREA: OPERATIVO</p>		TIPO DE DOCUMENTO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1

Sub – Proceso A3. Preparación de Pestañas de LED





Procedimiento de Limpia de Cautín

No.	Actividad	Imagen
1	Ubicar las lista de material y equipo que se va a utilizar.	
2	Calentar el Cautín durante 10 min.	
3	Inspeccionar que la Punta esté en condiciones de uso (sin exceso de estaño, puntos negros y/o sucia).	
4	Limpiar la punta con una esponja húmeda, para asegurar la inexistencia de residuos en la punta del cautín.	
6	Cubrir la punta del cautín con estaño.	


 En proceso de Certificación ISO 9001:2008	PROCESO DE PREPARACION LED	CODIGO:	PRO-PPM-03/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMNETO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			

7	Colocar el cautín en su reposadero.		
---	-------------------------------------	--	--

 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	PROCESO DE PREPARACION LED	CODIGO:	PRO-PPM-03/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMNETO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			



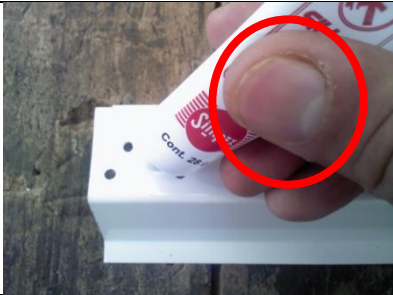


Sub – Proceso A3. Preparación de Pestañas de LED		
Estación 1: Soldado de Pestañas de LED		
No.	Actividad	Imagen
1	Ubicar la posición de los LED y, Tomar un LED y posicionarlo frente del operario.	
2	Con la mano izquierda sujetar el alambre de estaño y posicionarlo en una de las pestañas del LED.	
3	Con la mano derecha asir el cautín y posicionarlo con una inclinación aproximada de 10°.	
4	Con el cautín presionar la punta del alambre de estaño en dirección a la pestaña del LED, provocando solo un contacto entre cautín, estaño y pestaña de LED, inmediatamente después del contacto retirar cautín y estaño.	

INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO DE PREPARACION LED	CODIGO:	PRO-PPM-03/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMNETO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			





5	Se repite esta misma actividad en la pestaña faltante del LED.	
6	Posicionar el LED en el recipiente de almacenado.	

 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p> <p>LED TECHNOLOGY</p>	<p>PROCESO DE INSTALACION DE LED EN PERFIL</p>	CODIGO:	PRO-PIL-01/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
<p>AREA: OPERATIVO</p>		TIPO DE DOCUMENTO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1

Proceso B. Fabricación de LED


Sub – Proceso B1. Instalación de LED en perfil		
Estación 1: Empastado		
No.	Actividad	Imagen
1	Posicionar el Perfil frente al operario de forma correcta, como indica la imagen.	
2	Ubicar el tubo de Pasta Térmica.	
3	Tomar el tubo de Pasta Térmica y posicionarlo en medio de los orificios que del perfil.	
4	Presionar el tubo y dispensar la pasta en el perfil.	
5	Repetir los pasos 2 y 3 para los siguientes 18 espacios del perfil.	

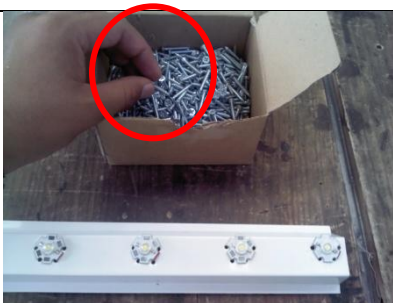


 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	PROCESO DE INSTALACION DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-PIL-02/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
AREA: OPERATIVO		TIPO DE DOCUMENTO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1

Sub – Proceso B1. Instalación de LED		
Estación 2: posicionamiento de LED		
No.	Actividad	Imagen
1	Tomar el perfil y posicionarlo frente del operario, con las perforaciones de menor distancia separada hacia el frente.	
2	Ubicar el LED e identificar la raya roja, la cual será posicionada en dirección del lado izquierdo del operario.	
3	Colocar el LED encima de la Pasta la cual Indica el lugar donde ira cada LED, y presionar hasta hacer contacto con el perfil.	
4	Repetir los Pasos 2 y 3 para los 17 LED que llevara el perfil.	



	PROCESO DE INSTALACION DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-PIL-02/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMNETO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			

5	Mover el perfil a la siguiente estación.	
---	--	--




 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	PROCESO DE INSTALACION DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-PIL-03/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
AREA: OPERATIVO		No. DE REVISION	1

Sub – Proceso B1. Instalación de LED Estación 3: Fijación de LED		
No.	Actividad	Imagen
1	Tomar el perfil y posicionarlo frente al operario, en dirección derecha la marca roja del LED.	
2	Con la mano izquierda tomar dos pijas y posicionarla en el orificio que se encuentra en la altura media del LED.	
3	Con la mano derecha tomar el Desarmador Eléctrico y Colocar en posición de atornillar.	
4	Presionar el botón de funcionamiento del desarmador para atornillar las pija, dejar de presionar al término de la cuenta de 1003.	

 En proceso de Certificación ISO 9001:2008	PROCESO DE INSTALACION DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-PIL-03/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			


5	<p>Regresar a la pija 1 y terminar de atornillar la pija hasta 1003, de igual manera para la pija 2.</p>	
6	<p>Volver a realizar la serie de pasos con los demás LED, determinando el número el Jefe de Producción.</p>	
7	<p>Pasar el perfil a la siguiente estación.</p>	

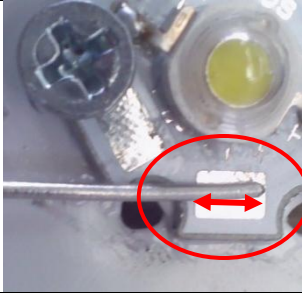
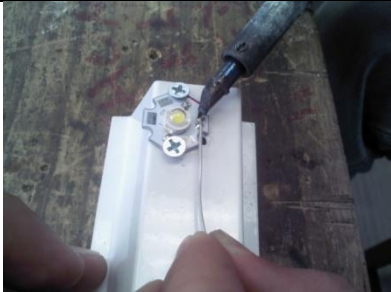


INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-PIL-04/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
AREA: OPERATIVO		TIPO DE DOCUMNETO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1


Sub - "Proceso B1. Instalación de LED Limpia del Cautín		
No.	Actividad	Imagen
1	Ubicar las lista de material y equipo que se va a utilizar.	
2	Calentar el Cautín durante 10 min.	
3	Inspeccionar que la Punta esté en condiciones de uso (sin exceso de estaño, puntos negros y/o sucia).	
4	Limpiar la punta con una esponja húmeda, para asegurar la inexistencia de residuos en la punta del cautín.	
6	Cubrir la punta del cautín con estaño.	


INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-PIL-04/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMNETO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			

7	Colocar el cautín en su reposadero.	
---	-------------------------------------	--




 En proceso de Certificación ISO 9001:2008	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-PIL-04/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			


Sub - "Proceso B1. Instalación de LED		
Estación 4: estañado de LED		
No.	Actividad	Imagen
1	Con la mano izquierda sujetar el alambre de estaño y colocar la punta del alambre donde comienza la pista de LED en el polo positivo.	
2	Con la mano derecha asir el cautín y posicionarlo con una inclinación aproximada de 10°.	
3	Con el cautín presionar la punta del alambre de estaño en dirección a la pista del LED, provocando solo un contacto entre cautín, estaño y pista de LED, inmediatamente después del contacto retirar cautín y estaño.	
4	Se repite esta misma actividad en la pista polo Positivo del LED, con el fin de obtener el suficiente estaño en la pista para después soldar el cable calibre 24.	

 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-PIL-04/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			

5	<p>Terminando el procedimiento No. 4 se realiza nuevamente los paso anteriores con la pista polo negativo del LED.</p>	
6	<p>Agarrar el perfil y pasarlo al siguiente operario.</p>	

INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			




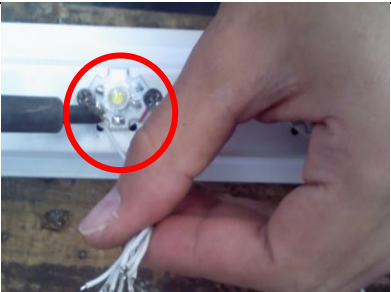
LIMPIEZA DEL CAUTIN		
No.	Actividad	Imagen
1	Ubicar las lista de material y equipo que se va a utilizar.	
2	Calentar el Cautín durante 10 min.	
3	Inspeccionar que la Punta esté en condiciones de uso (sin exceso de estaño, puntos negros y/o sucia).	
4	Limpiar la punta con una esponja húmeda, para asegurar la inexistencia de residuos en la punta del cautín.	
5	Cubrir la punta del cautín con estaño.	

 En proceso de Certificación ISO 9001:2008	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			


7	Colocar el cautín en su reposadero.	
---	-------------------------------------	--


Esto aplica para las Sub-Estaciones que están implícitas en esta misma Estación.



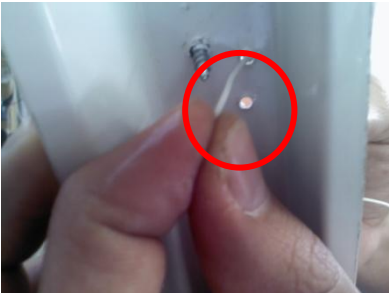

INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			


ESTACION 5: SOLDAR CABLES		
Sub – Estación 1: Soldar Cables Negativos de 7 cm.		
No.	Actividad	Imagen
1	Posicionar el perfil en la posición correcta, los orificios vacíos que en la parte superior, frente al operario.	
2	Tomar 8 cables de 7 cm. Del contenedor.	
3	Posicionar el primer cable en el primer LED en el polo negativo.	
4	Soltar cable y retirar el cautín al instante que entra la punta del cable	


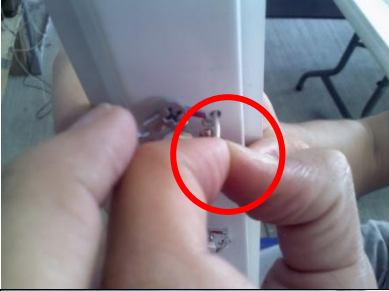


INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMNETO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			


5	El LED 9 no se le suelda cable.	
6	Agarrar el perfil con los 17 cables soldados y pasarlo al siguiente operario.	





 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	<p>PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL</p>	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
<p>AREA: OPERATIVO</p>		TIPO DE DOCUMNETO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1

ESTACION 5: SOLDAR CABLES		
Sub – Estación 2: Tejer Cable .		
No.	Actividad	Imagen
1	Sostener con la izquierda el perfil y Agarrar con derecha la punta del cable.	
2	Insertar la punta del cable en orificio que se encuentra en la parte superior, de donde esta soldado el cable.	
3	Con la otra mano agarra la punta que entra en el orificio.	
4	Jalar con la misma mano izquierda el cable que se inserto en el orificio hasta que ya no se pueda jalar mas.	


 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			


5	Girar 180° el perfil y con la mano derecha agarrar la punta e introducirla en el orificio que se encuentra debajo.	
6	Con la mano izquierda tirar el cable hacia el operario hasta que ya no pueda jalarsse mas.	
7	La punta que queda de fuera doblarla en dirección a al pestaña del perfil.	
8	Repetir la misma operación par los siguientes 17 LED.	
9	Agarrar el perfil y pasarlo al siguiente operario.	

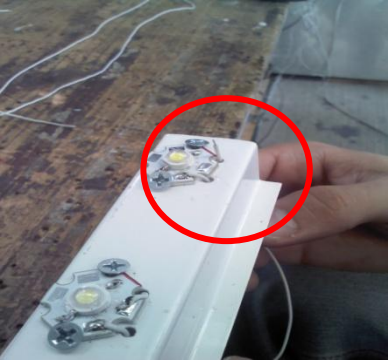



 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	<p>PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL</p>	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
<p>AREA: OPERATIVO</p>		TIPO DE DOCUMENTO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1


ESTACION 5: SOLDAR CABLES		
Sub – Estación 3: Soldar Cable Corto Positivo.		
No.	Actividad	Imagen
1	Posicionar el perfil en posición correcta, frente del operario.	
2	Agarrar un pinza de punta para sostener el cable a soldar.	
3	Doblar el cable con la pinza hasta la pista de polo positivo y sostenerlos en este punto.	
4	Con la mano derecha agarrar el cautín y realizar presión a la punta del cable pelado, haciendo contacto con el estaño que está en la pista.	





INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			


5	Realizar el mismo procedimiento para los 15 LED restantes.	
6	Al termino de los 16 LED, agarrar el perfil y pasarlo al siguiente operario.	




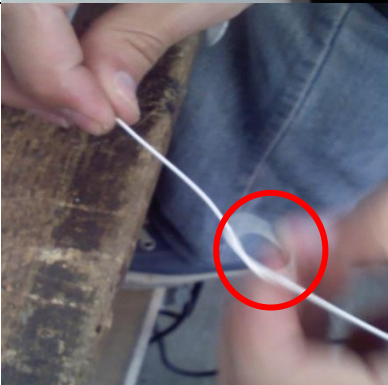
 En proceso de Certificación ISO 9001:2008	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
AREA: OPERATIVO		TIPO DE DOCUMENTO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1


ESTACION 5: SOLDAR CABLES			
Sub – Estación 4: Soldar Cable Largo Positivo.			
No.	Actividad		Imagen
1	Agarrar la punta del cable de 160 cm. E introducirlo por el orificio del LED No. 18.		
2	Con la mano izquierda jalar el cable aproximadamente 2cm. Para mayor comodidad al soldar.		
3	Doblar la punta del cable hasta la pista del polo positivo y hacer presión en la punta con el cautín por 2 segundos para soldar la punta del cable.		
4	Con la mano derecha sostener el perfil en el aire y con la izquierda jalar el cable por la parte inferior del perfil hasta quedar apretado el cable.		


 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	<p>PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL</p>	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
<p>AREA: OPERATIVO</p>		TIPO DE DOCUMENTO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1


5	<p>Agarrar el otro extremo del cable y llevarlo a la medida de la primera pija del LED No. 9, y allí sostener el cable.</p>	
6	<p>Con la mano derecha agarrar la pinza de pelado y hacer el corte.</p>	
7	<p>Con las dos manos jalar como lo muestra la figura, hasta una abertura de 2 cm. De pelado de cable.</p>	
8	<p>Doblar por la mitad el pedazo cable que se descubrió.</p>	





 En proceso de Certificación ISO 9001:2008	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
AREA: OPERATIVO		TIPO DE DOCUMNETO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1

9	Introducir el cable doblado en el orificio que esta vacio de LED No. 9		
10	Doblar la punta del cable hacia la pista negativa.		
11	Sostener el cable en esta pista y con el cautín hacer presión sobre la punta pelada, haciendo contacto con el estaño durante 2 segundos y soltar.		
12	En la punta sobrante del cable realizar un nudo para identificar el polo positivo de la conexión.		

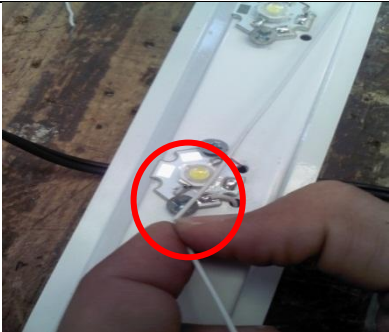



 En proceso de Certificación ISO 9001:2008	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMNETO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			

13	Agarrar el perfil y pasarlo al siguiente operario.	
----	--	--


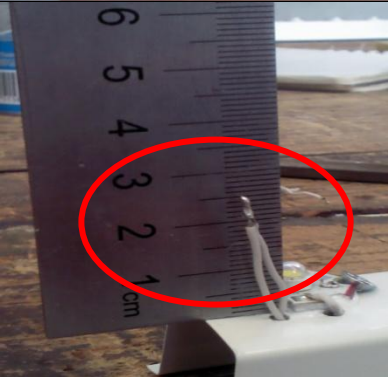

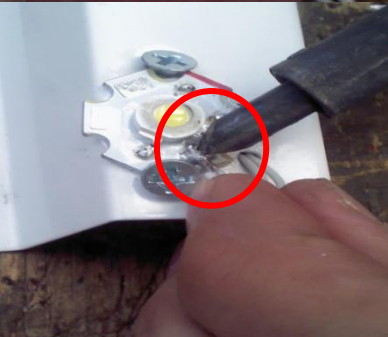
 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	<p>PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL</p>	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
<p>AREA: OPERATIVO</p>		TIPO DE DOCUMENTO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1


ESTACION 5: SOLDAR CABLES		
Sub – Estación 5: Soldar Cable Largo Negativo		
No.	Actividad	Imagen
1	Agarrar la punta del cable de 140 cm. E introducirlo por el orificio del LED No. 9.	
2	Con la mano izquierda jalar el cable aproximadamente 2cm. Para mayor comodidad al soldar.	
3	Doblar la punta del cable hasta la pista del polo positivo y hacer presión en la punta con el cautín por 2 segundos para soldar la punta del cable.	
4	Con la mano derecha girar el perfil 180° y con la izquierda jalar el cable por la parte inferior del perfil hasta quedar apretado el cable.	


INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			

5	<p>Agarrar el otro extremo del cable y llevarlo a la medida de la primera pija del LED No. 1, y allí sostener el cable.</p>	
6	<p>Con la mano derecha agarrar la pinza de pelado y hacer el corte.</p>	
7	<p>Con las dos manos jalar como lo muestra la figura, hasta una abertura de 2 cm. De pelado de cable.</p>	
8	<p>Doblar por la mitad el pedazo cable que se descubrió.</p>	

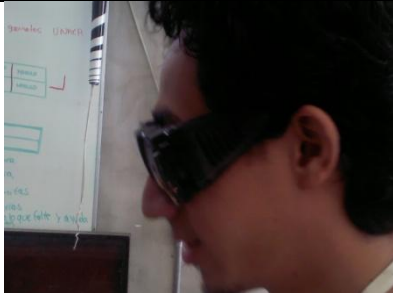




INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
AREA: OPERATIVO		TIPO DE DOCUMENTO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1

9	Introducir el cable doblado en orificio que esta vacío de LED No. 1	
10	Sacar 2.5 cm de cable para mayor comodidad en el acción de soldar el cable.	
11	Sostener el cable en esta pista como se muestra en la imagen.	
12	Agarrar el cautín y hacer presión sobre la punta pelada, haciendo contacto con el estaño durante 2 segundos y soltar.	


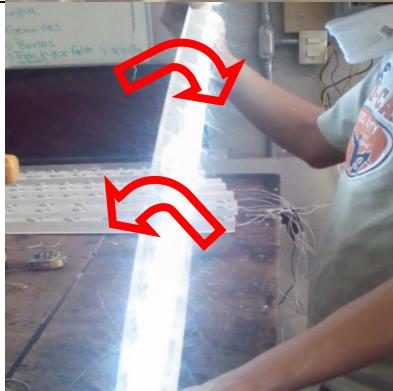
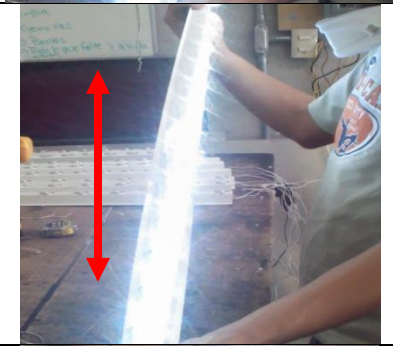
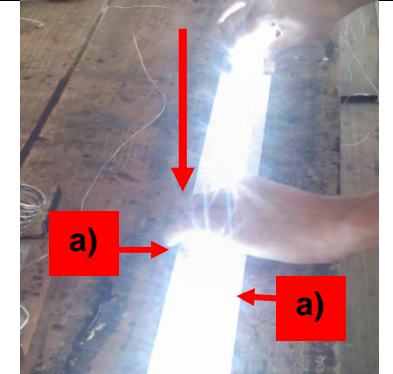
 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	PROCESO POSICIONAMIENTO DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-ILM-05/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
AREA: OPERATIVO		No. DE REVISION	1

13	Llevar la punta al extremo del cable largo positivo y agarrar la pinza de pelado de cable, y descubrir 2 cm. De punta del cable.	
14	Agarrar el perfil y llevarla al siguiente operador.	




ESTACION 6: Pruebas de Funcionamiento


No.	Actividad	Imagen
1	Poner los lentes oscuros en los ojos del operario.	
2	Conectar el cable del perfil positivo (nudo) con el caimán rojo de la fuente.	
3	Conectar el cable del perfil negativo con el caimán amarillo de la fuente.	
4	Conectar la clavija en el suministro de corriente.	
5	Esperar a que el perfil ilumine completamente los 18 LED.	

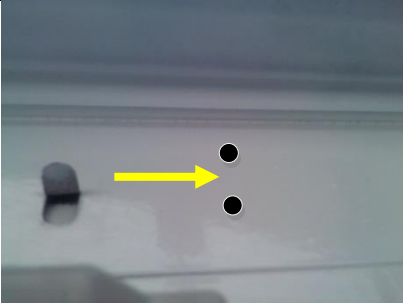


 En proceso de Certificación ISO 9001:2008	PROCESO DE INSTALACION DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-PIL-06/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
AREA: OPERATIVO		TIPO DE DOCUMNETO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1


6	Inspección de iluminación, todos los LED's deben de iluminar con la misma intensidad.			
7	Prueba de torsión, torcer el perfil con las manos como se muestra en la imagen.			
8	Prueba de agitación, tomamos el perfil por lo extremos con las dos manos y hacemos un movimiento con fuerza de arriba hacia abajo.			
9	Prueba de impacto, tomamos el perfil por las pestañas (a), levantamos la luminaria a 50 cm aproximadamente y aplicamos fuerza hacia la mesa hasta provocar el impacto.			


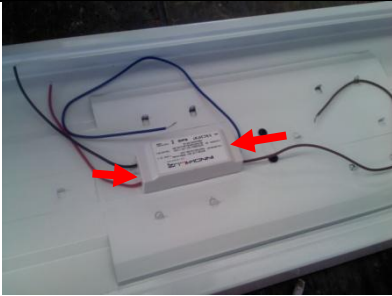


INNOVALUZ <small>MR</small> En proceso de Certificación ISO 9001:2008 LED TECHNOLOGY	PROCESO DE INSTALACION DE LED EN PERFIL	CODIGO:	PRO-PIL-06/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMNETO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			


10	Desconectar la clavija de la suministro de energía, para no provocar algún corto si se desconecta primero de los caimanes.	
11	Quitar el caimán rojo del cable positivo,	
12	Quitar el caimán amarillo del cable negativo,	
13	Tomar el perfil y pasárselo al operario transportador de producto semi-terminado al almacén.	



 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	PROCESO DE PERFIL EN GABINETE	CODIGO:	PRO-EPG-01/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			

ESTACION 1: Ensamble de Gomas			
No.	Actividad	Imagen	Nombre del Formato
1	Posicionar el gabinete frente al operario de forma correcta como se muestra en la imagen.		
2	Tomar una goma del contenedor y posicionarlo en el orificio indicado en el paso anterior.		
3	Presionar con el dedo pulgar hasta que quede insertada la goma en el orificio del gabinete, se repite las actividades para la otra goma.		
4	Tomar el perfil y pasarlo al siguiente operario.		





 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	<p>PROCESO DE PERFIL EN GABINETE</p>	CODIGO:	PRO-EPG-02/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
<p>AREA: OPERATIVO</p>		TIPO DE DOCUMENTO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1


ESTACION 2: Ensamble de Fuente		
No.	Actividad	Imagen
1	Agarrar el perfil y colocarlo enfrente del operario, verificar que los orificios con las gomas queden de frente al operario.	
2	Posicionar la fuente, asegurando que se coloquen encima de las pestañas del gabinete.	
3	Con la mano izquierda tomar un desarmador de plano y presionar la pestaña 1 y 2 hacia abajo hasta topar con la base de la fuente	
4	Insertar la punta café de los cables café de las fuentes en la goma 1 y 2 en el dos las puntas de color azul.	

 En proceso de Certificación ISO 9001:2008	PROCESO DE PERFIL EN GABINETE	CODIGO:	PRO-EPG-02/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
No. DE REVISION		1	
AREA: OPERATIVO			


5	<p>Girar el gabinete y tirar de los cables hasta apretarlos, y las puntas descubiertas enrollarlas así misma.</p>	
6	<p>Tomar el gabinete y pasarlo al siguiente operario.</p>	



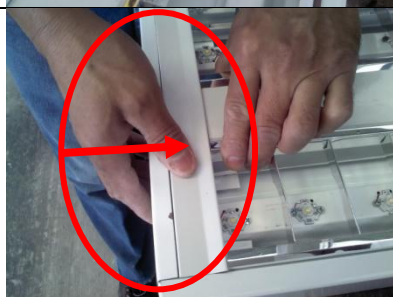

 En proceso de Certificación ISO 9001:2008	PROCESO DE PERFIL EN GABINETE	CODIGO:	PRO-EPG-03/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMENTO:		PROCESO	
AREA: OPERATIVO		No. DE REVISION	1

ESTACION 3: Ensamble de Perfil			
No.	Actividad	Imagen	Nombre del Formato
1	Posicionar el gabinete frente al operario, con la pestaña (a) dentro del gabinete frente del operario.		
2	Colocar el perfil dentro del gabinete entre las dos pestañas señaladas en la imagen anterior.		
3	Con un desarmador empujar la pestaña 2) en dirección al fondo del gabinete hasta dejarlo presionado y doblada la pestaña.		
4	Aplicar los mismos procedimientos para el siguiente perfil.		

 En proceso de Certificación ISO 9001:2008	PROCESO DE PERFIL EN GABINETE	CODIGO:	PRO-EPG-03/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
TIPO DE DOCUMNETO:		PROCESO	
AREA: OPERATIVO		No. DE REVISION	1

5	Tomar el perfil y moverlo a la siguiente estación.		
---	--	--	--

 <p>En proceso de Certificación ISO 9001:2008</p>	<p>PROCESO DE PERFIL EN GABINETE</p>	CODIGO:	PRO-EPG-04/2012
		FECHA:	NOVIEMBRE 2012
<p>AREA: OPERATIVO</p>		TIPO DE DOCUMENTO:	PROCESO
		No. DE REVISION	1

ESTACION 4: Ensamble de Loubier			
No.	Actividad		Imagen
1	Posicionar la fuente como se muestra en el imagen.		
2	Uno de los extremos del Loubier lo insertamos en el extremo superior del gabinete.		
3	El extremo sobrante del Loubier se posiciona y se aplica fuerza para empujar hacia el frente del Loubier.		
4	Presionarnos el Loubier hacia abajo y soltamos para que encaje en el gabinete.		
5	Repetimos estas actividades para la cantidad de Lámparas pedidas por el cliente y llevarlo a almacén, listo para su entrega.		