

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE PAROS DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN EL AREA DE ENSAMBLE FINAL DE LA PLANTA FORD DE HERMOSILLO”

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN

MARCO ANTONIO RAMÍREZ NAFARRATE

Director de tesis:

DR. FRANCISCO OCTAVIO LÓPEZ MILLÁN

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo y sincero agradecimiento al Dr. Octavio López, director de esta tesis, a la Dra. Martha Díaz y al Dr. Enrique de la Vega, quienes me además de orientarme y darle seguimiento a ésta investigación fueron los que me motivaron a iniciar este maravilloso camino de seguir preparándome académicamente e iniciar con la Maestría en Administración hasta culminarla con este proyecto el cual ha sido muy provechoso y de bastante aprendizaje.

Agradezco infinitamente también a mi esposa y mis hijos que me apoyaron desde el principio pacientemente y me animaban siempre a seguir adelante, este logro no lo habría podido tener sin el soporte de ustedes.

A mis padres y hermanos que siempre estuvieron al pendiente de mis avances y decirme palabras de aliento para continuar y llegar a este maravilloso final.

A mis compañeros de clase que compartieron sus conocimientos y experiencias que fue de lo más enriquecedor, con el tiempo ese compañerismo se transformó en una bonita amistad, a todos mis compañeros les agradezco a todos sus aportaciones.

RESUMEN

Los paros en la línea de producción, representados por luces rojas, en una estación de trabajo afectan al resto de los operadores que están ligados a la estación originadora. Al tener este suceso, el resto de los operadores interrumpen su ciclo del proceso, afectando la secuencia y siendo esto un gran distractor que causa defectos en el producto y costos asociados. En la determinación de las causas de paros de línea se considera su definición, su caracterización y los causa-hallazgos que permitan optimizar la operación hacia la reducción de paros. De ello, el objetivo de este documento es determinar las causas de los paros de la línea de producción en el departamento de ensamble final de la planta automotriz Ford Motor Co. de Hermosillo, Sonora. En la detección de las causas, se determinó que es la Línea 100 la que tiene mayor frecuencia de paros de línea a causa de atrasos por error proofing, material defectuoso, tiempo insuficiente, material faltante, material equivocado y otras causas.

ABSTRACT

The stoppages in the production line, represented by red lights in a workstation affect other operators that are linked to the originating station. By having this event, the other operators interrupt their process cycle, affecting the sequence and this being a great distractor causing product defects and associated costs. In determining the causes of stoppages line is considered its definition, characterization and cause findings to optimize the operation towards reducing downtime. This, the aim of this document is to determine the causes of stoppages of the production line in the department of final assembly of Ford Motor Co. automobile plant in Hermosillo, Sonora. In detecting the causes, it was determined that Line 100 is which has more frequent line stoppages because of delays in error proofing, defective material, insufficient time, missing materials, wrong material and other causes.

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes de la compañía	1
1.2 Planteamiento del problema	19
1.3 Objetivos.....	20
1.4 Hipótesis.....	20
1.5 Justificación	21
1.6 Delimitaciones	22
2. MARCO TEÓRICO.....	23
2.1 Teoría general de sistemas y producción.....	23
2.2 Insumos	29
2.3 Procesos productivos.....	32
2.4 Calidad y mejora continua	36
2.5 Método para parar la línea de producción.....	40
2.6 Error proofing para parar la línea de producción.....	41
2.7 Método de contacto.....	42
2.8 Andon y luces de llamado.....	42
2.9 Pantallas digitales.....	43
3. METODOLOGÍA Y MATERIALES.....	44
3.1 Determinación de los paros de línea	44
3.2 Metodología.....	44
4. ANALISIS DE LOS RESULTADOS	50
4.1 Análisis de datos.....	50
4.2 Causas.....	61
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
5.1 Conclusiones.....	73
5.2 Recomendaciones.....	74
REFERENCIAS	77

Índice de tablas y figuras

Tabla 1.1 Distribución de la gente	9
Tabla 1.2 Modelos de vehículos, Mercados y Opciones	17
Tabla 2.1 Lista de los costos de pobre calidad por fallas internas y externas	39
Tabla 4.1 Paros de Línea en Ensamble Final.....	50
Tabla 4.2 Paros totales por día de la semana	51
Tabla 4.3 Paros por turno y cuartil.....	51
Tabla 4.4 Paros de línea de 1-60 segundos.....	53
Tabla 4.5 Paros de línea por mes y por tripulación	56
Tabla 4.6 Tabla por tripulación, paros por error proofing y luces rojas.....	57
Tabla 4.7 Top 20 estaciones que más paran en Línea 100.....	64
Tabla 4.8 Resultados de encuesta	68
Figura 1.1 Mercados de Fusion y MKZ de HSAP.....	8
Figura 1.2 principios clave del FPS	10
Figura 1.3 Sistema 0/100 de Ford Motor Company.....	12
Figura 1.4 Los autos más vendidos en Estados Unidos en el 2015	13
Figura 1.5 Industria automotriz en México.....	14
Figura 1.6 Proveedores y partes en el mundo.....	18
Figura 3.1 Voz del cliente	46
Figura 3.2 Cronograma de actividades.....	47
Figura 3.3 Layout del área de producción de Ensamble Final.....	47
Figura 3.4 Flujo proceso línea 100	48
Figura 3.5 Encuestas para aplicar a técnicos bases	49
Figura 4.1 Defectos por mes	52
Figura 4.2 Estadística descriptiva paros de línea 100	53
Figura 4.3 Luces rojas por área.....	54
Figura 4.4 Frecuencia de luces rojas.....	55

Figura 4.5 Frecuencia de luces rojas.....	55
Figura 4.6 Paros de línea por tripulación.....	56
Figura 4.7 Paros error proofing y luces rojas de tripulación A	57
Figura 4.8 Paros línea 100 por turno	58
Figura 4.9 Análisis de correlación A	59
Figura 4.10 Análisis de correlación B	60
Figura 4.11 Diagrama de causa y efecto.....	61
Figura 4.12 Matriz causa-efecto	62
Figura 4.13 Tabla de SIPOC A.....	63
Figura 4.14 Tabla SIPOC B.....	63
Figura 4.15 Gráfico de barras top 20 estaciones con más paros de línea 100.....	65
Figura 4.16 Caracterización y causas	65
Figura 4.17 Resultado de encuesta.....	66
Figura 4.18 Resultado de encuesta.....	67
Figura 4.19 Formato para registro y control manual de paro de línea	68
Figura 4.20 Pareto de causas por las que para frecuentemente la línea	69
Figura 4.21 Pareto de estaciones que paran por error proofing	70
Figura 4.22 Pareto de estaciones que paran por error proofing	71

CAPITULO 1 “INTRODUCCIÓN”

1.1 Antecedentes de la compañía

Ford Motor Company fue fundada en 1903 y asentada originalmente en Detroit, Michigan. Actualmente, su sede central se encuentra en Dearborn, Michigan, teniendo una planta laboral de más de 166,000 personas que trabajan en todo el mundo.

En su historia ha ocupado los primeros lugares como productor multinacional de autos y camiones, siendo competidor directo de General Motors, Daimler Chrysler, Volkswagen y Toyota Motors, entre otros. Igualmente, ha ocupado los primeros lugares en ingresos, reportando en 2015 un ingreso de 7,400 millones de dólares y una utilidad de 2,600 millones de dólares, impulsados por sus ventas en el mercado automotriz de Estados Unidos y Asia Pacífico (Forbes, 2015).

Sus resultados financieros provienen del desempeño de la producción y las ventas en sus distintos mercados. En Estados Unidos vendió 17.5 millones de vehículos, en la región Asia Pacífico tuvo ventas de 1.4 millones, en Europa vendió 1.5 millones y en Oriente Medio y África, siendo su mercado más pequeño vendió 187 mil unidades (EFE, 2016).

Recientemente Ford anunció que ha reducido la cantidad de energía necesaria para la fabricación de cada vehículo en un 22% en los últimos seis años; así también, la compañía planea reducir el consumo de energía un 25% en 2016 (Forbes, 2016). De lo anterior, es una de las compañías manufactureras más importantes del mundo, tanto en capital, personal y capacidad productiva.

Ford Motor Company es líder mundial en productos y servicios automotrices, y financieros. Su misión es mejorar continuamente los productos y servicios a fin de satisfacer las necesidades de sus clientes, lo que le permite prosperar como negocio y proporcionar utilidades a sus accionistas.

Los valores que guían la conducta de la compañía, según la información Ford Motor Company (2016), están relacionados con la gente, el producto, las utilidades, los concesionarios, proveedores y su integridad. Estos son:

- Gente - La gente es la fuente de su fuerza. Ellos proporcionan la inteligencia corporativa y determinan la reputación y vitalidad. El involucramiento y el trabajo en equipo son la esencia de sus valores humanos.
- Productos - Los productos son el resultado final de sus esfuerzos, y deben ser los mejores para servir a sus clientes en todo el mundo. Así como sus productos son vistos, así son vistos.
- Utilidades - Las utilidades son la medida final de cuán eficientes son al proveer a sus clientes con los mejores productos para satisfacer sus necesidades. Las utilidades son necesarias para sobrevivir y crecer.
- Los concesionarios y los proveedores son sus socios - La compañía debe mantener relaciones de mutuo beneficio con distribuidores, proveedores y con los demás asociados comerciales.
- La integridad nunca es comprometida - La conducta de la compañía alrededor del mundo debe seguirse de una manera que sea socialmente responsable, requiriendo respeto por su integridad y por sus contribuciones positivas a la sociedad. Las puertas están abiertas para hombres y mujeres de la misma manera sin discriminación y sin considerar origen étnico o creencias personales.

A su vez, los principios que orientan su trato con la gente y su producción son:

- El involucramiento del personal es la forma de vida - Son un equipo. Se tratan unos a otros con confianza y respeto.
- Los clientes son el centro de todo lo que hacen - Su trabajo debe estar hecho pensando en sus clientes, proporcionando mejores productos y servicios que la competencia.
- La calidad es lo primero - Para lograr la satisfacción de los clientes, la calidad de sus productos y servicios es la prioridad número uno.
- El mejoramiento continuo es esencial para el éxito – Se esfuerzan por la excelencia en todo lo que hacen: en los productos, en su seguridad y valor, y en los servicios, sus relaciones humanas, su competitividad y su rentabilidad.

En México, la industria automotriz ocupa el octavo lugar en producción y el sexto en unidades exportadas. Antes del colapso económico de Estados Unidos de 2010, se exportaba el 80% de la producción. Al cierre de 2012, 36% de las exportaciones se orientaron a mercados más diversos (Forbes, 2016).

Ford de México inició operaciones en 1925 y cuenta con plantas de estampado y ensamble en Hermosillo y Cuautitlán, así como de Motores I y Motores II ubicadas en Chihuahua, además de sus oficinas centrales establecidas en la ciudad de México. Ford de México produce Ford Fiesta, Ford Fusion, Lincoln MKZ así como, las versiones híbridas de estos últimos dos. Su estrategia de manufactura también incorpora el ensamble y producción de los motores Duratec I-4 (2 y 2.5 L) así como los motores Power Stroke Diesel de 6.7 L V8 y un motor diesel de 4.4 L. Las marcas que integran al grupo en México incluyen a Ford y Lincoln (Ford, 2015).



FIESTA 2016



FOCUS 2016



FUSION 2016

En el avance que existe hasta ahora, se observa mayor capacidad de formación de recursos humanos especializados, y de investigación científica y tecnológica; algunas empresas locales han acumulado capacidades tecnológicas y empresariales para participar en redes de abastecimiento permanentes de Ford o de sus grandes proveedores transnacionales. Las operaciones de la planta Ford han generado una importante derrama de conocimientos técnicos y administrativos de manufactura avanzada (Contreras, 2005).

Adicionalmente se reconoce que todavía existe mucho campo de acción en la vinculación de las políticas industriales del país y el propio Estado de Sonora con las necesidades de producción de Ford. Concretamente, se ha observado que se requiere incrementar la capacidad tecnológica y financiera de las empresas locales para alcanzar los estándares de Ford, fortalecer la cultura industrial orientada a la innovación, impulsar un liderazgo que articule los esfuerzos e instrumentos de fomento a empresarios e instituciones locales para generar una red de proveedores, vincularse con instituciones educativas y de capacitación conforme las necesidades del sector productivo.

Departamento de Ensamble Final

La planta de estampado y ensamble de la Ford Motor Co. en Hermosillo inició operaciones en 1986. La inversión inicial fue de 500 millones de dólares para la producción de 130,000 vehículos anuales; posteriormente en 1991 la producción se amplió a 168 mil vehículos anuales. Para 2010 la planta celebró la producción de la unidad un millón y en 2012, con una inversión de 1.3 mil millones de dólares se amplió la planta en un 40%. Ya en 2013 se tiene una capacidad de producción de 385 mil vehículos anuales, 63 autos por hora (Blanco, 2013).

Entre las características más importantes que han resultado de las ampliaciones destacan las siguientes (Blanco, 2013):

- Las nuevas inversiones contemplan ampliar la planta y el parque de proveedores. En el campus se encuentran casi 400 proveedores directos de la planta, lo que mejora la producción y disminuye los inventarios.
- Se crean nuevos empleos directos (incluyendo los nuevos empleos en Ford, los proveedores de primera y segunda línea, y los proveedores locales). En 2013 se tenían 4.1 mil empleados trabajando tres turnos de 8 horas de lunes a viernes y dos turnos de 8 horas el sábado.

- En el parque industrial adjunto a la planta existen más de 20 grandes proveedores de primera y segunda línea, además de servicios especializados.
- Es una planta de manufactura flexible capaz de producir hasta 10 modelos distintos a partir de una estrategia que conforma la Plataforma CD3 desarrollada por Mazda G y Ford. La estrategia contempla reducir los costos, elevar la calidad y recuperar participación en el mercado de autos sub-compactos.

Las diversas ampliaciones en la planta de estampado y ensamble de Ford Hermosillo se han caracterizado por mantener una calidad de exportación referente a nivel internacional. Desde su ampliación en 2005 se utiliza un sistema de manufactura flexible de alta tecnología automotriz donde involucra una red de proveedores de primera línea para fabricar los nuevos modelos de acuerdo con el paradigma de la manufactura modular.

En los primeros 20 años de operación, la planta de estampado y ensamble de Ford ha experimentado varias fases de crecimiento, tanto en la producción como en el empleo, tales como (Contreras, 2005):

- Los niveles salariales en la planta han registrado un incremento paulatino.
- Se ha experimentado un proceso de maduración y diversificación de la fuerza de trabajo empleada en la planta, lo que la hace más experimentada y estable.
- Ford ha propiciado la difusión de nuevas prácticas de organización entre empresas locales.
- Los ingenieros que han trabajado en Ford constituyen un vehículo de transmisión de conocimientos manufactureros y organizativos para la región.
- Se han logrado algunas experiencias exitosas de vinculación con varias Instituciones de Educación Superior (IES), aunque no siempre han tenido continuidad.

- Las empresas locales no participan en la red de proveedores de primera o segunda línea. Sin embargo hay algunas experiencias exitosas de incorporación de pequeñas y medianas empresas locales en áreas como los servicios generales, el mantenimiento industrial y los servicios tecnológicos.

Las características de la planta de estampado y ensamble de Ford en Hermosillo son (Blanco, 2013):

- Superficie: 280 acres.
- Empleados: 4 mil 111 trabajadores, 3 mil 866 sindicalizados y 245 no sindicalizados. Cuenta con un 17% de personal femenino, 688 mujeres aproximadamente. Antigüedad promedio de 12 años.
- Horario: Lunes a viernes: 3 turnos de 8 horas. Sábado: 2 turnos de ocho horas.
- Tiempo laboral: La planta se mantiene activa desde el lunes a las 6 de la mañana hasta el domingo a media noche, para dar paso al mantenimiento a las máquinas.
- Productos: Ford Fusion sedán con motores de L 4 2.0 litros Ecoboost y L4 2.5 litros aspirado natural, y las versiones híbridas: Hybrid y Energi. Lincoln MKZ sedán con máquinas L4 2.0 litros Ecoboost y V6 3.7 litros así como su versión híbrida.
- Producción: 378 mil unidades anuales a un ritmo de 63 autos por hora.
- Comercio: Estados Unidos 88.5%, Canadá 6.1%, Sudamérica 3.4%, México 1.3%, Centro América 0.3%, Medio Oriente 0.2%, Asia-Pacífico 0.1% y Caribe 0.1% (figura 1.1).

Figura 1.1 Mercados de Fusion y MKZ de HSAP



Fuente: Planta Ford de Hermosillo

La integración del departamento de ensamblaje final de la planta Ford de Hermosillo es la siguiente:

- Líneas de producción: 10
- Estaciones de trabajo: 371
- Técnicos totales: 1,113
- Líderes de equipo de trabajo: 39 por tripulación, 117 totales
- Equipos de trabajo: 39 por tripulación , 117 totales (tabla 1.1)

Distribución de la gente:

Tabla 1.1 Distribución de la gente

Unidad de Proceso	Línea	WS (Técnicos)	LET 10:1	Requerido
PU1	200	36	4	40
	300	27	3	30
PU1-A	PRETRIM	20	2	22
	100	43	5	48
PU2	PUERTAS	56	6	62
PU3	400	29	3	32
	FLAT TOP	12	2	14
PU3-A	700	15	2	17
	600	30	3	33
PU4	500	49	5	54
	800	15	2	17
PU5	EOL	19	1	20
	REPARACIONES	20	1	21
Requerido por tripulación		371	39	410
Requerido total		1113	117	1230

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa, 2015.

Estándares críticos

El Ford Production System (FPS) es un sistema disciplinado de estándares flexibles de actuación para fabricar un producto con calidad, competitivo en costos, mediante procesos de trabajo estables, fiables y seguros para las personas. El FPS consiste en tener un sistema de producción que (figura 1.2):

- sea simplificado, flexible y disciplinado
- común a todas las plantas
- definido por un conjunto de principios y herramientas
- basado en grupos de trabajo capaces y con iniciativa
- que maximice la versatilidad de los miembros del grupo de trabajo

- aplicable a un entorno de fabricación masiva
- cada grupo de trabajo gestiona su zona de trabajo
- se asignan roles y responsabilidades
- se desglosan tareas hasta el nivel más sencillo
- se gestionan parámetros de control
- están orientados a la mejora continua
- se basa en la versatilidad, conocimiento y experiencia
- se tiene autonomía para la resolución de problemas.

Figura 1.2 principios clave del FPS (Ford, 2004)



Fuente: Ford Motor Company

Dentro de la calidad se considera:

- Índice de rechazos de operaciones posteriores
- Índice de retrasos
- Incidencias de calidad detectadas en procesos de montaje ulteriores
- Costo de garantías (si es posible asimilarlo al área de trabajo del grupo)
- Calidad de proveedores (no proveniente de defectos de montaje)

Dentro de la producción, envíos y costo se considera:

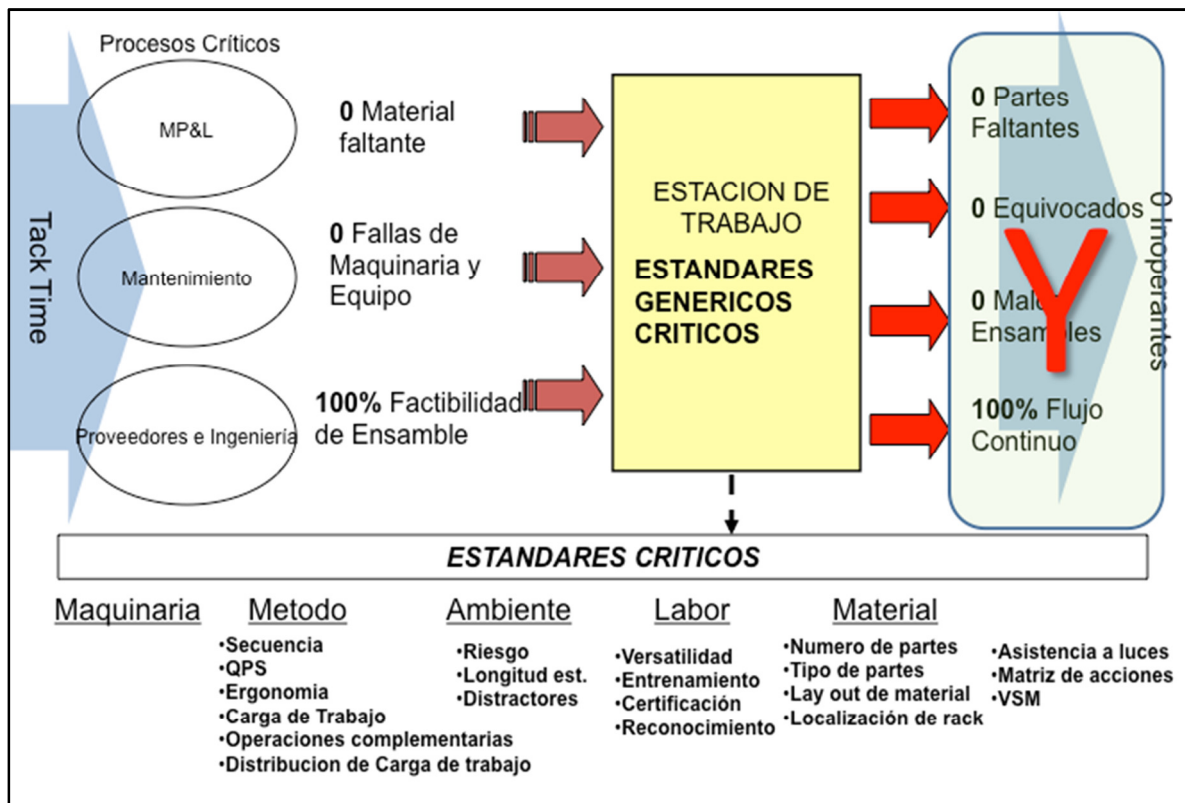
- Porcentaje de cumplimiento de la producción diaria asignada y para envíos de piezas
- Porcentaje de producción realizada bien "a la primera"
- Niveles de stocks máximos y mínimos
- Incidencias de falta de piezas o material
- Coste de chatarra producida por el grupo
- Coste de horas extras versus objetivo/presupuesto
- Coste generado en fases posteriores del producto

Los estándares críticos en las estaciones de trabajo del departamento de ensamble final tienen una relación con los procesos críticos de MPL, mantenimiento y proveedores-ingeniería. De ellos, se espera que no haya material faltante, que existan cero fallas de maquinaria y equipo y que exista un 100% de factibilidad de ensamble.

Ya en las estaciones de trabajo, los estándares críticos, basado en el Concepto 0/100 aplicado a la estación de trabajo, consideran a la maquinaria, el método, el ambiente, labor, materiales, y los medibles, buscando que existan cero partes faltantes, cero equivocados, cero ensambles malos y 100% flujo continuo, que en suma son cero inoperantes (figura 1.3). Para cada uno se considera:

- La maquinaria comprende: número de herramientas, dependencia de equipos y efectividad de Poka Yoke.
- El método comprende: secuencia QPS, ergonomía, carga de trabajo, operaciones complementarias y distribución de carga de trabajo.
- En el ambiente, se tiene: riesgo, longitud de estaciones, distractores.
- En la labor, se considera: versatilidad, entrenamiento, certificación y reconocimiento.
- En el material, se tiene: número de partes, tipo de partes, Lay out de material y localización de rack.
- En los medibles, se considera: asistencia a luces, matriz de acciones y VSM.

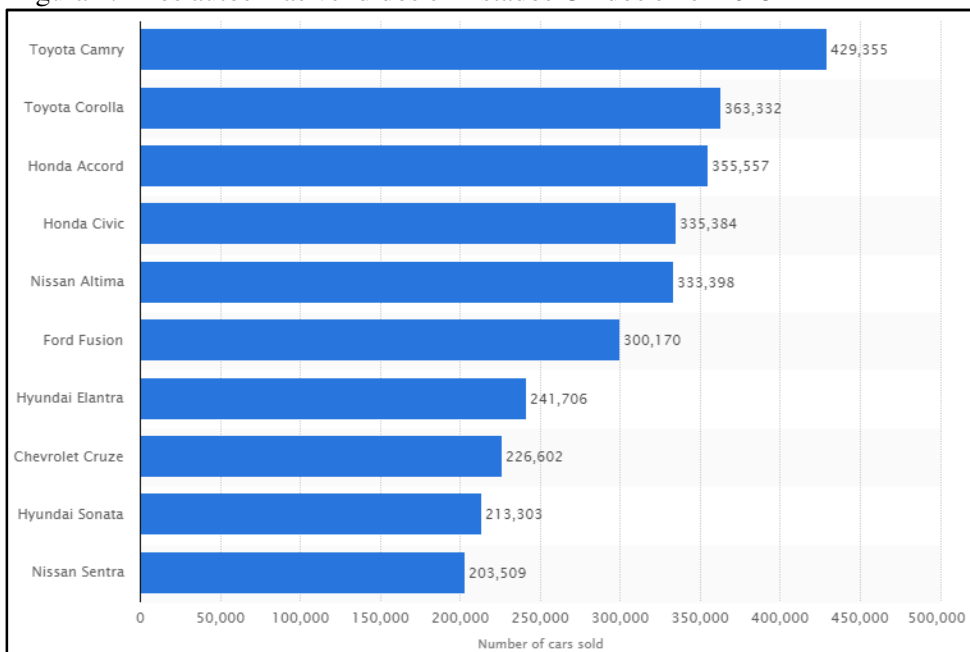
Figura 1.3 Sistema 0/100 de Ford Motor Company



Fuente: Ford Motor Company

El segmento automotriz más competitivo en Estados Unidos se encuentra en los medianos, la tabla1 (fuente Statista 2016), muestra los autos más vendidos en el 2015, en la cual muestra el Ford Fusion que se ensambla en Hermosillo, Sonora, México, se encontraba colocado en el nivel 6to con ventas con 300,170 unidades (figura 1.4)

Figura 1.4 Los autos más vendidos en Estados Unidos en el 2015



Fuente: www.statista.com/statistics

La industria automotriz en México tiene una mayor presencia en la región del centro del país, los estados en donde más se concentra esta rama de la manufactura son Guanajuato, Aguascalientes y el Estado de México, en la figura 1.5 muestra en donde se concentra la IA. (Fuente Car and Driver, 2015).

Figura 1.5 Industria automotriz en México



Fuente; Car and Driver, 2015

Ford Motor Company en su historia ha ocupado los primeros lugares como productor multinacional de autos y camiones. Igualmente, ha ocupado los primeros lugares en ingresos, reportando en 2015 un ingreso de 7,400 millones de dólares y una utilidad de 2,600 millones de dólares (Forbes 2015). Su misión es mejorar continuamente los productos y servicios a fin de satisfacer las

necesidades de sus clientes, lo que le permite prosperar como negocio y proporcionar utilidades a sus accionistas.

La planta de estampado y ensamble de la Ford Motor Co. en Hermosillo inició operaciones en 1986. La inversión inicial fue de 500 millones de dólares para la producción de 130,000 vehículos anuales; para 2010 la planta celebró la producción de la unidad un millón y en 2012, con una inversión de 1.3 mil millones de dólares se amplió la planta en un 40%. Ya en 2013 se tiene una capacidad de producción de 385 mil vehículos anuales, 63 autos por hora.

No obstante el crecimiento en la producción y la mejora en los procesos productivos, se reconoce la existencia de paros de línea, conocidos como luces rojas. Los paros de línea tienen un costo estimado anual de 15 millones de dólares para un intervalo de tiempo de 1-60 segundos como objetivo de paro de línea en los tres turnos. Una variación adicional, implica un costo mayor, continuar pagando sueldos en un paro de línea y un número de unidades promedio dejadas de producir, teniendo un efecto contrario a la rentabilidad de la empresa.

Considerando lo anterior, el objetivo de esta investigación es determinar las causas de los paros de la línea de producción en el departamento de ensamble final de la planta automotriz Ford Motor Co. de Hermosillo, Sonora.

Un sistema es un conjunto de unidades recíprocamente relacionadas. La Teoría General de Sistemas afirma que las propiedades de los sistemas no pueden describirse separadamente. Su comprensión solo puede lograrse estudiándolo como un todo, considerando las interrelaciones entre las partes (Ruiz, 2011).

En una línea de producción dividida en estaciones de trabajo para uno o más productos que requieren distintos procesos, materiales, maquinaria, tiempos y mano de obra, la complejidad y las interrelaciones se multiplican, de lo que es necesario establecer estándares críticos para el cumplimiento de objetivos determinados.

En la industria automotriz, cada empresa produce automóviles con dos o más diferentes marcas en la misma planta ensambladora. La utilización de estaciones robóticas permite realizar operaciones sin cesar a partir de una programación, lo que se traduce en una calidad de producción alta (Groover, 2007).

La complejidad de sistema de producción equivale a la suma del conjunto de variables de entrada que afectan al proceso, una variable es la cantidad de opciones y mercados a donde se envían las unidades como producto terminado a su cliente final, la Planta Ford de Hermosillo envía a 51 países (seis regiones) los vehículos Ford Fusion y Lincoln MKZ. El Fusion se ensambla en sus 245 versiones (opciones) y el MKZ contiene 442 versiones (opciones) para satisfacer los diferentes gustos de los clientes (tabla 1.2).

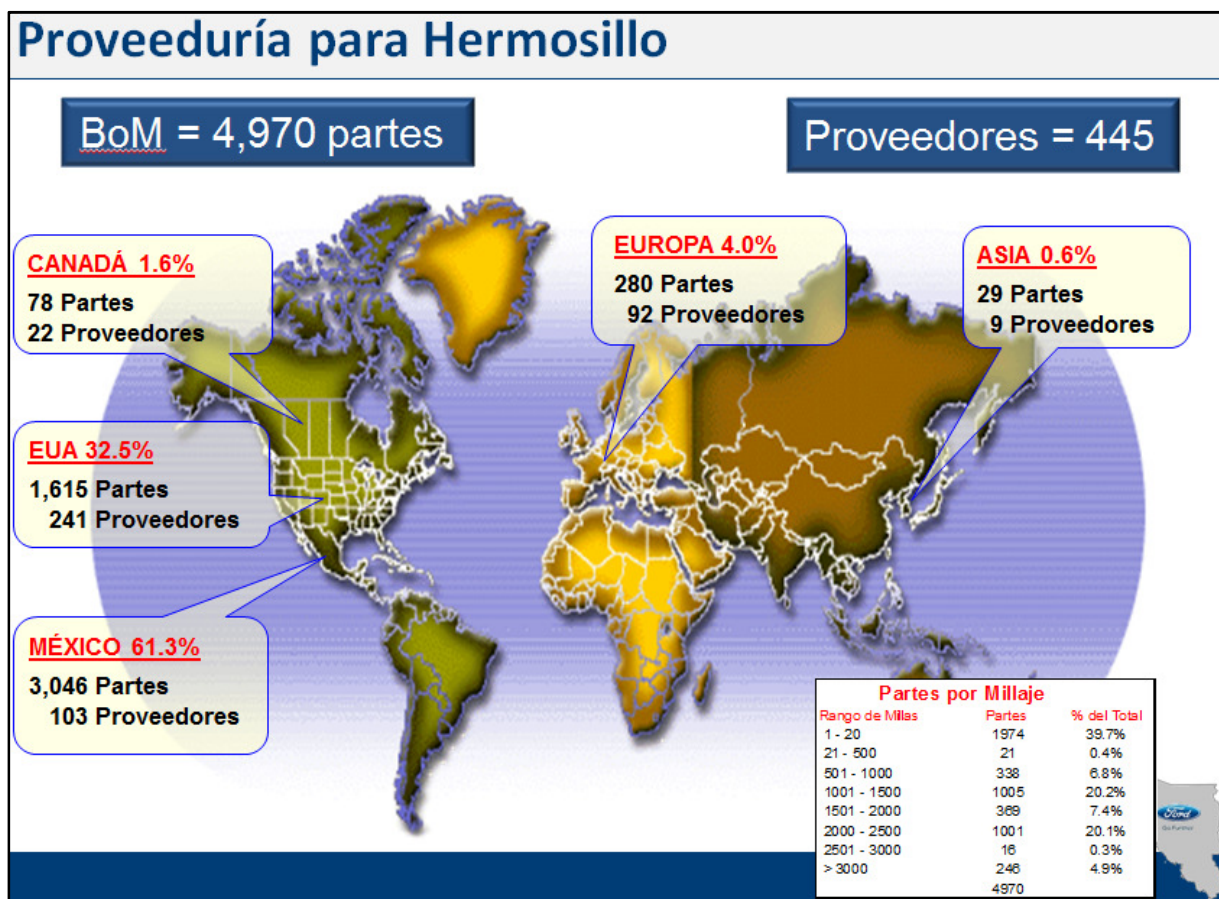
Tabla 1.2 Modelos de vehículos, Mercados y Opciones

	REGION	PAIS	MODELO	OPCIONES		REGION	PAIS	MODELO	OPCIONES	
1	Norte América	Estados Unidos	Ford	39	25	Caribe	Bermudas	Lincoln	8	
			Lincoln	63	26	Caribe	Bonaire	Ford	7	
2	Norte América	Canada	Ford	13				Lincoln	8	
			Lincoln	21	27	Caribe	Islas Caiman	Ford	7	
3	Norte América	México	Ford	7				Lincoln	8	
			Lincoln	8	28	Caribe	Curazao	Ford	7	
4	América Central	Belize	Ford	5				Lincoln	8	
			Lincoln	8	29	Caribe	Dominica	Lincoln	8	
5	América Central	Costa Rica	Ford	6	30	Caribe	Granada	Lincoln	8	
			Lincoln	8	31	Caribe	Haiti	Ford	7	
6	América Central	El Salvador	Ford	4				Lincoln	8	
			Lincoln	8	32	Caribe	Jamaica	Lincoln	8	
7	América Central	Guatemala	Ford	4	33	Caribe	República Dominicana	Ford	7	
			Lincoln	8	34	Caribe	República Dominicana	Lincoln	8	
8	América Central	Honduras	Ford	4	35	Caribe	San Martín	Ford	7	
			Lincoln	8	36	Caribe	Santa Lucía	Lincoln	8	
9	América Central	Nicaragua	Ford	4	37	Caribe	Islas Turcas y Caicos	Ford	7	
			Lincoln	8				Lincoln	8	
10	América Central	Panamá	Ford	6	38	Caribe	Islas Vírgenes de los E.U.	Ford	13	
			Lincoln	8				Lincoln	21	
11	Sur América	Argentina	Ford	3	39	Asia/Pacifico	China	Lincoln	16	
12	Sur América	Bolivia	Ford	3	40	Asia/Pacifico	Guam	Ford	13	
13	Sur América	Brasil	Lincoln	5				Lincoln	21	
14	Sur América	Chile	Ford	3	41	Asia/Pacifico	Mongolia	Ford	4	
15	Sur América	Colombia	Ford	1	42	Asia/Pacifico	Saipan Norte Islas Marianas	Ford	13	
16	Sur América	Ecuador	Ford	1	43	Asia/Pacifico	Corea del Sur	Lincoln	12	
17	Sur América	Paraguay	Ford	4	44	GCC	Bahrain	Lincoln	8	
18	Sur América	Perú	Ford	4	45	GCC	Jordania	Lincoln	4	
19	Sur América	Puerto Rico	Ford	13	46	GCC	Kuwait	Lincoln	8	
			Lincoln	21	47	GCC	Libano	Lincoln	8	
20	Sur América	Uruguay	Ford	7	48	GCC	Omán	Lincoln	8	
21	Caribe	Antigua Barbuda	Ford	6	49	GCC	Catar	Lincoln	8	
			Lincoln	8	50	GCC	Arabia Saudita	Lincoln	8	
22	Caribe	Aruba	Ford	9	51	GCC	Emiratos Arabes Unidos	Lincoln	8	
			Lincoln	18						
23	Caribe	Bahamas	Ford	7						
			Lincoln	8						
24	Caribe	Barbados	Lincoln	8						
									TOTAL OPCIONES FORD	245
									TOTAL OPCIONES LINCOLN	442
									GRAND TOTAL	687

Fuente: Ford Motor Company

Para poder construir esta 687 opciones de unidades entre Fusion y MKZ, se requieren un total de 7,367 partes productivas que se distribuyen en 445 proveedores, México es el país en donde se localizan 103 proveedores que surten 3,046 que equivale al 61.3% del total de las partes a la planta de Hermosillo, en Estados Unidos se localizan 241 proveedores que surten 1,615 partes equivalentes al 32.5% del total, en Canadá se localizan 22 proveedores que surten 78 componentes equivalentes al 1.6%, en Europa se localizan 92 proveedores que envían 280 partes que equivalen al 4% del vehículo y por último en Asia se localizan 9 proveedores que envían 29 partes a la planta de Hermosillo (figura 1.6).

Figura 1.6 Proveedores y partes en el mundo



Fuente: Ford Motor Company

Cuando en la línea de producción de ensamble interviene la mano de obra y no se atienden los controles y estándares de calidad, se provoca un aumento de la cantidad de defectos y los paros de la línea.

En el departamento de ensamble final de la planta de Ford Motor Co. en Hermosillo, Sonora se ha observado que el objetivo de paro de línea medido en tiempo (132 minutos de paro diario, equivalente a un 94.5% de eficiencia) no está cumpliéndose en los distintos turnos, de lo que se deriva un aumento en el paro de línea y un consecuente aumento de costos por unidades promedio no producidas.

Ante tal hecho, este documento busca determinar las causas de paro de línea en el departamento de ensamble final de la planta automotriz de Ford Motor Co. en Hermosillo, Sonora.

1.2 Planteamiento del problema

El departamento de ensamble final de la planta Ford Motor Co. en Hermosillo, Sonora está integrado por una serie de estaciones de trabajo en las cuales trabajan tres turnos. En el pasado, se ha determinado que los paros de línea, también conocidos como luces rojas, mantienen una relación con las luces amarillas, los defectos y los defectos de ensamble final (FTT, first time through/bien a la primera vez).

Los paros de línea tienen un costo estimado anual de 15 millones de dólares para un intervalo de tiempo de 1-60 segundos como objetivo de paro de línea en los tres turnos. Una variación adicional, implica un costo mayor, continuar pagando sueldos en un paro de línea y un número de unidades promedio dejadas de producir.

Los paros de línea pueden identificarse a partir de las estaciones de trabajo, las líneas de producción, los turnos o tripulaciones y del factor tiempo en el que han ocurrido los paros más frecuentes.

Respecto al tiempo, se ha observado que en el periodo abril-octubre de 2014, el mes de agosto presentó como uno de los meses con la mayor frecuencia de luces rojas, seguida de las luces amarillas y de las frecuencias de defectos.

Se ha determinado que los paros de línea tienen una relación directa con los defectos. En un análisis de correlación realizado en el área de producción desde 2014, se determinó que existe una correlación directa de 0.83 entre los paros de

línea y los defectos. Igualmente, se ha calculado la correlación entre luces rojas y amarillas, rojas y FTT, amarillas y FTT, y amarillas y defectos, encontrando que su correlación no es significativa.

En términos de lo anterior, la pregunta de investigación es:

- ¿Cuáles son las causas de los paros de línea en el departamento de ensamble final?

1.3 Objetivos

El objetivo general de este documento es determinar las causas de los paros de la línea de producción en el departamento de ensamble final de la planta automotriz Ford Motor Co. de Hermosillo, Sonora.

Los objetivos específicos son:

- Identificar cuál es la línea que más paros tiene.
- Identificar cuáles son las estaciones que más paran línea.
- Determinar el tiempo de paro de cada estación afectada.
- Indicar las interacciones entre el manejo de materiales, maquinaria y mano de obra en los procesos de ensamble final en HSAP Ford Motor Co.
- Identificar las variables de entrada del proceso.

1.4 Hipótesis

La hipótesis que guiará este documento es:

La causa del paro de línea menores de 60 segundos están plenamente identificadas en el departamento de Ensamble Final.

1.5 Justificación

La industria automotriz es una de las actividades económicas que más contribuye a la economía global y nacional. Datos proporcionados por INEGI señalan que la participación en el valor agregado bruto nacional representa el 3.7% y en el manufacturero representa el 20.1%. En ventas, el mercado nacional a 2012 fue de 1 millón de unidades y en el mercado internacional fue de 2.3 millones de unidades (INEGI, 2013).

La tendencia mundial es continuar creciendo en demanda y producción, diversificación de marcas y mercados (incluyendo China), insertarse en todos los segmentos, desde los más económicos a los de lujo, sobretodo en el segmento intermedio y los ecológicos.

Ante el incremento de la competencia basado en la calidad de los productos y en la atención del servicio, las presiones para controlar los costos, disminuir los errores y elevar la eficiencia en los procesos productivos, la industria automotriz debe atender de manera oportuna el desvío en los objetivos de estándares críticos.

De ello, este documento se justifica en la medida de contribuir al control de los paros de línea en el departamento de ensamble, logrando cumplir con la producción planeada y con la calidad que el mercado demanda de una industria altamente tecnológica.

Igualmente, este documento se justifica a identificar las causas de paro de línea.

1.6 Delimitaciones

El presente trabajo abarcará dos elementos, la teoría general de sistemas y los paros de línea. Ambos elementos se interrelacionan a partir de un proceso productivo determinado, tal como la línea de ensamble final en una planta automotriz.

En el primer elemento, las consideraciones sobre materiales, maquinaria y mano de obra son componentes que se interrelacionan en un proceso productivo que debe lograr cumplir con un estándar crítico de desempeño. De ello, se reconoce que ante dicha interacción debe atenderse todo el sistema, de manera que éste se recomponga como conjunto.

En relación al segundo elemento, el paro de línea, éste es una situación que si bien está contemplada en el proceso, debe apegarse a un objetivo de tiempo determinado. Ante, el cumplimiento de dicho objetivo, medido en minutos de paro aceptados, se estaría dentro de un rango previsto.

Cabe indicar que este documento está limitado espacialmente al departamento de ensamble final de la planta automotriz de Ford Motor Co. en Hermosillo, Sonora. Por su parte, la limitante temporal se refiere a utilizar datos e información del año de 2014.

CAPITULO 2 “MARCO TEÓRICO”

2.1 Teoría general de sistemas y producción

El origen de la teoría general de sistemas surgió de los trabajos del biólogo alemán Ludwig Von Bertalanffy, entre 1950 y 1968. A partir de entonces la teoría se ha aplicado en muy diversas disciplinas científicas y sociales, tales como las matemáticas complejas, computarización y simulación, cibernética, teoría de compartimientos, conjuntos, gráficas, redes, teoría de los autómatas, teoría de juegos, teoría de decisión, teoría de colas, producción e investigación de operaciones.

Las relaciones complejas, permanentemente en cambio, con comportamientos relativamente previsibles y que requieren un pensamiento diferente es el campo de la teoría general de sistemas. Las leyes de pensamiento sistémico suponen que los problemas de hoy provienen de las soluciones de ayer; cuanto más se presiona al sistema, éste más reacciona; el comportamiento mejora antes de empeorar; el camino fácil, usualmente lleva al mismo lugar; la causa y el efecto no necesariamente están relacionadas con el tiempo y espacio y pequeños cambios producen grandes resultados (Teoría General de Sistemas UNR, 2011).

A través de la teoría general de sistemas es posible entender los fenómenos, hacer predicciones del futuro basados en la realidad, analizar la totalidad de las relaciones internas y externas de la situación. Por medio de ella, se combina el análisis de sus partes y la síntesis de las interacciones, lo cual permite tener un conocimiento del todo, mismo que es mayor que la suma de sus partes. De ella, se busca generar teorías y formulaciones conceptuales que se apliquen a la realidad empírica.

Un sistema es un conjunto de objetos unidos por alguna forma de interacción o interdependencia. Cualquier conjunto de partes unidas entre sí puede ser considerado un sistema; de dichas partes se observan sus relaciones y su comportamiento individual y respecto al todo. Un conjunto de partes que se atraen mutuamente (como el sistema solar), o un grupo de personas en una organización, una red industrial, un circuito eléctrico, un computador o un ser vivo pueden ser visualizados como sistemas.

Así también se entiende que un sistema es un conjunto de elementos que guardan estrechas relaciones entre sí, que mantienen al sistema directo o indirectamente unido de modo más o menos estable y cuyo comportamiento global persigue algún tipo de objetivo. Si bien considera el sistema sus relaciones internas, también se asume que éste en su conjunto y en su todo tienen una relación con el ambiente (Cathalifaud, 1998).

De igual forma, cabe señalar que un sistema es un conjunto de elementos cuya interacción engendra nuevas cualidades que no poseen los elementos integrantes, cuando se analizan separadamente y, los cuales están relacionados entre sí y con el medio ambiente. Los sistemas existen dentro de otros sistemas, de ellos son naturalmente abiertos cuando reciben y descargan algo en los otros sistemas, donde existe un intercambio permanente con su entorno (Masala, 2013).

Las funciones que debe cumplir todo sistema viable son (Johansen, 2004):

- Producción: Transforma las corrientes de entrada a flujos de salida esperados.
- Apoyo: Provee desde el medio al sistema con los elementos necesarios para su transformación.

- **Mantenición:** Se encarga de lograr que las partes del sistema permanezcan dentro del sistema.
- **Adaptación:** Lleva a cabo los cambios necesarios para sobrevivir en un medio cambiante.
- **Dirección:** Coordina las actividades de los subsistemas y toma decisiones en los momentos necesarios.

De la clasificación de los sistemas, pueden agruparse considerando su constitución y su naturaleza. En cuanto a su constitución pueden ser físicos o concretos y abstractos. Son físicos cuando son organismos naturales, sistemas artificiales compuestos por equipos, maquinaria, objetos y cosas reales. Son abstractos cuando están compuestos por conceptos, planes, hipótesis e ideas.

Respecto a su naturaleza, pueden ser cerrados o abiertos. Son cerrados y poco frecuentes cuando no presentan intercambio con el medio ambiente, no reciben ningún recurso externo y nada producen que sea enviado hacia fuera. Entre ellos puede considerarse, desde la producción, sistemas estructurados que producen una salida invariable, tal como las máquinas aisladas del sistema de producción.

Por su parte, son sistemas abiertos cuando presentan intercambio con el ambiente a través de entradas y salidas. Intercambian energía y materia, son adaptativos para sobrevivir, su estructura es óptima cuando el conjunto de elementos del sistema se organiza, aproximándose a una operación adaptativa, donde la adaptabilidad es un proceso de continuo de aprendizaje y de auto-organización (Masala, 2013).

Otra forma de clasificación, propuesta por Kenneth Holding, (Carpintero, 2012) se formula a partir de una escala jerárquica de sistemas, partiendo desde los más simples para llegar a los más complejos, tal como:

- Primer nivel: estructuras estáticas (marco de referencia) geografía y anatomía del universo (estructura de electrones alrededor del núcleo, los átomos etc.).
- Segundo nivel: sistemas dinámicos simples con movimientos predeterminados: Este puede ser denominado el nivel del "movimiento del reloj" (el sistema solar es en sí el gran reloj del universo). Desde las máquinas más simples a las más complicadas, como los dínamos.
- El tercer nivel: los mecanismos de control o los sistemas cibernéticos. El termostato. Difieren de los más simples por el hecho de que la transmisión e interpretación de información constituye una parte esencial de los mismos.
- El cuarto nivel: los sistemas abiertos, Este es el nivel en que la vida empieza a diferenciarse de los materias inertes y puede ser denominada con el nombre de células. Presentan dos propiedades particulares: automantención y autoproducción.
- El quinto nivel: el genético social, y se encuentra tipificado por las plantas y domina el mundo empírico del botánico, las características mas importantes son: a) la división del trabajo entre las células con partes diferenciadas y mutuamente dependientes (raíces, hojas, semillas, etc.) y b) una profunda diferenciación entre el fenotipo y el genotipo, asociada con un fenómeno de equifinalidad, es decir, los sistemas llegan a un mismo objetivo, aunque difieran sus estados iniciales. En este nivel no existen órganos de los sentidos altamente especializados y los receptores de información son difusos e incapaces de recibir mucha información. Un árbol distingue cambios en su entorno, por ejemplo, el girasol y el movimiento solar.
- Sexto nivel: A medida que pasamos del reino vegetal al animal, gradualmente pasamos a un nivel organizativo más complejo en su organización
- El séptimo nivel: es el nivel humano. No sólo sabe, sino que también reconoce que sabe. Tiene capacidad para producir, absorber e interpretar símbolos complejos.

- El octavo nivel: lo constituyen las organizaciones sociales. No existe el hombre aislado de sus semejantes. Un hombre verdaderamente aislado no sería humano (aunque lo fuera potencialmente). Se pueden definir a las organizaciones sociales como un conjunto de roles interconectados por canales de comunicación
- El noveno nivel: los sistemas trascendentales. Aquí se encuentra la esencia, lo final, lo absoluto, lo inescapable.

El uso de la teoría general de sistemas aplicada a los sistemas de producción se basa en el reduccionismo que permite, partiendo de una conclusión (o meta, objetivo o planteamiento que se desea alcanzar), trabajar en sentido inverso hasta llegar a los factores primarios que la hacen posible en la realidad. En la práctica, este proceso se basa en tres pilares: transformación, cuantificación y tendencia (La teoría general de sistemas y los sistemas de producción).

La principal dificultad de la aplicación práctica de este teorema proviene de la propia realidad. En el entorno industrial es poco frecuente encontrar un sistema de producción que pueda clasificarse como puro (donde hay un solo producto indefinidamente). Generalmente, se trata de modelos híbridos que comparten características de varias procedencias, lo que dota de complejidad el proceso de abstracción que la teoría general de sistemas requiere.

Para garantizar la exhaustividad de la aplicación teórica en un escenario real habrá que asegurarse de conocer el rol que cada elemento juega en el sistema de producción. En esta línea, hay que atender a factores como:

- Los procesos: que determinarán una producción modular, continua, intermitente o por proyectos.
- Los requerimientos industriales: no es lo mismo la producción continua que la que se distribuye por proyectos o la que se organiza en torno a lotes.

- El papel que juega el cliente en cada caso: dependiendo de si su interacción con sistema es a modo de participante o si interviene como fin en sí mismo.

En producción, los sistemas la interacción de elementos críticos como la mano de obra, equipos y procedimientos diseñados para combinar los materiales y procesos. Estos sistemas, según (Groover, 2007), pueden dividirse en dos categorías, que a su vez son dos sistemas que tienen relaciones: las instalaciones y el apoyo a la manufactura. Las instalaciones se refieren al equipo físico y su disposición en la planta. Los sistemas de apoyo son los procedimientos usados por la compañía para administrar la producción y resolver los problemas técnicos y logísticos en el ordenamiento de materiales, movimientos en la planta y las normas de calidad. En ambas categorías interviene la mano de obra, tales como el personal operativo responsable de la operación del equipo de manufactura y el personal administrativo, responsable del apoyo a la manufactura.

En consideración del volumen de producción los sistemas de producción se hacen más complejos y variados. La variación entre productos igualmente provoca que el sistema productivo incremente su complejidad, haciendo que los elementos que lo componen interactúan de forma más intensa y en ellos también surjan cambios en la combinación que cada uno representa.

El objetivo central del sistema de producción es lograr la máxima contribución a la continuamente creciente satisfacción del cliente. Considerando al sistema de producción, como un sistema complejo, éste se caracteriza por (Vidal, 2014):

- Cambio: No permanece estático durante largo tiempo. Se puede decir que lo que el sistema es ahora, es la consecuencia de lo que fue o pasó en el pasado y a su vez, lo que será en el futuro, será consecuencia del hoy.

- Medio: Cada sistema tiene su medio y es a su vez un subsistema de otro sistema. El medio en donde se encuentra el sistema puede influir en el sistema si sufre modificaciones.
- Comportamiento intuitivo opuesto: Debido a que los efectos pueden aparecer con posterioridad a las causas de origen y como consecuencia de realizar intervenciones sin un adecuado conocimiento, es frecuente que las soluciones obvias a menudo intensifiquen los problemas.
- Tendencia al bajo rendimiento: Sistemas complejos tienden con el tiempo a un estado de bajo rendimiento.
- Interdependencia: Nada ocurre en forma aislada. Cada evento se ve influido por los anteriores y afecta a los posteriores. Todo se influencia entre si.
- Organización: Prácticamente todos los sistemas complejos consisten en componentes altamente organizados. Subsistemas y partes interactúan para llevar a cabo la función del sistema.

2.2 Insumos

Los insumos son aquellos bienes directos que intervienen en el proceso de producción transformándose a medida que el proceso avanza y se va agregando valor hasta transformarlos en materias primas o en productos terminados (bienes y servicios). Adicionalmente, son insumos también los bienes indirectos que sirven de apoyo al proceso (Fillet, 2012).

Los insumos en stock representan el almacenamiento de insumos directos e indirectos y/o productos terminados a la espera de consumirse en el proceso de producción, servicios, mantenimiento y venta en un tiempo más o menos cercano. El objetivo es abastecer en el momento oportuno, en la cantidad

suficiente, con la calidad requerida y la financiación adecuada, las demandas originadas por el proceso de producción o por la comercialización del producto.

Los insumos para el proceso de producción, representan generalmente un problema conflictivo en las organizaciones productoras de bienes o servicios, dado que se manifiesta en una inversión en capital de trabajo que debe satisfacer un nivel de servicio determinado. De manera tal, considerar su nivel de inventario implica la minimización de costos pero también tener la disposición suficiente para que la producción no se interrumpa.

A los efectos de lograr eficiencia, se deberá definir el nivel adecuado de los stock medios y su rotación, entendiéndose por rotación el número de veces que en un período el stock medio cubre a la demanda de producción, buscando lograr mayor flexibilidad manteniendo un nivel de servicio adecuado, lograr eficiencia operativa en cuanto a la planificación y programación de la producción con inventarios equilibrados que no se produzcan excesos ni defectos de stock. De ello, caben dos situaciones: los costos de mantener y los costos de ordenar compras, tales como (Fillet, 2012) :

Costos de mantener inventarios:

- Capacidad de almacenamiento (Instalaciones y Depósitos)
- Equipamiento fijos y de transporte
- Personal de depósito y control
- Energía
- Costo de capital inmovilizado en inventarios
- Papelería
- Muebles y útiles
- Obsolescencia de los insumos
- Roturas, mermas, perdidas, sobras
- Seguros y vigilancia

Costos de Ordenar y/o preparar pedidos:

- Costos de ordenar compras:
- Equipamiento
- Personal
- Energía
- Papelería
- Muebles y útiles
- Servicios en general

En consideración de la ley de rendimientos decrecientes, todas las empresas tienen rendimientos decrecientes. Esto significa que a toda empresa le resulta cada vez más difícil aumentar su producción cuando se aproxima a su plena capacidad de producción. Los rendimientos marginales decrecientes se deben al hecho de que más trabajadores utilizan el mismo capital y trabajan en el mismo espacio (Alonso, 2013).

Ante ello, la ley de los rendimientos decrecientes establece que el producto marginal de un factor variable de producción disminuye, tras pasado un determinado nivel, al incrementarse la cantidad empleada de ese factor. Es decir, en la medida que una empresa utiliza más de un insumo variable con una cantidad de insumos fijos, el producto marginal del insumo variable termina por disminuir.

En cualquier actividad de producción, la primera preocupación es la de proporcionar insumos. Estos incluyen materias primas, máquinas, suministros de operación, productos semideterminados, edificios, energía y hombres. Una vez que los insumos han sido incorporados, ocurre la creación del valor. Es en este momento en que a partir de la programación cronológica de los trabajos se ocupan las máquinas, la asignación de hombres para los distintos trabajos, el control de calidad en la producción, el mejoramiento de los métodos para ejecutar los trabajos y el manejo los materiales.

De la interacción de los insumos, tales como materiales, maquinaria y mano de obra, el sistema de producción es un conjunto de actividades de entrada y salida de productos. Aunado a ello se suman una serie de procesos, procedimientos, estándares, reglas y políticas que son consideradas en el sistema de producción.

2.3 Procesos productivos

Un proceso productivo consiste en transformar la entrada de insumos en salidas. En él intervienen recursos físicos, tecnológicos, humanos y financieros. En dicho proceso se ocurren acciones de forma planificada y producen un cambio o transformación de materiales, objetos o sistemas, al final de los cuales se obtienen productos.

Los procesos productivos pueden clasificarse según su rendimiento temporal, su gama de productos, su secuencia de actividades y su nivel de integración (García Ana).

Según el rendimiento temporal pueden ser de proceso continuo y proceso intermitente. Son continuos si la transformación de factores en productos se realiza de forma ininterrumpida o con procesos repetitivos de producción en masa. Ejemplo: petróleo, siderurgia, electrodoméstico. Son intermitentes, cuando los procesos no requieren continuidad en el tiempo o que se realizan bajo pedido. talleres de reparación, servicios médicos, construcción.

Según la gama de productos, pueden ser de producción simple o múltiple. Son de producción simple cuando el proceso elabora un solo tipo de producto de las mismas características técnicas. Ejemplo: producción de acero, de azúcar. Son de producción múltiple, cuando el proceso que obtiene varios productos diferenciados. A su vez, puede ser independiente, conjunto o alternativo. Es

independiente: con procesos simultáneos (detergentes y productos de aseo); es conjunta: producción con factores comunes (bebidas) y es alternativa: los factores se emplean en función del tipo de producto (cadena de montaje).

Según secuencias de actividades, puede ser mono etapa y bi etapa o multietapa. Es monoetapa cuando la transformación se realiza mediante una única etapa. Ejemplo: producción de madera en un aserradero. Es bi etapa si la transformación se realiza en dos etapas: fabricación y montaje. Ejemplo, fabricación de muebles. Es multietapa cuando requiere de más de dos etapas, tal como la edición de un libro.

Según el nivel de integración, puede ser centralizado o descentralizado. Es centralizado cuando la producción se realiza en una sola planta industrial. Ejemplo, construcción de un edificio. Es descentralizado cuando la producción se realiza en varias plantas. Ejemplo: fabricación de aviones.

En un sistema de producción en serie, las características son:

- La cantidad por fabricar por cada producto es muy elevado con relación a la diversidad de los productos.
- Los procedimientos de fabricación son automatizados y mecanizados.
- Los ajustes de máquinas son escasos debido a la poca diversidad de los productos.
- Se recurre a las líneas de producción y de ensamble por producto
- El volumen de producción por empleado es muy elevado.
- La mano de obra, en ciertas líneas de ensamble es poco especializada.
- El inventario de producción en curso es muy reducido.
- Existe un servicio permanente de mantenimiento.
- Existe un sistema de distribución

El rango de alta cantidad de producción (de 10,000 a millones de unidades por año) se conoce como producción en masa. La situación se caracteriza por una alta demanda del producto y porque las instalaciones están dedicadas a la manufactura de ese único producto. Pueden distinguirse dos categorías de producción en masa: 1) producción en cantidad y 2) producción en línea. (Groover, M. p. 21).

La producción en cantidad comprende la producción en masa de partes sencillas con piezas sencillas del equipo. El método de producción involucra máquinas estándar (como prensas de estampado) equipadas con herramientas especiales (como dados y dispositivos para manejar el material) que habilitan efectivamente al equipo para la producción de un solo tipo de parte. Las disposiciones de planta típicas que se usan en la producción de grandes cantidades son: la disposición de procesos y la disposición celular.

La producción en línea de flujo implica múltiples piezas de equipo o estaciones de trabajo dispuestas en secuencia, a través de la cual se mueven físicamente las unidades de trabajo para completar el producto. El equipo y las estaciones de trabajo están diseñados para procesar el producto con la mayor eficiencia. La disposición recibe el nombre de disposición del producto, y las estaciones de trabajo se disponen a lo largo de una línea o dentro de una serie de segmentos conectados. El trabajo generalmente se mueve entre las estaciones por transportadores mecanizados. En cada estación se termina una pequeña cantidad de trabajo sobre cada unidad o producto.

El ejemplo más familiar de producción en línea de flujo es la línea de ensamble de productos, tales como los automóviles y algunos aparatos domésticos. En el caso fundamental de producción en línea de flujo no hay variación en los productos hechos en la línea. Todos los productos son idénticos y la línea se dedica a la producción de un solo modelo. Para comercializar exitosamente un

producto determinado es útil introducir variaciones en el aspecto y los modelos para que los clientes puedan elegir la mercancía que más les atraiga. Desde el punto de vista de producción, las diferencias en el aspecto representan un caso de variedad de productos.

El término línea de producción de modelos mixtos se aplica a las situaciones donde existe una variedad leve en los productos manufacturados en la línea. El ensamble moderno de automóviles es un ejemplo, en el cual los carros que salen de la línea de ensamble tienen una variedad de opciones y accesorios que representan modelos diferentes y, en muchos casos, marcas diferentes para el mismo diseño básico de automóvil.

Para operar las instalaciones eficientemente, una compañía debe organizarse para diseñar los procesos y los equipos, planear y controlar las órdenes de producción, y satisfacer los requisitos de calidad del producto. Estas funciones se realizan con los sistemas de apoyo a la manufactura, el personal y los procedimientos mediante los cuales una compañía administra sus operaciones de producción. La mayoría de estos sistemas de apoyo no tienen contacto directo con el producto, pero planean y controlan su avance dentro de la fábrica. Las funciones de apoyo a la manufactura son frecuentemente realizadas en la empresa por personal organizado dentro de departamentos tales como (Groover, M. p. 23):

- Ingeniería de manufactura. Este departamento es responsable de planear los procesos de manufactura, es decir, decide cuáles procesos deben usarse para fabricar las partes y ensamblar los productos. Se encarga también de diseñar y ordenar las máquinas herramienta y otros equipos que utilizan los departamentos operativos para realizar el procesado y ensamble de productos.
- Planeación y control de la producción. Este departamento es responsable de resolver los problemas logísticos en la manufactura: ordenar los materiales y

partes a comprar, programar la producción y asegurar que los departamentos operativos tengan la capacidad necesaria para cumplir con los planes de producción.

- Control de calidad. En el ambiente competitivo de hoy en día, la producción de artículos de alta calidad debe tener la más alta prioridad de cualquier empresa manufacturera. Ello significa diseñar y construir productos que satisfagan las especificaciones y satisfagan o excedan las expectativas de los consumidores. Gran parte de este esfuerzo es responsabilidad de control de calidad.

2.4 Calidad y mejora continua

Durante toda la historia del hombre ha existido alguna idea calidad; sin embargo, no fue hasta inicios del siglo XX cuando en el contexto de las organizaciones industriales se comenzó a reconocer la calidad como el grado en que un producto cumplía con las especificaciones técnicas que se habían establecido cuando fue diseñado (Díaz, 2009).

De este concepto se toma en cuenta que la oferta empujaba la demanda; es decir, el fabricante se adelantaba al mercado, asumía lo que el cliente deseaba, lo diseñaba, producía y entregaba en función de lo que él establecía, más que lo pudiera llegar a satisfacer al cliente.

Posteriormente en los años cincuenta, el concepto de calidad fue evolucionando para llegar a una adecuación al uso del producto o más detalladamente, el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas (Torregrosa, 2010).

Desde el significado inicial de calidad, como una serie de atributos físicos del producto, hasta el actual aplicado a la gestión integral en todas las actividades de la empresa, el término ha evolucionado de manera constante conforme las actividades económicas, sociales, industriales, comerciales, financieras y operativas han cambiado.

Con la evolución de la calidad se han propuesto diversas teorías, conceptos y técnicas, hasta llegar a lo que hoy día se conoce como calidad total, la cual implica una estrategia de toda la organización. Según Ishikawa, la calidad total es una filosofía, cultura, estrategia o estilo de gerencia de una empresa según la cual todas las personas tienden hacia la mejora continua (López, 2006).

Las diversas teorías han surgido y se han aplicado intensamente en países o regiones de gran industrialización y avance técnico, tal como Estados Unidos, Alemania, Japón y en general Europa y Asia, aunado a los sistemas de calidad que se han trasladado a maquiladoras ubicadas en países o regiones en desarrollo. En México, uno de los primeros esfuerzos de la industria mexicana para mejorar la calidad iniciaron hacia 1970 con el Instituto Mexicano de Control de Calidad, que a la fecha sigue vigente junto con otras instituciones relativas (Objetivos, 2014).

Algunos autores renombrados que han propuesto enfoques y formas de visualizar la calidad son Shewhart, Crosby, Deming, Juran, Ishikawa, Ohno, Taguchi, Imai y Suzaki, mismos que han venido aportando ideas sobre los sistemas de gestión de calidad, control de la calidad, aseguramiento de la calidad y calidad total.

Bajo lo anterior, existen dos elementos, una adecuación a las necesidades del mercado y dos abrir el concepto más allá de un producto físico, llegando a

considerar la calidad en el servicio como algo intangible pero que tiene presencia y está dentro de las necesidades, requerimientos y expectativas de quien recibe.

Más recientemente el concepto de calidad ha trascendido hacia todos los ámbitos de la empresa y así actualmente se define como todas las formas a través de las cuales la empresa satisface las necesidades y expectativas de sus clientes, sus empleados, las entidades implicadas y toda la sociedad en general (Díaz, 2009).

Bajo este concepto todo lo que la empresa ofrece, todo lo que el mercado necesita, la suma de ambos, su combinación e incluso lo que se cree o percibe fuera de éste, se resume en la calidad total, en la integridad y armonía de todos los elementos dispuestos bajo un objetivo único que busca satisfacer o exceder las necesidades.

Las distintas aportaciones teóricas al concepto de calidad reflejan que implica un proceso, una mejora, una dirección, planificación, tiempo, un sistema, eficiencia, personas y medición. En seguida se presentan las diversas aportaciones y sus diversos autores representativos.

En términos de costos, los costos de calidad son aquellos en los que se incurre con el fin de garantizar la calidad de los productos fabricados o de los servicios ofrecidos. En general, los costos de calidad pueden clasificarse en dos categorías, los preventivos y los de evaluación.

Los primeros son aquellos destinados a prevenir una calidad deficiente antes y durante la producción del producto, tales como diseño de servicios, entrenamiento a proveedores, inspección de procesos, mantenimiento a servidores, etc. Los costos de evaluación son aquellos se incurren para detectar una calidad deficiente después de que el producto o servicio ha sido terminado, tales como una encuesta de satisfacción al cliente.

Otra clasificación que se utiliza para agrupar a los costos, sobre todo aquellos que implican una pobre calidad son los de falla interna y los de falla externa. Los costos de falla interna son todos los costos en los que incurre la empresa por no cumplir durante el proceso con las especificaciones de calidad antes de que el producto llegue al cliente, tales como desperdicios, rechazos, etc. Los costos de falla externa son los que incurre la empresa una vez que el producto está en manos del cliente, tales como clientes insatisfechos, reclamos, devoluciones, garantías (tabla 2.1), etc. En la suma de ambos costos, se incurre en el hecho de no lograr la calidad esperada o requerida (Ruiz, 2009).

Tabla 2.1 Lista de los costos de pobre calidad por fallas internas y externas

Por fallas internas	Por fallas externas
Retrabajos	Reclamaciones
Altos niveles de inventario de seguridad	Altos niveles de inventario
Excesivo inventario no utilizado	Cuentas perdidas (pérdida de clientes por el mal servicio)
Prolongados tiempos de ciclo (cycle time)	Resguardo y devoluciones (productos rechazados y devueltos)
Desperdicio de materias primas	Reparación de materiales devueltos
Desperdicio de producto	Costos por recalls (retirar el o los productos del mercado)
Accidentes	Trabajo de seguimiento a reclamaciones
Rediseños	Trabajo de seguimiento a problemas
Entregas a destiempo (backorder).	Costos por cancelaciones.
Honorarios por tiempo extra	Costos por fletes extraordinarios
Oportunidades de negocio perdidas (pérdida de ventas por no contestar con rapidez a la demanda o pérdida de ventas por previsiones incorrectas)	Cuentas vulnerables
Capacidad inutilizada	Servicio al cliente por motivo de quejas
Rotación de personal (employee turnover)	Gastos de garantía
Costos por fletes extraordinarios (reenvió	Reparaciones posventa

de productos y documentos)	
Averías de equipos y costos de reparación.	Capacitación del personal de reparaciones.
Corrección de errores contables.	Informes y análisis de fallas
Reinspección a causa de los rechazos	Pérdida de imagen
Productos caducados	Procesos legales por reclamaciones
Pérdida de tiempo por mala organización	
Espacios no utilizados	

Fuente: (George, 2002)

A todo ello, habría que agregar los costos intangibles que tienen un efecto sobre la pobre calidad, considerando que éstos son de difícil cuantificación e identificación, pero que están presentes e influyen de forma negativa en la satisfacción del cliente, en la eficiencia de la producción y por tanto en la generación de ingresos futuros.

2.5 Método para parar la línea de producción

En general, hay dos maneras de detener la línea cuando se producen anomalías: apoyándose en el juicio humano y por medio de dispositivos automáticos. Cada trabajador tiene la autoridad y la responsabilidad de detener la línea si toda la operación no puede ser realizada de acuerdo al estándar establecido. (Monden Yasuhiro , 2012).

Cuando para la línea, supervisores e ingenieros deben investigar el problema y llevar a cabo actividades de mejora para eliminar la causa. Las unidades defectuosas producidas en el proceso anterior por lo general aparecen cuando el stock de inventario en la estación de trabajo se agotó, o bien llegaron partes defectuosas que hacen imposible reparar la unidad con línea parada por el tiempo que implica, aunado a que si este componente viene secuenciado se complica aún más la reparación en la misma estación de trabajo por lo que se toma la decisión de identificar el defecto en el vehículo y mandar la unidad al área de reparaciones fuera

de línea, esto a su vez genera otros problemas como inventarios, tiempos de espera, reproceso, etc. Como resultado, la línea de debe detenerse cuando aparecen los defectos, lo que llama la atención sobre el problema y presenta una oportunidad para otras actividades de mejora.

Con paros de línea debido a las unidades defectuosas o revisiones de los estándares de las operaciones rutinarias, la responsabilidad del supervisor es doble. Primero el supervisor debe enseñar a los trabajadores a parar la línea cada vez que se producen defectos de tal manera que sólo unidades buenas se entreguen. Segundo, debe de descubrir y corregir la causa del defecto que ocasiona los paros de línea. En el caso de piezas de trabajo defectuosas entregado desde el proceso anterior, por ejemplo, tiene que volver las partes a la estación anterior, investigar la causa del problema y, si es necesario, instituir cambios para evitar que los defectos que se produzcan de nuevo.

La clave para la prevención de defectos mediante el juicio humano es que cada trabajador tiene la autoridad de detener la línea. En este sentido, el sistema de producción de Toyota es no sólo es más eficaz en el control de la calidad, sino que es más humana también.

En Toyota, la moral del trabajador es a menudo tan alta que los trabajadores a veces fallan para detener la línea cuando deben, e incluso pueden entrar en el siguiente proceso de completar sus operaciones asignadas; es decir, que se obligan a terminar sus operaciones de trabajo a pesar de las instrucciones del supervisor para detener la línea si están retrasados o cansados.

2.6 Error proofing para parar la línea de producción

Sistemas a prueba de error (error proofing) se utilizan para eliminar los defectos que pueden ocurrir debido a un descuido de parte del trabajador, no a la falta de tiempo

de ciclo o falta de voluntad para detener la línea. Un sistema a prueba de error consiste en un instrumento de detección, una herramienta con restricciones, y un dispositivo de señalización.

El instrumento de detección detecta anomalías o desviaciones en la pieza de trabajo o el proceso, la herramienta de restricción detiene la línea, y el dispositivo de señalización suena un timbre o se enciende una lámpara (pick light) para atraer la atención del trabajador.

2.7 Método de contacto

Se utilizan interruptores de límite (limit switch) o los sensores eléctricos para detectar diferencias en el tamaño o la forma del producto y por lo tanto para comprobar la presencia de tipos específicos de defectos, estos también se utilizan para detectar el final de carrera de una plataforma que se desliza a lo largo de la estación de trabajo para detectar que ya llegó al su final y se detiene.

2.8 Andon y luces de llamado

Cada estación de trabajo luz de llamado y un tablero de Andon. La luz de llamado en general se utiliza para llamar a un supervisor, al líder de grupo, a personal de mantenimiento. Por lo general, las luces tienen varios colores diferentes, cada uno de los cuales se utiliza para invocar a un tipo de asistencia distinto. En la mayoría de las líneas, la luz de llamado está suspendida del techo o de otra manera para que se puedan ver fácilmente. La luz roja se utiliza para detener la línea de producción, la luz amarilla para solicitar ayuda al Líder de grupo y la luz azul para un problema personal.

Andon es un apodo para el tablero indicador que muestra cuando un trabajador ha detenido la línea en una estación específica. Como se ha explicado anteriormente, cada trabajador tiene una botonera que le permite detener la línea en caso de un defecto o un retraso en su operación. Cuando esto sucede, una lámpara roja en el Andon sobre su la línea se iluminará para indicar qué proceso se ha detenido. El supervisor y el Líder de grupo va inmediatamente a la estación de trabajo para investigar la problema y tomar las medidas correctivas necesarias.

2.9 Pantallas digitales

El ritmo de producción también se muestra en pantallas digitales, que indican tanto meta de producción del día y una cuenta corriente de las unidades producidas hasta el momento. Por lo tanto, al observar los paneles, cada uno en la línea puede decir si la producción va demasiado lento para cumplir con la meta del día y pueden trabajar juntos para mantener la producción en la hora. Al igual que las luces de llamadas y andons, las pantallas de visualización digital también sirven para alertar a los supervisores a los problemas y retrasos en varios puntos a lo largo de la línea.

CAPÍTULO 3 “METODOLOGÍA Y MATERIALES”

3.1 Determinación de los paros de línea

Los paros en la línea de producción, representados por luces rojas, en una estación de trabajo afectan al resto de los operadores que están ligados a la estación originadora. Al tener este suceso, el resto de los operadores interrumpen su ciclo del proceso, afectando la secuencia y siendo esto un gran distractor que causa defectos en el producto.

Además, un paro de línea es considerado un importante desperdicio, ya que se detiene todo el ciclo productivo de un área. El trabajador está inactivo, el costo de operación de los equipos en funcionamiento continua y el consumo de la iluminación permanece, lo que ocasiona un costo de unidades que se dejan de producir.

3.2 Metodología

La metodología empleada para la determinación de las causas comprende tres pasos que van de la definición, la caracterización y los causa-hallazgos para optimizar la operación hacia la reducción de paros. Dichos pasos están aplicados a la Línea 100 del área de producción de ensamble final, conforme se ha observado y comprobado cuantitativamente que ésta línea ha tenido mayores frecuencias de paros.

En el primer paso de define la problemática, se delimita y se establece el objetivo que se desea, tal como determinar las causas de los paros de Línea 100 de

producción en el departamento de ensamble final de la planta automotriz Ford Motor Co. de Hermosillo, Sonora.

De ello, en este primer paso se definen las necesidades a ser atendidas, la declaración del problema, el objetivo, la justificación, el alcance, la traducción de la voz del cliente (figura 3.1), los roles y responsabilidades, el cronograma, el layout de la empresa y el área, el diagrama de proceso, el diagrama de causa y efecto, la matriz causa-efecto, el supplier, input, process, output, customer (SIPOC) y el Project Charter. En la definición del problema se considera:

- Necesidades del negocio: reducir costos, tiempos, aumento de calidad y disminución de horas extras, aumentar la satisfacción del cliente, cumplir con la demanda.
- Objetivo: determinar las causas de los paros de línea de producción en el departamento de ensamble final de la planta automotriz Ford Motor Co. de Hermosillo, Sonora, específicamente en la Línea 100.
- Justificación: Los aumentos de paros de línea provocan aumento de costos y disminución de la rentabilidad. De ello, se busca reducir al menor el 70% de los paros en la Línea 100.
- Alcance: paros de Línea 100 en relación a los factores error proofing (EP) y luces rojas (LR)

Figura 3.1 Voz del cliente

VOZ DEL CLIENTE	CTS'S (Critical To Satisfaction)
Entrega a tiempo del producto (automóviles) a siguiente estación.	Se debe de entregar 63 unidades de automóviles por hora.
Ocasionalmente, se están teniendo problemas de abastecimiento por parte de los proveedores locales.	Cumplir con la entrega de partes Justo a Tiempo.
No se está cumpliendo con el tiempo de ciclo de una estación en la línea 100.	El tiempo de ciclo de una estación es de 49 segundos como máximo, con una eficiencia del 80%.
El área de producción de ensamble final debe de contar con flujo continuo, de acuerdo a los estándares genéricos críticos.	Debe de existir 100% flujo continuo, con 0 partes faltantes, 0 equivocados, 0 malos ensambles.

Fuente: Elaboración propia con base a los indicadores del departamento de Ensamble Final

- Roles involucrados: Gerente de Lanzamiento de Nuevos Modelos, Gerente de Producción del Área de Vestiduras y personal de apoyo.

- Cronograma de la metodología: Inicio Febrero 2015 – Final Mayo 2015. Se avanza cada paso secuencialmente durante el periodo (figura 3.2).

Figura 3.2 Cronograma de actividades

Fecha de inicio del proyecto: 11 de Febrero del 2015.

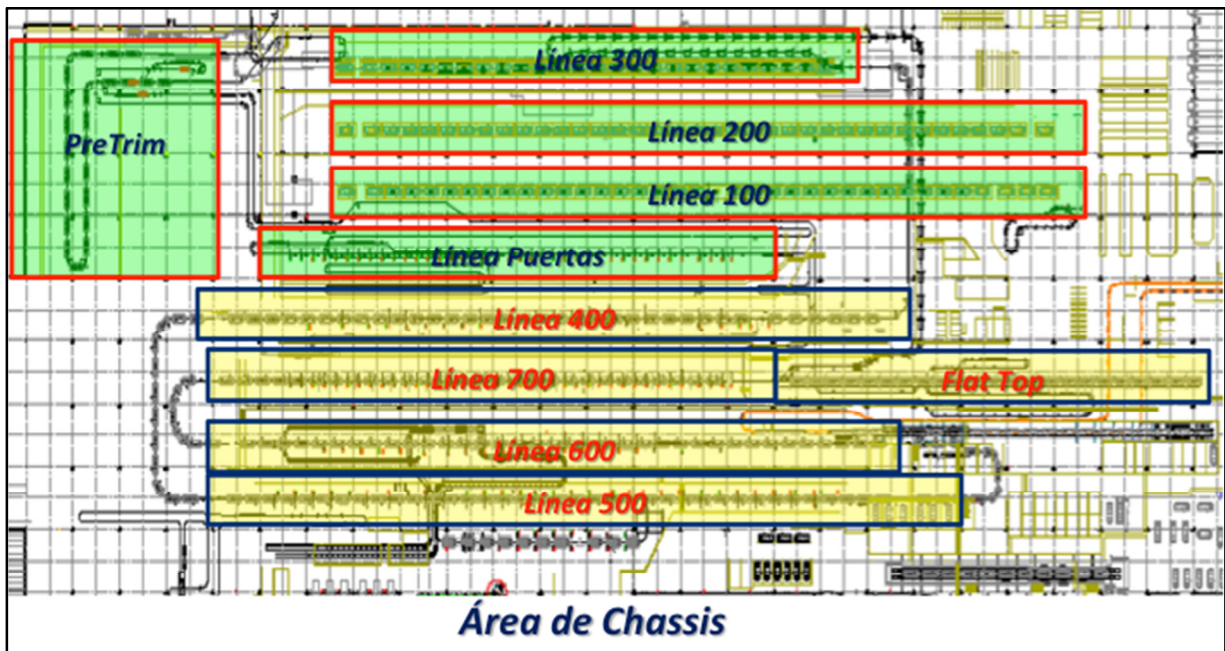
Fecha de finalización del proyecto: 22 de Mayo de 2015.

Actividades	Duración															
	Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
D Definir																
C Caracterizar																
O Optimizar																
V Verificar																

Letra	Etapa	Fecha establecida
D	Definir	24-27 de Febrero de 2015
C	Caracterizar	3 de Abril de 2015
O	Optimizar	01 de Mayo de 2015
V	Verificar	19-22 de Mayo de 2015

Fuente: propia del grupo que participó en este proyecto

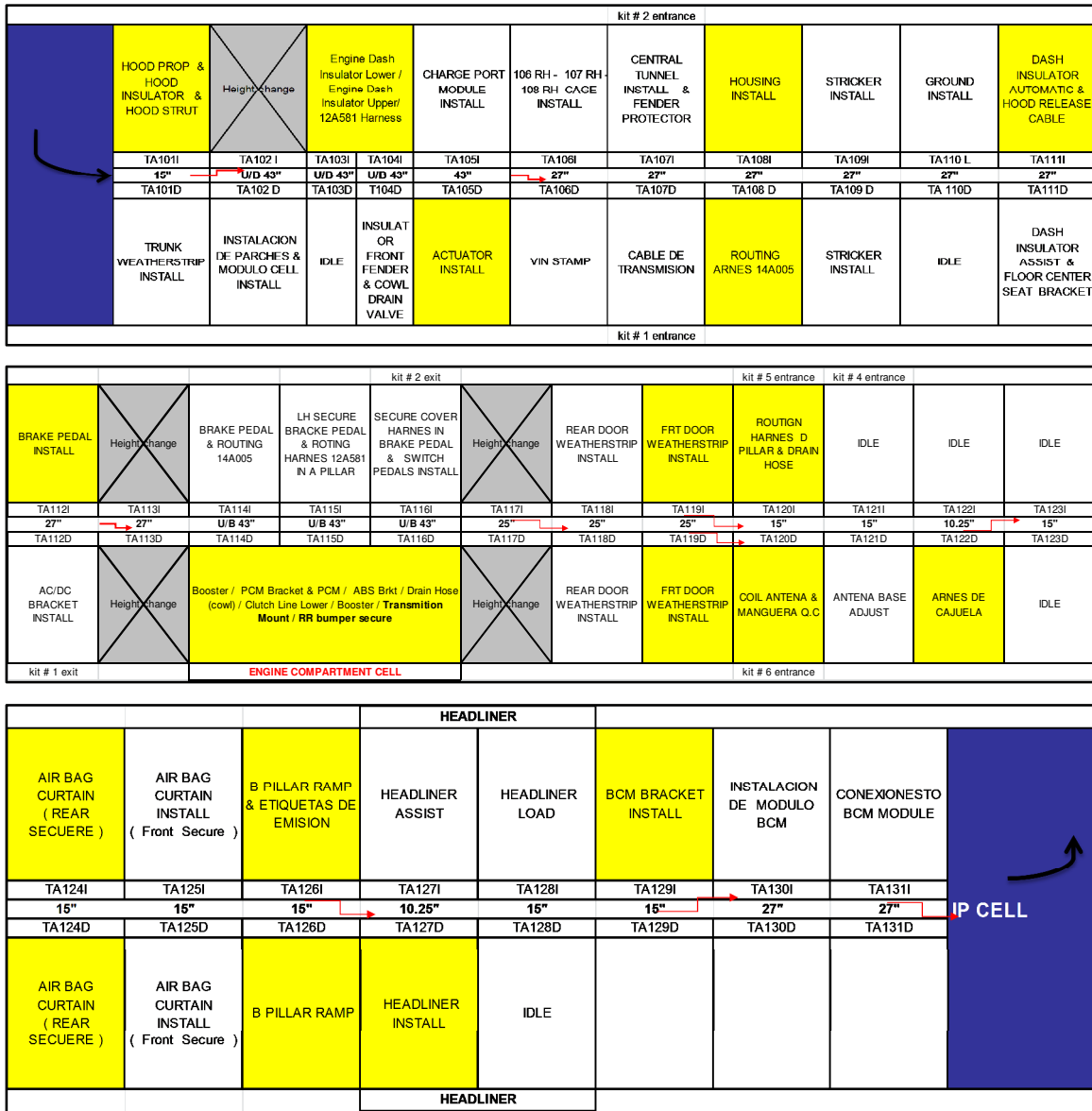
Figura 3.3 Layout del área de producción de Ensamble Final



Fuente: Departamento de Ensamble Final Planta Ford

- Diagrama de proceso: éste señala las actividades y operaciones involucradas en la Línea 100. Se busca mayor productividad a partir de mejorar las operaciones reales y potenciales mediante el uso de técnicas de ingeniería de métodos para la mejora. En seguida se muestra el proceso y las áreas afectadas en amarillo (figura 3.4):


Figura 3.4 Flujo proceso línea 100



Fuente: Departamento de Ensamble Final Planta Ford

Se analizó la información de paros de línea que proviene del sistema FIA (Factory Information System) de los meses Noviembre y Diciembre del 2014 y Enero del 2015, además se realizó un estudio más profundo de Febrero a Mayo para poder validar los datos y poder determinar las causas de los paros de línea, este estudio consistió en utilizar la estadística descriptiva con los datos que se identificaron en el sistema FIS para poder identificar alguna tendencia entre líneas de producción, estaciones de trabajo, grupos de trabajo, turnos, horarios (cuartiles), se elaboraron recorridos y se levantaron la cantidad de error proofing que existe en cada estación de trabajo (herramienta eléctrica, scanner, pick light) y poder conocer la complejidad que tiene cada una de las estaciones y poder comparar si esto tiene alguna relación con las estaciones que más paran línea. También se aplicaron encuestas al 100% de los técnicos base de las estaciones de trabajo de toda la línea 100 para poder conocer las razones del porque para la línea de producción y poder agruparlas (figura 3.5).

Figura 3.5 Encuestas para aplicar a técnicos bases




CONTROL DE ENCUESTA PARA TECNICOS BASE
FORD MOTOR COMPANY GO FURTHER

ANALISTA: _____ FECHA: _____
ESTACIÓN: _____ TURNO: _____

¿Cuáles son las causas por las que frecuentemente paras la línea?	
1	Tu tiempo no te es suficiente
2	Material Faltante
3	Material Equivocado
4	Material defectuoso
5	Atrasos por Error proofing (Pistola, scanner, pic luce)
6	El baño
7	Ausentismo laboral
8	Accidentes de trabajo
9	Otras causas:
¿En orden de prioridad, cuáles de las opciones de arriba es la que más frecuentemente tienes en tu estación de trabajo?	
¿En qué opción de automóvil generalmente paras la línea?	
	Ford
	Lincoln
¿Sigues la secuencia de tu proceso?	
	SI
	NO
¿Por qué?	
¿Qué recomendaciones tienes para reducir los paros de línea en tu estación de trabajo?	

Fuente: Elaboración propia y del grupo que trabajó en este proyecto

CAPÍTULO 4 “ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS”

4.1 Análisis de datos

Considerando el histórico de las luces rojas y amarillas, del mes con más frecuencias, resulta ser el mes de Enero 2015 con 79,865 luces rojas y 167,834 luces amarillas. Respecto a las líneas de mayor frecuencia son L100, L900 (Puertas), siendo la primera la que tiene mayor frecuencia con 12,153 con el 15% (tabla 4.1).

Tabla 4.1 Paros de Línea en Ensamble Final

LINEAS CON PAROS						
LINEAS	TRIPULACION NOVIEMBRE	TRIPULACION DICIEMBRE	TRIPULACION ENERO	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
L100	9869	7868	12153	29890	0.15	0.29
L900 (Puertas)	9086	8049	10107	27242	0.14	0.14
L600	6992	7058	10878	24928	0.13	0.42
L200	7792	7441	8703	23936	0.12	0.54
L400	6554	4667	9093	20314	0.10	0.64
L000	6359	5297	8392	20048	0.10	0.75
L500	5717	5049	7838	18604	0.09	0.84
L300	5420	4643	6348	16411	0.08	0.92
L700	4812	3689	6241	14742	0.08	1.00
L800	94	80	112	286	0.00	1.00
TOTAL	62695	53841	79865	196401	1.00	

Fuente: Sistema FIS de la Planta Ford Motor Company

Los paros totales por día en el mes de Enero, señalan e día Viernes como el mayor, seguido de Martes como se muestra en la tabla 4.2:

Tabla 4.2 Paros totales por día de la semana

ENERO DE 2015						
Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12 (642)	13 (761)	14 (571)	15 (648)	16 (667)	17 (720)
18	19 (564)	20 (765)	21 (619)	22 (1056)	23 (832)	24 (556)
25	26 (581)	27 (709)	28 (547)	29 (674)	30 (1269)	
Total	1787	2235	1737	2378	2768	1276

Fuente: Elaboración propia tomada de la base de datos del FIS

Tomando los datos de paros, para el mes de Diciembre, por cuartil de cada turno, se observa que el primer y segundo turno son los de mayor frecuencia (tabla 4.3).

Tabla 4.3 Paros por turno y cuartil

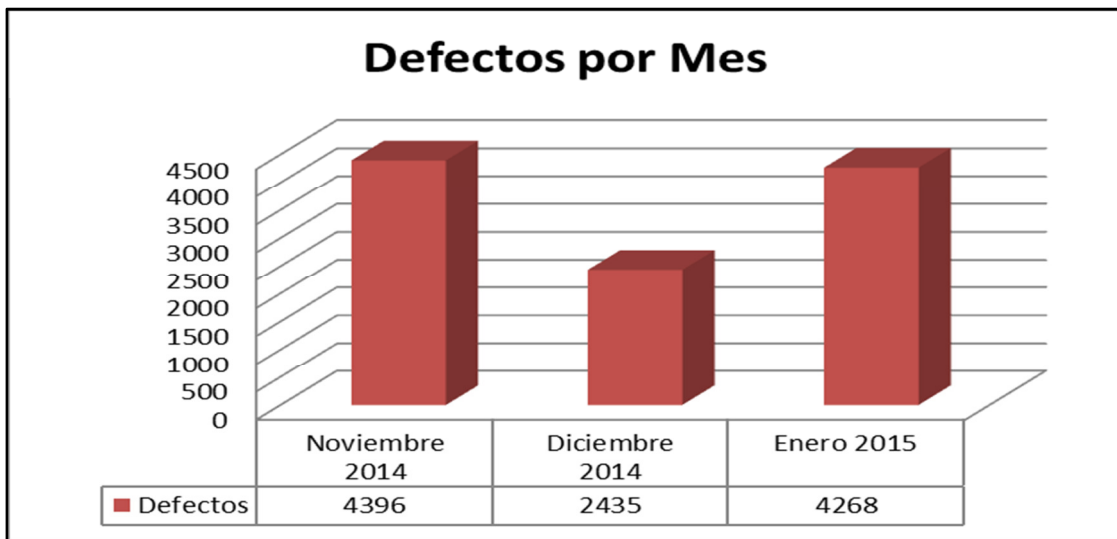
DICIEMBRE				
Turno	Cuartil	Horario	Paros	Total
1st	1er	6:00 - 8:00	933	2909
	2do	8:00 - 10:00	794	
	3er	10:00 - 12:00	549	
	4to	12:00 - 2:00	633	
2nd	1er	2:00 - 4:00	765	2763
	2do	4:00 - 6:00	781	
	3er	6:00 - 8:00	576	
	4to	8:00 - 9:30	641	
3rd	1er	9:30 - 12:00	615	2196
	2do	12:00 - 2:00	496	
	3er	2:00 - 4:00	460	
	4to	4:00 - 6:00	625	
TOTAL				7868

Codificación	
LUGAR	COLOR
1er	
2do	
3er	
4to	

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

En términos de los defectos, el mes de Enero presenta 4,268 en tres semanas de producción (figura 4.1):

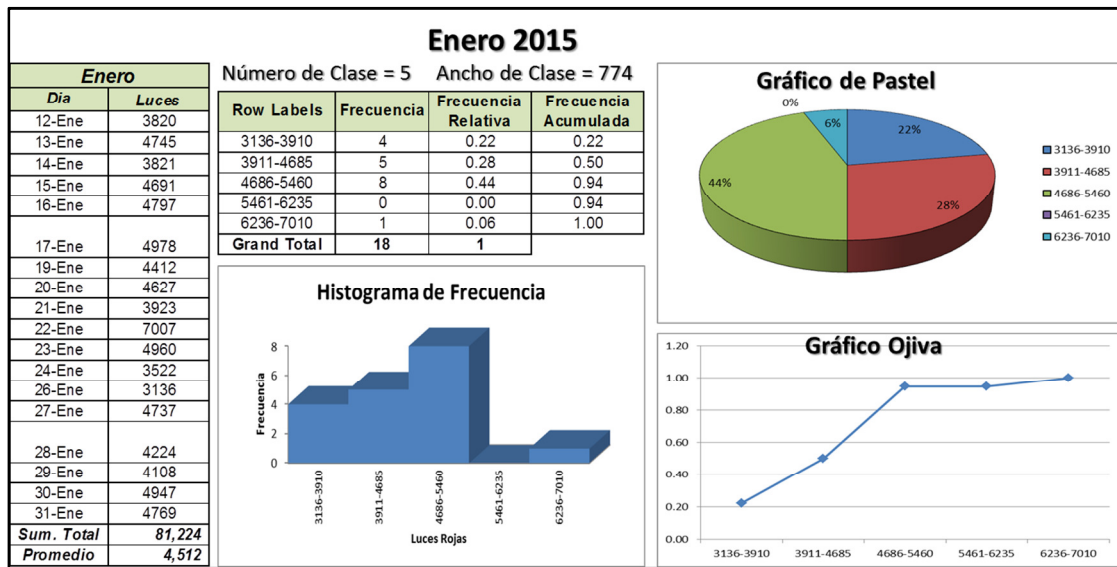
Figura 4.1 Defectos por mes



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

Respecto a la distribución de frecuencias de luces rojas, para el mes de Enero, el intervalo de 4686-5460 es el que presenta 8 frecuencias, lo que representa el 44% del total (figura 4.2).

Figura 4.2 Estadística descriptiva paros de línea 100



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

Por tiempo, los paros de 1-60 segundos se reportaron de la siguiente forma, siendo la L-100 y la L-900 los de mayor tiempo por mes (figura 4.4)

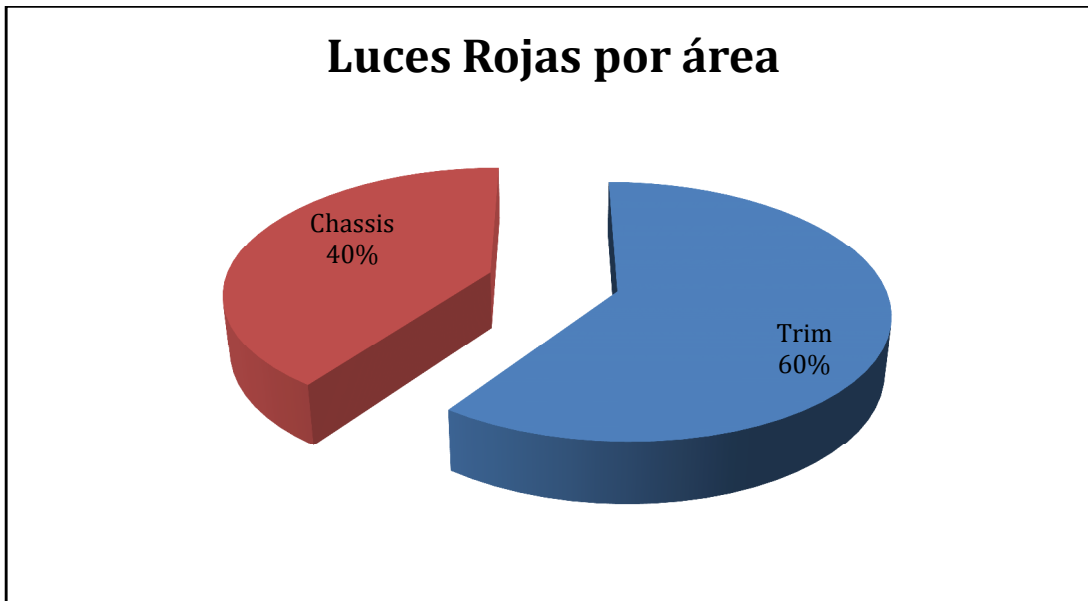
Tabla 4.4 Paros de línea de 1-60 segundos

Paros de 1-60seg												
Lineas (tiempo por mes)												
MES	Pre-Trim	100	200	300	400	500	600	700	800	900 (Puertas)	TOTAL	FRECUENCIA RELATIVA
NOVIEMBRE	35:28:00	22:48:17	15:45:39	10:43:37	12:54:50	11:19:51	13:31:51	05:42:18	0:23:09	18:20:28	146:58:00	0.36
DICIEMBRE	16:12:11	19:03:32	14:02:08	8:57:46	10:45:48	10:38:09	12:24:11	03:21:21	0:21:18	16:17:29	112:03:53	0.27
ENERO	25:49:30	14:50:50	16:30:53	11:38:59	18:10:18	16:35:50	19:40:10	06:57:12	0:25:54	19:51:34	150:31:10	0.37
TOTAL	77:29:41	56:42:39	46:18:40	31:20:22	41:50:56	38:33:50	45:36:12	16:00:51	1:10:21	54:29:31	409:33:03	1.00

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

Tomando en cuenta la frecuencia de luces rojas de los meses de Noviembre, Diciembre del 2014 y Enero del 2015, el área con mayores luces rojas fue Trim (vestiduras), con el 60% (figura 4.3).

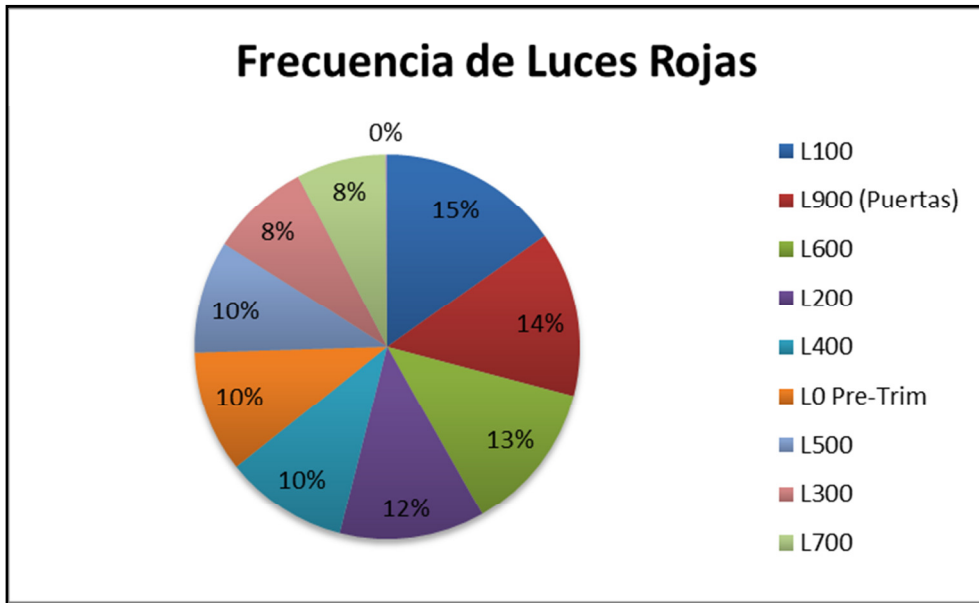
Figura 4.3 Luces rojas por área



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

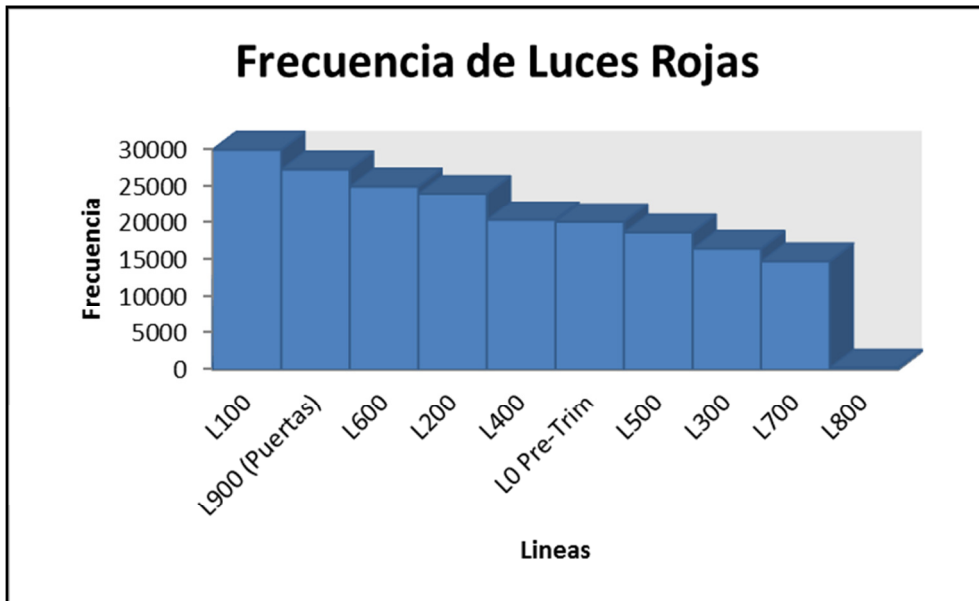
En el mismo período de los meses de Noviembre, Diciembre del 2014 y Enero del 2015, considerando a las áreas de Trim y Chassis, el comportamiento señala que en Trim el 15% de las luces rojas se encuentra en la Línea 100, el 14% en Línea 900 (puertas) y el 13% en Línea 600 del área de Chassis como lo muestra la figura 4.4 y 4.5.

Figura 4.4 Frecuencia de luces rojas



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

Figura 4.5 Frecuencia de luces rojas



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

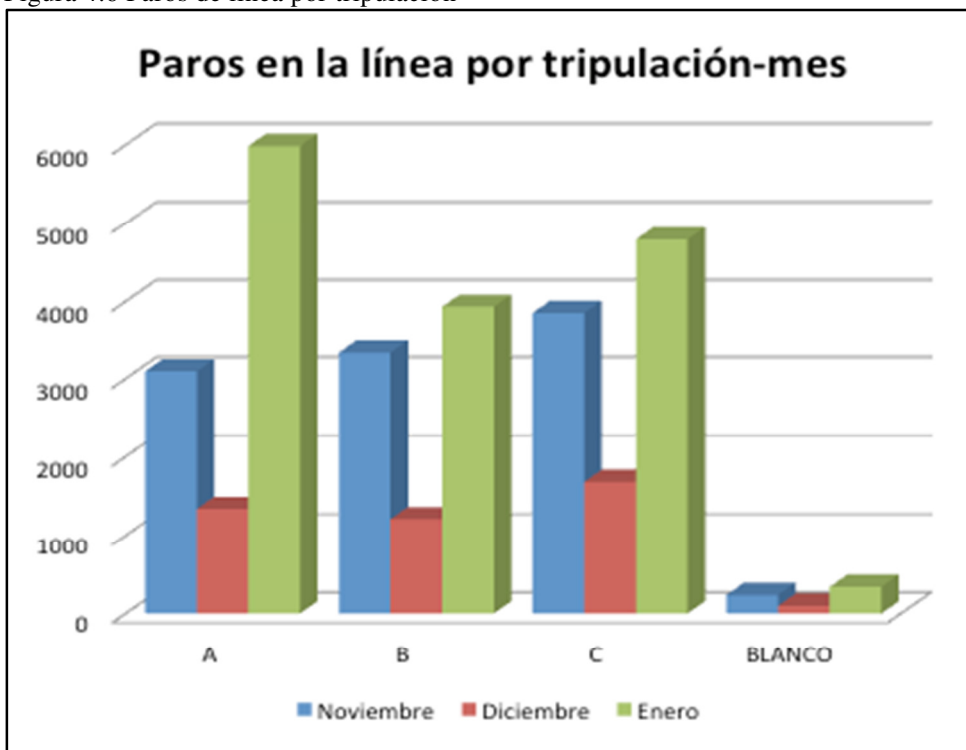
Por tripulación, los paros totales por mes señalan a la tripulación A como la que tienes mayor frecuencia en los paros de Línea 100, teniendo un total de 10,418, muy cerca de la C con 10,324 (tabla 4.5 y 4.6).

Tabla 4.5 Paros de línea por mes y por tripulación

MES	A	B	C	TOTAL	BLANCO	TOTAL GRAL
Noviembre	3093	3332	3855	10280	237	10517
Diciembre	1336	1208	1678	4222	97	4319
Enero	5989	3933	4791	14713	341	15054
TOTAL	10418	8473	10324	29215	675	29890

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

Figura 4.6 Paros de línea por tripulación



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

Considerando la tripulación y el turno, el primer turno y la tripulación A son los que tienen la mayor frecuencia, de la siguiente forma como lo muestra la tabla 4.6 y la figura 4.7:

Tabla 4.6 Tabla por tripulación, paros por error proofing y luces rojas

TRIPULACION		A	B	C	BLANCO	TOTAL GRAL	TOTAL
1st Shift	EP	5855	3256	1620	247	10978	11247
	LR	134	76	58	1	269	
2nd Shift	EP	1302	3885	3739	0	8926	9124
	LR	34	48	116	0	198	
3rd Shift	EP	3008	1195	4671	413	9287	9519
	LR	85	13	120	14	232	
TOTAL		10418	8473	10324	675	29890	29890

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

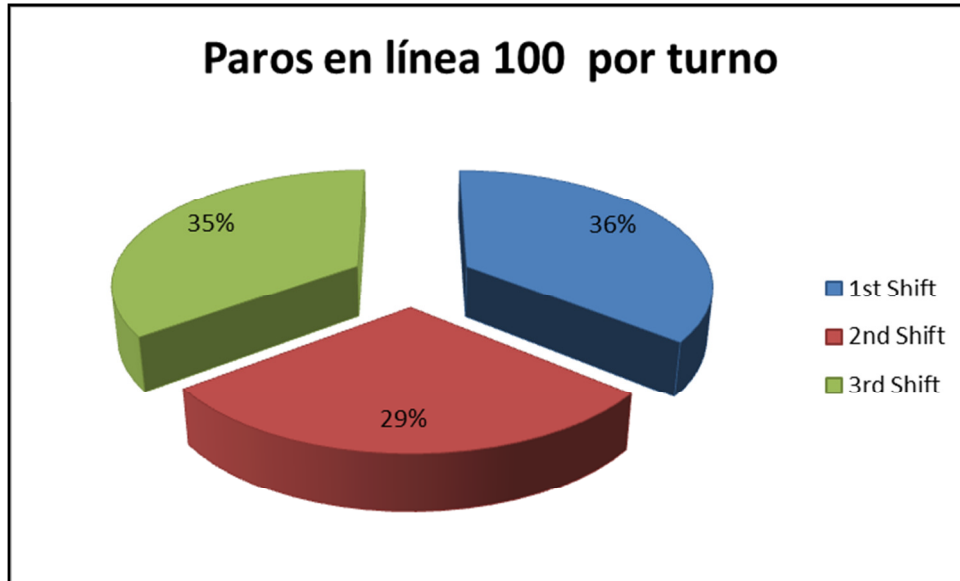
Figura 4.7 Paros error proofing y luces rojas de tripulación A



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

El turno que más para la Línea 100 es el 1st, seguido del 3er. El primero corresponde a 36% y el tercero a 35% de la frecuencia (figura 4.8).

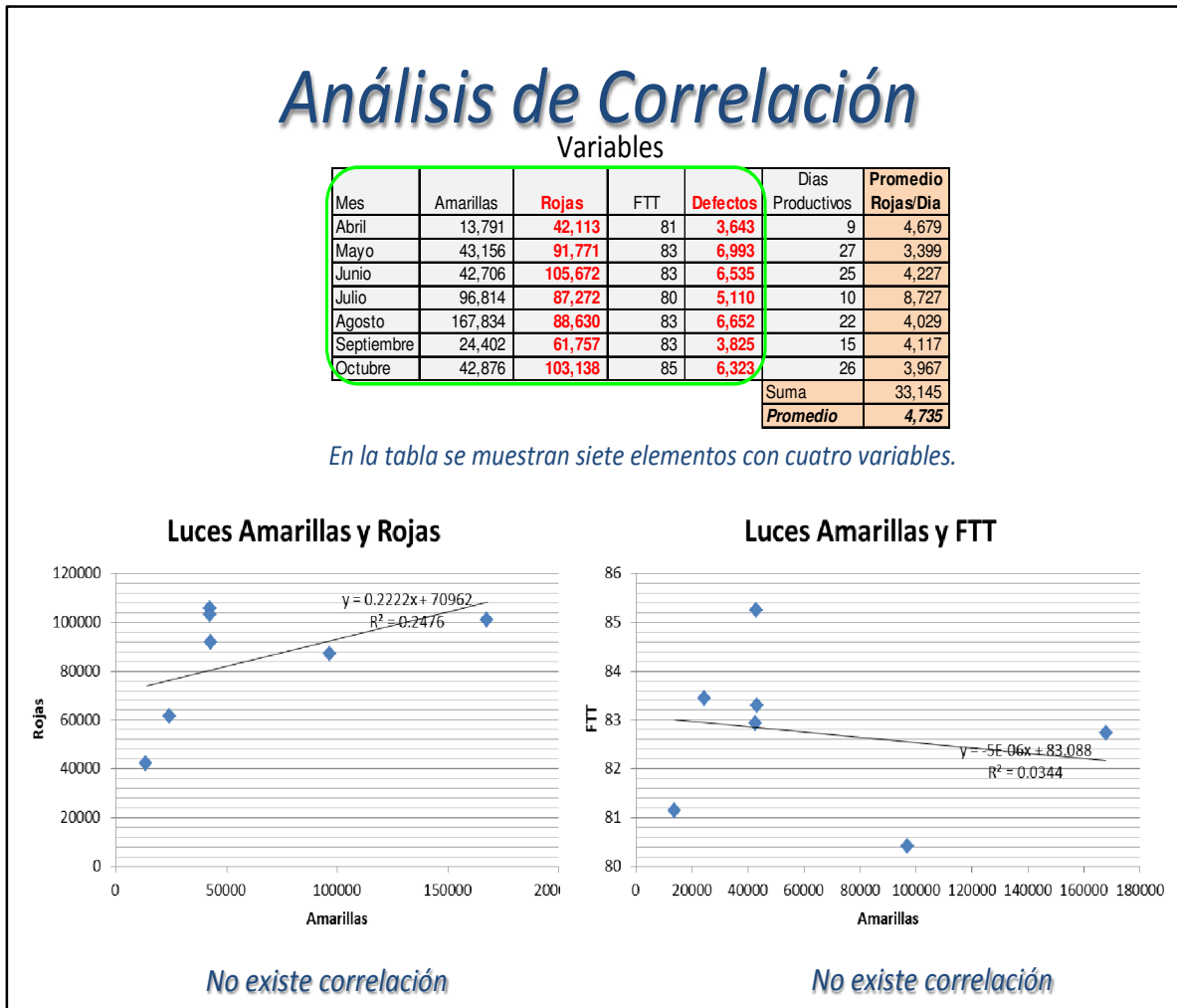
Figura 4.8 Paros línea 100 por turno



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

De la correlación entre luces amarillas y rojas, aunado a la correlación entre luces amarillas y FTT, se determina que para el periodo Abril-Octubre no existe correlación en ninguna (figura 4.9).

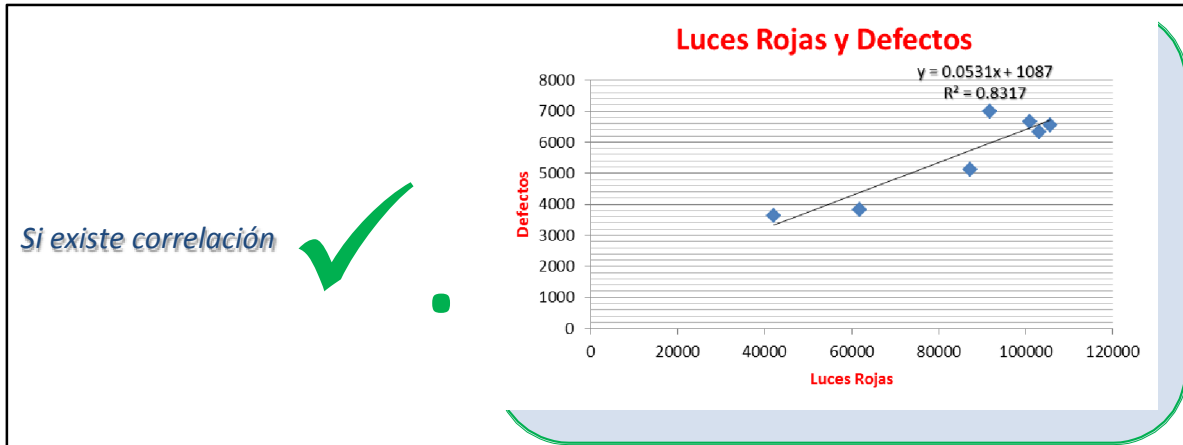
Figura 4.9 Análisis de correlación A



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

Por su parte, en el análisis de correlación entre luces rojas y defectos, se encuentra una correlación de 0.8317.

Figura 4.10 Análisis de correlación B



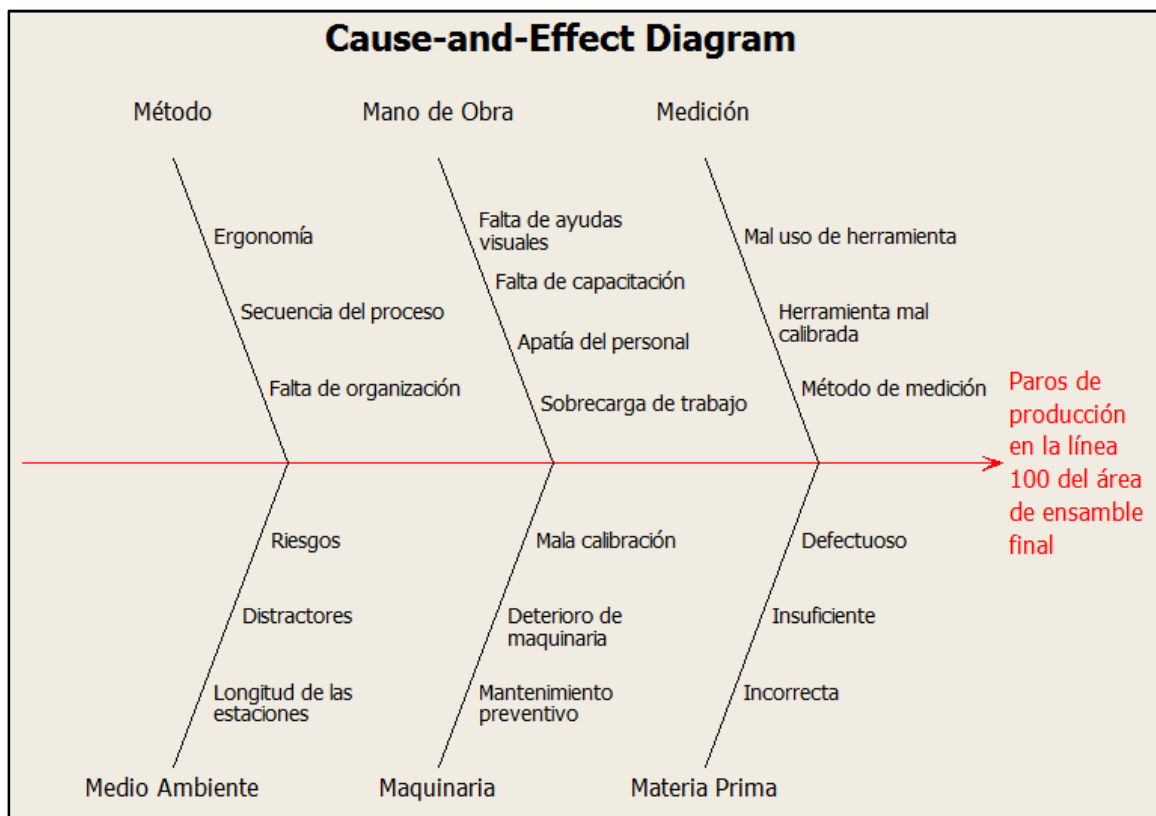
Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

Concluyendo, se presenta que solo existe correlación entre luces rojas y defectos, tal como se muestra en la figura 4.10.

4.2 Causas

- Diagrama de causa-efecto (Ishikawa): Se considera el método, el medio ambiente, la mano de obra, la maquinaria, las herramientas y la materia prima involucrada en la Línea 100 (figura 4.11).

Figura 4.11 Diagrama de causa y efecto



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la encuesta y participación de los operadores

- Matriz causa-efecto: en ella se relaciona la entrada de producto y los CTS'S, relativos a cumplir con el flujo continuo, entre a tiempo a la siguiente estación, el respeto al tiempo de ciclo y proveedores (figura 4.12).

Figura 4.12 Matriz causa-efecto

Rango		10	9	9	9	
ENTRADA DE PRODUCTO \ CTS'S		Cumplir con el flujo continuo	Entrega a tiempo a la siguiente estación	Respetar el tiempo de ciclo	Proveedores	Total
1	T1A114LH	10	9	9	9	343
2	T1A115LH	10	9	9	9	343
3	T1A112RH	10	9	9	9	343
4	T1A109LH	10	9	9	9	343
5	T1A107LH	10	9	9	9	343
6	T1A116LH	10	9	9	9	343
7	T1A125LH	10	9	9	9	343
8	T1A119RH	10	9	9	9	343
9	T1A103RH	10	9	9	9	343
10	T1A120RH	10	9	9	9	343
Total		1000	810	810	810	

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la encuesta y participación de los operadores

- Supplier, input, process, output, customer (SIPOC): se presente presenta desde el proveedor, la entrada, el proceso, la salida y el cliente; para la Línea 100 se representa en la figura 4.13.

Figura 4.13 Tabla de SIPOC A

EMPRESA: FORD MOTOR COMPANY				
PROCESO: ÁREA DE PRODUCCIÓN DE ENSAMBLE FINAL APLICADO A LA LÍNEA 100				
PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
PRE TRIM	UNIDADES DE AUTOMOVILES	SE INSTALAN LOS COMPONENTES AL AUTOMOVIL	AUTOMOVILES CON COMPONENTES INSTALADOS AL 100%	CLIENTE FINAL LINEA 200
ANTOLIN	SE RECIBEN LOS COMPONENTES	SE INSTALAN LOS DIFERENTES COMPONENTES A LA UNIDAD DE AUTOMOVIL	AUTOMOVILES CON COMPONENTES INSTALADOS AL 100%	
IACNA				
YASAKI				

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la encuesta y participación de los operadores

En cuanto al Pre Trim, sobre las estaciones de trabajo de la Línea 100, se espera en la salida como la que se muestra en la figura 4.14.

Figura 4.14 Tabla SIPOC B

EMPRESA: FORD MOTOR COMPANY				
PROCESO: ÁREA DE PRODUCCIÓN DE ENSAMBLE FINAL APLICADO LAS ESTACIONES DE TRABAJO DE LA LÍNEA 100				
PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
PRE TRIM	MP&L (0 MATERIAL FALTANTE)	ESTACIÓN DE TRABAJO MEDIANTE ESTANDARES GENERICOS CRITICOS	0 PARTES FALTANTES	CLIENTE FINAL LINE A 100
	MANTENIMIENTO (0 FALLA EN MAQUINARIA Y EQUIPO)		0 EQUIVOCADOS	
	PROVEEDORES E INGENIERIA (100% FACTIBILIDAD DE ENSAMBLE)		0 MALOS ENSAMBLES	
			100% FLUJO CONTINUO	

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la encuesta y participación de los operadores

Por estaciones, de las 59 estaciones en la Línea 100, se ha determinado que las 20 estaciones con más paros, las cuales representan el 77% de los paros y se muestran en la tabla 4.7 y figura 4.15.

Tabla 4.7 Top 20 estaciones que más paran en Línea 100

TOP 20 DE ESTACIONES CON MAS PAROS EN LA LINEA 100		
No.	Estación	Paros
1	T1A114LH	2474
2	T1A115LH	2295
3	T1A112RH	1657
4	T1A109LH	1625
5	T1A107LH	1456
6	T1A116LH	1430
7	T1A125LH	1372
8	T1A119RH	1276
9	T1A103RH	1252
10	T1A120RH	1017
11	T1A127RH	986
12	T1A114RH	820
13	T1A109RH	763
14	T1A118RH	759
15	T1A125RH	681
16	T1A111RH	674
17	T1A126LH	668
18	T1A101LH	643
19	T1A121RH	610
20	T1A104RH	598
	TOTAL	23056

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

Figura 4.15 Gráfico de barras top 20 estaciones con más paros de línea 100



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del FIS

En el segundo paso, relativo a caracterizar, se enfocan los esfuerzos en las estaciones, turnos, cuartiles con mayor problema representada en la figura 4.16.

Figura 4.16 Caracterización y causas

Caracterización	Causas
Estaciones	Error proofing (EP)
Turnos (A,B,C)	Over travel (OT)
Cada turno en cuartil (1,2,3,4)	Luces rojas (LR)

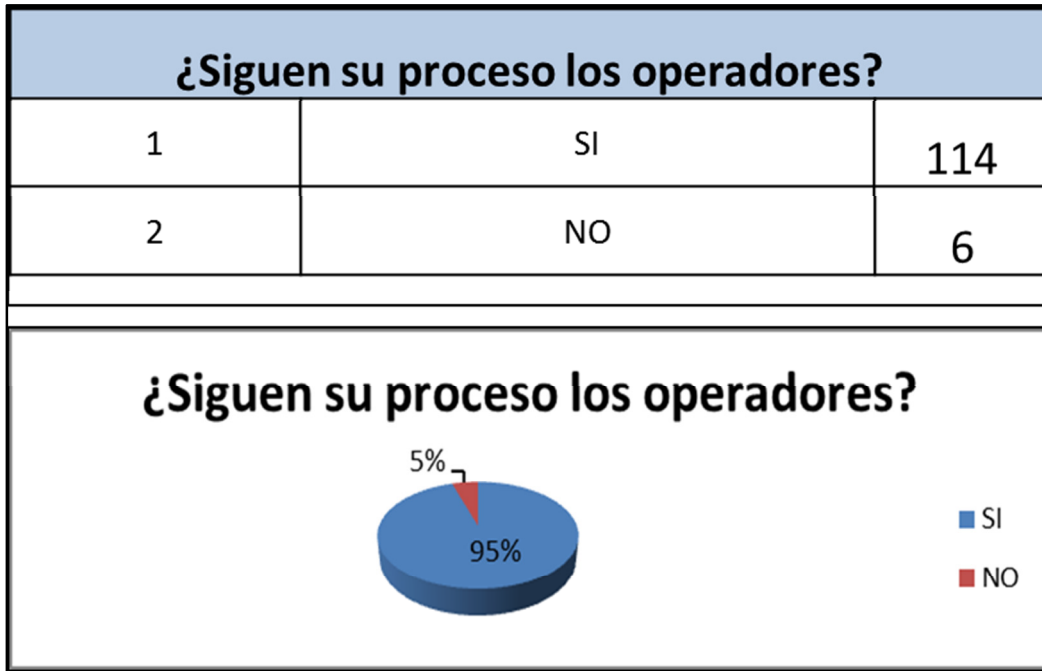
Fuente: Elaboración propia

En el levantamiento de información, se utiliza una encuesta a los técnicos del área de ensamble. En dicha encuesta se cuestiona sobre las causas de paros de línea que más frecuentemente ocurren; la prioridad de las opciones de causas; en qué

opción de automóvil generalmente para la línea; si se sigue la secuencia en su proceso y qué recomendaciones se tienen para reducir los paros de línea en su estación de trabajo. El formato de dicha encuesta se presenta en seguida:

Las respuestas sobre el seguimiento del proceso y la emisión de recomendaciones fueron las que se muestran en la figura 4.17 y 4.18.

Figura 4.17 Resultado de encuesta



Fuente: Elaboración propia, resultados de encuesta a grupos de trabajo

Figura 4.18 Resultado de encuesta

Recomendaciones por parte de los operadores		
1	SI	78
2	NO	42



Fuente: Elaboración propia, resultados de encuesta a grupos de trabajo

A su vez, el supervisor del área lleva un documento de control por estación. En él, se indican las causas del error en la estación, la causa por material u otras causas (baño ausentismo, accidentes). El formato es el que se muestra en la figura 4.19.

Figura 4.19 Formato para registro y control manual de paro de línea

ESPECIFICACIONES		EP			Material				Otras causas						
Estación	Modelo	Opción	Cuartil	Pistola	Scanner	Pick Light	Especificar porque:	Faltante	Equivocado	Defectuoso	Otras causas	Baño	Ausentismo laboral	Accidentes de trabajo	Otras causas

Fuente: Elaboración propia

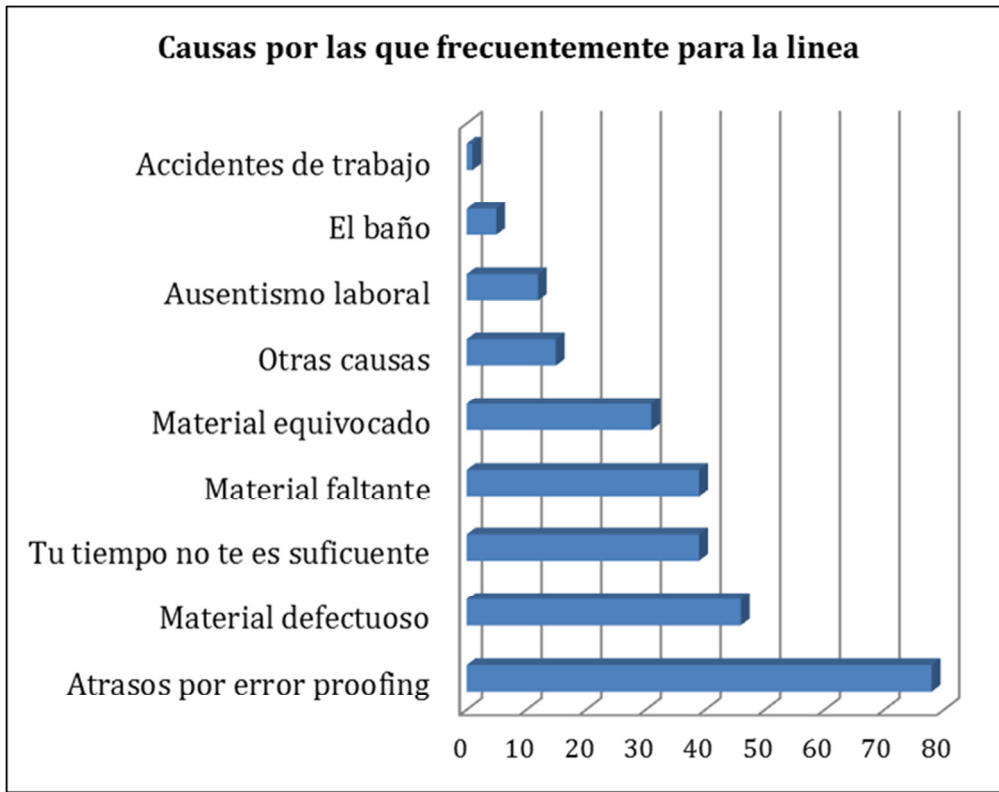
Los resultados de la encuesta a los técnicos operadores, muestran una mayor causa relativa a los atrasos por error proofing, seguido de material defectuoso, se muestran en la tabla 4.8 y la figura 4.20.

Tabla 4.8 Resultados de encuesta

Causas por las que frecuentemente para la línea		
No	Causa	Total
5	Atrasos por error proofing	78
4	Material defectuoso	46
1	Tu tiempo no te es suficiente	39
2	Material faltante	39
3	Material equivocado	31
9	Otras causas	15
7	Ausentismo laboral	12
6	El baño	5
8	Accidentes de trabajo	1

Fuente: Resultados de las encuestas aplicadas a los técnicos base de cada estación de trabajo

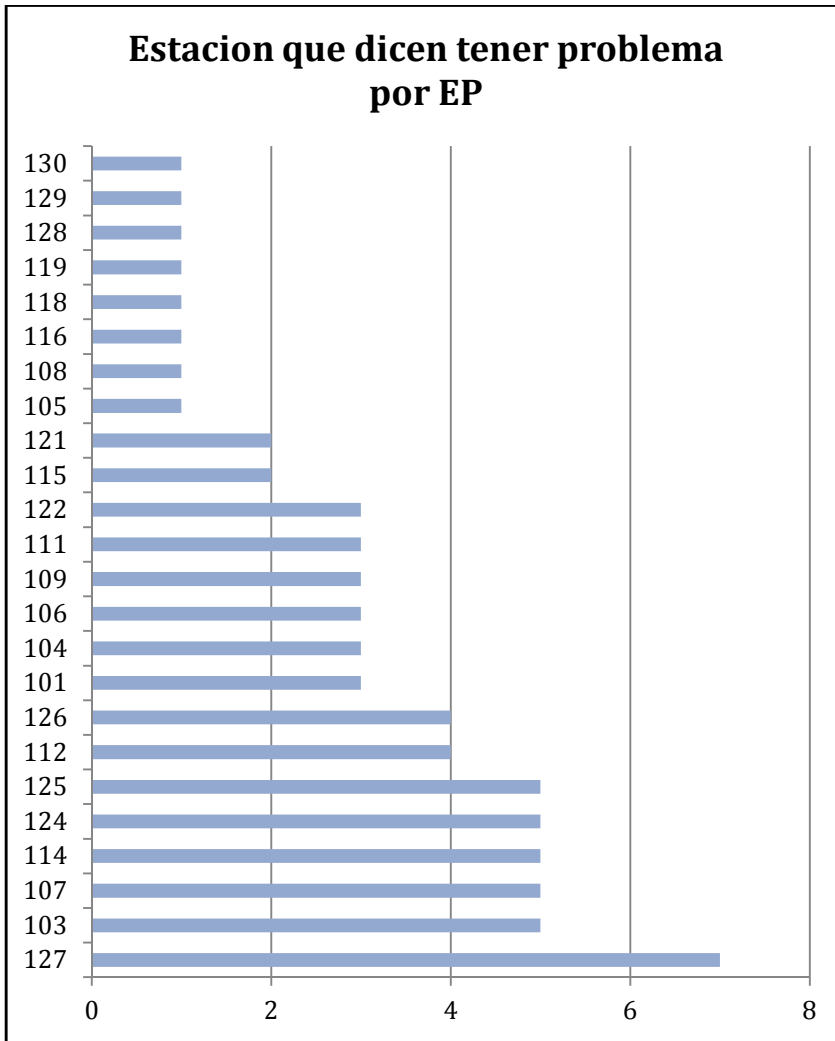
Figura 4.20 Pareto de causas por las que para frecuentemente la línea



Fuente: Resultados de las encuestas aplicadas a los técnicos base de cada estación de trabajo

Considerando las estaciones y los problemas con EP, los datos se muestran en la figura 4.21.

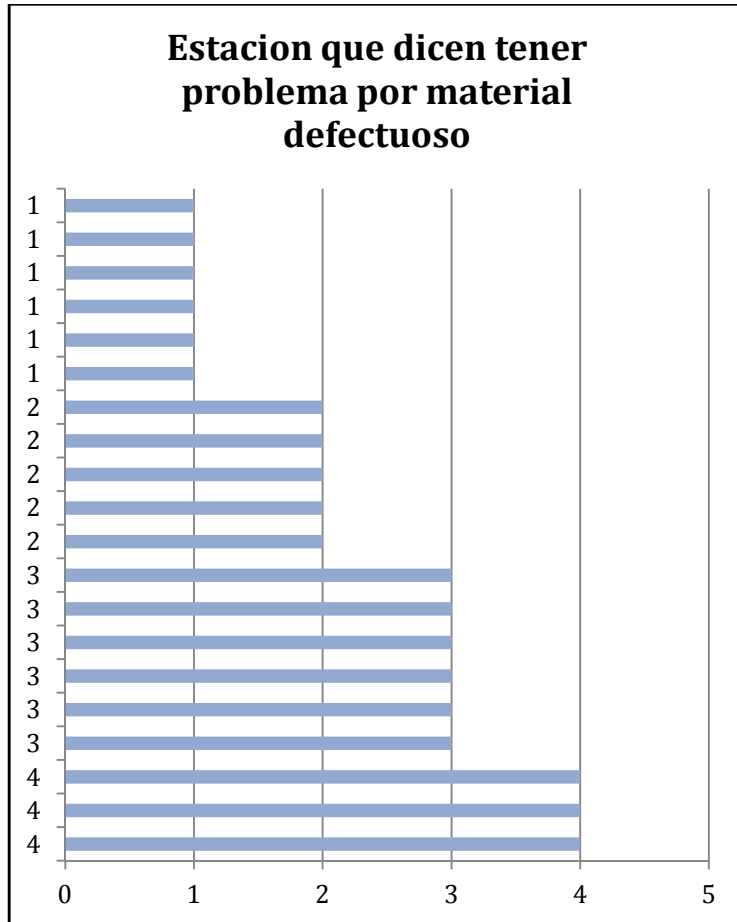
Figura 4.21 Pareto de estaciones que paran por error proofing



Fuente: Resultados de las encuestas aplicadas a los técnicos base de cada estación de trabajo

Considerando las estaciones y los problemas con materiales, los resultados se muestran en la figura 4.22.

Figura 4.22 Pareto de estaciones que paran por error proofing



Fuente: Resultados de las encuestas aplicadas a los técnicos base de cada estación de trabajo

En el tercer paso, optimizar, se busca reducir al menos el 70% de paros por luces rojas en la Línea 100 del área de producción de ensamble final. De ello, se encontraron las siguientes causas-hallazgos:

- Los técnicos creen que hay que escanear la caja y no la parte a instalar.
- En la estación 103L falla PL.
- En las estaciones 103L y 116L hay atrasos al desenredar los arneses.

- En las estaciones 104R, 106L, 106R, 109R, 124L, 124R, 125L y 129L la herramienta está fallando (pistola).
- En las estaciones 103L, 112L, 114R, 124R, 126L y 126R falla el scanner, al igual que las pilas que contiene.
- En la estación 109R, el operador tiene dificultad con PHEV.
- En la estación 114L se dificulta la instalación de pedalera híbrida.
- Para la estación 119R las tolerancias del burlete de puertas es muy grande.
- Cuando hay secuencia de carros Híbridos, con quemacocos o Lincoln provoca atrasos, ya sea que salgan varios de un tipo o mezclados.
- No existe una restricción acerca de la mezcla sobre los carros con quemacocos.
- Los técnicos de las estaciones 115, 116, 119 y 125 consideran que los dados de las herramientas deben reemplazarse con más frecuencia.
- Los técnicos creen que el PL debe de programarse para que se detecte el tacto más rápido.
- Los técnicos piensan que al eliminar estaciones con los rebalanceos genera más carga de trabajo para ellos.
- En la estación 124L existe problemas con el scanner ya que existen problemas al leer y/o detectar la etiqueta.
- En las estaciones 130L, 125L, 126L y 127R falla pick light.
- Los técnicos de la estación 126L dicen que se necesita un rebalanceo, por la carga de trabajo en especial con el modelo Lincoln.

CAPÍTULO 5 “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”

5.1 Conclusiones

En términos del objetivo general para esta investigación, relativo a determinar las causas de paros de línea de producción en el departamento de ensamble final de la planta automotriz Ford Motor Co. de Hermosillo, Sonora, concretamente en la Línea 100, se han organizado las conclusiones en dos partes: 1) las que corresponden al marco teórico aplicable a la producción, calidad y mejora continua, y 2) las relativas a las causas de paro en la Línea 100.

Ambas partes coinciden en señalar la importancia de la medición como una condición elemental para determinar cuantitativamente las oportunidades y amenazas que ayuden o limiten el cumplimiento de los objetivos establecidos. En el caso de la producción en serie, la interrelación entre departamentos, como un sistema complejo, dinámico e imprevisible, debe tomar en cuenta una multiplicidad de elementos, tales como el proceso, el producto, los tiempos, los materiales, la mano de obra, la maquinaria y aquellos otros que orientan la actividad productiva.

En la medida en que se logren aplicar los estándares, los criterios, las reglas, la experiencia y la voluntad de los trabajadores en la previsión de errores, defectos, pérdidas y paros en la producción, se estará en posición de reducir los costos y elevar el rendimiento.

De manera particular, el departamento de ensamble final de la planta de Ford Motor Co. en Hermosillo y su Línea 100 representa un claro ejemplo de la necesidad de medir su desempeño, de reconocer su complejidad y de determinar objetivamente

las causas de paro, buscando así que su desempeño contribuya de manera eficiente a las actividades de otras áreas subsecuentes a ella.

Considerando que la misión de Ford es mejorar continuamente los productos y servicios para satisfacer las necesidades de sus clientes, la empresa trabaja de manera permanente al interior de su producción, haciendo los ajustes que se requieran para alinear sus procesos. De ello, la gente, los productos, proveedores y el compromiso de rentabilidad que tiene con sus accionistas, orienta en todo momento sus acciones hacia la mejora continua.

5.2 Recomendaciones

Considerando lo anterior, las conclusiones sobre el marco teórico aplicable a la producción, calidad y mejora continua son:

- En el marco del pensamiento sistémico, se señala que los problemas de hoy provienen de soluciones de ayer. Al respecto, cabe indicar que esto es la antesala de la previsión, como una forma de conducta y de cultura que permite anticiparse a los eventos y así avanzar hacia el objetivo establecido.
- Si bien en un sistema ocurre la interacción de elementos que en el mejor de los casos están plenamente identificados, también en dicha interacción existen elementos ocultos que solo pueden ser evidenciados mediante la medición y observación adecuada.
- En la producción se da la entrada de insumos y salida de productos transformados, de lo que se observa un patrón que se repite y que debe cumplirse. No obstante ello, en el camino de la producción pueden ocurrir eventualidades que no permiten dicho patrón, de lo que se interrumpe la producción y se compromete la estrategia y el objetivo.
- De los elementos que caracterizan la producción hacia la transformación y la obtención de productos y servicios, se presenta a la mano de obra, a los insumos, al equipo y a los procedimientos como elementos críticos. Estos debe

interaccionar y resolver internamente sus dificultades a partir de la organización, del control y la planeación.

- La cantidad, variedad, diversidad y complejidad en una línea de producción en serie conlleva una serie de contratiempos que afectan al área y a otras áreas relacionadas. De ello, se fijan estándares mínimos de desempeño, los cuales son una medida esperada que debe cumplirse; si no fuera el caso, es necesario tomar acción inmediata y no comprometer el flujo continuo en una línea de producción.
- El concepto actual de calidad y de mejora continua da énfasis a la consideración de los requerimientos del cliente y del producto, pero también toma en cuenta la intervención de la mano de obra como un elemento sustantivo para lograr que los procesos, las reglas, los estándares sean adecuadamente interpretados e implementados.

Las conclusiones sobre las causas de paro en la Línea 100 son:

- Ford Motor Co. en Hermosillo ha realizado de forma continua inversiones para incrementar su producción; dichas inversiones han tenido impacto sobre la producción, proveedores, exportaciones, empleos, capacidad técnica y en general sobre el desarrollo de la industria automotriz en México.
- A la fecha, el departamento de ensamble final tiene 10 líneas de producción y 371 estaciones de trabajo atendidas por más de 1000 técnicos.
- Ford aplica un sistema de estándares de actuación para lograr un producto de calidad y competitivo, producido bajo procesos de trabajo estables, fiables y seguros, donde las personas son el elemento primordial.
- La calidad, el control de costos y el cumplimiento de programas de producción inciden en la generación de estándares críticos, los cuales tienen una relación con los procesos críticos de MPL, mantenimiento y proveedores, que a la vez considera la maquinaria, el método, el ambiente, la labor y el material adecuado para obtener un 100% de flujo continuo.

- La determinación de los paros de línea de producción se representan por luces rojas. Estas afectan al resto de los operadores ligados a la estación originadora, teniendo como consecuencias desperdicios, inactividad laboral, consumo de energía, defectos, incumplimiento de los planes de producción, y en general incremento de costos y disminución de la rentabilidad de la empresa.
- Se ha determinado que en la Línea 100, de las 59 estaciones que la componen, 20 estaciones representan el origen frecuente de los paros de línea, representando en su conjunto el 77% de los paros.
- Bajo la identificación de la línea con mayores paros, las causas más frecuentes señaladas son los atrasos por error proofing, material defectuoso, tiempo insuficiente, material faltante, material equivocado y otras.

De todo lo anterior, los directivos y los trabajadores en la Línea 100 ha realizado una lista conjunta de causas y se prevé que tomen acciones inmediatas para su solución. Tal como se observa, en el trabajo conjunto y en el reconocimiento de que el paro de línea afecta el flujo continuo de producción, aunado a otros efectos negativos sobre la empresa en general, se encaminan los esfuerzos para pasar de la identificación de las causas a la generación de propuestas para reducir los paros a su estándar permitido.

REFERENCIAS

- Alonso, Elena. Proceso de producción. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina
- Blanco, M. Hermosillo, el orgullo de Ford. Atracción360. Agosto 13, 2013
- Car and Driver, escrita por es Jeff Sabatini <http://blog.caranddriver.com/hecho-en-mexico-the-state-of-auto-manufacturing-south-of-the-border/>, (Octubre 2015)
- Carpintero, Oscar. Kenneth E. Boulding: más allá de la economía. Revista de Economía Crítica. N. 14. 2012.
- Cathalifaud, Arnold y Osorio, Francisco. Introducción a los conceptos de la teoría general de sistemas. Cinta de Moebio. N. 3. 1998
- Contreras, O. (2005). Estudio sobre el impacto de la ampliación de la Ford Motor Co. en Hermosillo , Sonora. México: Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia. El Colegio de Sonora.
- Díaz, Yelenys. Principales concepciones y enfoques teóricos-metodológicos sobre calidad: necesidad del estudio y aplicación del marketing. Contribuciones a la Economía. 2009
- EFE. Ford espera que 2016 sea otro año excelente tras beneficios récord de 2015. Agencia EFE. Enero 28, 2016
- Fillet, Felipe. Sistema de administración de inventarios MRP. Planificación de los requerimientos de materiales. Universidad Nacional de Luján. Argentina. 2012
- Forbes. Ingresos de Ford superan expectativas en 2015. Recuperado en <http://www.forbes.com.mx/ingresos-de-ford-superan-expectativas-en-2015/> (el 17 de marzo de 2016)
- Forbes. Las 15 automotrices más importantes del mundo. Recuperado en <http://www.forbes.com.mx/las-15-automotrices-mas-importantes-del-mundo/> el 17 de marzo de 2016

- Ford. Acerca de. Recuperado en <http://www.ford.mx/ftd/acerca/compania> el 17 de Marzo de 2016
- Ford. Ford Motor Company presenta sus resultados financieros a nivel mundial por el Q1 2015. Ford. Dearborn. Abril 28, 2015
- Ford. Gestión Eficiente de los procesos. España. 2004
- García, Ana. Proceso productivo. En <http://es.scribd.com/doc/97972218/Proceso-Productivo#scribd>
- George, Michael L. Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed. McGraw-Hill. New York. 2002
- Groover, M. Fundamentos de manufactura moderna. Materiales, procesos y sistemas. 3ª ed. McGraw-Hill Interamericana. México. 2007
- Johansen, Oscar. Introducción a la teoría general de sistemas. Limusa. México. 2004
- La teoría general de sistemas y los sistemas de producción. En Retos en Supply Chain. España. 2014
- López, Susana. Implantación de un sistema de calidad: los diferentes sistemas de calidad existentes en la organización. Ideas propias Editorial. España. 2006
- Masala, Carlos. Las estrategias de Hermes. Hacia una comprensión de las redes sociales. Editorial Dunken. Buenos Aires. 2013, p.51-53
- Monden, Yasuhiro. Toyota Production System. An integrated approach to Just-In-Time.
- Objetivos del IMECCA. En <http://www.imecca.com.mx/institucional/objetivos.html> consultado el 16 de febrero de 2014
- Ruiz Falco, Arturo. Costes de la calidad. Universidad Pontificia Comillas. España. 2009. p. 6. En <http://web.cortland.edu/matresearch/COPQ.pdf> consultado el 14 de septiembre de 2015
- Statista, Los autos más vendidos en Estados Unidos en el 2015 <http://www.statista.com/statistics/276419/best-selling-cars-in-the-united-states/> Consultado el 25 Abril del 2016
- Teoría General de Sistemas. En <http://www.fceia.unr.edu.ar/asist/intro-tgs-t.pdf>

Torregrosa, Rafael. Calidad, concepto y generalidades. CHGUV. España. 2010

Vidal, Ricardo. Sistemas de producción. Universidad Austral de Chile. Chile. 2014

NOMBRE DEL TRABAJO

044_MA_Marco Antonio Ramirez Nafarrete .pdf

AUTOR

Marco Antonio Ramirez Nafarrete

RECUENTO DE PALABRAS

16285 Words

RECUENTO DE CARACTERES

88000 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

86 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.0MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 18, 2022 2:34 PM GMT-7

FECHA DEL INFORME

Nov 18, 2022 2:38 PM GMT-7**● 24% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 24% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 17% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)