

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

**ESCUELA DE POSGRADO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**UNIDAD DE POSGRADO**



**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE  
OPERACIONES EN UNA TINTORERÍA TEXTIL A TRAVÉS  
DEL USO EFICIENTE DEL MAPA DE FLUJO DE VALOR  
Y EL ANÁLISIS DE BRECHAS**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN INGENIERÍA  
INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE PRODUCCIÓN**

**AUTOR:**

**Bach. JUAN VALENTÍN LEONCIO COASACA PORTAL**

**LIMA - PERÚ**

**2017**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
MAYOR DE SAN MARCOS**

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

**UNIDAD DE POSGRADO**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 14-UPG-FII-2017**

**SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO  
DE MAGISTER EN INGENIERIA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE PRODUCCIÓN**

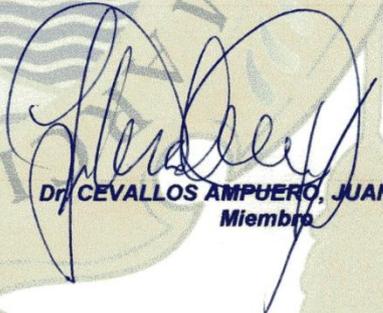
En la ciudad de Lima, del día veinte del mes de junio del dos mil diecisiete, siendo las nueve horas, en acto público se instaló el Jurado Examinador para la Sustentación de la Tesis titulada: **“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE OPERACIONES EN UNA TINTORERÍA TEXTIL A TRAVÉS DEL USO EFICIENTE DEL MAPA DE FLUJO DEL VALOR Y EL ANALISIS DE BRECHAS”**, para optar el Grado Académico de Magister en Ingeniería Industrial con mención en Gestión de Producción.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas del Jurado Examinador se procedió a la calificación individual y secreta, habiendo sido APROBADO con la calificación de BUENOS (15).

El Jurado recomienda que la Facultad acuerde el otorgamiento del Grado Académico de Magister en Ingeniería Industrial con mención en Gestión de Producción, al **Bach. JUAN VALENTÍN LEONCIO COASACA PORTAL**.

En señal de conformidad, siendo las 10:30 horas se suscribe la presente acta en cuatro ejemplares, dándose por concluido el acto.

  
**Dr. INCHE MITMA, JORGE LUIS**  
Presidente

  
**Dr. CEVALLOS AMPUERO, JUAN MANUEL**  
Miembro

  
**Dr. TINOCO GÓMEZ, OSCAR RAFAEL**  
Miembro

  
**Dra. GARCIA ZAPATA, TEONILA DORIA**  
Miembro

  
**Dra. RAMIREZ MIRANDA, DURGA EDELMIRA**  
Asesora

### **Dedicatoria**

A mis padres, Leoncio y Julia, ejemplos de dedicación al trabajo.

A mi esposa María Elena, y a mis hijas María Fátima, Lourdes Rocío y Cecilia Guadalupe, por llenar mi vida de amor y alegría.

### **Agradecimiento**

A mi asesora, Dra. Durga E. Ramírez Miranda, por sus observaciones y recomendaciones durante la elaboración de la tesis.

A los docentes de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por los conocimientos que me permitieron desarrollar la investigación.

## Índice general

<b>INTRODUCCIÓN</b>		1
<b>CAPÍTULO I</b>		
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>		
1.1	Situación problemática	3
1.2	Formulación del problema	8
	1.2.1 Problema principal	8
	1.2.2 Problemas secundarios	8
1.3	Justificación del problema	8
	1.3.1 Justificación teórica	8
	1.3.2 Justificación práctica	9
1.4	Objetivos	11
	1.4.1 Objetivo general	11
	1.4.2 Objetivos específicos	11
<b>CAPITULO II</b>		
<b>MARCO TEORICO</b>		
2.1	Marco filosófico de la investigación	12
2.2	Antecedentes de la investigación	15
	2.2.1 Casos de empresas peruanas	15
	2.2.2 casos de empresas extranjeras	16
2.3	Bases teóricas	19
	2.3.1 La mejora continua	19
	2.3.2 El enfoque sistémico de la gestión	20
	2.3.3 La gestión de operaciones	21
	2.3.3.1 Evolución de los sistemas de producción	22
	2.3.3.2 Productividad	24
	2.3.3.3 El sistema de gestión de operaciones	25
	2.3.4 El sistema de producción ajustada	27
	2.3.4.1 Antecedentes	29
	2.3.4.2 Los principios de la producción ajustada	31
	2.3.4.3 Estructura del sistema de producción ajustada	33
	2.3.5 Técnica de diagnóstico de la producción ajustada	34
	2.3.5.1 El mapa de flujo de valor	34
	2.3.5.2 Tipo de actividades en un mapa de flujo de valor	37
	2.3.5.3 Clasificación de los desperdicios	38

2.3.5.4	Elaboración del mapa de flujo de valor	42
2.3.5.5	Análisis de brechas	46
2.3.6	Técnicas operativas de la producción ajustada	49
2.3.6.1	Técnica 5S's	49
2.3.6.2	Mantenimiento productivo total	53
2.3.6.3	Cambio rápido de modelo	54
2.3.6.4	Kanban	55
2.3.7	Técnicas de seguimiento de la producción ajustada	59
2.3.7.1	Gestión visual	59
2.3.7.2	Indicadores de desempeño	60
2.3.8	Los servicios de tintorería y la generación de valor	65

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGIA**

3.1	Tipo de investigación	69
3.1.1	Estrategia de investigación	69
3.1.2	Métodos de investigación	69
3.2	Diseño de la investigación	70
3.3	Unidad de análisis	72
3.4	Universo	72
3.5	Tamaño de muestra	72
3.6	Selección de muestra	73
3.7	Matriz de consistencia	73
3.8	Operacionalización de las variables	73
3.9	Técnicas de recolección de datos	77
3.10	Técnicas de análisis de la información	77
3.10.1	Pruebas estadísticas para verificar las hipótesis.	78
3.10.2	Pruebas paramétricas para verificar los instrumentos	81
3.10.2.1	Cuestionario organizacional	81
3.10.2.2	Indicadores de desempeño	81
3.11	Interpretación de la información	81
3.11.1	Análisis de cuestionario	81
3.11.2	Análisis de los indicadores de las variables	81
3.11.3	Mapa de flujo de operaciones	82
3.11.4	Mapa de flujo de valor.	82

## **CAPITULO IV**

### **DISCUSIÓN Y RESULTADOS**

4.1	Diagnóstico de la tintorería en estudio	83
	4.1.1 Estructura organizativa de la tintorería	83
	4.1.2 Mapa de gestión de procesos	85
	4.1.3 Operaciones de la planta de tintorería.	85
	4.1.4 Sistema de gestión de operaciones.	92
	4.1.4.1 Organización del trabajo	92
	4.1.4.2 Situación de las áreas de trabajo	94
	4.1.4.3 Nivel inicial de indicadores	95
	4.1.5 Mapa actual de flujo de valor de la tintorería	97
4.2	Diseño del plan de maestro de optimización	104
	4.2.1 Oportunidades de mejora del proceso productivo.	104
	4.2.1.1 Análisis del mapa actual de flujo de valor	104
	4.2.1.2 Identificación de desperdicios de recursos	107
	4.2.2 Mapa futuro de flujo de valor	111
	4.2.2.1 Consideraciones para el estado futuro	112
	4.2.2.2 Desarrollo del mapa futuro de flujo de valor	113
	4.2.3 Propuesta de plan maestro de optimización	115
	4.2.3.1 Estructura del plan del maestro	116
	4.2.3.2 Consideraciones para aplicar la técnica 5S´s	118
	4.2.3.3 Consideraciones para aplicar la técnica kanban	120
4.3	Resultados de la implementación del plan maestro	122
	4.3.1 Verificación de las hipótesis	122
	4.3.1.1 Hipótesis general	122
	4.3.1.2 Hipótesis específica N°1	124
	4.3.1.3 Hipótesis específica N°2	127
	4.3.1.4 Hipótesis específica N°3	129
	4.3.1.5. Hipótesis específica N°4	132
	4.3.2 Seguimiento del plan maestro de optimización	134
	4.3.3 Implementación de la técnica 5S´s y el mantenimiento autónomo	139
	4.3.3.1 Etapa Planear	139
	4.3.3.2 Etapa Hacer	140
	4.3.3.3 Etapa Controlar	148

4.3.3.4	Etapa Actuar	148
4.3.3.5	Nivel alcanzado de las etapas 5S's	148
4.3.4	Implementación de la técnica kanban	150
4.3.5	Indicadores de las variables dependientes	150
4.3.5.1	Productividad	150
4.3.5.2	Reprocesos	151
4.3.5.3	Ratio de despacho	152
4.3.5.4	Tiempo de fabricación	152
4.3.6	Indicadores de las variables independientes	153
4.3.6.1	Indicador de eficiencia: OEEg	153
4.3.6.2	Indicador de calidad: FFT	156
4.3.6.3	Indicador de servicio: BTS	157
4.3.6.4	Indicador de tiempo: EC	157
4.4	Discusión de resultados	158
4.4.1	Impacto del rediseño del sistema de gestión de operaciones	158
4.4.2	Efecto del mapa de flujo de valor.	160
4.4.3	Impacto de la la técnica 5S's.	162
4.4.4	Efecto de la técnica kanban.	164
4.4.5	Evaluación económica.	167
4.4.5.1	Costo de personal.	167
4.4.5.2	Gastos de implementación.	168
4.4.5.3	Balance costo/beneficio.	169
	<b>CONCLUSIONES</b>	170
	<b>RECOMENDACIONES</b>	171
	<b>GLOSARIO</b>	172
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	174
	<b>ANEXOS</b>	180

**LISTA DE CUADROS**

Cuadro 1	Comparación de sistemas de producción	31
Cuadro 2	La cadena de valor y el flujo de valor	36
Cuadro 3	Causa-efecto de la sobreproducción	39
Cuadro 4	Causa-efecto de la espera	39
Cuadro 5	Causa-efecto del desperdicio de transporte	40
Cuadro 6	Causa-efecto del sobreprocesamiento	40
Cuadro 7	Causa-efecto del inventario	41
Cuadro 8	Causa-efecto de los retrabajos	41
Cuadro 9	Causa-efecto de los movimientos innecesarios	42
Cuadro 10	Causa-efecto del desperdicio de talento	42
Cuadro 11	Funciones y normas del uso de kanban	58
Cuadro 12	Despliegue de la gestión visual	59
Cuadro 13	Causas de pérdida de tiempos de proceso	62
Cuadro 14	Cálculo del OEE	63
Cuadro 15	Escala de eficiencia del indicador OEE	63
Cuadro 16	Datos para el cálculo de indicador BTS	64
Cuadro 17	Matriz de consistencia	74
Cuadro 18	Operacionalización de variables dependientes	75
Cuadro 19	Operacionalización de variables independientes	76
Cuadro 20	Pruebas paramétricas y su alternativa no paramétrica	79
Cuadro 21	Principales pruebas estadísticas no paramétricas	79
Cuadro 22	Nivel y tipo de correlación	80
Cuadro 23	Organización del trabajo en la tintorería	92
Cuadro 24	Estimación de las pérdidas de producción	96
Cuadro 25	Evaluación inicial de indicadores	96
Cuadro 26	Tipos de teñido vs tipo de proceso	98
Cuadro 27	Tabla de tipos de proceso vs producción de teñidos	99
Cuadro 28	Diagrama de análisis de procesos de familia elegida	100
Cuadro 29	Capacidad de máquinas de teñido	102
Cuadro 30	Identificación de desperdicios	108
Cuadro 31	Técnicas de producción ajustada (lean production)	111
Cuadro 32	Técnicas operativas seleccionadas	111
Cuadro 33	Cronograma de implementación del plan maestro	117
Cuadro 34	Diferencias entre servicio de limpieza y técnica 5S's	119
Cuadro 35	Pruebas paramétricas de la hipótesis general	122

Cuadro 36	Correlación Spearman de la hipótesis general	124
Cuadro 37	Prueba Wilcoxon para la hipótesis general	124
Cuadro 38	Pruebas de parametricidad de la hipótesis específica N°1	125
Cuadro 39	Correlación Spearman de la hipótesis específica N°1	126
Cuadro 40	Prueba Wilcoxon para la hipótesis específica N°1	127
Cuadro 41	Pruebas de parametricidad de la hipótesis específica N°2	127
Cuadro 42	Correlación Spearman de la hipótesis específica N°2	129
Cuadro 43	Prueba Wilcoxon para la hipótesis específica N°2	129
Cuadro 44	Pruebas de parametricidad de la hipótesis específica N°3	130
Cuadro 45	Correlación Spearman de la hipótesis específica N°3	131
Cuadro 46	Prueba Wilcoxon para la hipótesis específica N°3	131
Cuadro 47	Pruebas de parametricidad de la hipótesis específica N°4	132
Cuadro 48	Correlación Spearman de la hipótesis específica N°4	133
Cuadro 49	Prueba Wilcoxon para la hipótesis específica N°4	133
Cuadro 50	Resultados de las actividades del plan maestro	135
Cuadro 51	Actividades preliminares	136
Cuadro 52	Actividades de preparación	136
Cuadro 53	Actividades operativas 5S's	137
Cuadro 54	Actividades de gestión 5S's	138
Cuadro 55	Actividades de seguimiento	138
Cuadro 56	Actividades de mejora	139
Cuadro 57	Actividades para el mantenimiento autónomo	142
Cuadro 58	Tareas de mantenimiento en base al ACR	144
Cuadro 59	Clasificación de los siete tipos de anomalías	145
Cuadro 60	Material innecesario eliminado	149
Cuadro 61	Actividades operativas kanban	150
Cuadro 62	Despliegue de operaciones combinadas	150
Cuadro 63	Calidad de las operaciones	156
Cuadro 64	Impacto en los indicadores de desempeño	158
Cuadro 65	Impacto en los indicadores de tiempo	162
Cuadro 66	Impacto de la técnica 5S's	163
Cuadro 67	Costo de capacitación del personal	167
Cuadro 68	Gastos de implementación del plan maestro	168
Cuadro 69	Inversión total	168
Cuadro 70	Balance de la implementación del plan maestro	169

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Las etapas de la producción textil	3
Figura 2	Funcionamiento de los procesos	19
Figura 3	Ciclo de mejora continua	20
Figura 4	Esquema de teoría de sistemas	21
Figura 5	Secuencia histórica de la producción industrial	23
Figura 6	Modelo de sistema de gestión por procesos	25
Figura 7	Estructura del sistema de gestión de operaciones	26
Figura 8	Relación entre los elementos del sistema del SGO	26
Figura 9	Los pilares y los cinco elementos del sistema Toyota	28
Figura 10	Casa del TPS: estructura del sistema Toyota	33
Figura 11	Niveles de trabajo VSM	34
Figura 12	Metodología VSM	35
Figura 13	Estrategia de mejora continua y VSM	37
Figura 14	Tipo de actividades en el flujo de valor	37
Figura 15	Actividades en el mapa de flujo de valor	38
Figura 16	Ejemplo de mapa actual de flujo de valor	45
Figura 17	Metodología de la técnica 5 S's	49
Figura 18	Enfoque de los cinco pasos – SMED	54
Figura 19	Proceso “marcapasos”	56
Figura 20	Proceso FIFO	57
Figura 21	Caja heijunka: nivelación de mezcla de producción	58
Figura 22	Estrategias competitivas genéricas	67
Figura 23	Diseño de la investigación	70
Figura 24	Esquema pre-test y post-test con serie de tiempo	71
Figura 25	Esquema de diseño experimental	71
Figura 26	Fases de recolección y procesamiento de los datos	78
Figura 27	Organigrama de la empresa ST01	83
Figura 28	Mapa de gestión de procesos de la tintorería ST01	85
Figura 29	Diagrama del proceso de teñido	86
Figura 30	Máquina de preparación de telas	87
Figura 31	Máquina overflow de teñido	87
Figura 32	Curva de teñido simultáneo algodón-poliéster	88
Figura 33	Máquina de hidroextracción	89

Figura 34	Secadora continua	89
Figura 35	Pechadora	90
Figura 36	Compactadora tubular	90
Figura 37	Distribución de máquinas en la planta ST01	91
Figura 38	Auditoria inicial 5S's	94
Figura 39	Evaluación inicial de las etapas 5 S's	94
Figura 40	Desorden en la tintorería ST01	95
Figura 41	Horas perdidas por paradas no planificadas	95
Figura 42	Mapa actual de flujo de valor de la tintorería ST01	103
Figura 43	Diagrama de Pareto de los desperdicios	108
Figura 44	Oportunidades de optimización del proceso de teñido	110
Figura 45	Mapa futuro de flujo de valor de la tintorería ST01	114
Figura 46	Organización del equipo de trabajo	116
Figura 47	La técnica 5S's y la estrategia de mejora continua	119
Figura 48	Funcionamiento del "supermercado"	120
Figura 49	Dispersión de los indicadores de la hipótesis general	123
Figura 50	Dispersión de los indicadores de la hipótesis específica N° 1	126
Figura 51	Dispersión de los indicadores de la hipótesis específica N° 2	128
Figura 52	Dispersión de los indicadores de la hipótesis específica N° 3	130
Figura 53	Dispersión de los indicadores de la hipótesis específica N° 4	133
Figura 54	Etapas 1ra S: objetos innecesarios	140
Figura 55	Etapas 2da S: orden de elementos necesarios	141
Figura 56	Diagrama causa-efecto de las máquinas de teñido	143
Figura 57	Diagrama causa-efecto de la máquina secadora	143
Figura 58	Resultados de Auditorías 5S's	149
Figura 59	Productividad (Pt)	151
Figura 60	Reprocesos (Rpr)	151
Figura 61	Ratio de despacho (D)	152
Figura 62	Tiempo de fabricación (LT)	153
Figura 63	Indicador de eficiencia: OEEg	153
Figura 64	Indicador de eficiencia de teñido	154
Figura 65	Indicador de eficiencia de hidroextracción-secado	155
Figura 66	Indicador de eficiencia de compactado-embalaje	155
Figura 67	Indicador de calidad: FTT	156
Figura 68	Indicador de servicio: BTS	157

Figura 69	Indicador de tiempo: EC	158
Figura 70	Monitoreo de la productividad operativa (Pt)	160
Figura 71	Mapa presente de flujo de valor de la tintorería ST01	161
Figura 72	Comparación de Auditorias 5S's	163
Figura 73	Elementos innecesarios eliminados	164
Figura 74	Segmentos de la línea de producción	165
Figura 75	Segmento "marcapasos"	165
Figura 76	Impacto en el Lead time y la eficiencia de ciclo	166

## RESUMEN

La presente investigación tiene el objetivo de optimizar el sistema de gestión de operaciones de una tintorería industrial con el uso del mapa de flujo de valor, asociado al análisis de brechas.

El mapa de flujo de valor es una técnica para el diagnóstico del proceso productivo y plantea un programa para el rediseño de las operaciones con el propósito gestionar eficientemente los recursos de la empresa.

El impacto del rediseño de las operaciones se mide a través de los resultados de los indicadores de desempeño; la productividad operativa aumento 13.60%, y el tiempo de fabricación disminuyó 25,25%.

Aplicar principios modernos en el sistema de gestión de operaciones permite tomar adecuadas decisiones, tácticas y operativas, para eliminar actividades que no agregan valor al producto y administrar eficazmente el proceso productivo.

Palabras claves: sistema de gestión de operaciones, flujo de valor, productividad, tintorería, tiempo de fabricación.

## **ABSTRACT**

The present research aims to optimize the operations management system of an industrial dry cleaner with the use of the value flow map, associated to gap analysis.

The value flow map is a technique for diagnosing the production process and proposes a program for the redesign of operations with the purpose of efficiently managing the company's resources.

The impact of the redesign of the operations is measured through the results of the performance indicators; operating productivity increased 13.60%, and manufacturing time decreased 25.25%.

Apply modern principles in the operations management system allows making appropriate decisions, tactical and operational, to eliminate activities that do not add value to the product and effectively manage the production process.

Key words: operations management system, value flow, productivity, dry cleaning, manufacturing time.

## INTRODUCCION

Las empresas de manufactura, en la actual economía global, deben alcanzar un alto desempeño para entregar productos de calidad y competitivos en el mercado. En esta línea se encuentran las tintorerías textiles.

Las tintorerías locales administran las operaciones con métodos tradicionales, responden reactivamente a las situaciones inesperadas que se presentan en el proceso productivo, lo cual ocasiona retrasos en la entrega de los productos y genera insatisfacción de los clientes.

La idea de mantener permanente el sistema de gestión de operaciones por el hecho de que el proceso productivo ha funcionado bien en el pasado carece de sostenibilidad.

Las estrategias de producción tienen el objetivo de mejorar el desempeño de las operaciones, sin embargo muy poco se ha hecho para definir los indicadores apropiados para evaluar la productividad operativa.

Por las razones expuestas se desarrolló la presente tesis, con el propósito de optimizar el sistema de gestión de operaciones de una tintorería, con el uso eficiente del mapa de flujo de valor, asociado al análisis de brechas.

El actual sistema de gestión de operaciones de la tintorería en estudio se sustenta en el método científico de producción. El plan maestro de optimización ejecutado desarrolla técnicas operativas de comprobado éxito alrededor del mundo, en todo tipo de empresas.

La presente tesis está dividida en cinco capítulos. En el capítulo I se fundamenta la problemática actual de las tintorerías locales, se presentan los objetivos y la justificación de la investigación. El capítulo II presenta el marco filosófico, los antecedentes y los principios de la moderna gestión de operaciones.

En el capítulo III se expone la metodología de la investigación. En el capítulo IV se presenta el diagnóstico operativo de la tintorería en estudio y el plan maestro elaborado a partir del mapa futuro de flujo de valor.

El capítulo V detalla los resultados de la ejecución del plan de optimización del sistema de gestión de operaciones. Además se verifican las hipótesis y la discusión de los resultados del plan maestro. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de los resultados de la investigación.

La presente tesis es un modelo útil para la elaboración de nuevas investigaciones que aborden el análisis de tintorerías textiles con el propósito de optimizar el proceso productivo.

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Situación problemática.

La industria textil agrupa las actividades de fabricación de fibras, hilado, tejido, teñido, acabado y confección de prendas. Las prendas confeccionadas se orientan tanto al mercado interno como al mercado externo. (Ver Figura 1).

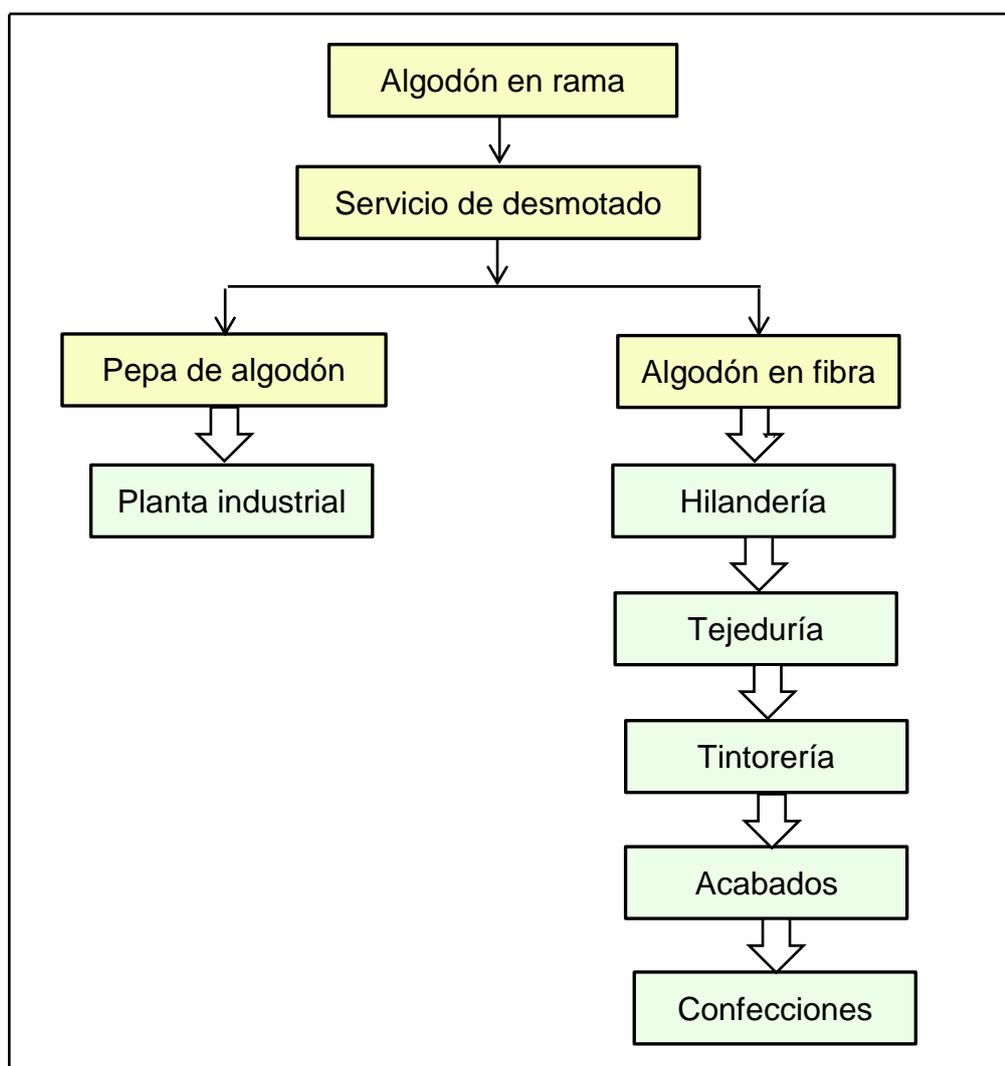


Figura 1 **Las etapas básicas de la producción textil.**

Fuente: Elaboración propia. 2015

La tintorería textil no está ajena a la situación actual del sector industrial. Desde el año 2008, las ganancias de las empresas de la industria textil fueron presionadas a la baja por la crisis mundial, lo que no se pudo trasladar totalmente a los precios de venta debido a la competencia existente dentro del sector (Diario Gestión, Octubre 2015).

Tras la crisis que afectó a todos los sectores industriales, los niveles de la productividad de las tintorerías industriales no han mostrado mejora, lo cual evidenció la necesidad del incremento de la rentabilidad, entendida como la capacidad de producir o generar un beneficio adicional sobre la inversión.

Los cambios de hábitos y estilos de vida han transformado el panorama social y económico del mundo. “Las empresas están obligadas a poseer sistemas flexibles, adecuar los productos y servicios de acuerdo al mercado, con nuevas formas de distribución apoyadas en tres aspectos fundamentales de la competitividad, calidad, rapidez de respuesta y costo” (Rajadell, 2010, p.5-6).

Los cambios registrados en las tintorerías industriales desde 1980 se asocian al avance de la tecnología. La maquinaria va evolucionando de manera significativa en el desarrollo de diseños de ingeniería para reducir el consumo de insumos y colorantes (Vega, Marco. 2012).

También los nuevos requerimientos de los clientes han promovido el desarrollado de una variedad de artículos textiles de moda, con nuevos procesos de teñido. Pero el factor de cambio determinante es la caída de las fronteras comerciales de los negocios.

Sin embargo, en el aspecto organizativo las tintorerías sigue invariable, emplean el modelo de gestión desarrollado por F. Taylor (1856-1915), el cual busca incrementar la productividad con el estudio científico. El modelo de gestión científica es autoritario, reduccionista y mecanicista,

asigna a cada trabajador un puesto fijo con un trabajo repetitivo, creando una rutina óptima (Rodríguez, 2012).

En la década del '80, P. Crosby sostuvo que establecer un nivel "aceptable" de defectos, tiende a provocar que dicho nivel se convierta en una profecía inevitable. Si los empleados saben que está "bien" trabajar en un nivel de errores, llegarán a considerar ese nivel como una "norma" que fija rangos de variación, debajo del óptimo. (Lefcovich, 2007)

Lo importante es la productividad, no se espera que el trabajador piense sino que cumpla las tareas de la manera más fiel posible, dejando en un segundo plano el ser humano y sus necesidades.

Los ritmos de producción sobrecargados, con el concepto de "producir más", genera una situación con niveles de calidad mediocre, trabajadores cansados cada vez menos competentes, con la consecuente disminución de rentabilidad.

Actualmente las tintorerías industriales calculan la productividad con datos e indicadores económicos y financieros. Se destaca el escaso interés y valor por la medición de indicadores de desempeño durante el proceso productivo.

La contabilidad de costos no es suficiente para medir el rendimiento de las operaciones de producción. La competencia actual no se sustenta solo en presiones de costos, debe ser capaz de incluir medidas "no financieras" que permitan el diagnóstico del desempeño operativo.

Un indicador de calidad es el denominado First Time Through, FTT, el cual no se aplica en las tintorerías locales. La tintorería Diseño y Color S.A. tiene como práctica el registro parcial de los productos defectuosos, lo que limita la eliminación de las causas-raíz de los

problemas. En otros casos el encargado de calidad recurre a la tolerancia de los clientes para aprobar productos no conformes.

Todas las tintorerías tienen jefaturas que organizan las operaciones con métodos de trabajo estándares; donde cometer errores y realizar re-procesos son parte de las actividades diarias. Los errores son señales de procesos poco entendidos, en otros casos los procedimientos no han sido actualizados (Sánchez, 2012).

Cuando el impacto sobre la calidad del producto registra un indicador mayor a 20% de re-procesos, índice internacional inaceptable para empresas industriales, las jefaturas consideran que los problemas se solucionan con cambios y rotación del personal técnico. (Álvarez, 2014).

Otro factor que incide en la productividad de la tintorería es la eficiencia de las operaciones. En el año 2014 Mecano Color registró 70% de eficiencia, según sus datos de producción. Cuando la eficiencia global de las instalaciones está en el rango (65-75) %, de acuerdo a los estándares internacionales, la empresa tiene baja competitividad y pérdidas económicas (Cruelles, José. 2010).

Se constata en las tintorerías locales el uso parcial de la capacidad disponible, información limitada, omisión de pasos del proceso, datos registrados de forma parcial. La situación actual del proceso productivo impacta en el desempeño operativo de planta, genera bajos niveles de productividad.

Mecano Color S.A, Pionier, Topy Top y Algolimsa tienen tintorerías donde se mide el rendimiento de planta usando datos económicos. Esta situación limita el análisis y mejora del desempeño en las operaciones. La evaluación del desempeño sirve para corregir las desviaciones y posibles errores en las operaciones, respecto a los objetivos establecidos (Taype, 2015).

El factor crítico de la situación actual es el conformismo de la dirección de las tintorerías, no se cuestionan los principios de organización que fueron útiles en el pasado. Los factores para la resistencia al cambio no responden a una relación de causa-efecto, son generados por una compleja interrelación de factores (Lefcovich ,2006).

A nivel local en las tintorerías de las empresas textiles Nettelco, APJL SAC, MASISAC, Texfina se realizaron proyectos de mejora, mas no lograron los objetivos planteados, las principales razones fueron:

- Aplicación de técnicas fuera de contexto.
- Falta de apoyo gerencial.
- Toma de riesgos baja.
- Historia de implementación parcial de proyectos.

Así se provoca el miedo al cambio y se genera el conformismo. Esta es la barrera que impide comprender a los directores de empresas la ineficacia de la estrategia de gestión tradicional que les permitió crecer en el pasado pero hoy no es adecuada en un mundo que avanza cada día (Álvarez, 2014).

Los jefes de tintorerías locales mantienen una confianza desmedida en las técnicas clásicas para resolver problemas, o recurren a la improvisación que llevan a situaciones nada confiables.

En la tintorería de Diseño y Color S.A. ante una desviación de la tonalidad del color, de un lote en proceso, la acción correctiva extiende hasta 30% del tiempo de teñido. El método de trabajo clásico establece corregir la desviación del color durante el proceso, para evitar que se registre el reproceso.

Las tintorerías que utilizan metodologías de trabajo fuera de contexto seguirán produciendo productos defectuosos, retraso en el servicio al

cliente y bajos índices de productividad. Tintorerías locales con estas características han dejado de operar, como Consitex SAC, Tintesa, Textil Nazca, Diseño y Color, Textil Nazca, Textiles Populares.

En tintorerías locales como COLDESA, Tricot Fine, Manufactura Color pertenecen al grupo de empresas donde la descripción de los eventos necesarios para entregar un producto de acuerdo a las especificaciones de cliente no es de uso común.

La incompreensión del problema que conduce a realizar mejoras en áreas funcionales sólo para crear nuevos problemas en otra área. Estos hechos impiden condiciones para el desarrollo de la gestión de operaciones de las tintorerías en el mercado nacional.

## **1.2 Formulación del Problema.**

### **1.2.1 Problema principal.**

¿Cómo optimizar el sistema de gestión de operaciones de una tintorería para incrementar la productividad del proceso?

### **1.2.2 Problemas secundarios**

1. ¿De qué manera la eficiencia de las operaciones sirve para evaluar el estado del proceso productivo?
2. ¿Cómo influye la cantidad de productos aprobados en la importancia del registro de calidad?
3. ¿Cómo impacta el programa de producción en el servicio al cliente?
4. ¿Por qué las actividades que no agregan valor incrementan el tiempo de producción?

## **1.3 Justificación de la investigación**

**1.3.1 Justificación teórica.** La baja productividad en una empresa es consecuencia de problemas como desorganización, falta de información, costos altos, retrasos, devoluciones de productos.

La historia de la industria demuestra que más del 90% de los problemas es el resultado de una deficiente gestión (Gutiérrez, 2010).

Los principios que sirvieron para guiar los negocios y concretar ventajas estratégicas en el pasado ya han dejado de ser útiles desde hace varias décadas (Lefcovich, 2005).

En el ambiente socioeconómico actual, los métodos de trabajo, usualmente focalizados y fragmentados, son inadecuados y limitan la optimización del sistema de gestión de operaciones. Las situaciones complicadas y cambiantes requieren de soluciones creativas y prácticas (Carro, 2012).

El mapa de proceso convencional considera toda la cadena de valor, carece de indicadores para la planificación a corto plazo. Para optimizar el proceso de tintorería se requiere de analizar información y las operaciones. La medición del desempeño permite evaluar la eficiencia del proceso (Beltrán, 2004).

El mapa de flujo de valor es una técnica que identifica los puntos críticos de la línea de producción, evalúa el estado actual, plantea el estado futuro y propone un plan de mejora (Rother, 1999).

La primera versión del VSM analiza las operaciones del proceso y plantea técnicas para eliminar las pérdidas de recursos, considera el diseño actual de producto, la tecnología disponible y la ubicación de las estaciones de trabajos (Rother, 1999).

**1.3.2 Justificación práctica.** En la actualidad las pérdidas de recursos en actividades que no agregan valor son parte de las operaciones de las tintorerías, razón por la cual aumentan el tiempo de proceso y disminuye la productividad.

En la tintorería ST01 se constata la existencia de jefes de planta que señalan al personal como la causa de los problemas en el proceso y la mala calidad del producto. En consecuencia, la conducta es buscar las soluciones en la gente, mediante la administración por reacción (Gutiérrez, 2010).

La administración por reacción enfoca los efectos, conduce a explicaciones ficticias e impide reconocer las causas. El personal se adapta a los procedimientos. Más de 90% de las fallas está fuera del alcance del personal operativo (Gutiérrez, 2010).

La actual gestión de operaciones de la tintorería en estudio es la misma de otras tintorerías locales, los principios de gestión son del siglo pasado, lo que limita el uso eficiente de recursos y dificulta la permanencia de la empresa en el mercado.

En la tintorería ST01 se constata la frecuente incapacidad de cumplir con sus objetivos de producción, por el uso de métodos tradicionales de operación y control.

El uso de medidas financieras para evaluar la productividad de la tintorería ST01 es la principal razón del despido jefes de planta y el desperdicio de valiosas capacidades técnicas.

En la tintorería ST01 reducir el tiempo de fabricación, por sí solo no aumenta la productividad. La reducción de tiempo estimula una serie de actividades complementarias dentro de la empresa, que en conjunto sí mejora la productividad (Little, 2004).

El uso del mapa actual de flujo de valor, asociado con indicadores de desempeño, se usa para el diagnóstico del proceso productivo de la tintorería ST01 e identificar actividades que no agregan valor al producto.

El mapa futuro de flujo de valor sirve para elaborar un plan de acción, que considera técnicas operativas alternativas sostenidas en los principios modernos de gestión (Aristizábal, 2005).

La producción ajustada es expresión del nuevo principio de organización industrial: la manufactura flexible. Los expertos definen a la producción ajustada como el sistema de manufactura del siglo XXI, al igual que la producción en masa en el siglo XX.

Poco importa de dónde proceda un nuevo sistema de gestión, debe ser adaptado si es superior al actual, para participar competitivamente en el mercado. La adopción de un sistema de gestión de operaciones no asegura el triunfo, pero permite como mínimo de llegar al mismo (Lefcovich, 2005)

## **1.4 Objetivos**

**1.4.1 Objetivo general.** Optimizar el sistema de gestión de operaciones en una tintorería textil a través del uso eficiente del mapa de flujo de valor y el análisis de brechas.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Establecer el estado del proceso a partir del análisis de la eficiencia operativa.
2. Validar el registro de calidad con la cantidad de los productos aprobados.
3. Controlar el programa de producción para cumplir con el servicio al cliente.
4. Eliminar las actividades que no agregan valor al producto con el fin de reducir el tiempo producción.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Marco filosófico de la investigación

La revolución industrial a fines del siglo XVIII inicia el crecimiento económico mundial, el cual ha experimentado ciclos de prosperidad de cincuenta a sesenta años, seguidos ciclos de recesiones y depresiones, de veinte o treinta años de crecimiento desigual. Una explicación sería el surgimiento de revoluciones tecnológicas y las dificultades de su asimilación (Pérez, 2002).

El proceso de formación y desarrollo de las fuerzas productivas tuvieron efectos en el ambiente de trabajo, los medios y el trabajador. La fábrica se convirtió en el lugar de trabajo, se sustituyó el trabajo manual por el mecánico.

La prioridad del factor humano en la producción llevó a buscar el rendimiento operativo, destacan los aportes de F. Taylor (1911) para la organización científica del trabajo, y de H. Ford (1913) con la línea de montaje, fundamentos del modelo de la producción en masa.

Los principios del modelo de producción en masa, como sistema de organización del trabajo, son: tareas fragmentadas, simples y repetitivas, trabajo poco calificado, controles excesivos, ausencia de autonomía y responsabilidad; desperdicio del potencial de innovación, entre otras (Peñaloza, 2001).

Cada revolución tecnológica se sustenta en un nuevo paradigma que induce un salto cuantitativo en productividad de la industria. Cada

modelo marca una nueva práctica tecnológica y organizativa, son la base de tecnologías genéricas aplicables al aparato productivo de todas las organizaciones.

Los componentes de la actual revolución tecnológica son, por una parte, la informática y las telecomunicaciones y, por la otra, el nuevo modelo gerencial, introducido por los japoneses, adaptado de múltiples maneras y difundido en el mundo empresarial. Estos componentes son compatibles e interdependientes, los principios de la organización moderna surgen de la fusión de ambos (Pérez, 2002).

El cambio estratégico del nuevo modelo productivo es la búsqueda de la adaptabilidad. El tradicional modelo de producción en masa es cuestionado por ser rígido y engorroso.

La lógica optimizadora del taylorismo, cuyo lema es la rutina óptima, se está dejando por un sistema dinámico de mejora que tiene como ejes al cambio técnico y la innovación.

En la actualidad, el paradigma de la producción flexible remueve las bases de las relaciones de trabajo, da lugar a cambios profundos, que los expertos definen como la presencia de una nueva ruptura industrial.

La empresa moderna está adoptando un sistema capaz de fabricar una variedad de productos, adaptándose a las variaciones de la demanda, en cantidades y calidades. Perseguir solamente economía de escala es hoy en día menos rentable que lograr la economía de especialización.

La producción flexible es una metodología desarrollada por la empresa Toyota. El ingeniero Taiichi Ohno es considerado responsable del desarrollo de los principios del sistema de producción flexible después de la Segunda Guerra Mundial. La filosofía está centrada en eliminar el despilfarro, dar responsabilidad a los trabajadores, reducir el inventario y mejorar la productividad (Rouse, 2009).

En lugar de tener recursos con anticipación a las necesidades de fabricación futuras, como hacía Henry Ford con su línea de producción, el equipo directivo de Toyota forjó alianzas con sus proveedores.

Bajo la dirección del Ingeniero T. Ohno, los vehículos Toyota se convirtieron en vehículos fabricados sobre pedido. Al potenciar el uso de empleados con múltiples capacidades, la compañía pudo adelgazar su estructura de gestión y utilizar los recursos de manera óptima.

Las claves del nuevo paradigma de producción son:

- Mejora continua en la productividad.
- Integración del “pensar” y “hacer” en toda la organización.
- La toma de decisiones se realiza en grupos.
- Disponibilidad de información sobre los aspectos del proceso en todo momento y a todos los niveles para asegurar la coordinación.

El sistema de producción flexible puede ser considerado como el conjunto de prácticas empresariales para adaptar la organización a un entorno cambiante. Es la adecuación rápida de la organización ante la variabilidad de la demanda (Calero, 2004).

El proceso productivo de especialización flexible promueve la creación de una red de empresas a través de la tercerización con el principio de concentración sin centralización, se difunde la producción pero mantiene el control del proceso productivo.

La estructura de la empresa moderna no es una pirámide jerárquica y compartimentada por funciones sino una red descentralizada con una dirección estratégica y alta autonomía en cada nivel. Los trabajadores son capital humano, socios técnicos en la innovación (Pérez, 2002).

La importancia de la gestión de operaciones está relacionada con el progreso de los modelos de producción. El diagnóstico, análisis y visión

estratégica de la gestión de operaciones permiten a las empresas adecuarse a los cambios que exige la actual economía (Carro, 2012).

El abandono de la producción en masa por la producción flexible requiere una fuerza de trabajo polivalente, capaz de cambiar de puesto y tareas con rapidez, sin disminuir la calidad del trabajo, provoca un efecto de obsolescencia de cualificaciones.

La gestión de las operaciones en las empresas tradicionales, y en empresas textiles, se sustentan en el reduccionismo y el mecanicismo, regla del análisis del trabajo y la creación de rutinas de trabajo.

El estilo de gestión descrito da respuesta cuando la relación de causalidad es unidireccional y entre dos variables, pero es insuficiente cuando se enfoca hacia sistemas, o cuando el problema implica variables multidireccionales, con elementos externos (Alhama, 2004).

El nuevo modelo sistemático, contrasta con el tradicional análisis lineal casual y mecanicista, exige seguir una metodología de optimización para tener por lo menos de un pensamiento sistémico.

La estrategia de la producción flexible es la mejora continua, implica desarrollar las operaciones del proceso en armonía para maximizar la efectividad organizacional, seguimiento de una filosofía de gestión, el aprendizaje continuo y la participación del personal (Lefcovich, 2004).

La compañía que adopta el nuevo paradigma de producción flexible es capaz de realizar cambios rápidos y responder a las demandas del mercado, mejor que sus competidores (Rouse, 2009).

## **2.2 Antecedentes de investigación**

**2.2.1 Casos de empresas peruanas.** A continuación se presentan investigaciones locales referentes al tema de estudio.

- El trabajo de investigación de Samir Mejía Carrera, publicada por la Pontificia Universidad Católica del Perú, (2013), titulado “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confección de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta”.

El uso del VSM permitió elegir y aplicar técnicas adecuadas de manufactura esbelta. Los principales resultados fueron: aumento de disponibilidad de las máquinas en 25%, el rendimiento del taller se incrementó en 2%. La tasa de calidad creció 4.3%.

- La tesis de José Ramos, publicada por la Pontificia Universidad Católica del Perú en el año 2012, titulada “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta”.

El diagnóstico del proceso productivo sostiene la utilidad del uso de las técnicas 5S's y mantenimiento autónomo permitieron eliminar desperdicios identificados en el VSM. El impacto económico sostiene el beneficio en la línea de fideos largos con un VAN de S/: 141 505,05 y un TIR de 34,13% para un horizonte de tres años.

### **2.2.2 Casos de empresas extranjeras.**

- El informe publicado por la Universidad de Chile titulada “Value Stream Mapping aplicado al sector servicios” elaborado por R. Hanemann y O. Gonzáles, (2006), contribuye a identificar el tiempo de espera de una empresa de servicios de salud con el uso del mapa de flujo de valor.

La espera para procesar los datos de los exámenes se redujo en 51% del tiempo de atención, mientras los informes disminuyeron a 34% y 18% del tiempo de atención.

- La tesis publicada por la Universidad de Girona, España, elaborada por Ibón Serrano: “Análisis de la aplicabilidad de la

técnica Value Stream Mapping (VSM) en el rediseño de sistemas productivos”, (2007), aplica la técnica del VSM en casos múltiples.

En cada caso presenta un mapa de flujo de valor presente y futuro con el rediseño del sistema de producción. En todos los casos se calcula la carga-capacidad y se identifica el elemento regulador del proceso.

- La tesis titulada “Manual de apoyo para la capacitación en Lean Manufacturing”, presentado por Alejandro Peñaflor, publicada por la Universidad Nacional Autónoma de México (2012), publica un documento de soporte en la capacitación del personal operativo en técnicas actuales como VSM, Kanban, SMED.

- La tesis publicada por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, titulada “Mejoramiento de la productividad en la empresa Induacero Cía.Ltda.”(2013), en base a la implementación de la metodología 5S y VSM, presentado por J. Conchas e Iván Barahona.

La metodología incrementó la eficiencia en un 15% en las actividades de producción en planta, un aprovechamiento del espacio de 91.7m<sup>2</sup>, un incremento en las utilidades del 8.37%.

A continuación se mencionan tres empresas con casos exitosos, a nivel internacional, indicando los logros alcanzados.

- Coservicios S.A es una empresa metalmecánica colombiana dedicada a fabricar ascensores, con la marca IMELEC expuesta a un mercado altamente competitivo.

En 2012 los directivos de Coservicios S.A, deciden identificar por medio del VSM las posibilidades de mejorar las operaciones de cada uno de sus procesos.

Los resultados fueron: el tiempo de valor no agregado disminuyó en un 5%, el tiempo de ciclo total disminuye 33 horas, el tiempo traslado de elementos de “puerta a puerta” se reduce 12 días. La

rotación del inventario tiene un incremento de 36 vueltas adicionales, de 322 a 358 vueltas por componente.

- Motor Baja S.A., ubicada en Tijuana Baja, California, empresa dedicada a la manufactura de armaduras del motor. Las entregas a tiempo se encontraban en forma descendente, lo que generaba mayores costos al proceso como pago de horas extras, aumento en costos de inventarios.

La gerencia aplicó la estrategia de mejora continua en 2013, la técnica mapa de flujo de valor graficó las fuentes de desperdicios en la línea de producción.

Los resultados fueron la reducción de tiempos de proceso en 26%, con el análisis del mapa de flujo de valor se detectó y elimino tiempos muertos, optimizando los tiempos de “set up” y reduciendo los movimientos innecesarios. El “lead time” se logró reducir de 3.62 días a 1 día.

La demanda requerida es de 80 piezas diarias, implementada la propuesta del mapa futuro de flujo de valor la capacidad de línea aumento de 48 a 98 piezas. Otro impacto fue la reducción del 72% de costos de inventario en proceso.

- La dirección del servicio de taller de automóviles Peugeot, localizado en Valencia, España, elaboró en el 2012 el mapa de flujo de Valor y el diagrama de flujo de procesos. Esta técnica híbrida mejoró la comunicación y la gestión visual. Se definieron indicadores para la trazabilidad de los procesos.

La propuesta permitió al cliente disponer el estado del cliente anterior en tiempo real. Se implantó: citas “on line”, control de calidad al 100%, un sistema nuevo de trazabilidad, instalación de almacenes intermedios. Las inversiones fueron cubiertas con el aumento de los ratios de productividad en 20%.

## 2.3 Bases teóricas

**2.3.1 La mejora continua.** El Dr. E. Deming definió el término mejora continua al método basado en una lógica deductiva para facilitar la identificación de nuevos niveles de desempeño, con el fin de alcanzar el estado cero defectos, en cualquier proceso, y la plena satisfacción del cliente (Alexander, 2002).

La variación es inherente a los procesos, por lo que es imposible alcanzar estadísticamente el estado de cero defectos, por esta razón el ciclo de mejora continua debe ser constante.

La mejora continua fue presentada de manera magistral por J. Juran en su libro *Managerial Breakthrough*. Todo proceso tiene un desempeño promedio y un rango de variación relativamente constante a lo largo del tiempo (Alexander, 2002).

La figura 2 ilustra la zona de control del desempeño aceptado como estándar. Cuando el desempeño está fuera del rango se inicia una actividad reactiva para re-establecer el proceso a la zona de control estadístico, este no es un proceso de mejora.

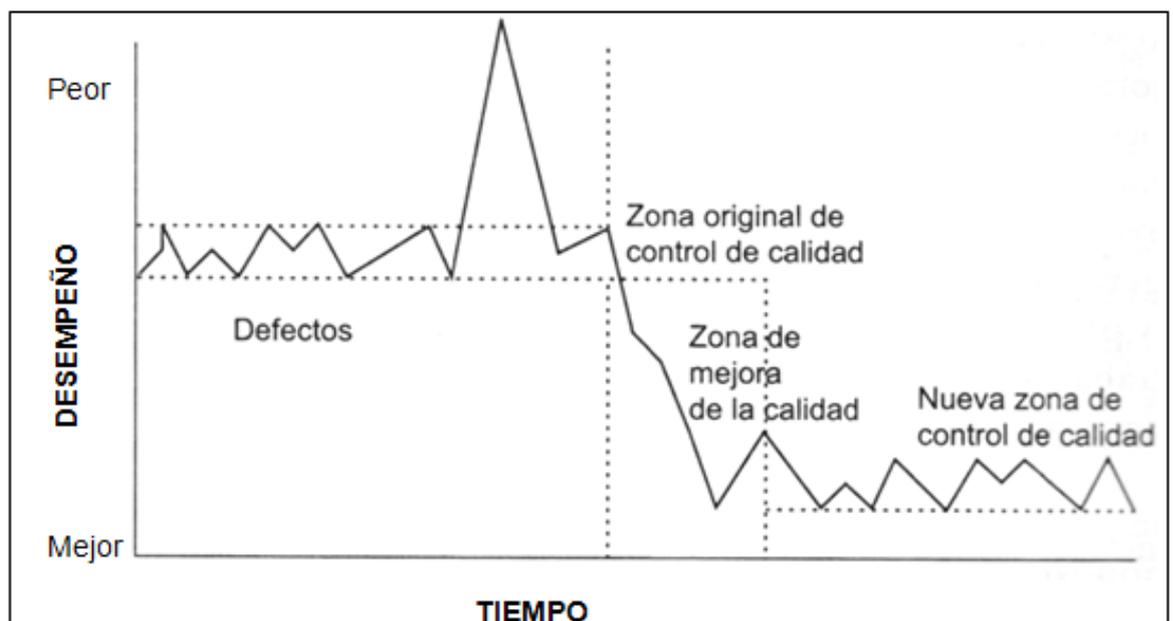


Figura 2. **Funcionamiento de los procesos**

Fuente. Joseph Juran, 1995. *Managerial Breakthrough*

La mejora continua permite optimizar la gestión a través la identificación y eliminación de las causas que generan pérdidas en el proceso. El ciclo de Deming, conocido como ciclo PDCA (del inglés plan-do-check-act, en castellano planear-hacer-controlar-actuar) es una estrategia de la mejora continua para , alcanzar un mejor nivel de calidad, en las empresas.

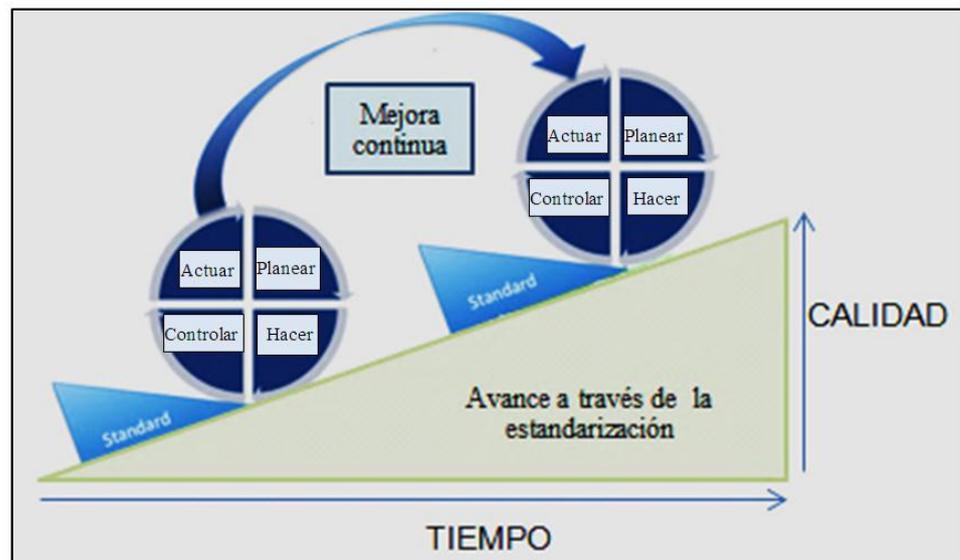


Figura 3. **Ciclo de mejora continua.**

Fuente. Elaboración propia, 2016.

La mejora continua está enfocada a la innovación, el valor agregado y el cambio técnico constante. La estructura empresarial es una red flexible descentralizada, capaz de fabricar una gama de productos de acuerdo a la demanda (Pérez, 2004).

**2.3.2 El enfoque sistémico de la gestión.** Gestión es aplicar el saber para producir resultados, con la incorporación de todos los integrantes de la organización. Se plantea una relación entre los resultados y el conocimiento (Alhama, 2004).

Las empresas tradicionales son espacios donde las actividades se realizan de manera fragmentada y lineal. El enfoque sistémico aborda los objetivos y las actividades de manera integral (Senge, 1998).

Todo sistema tiene las siguientes propiedades:

- El comportamiento de cada elemento o del entorno tiene efecto sobre las propiedades o comportamiento del sistema.
- El comportamiento de cada elemento dependen de otro elemento del conjunto, ninguno tiene efecto independiente.
- Cada subgrupo de elementos del subsistema, tiene un efecto no independiente, por lo que hay interrelación entre ellos.

(Alhama, 2004)

El nuevo modelo contrasta con el modelo tradicional exige seguir una metodología mínima necesaria de enfoque sistémico:

- Visualizar el “todo”, compuesto por el sistema y el entorno.
- Desagregar el sistema en los subsistemas componentes.
- Sintetizar los subsistemas considerándolos como un “todo”

(Alhama, 2004)

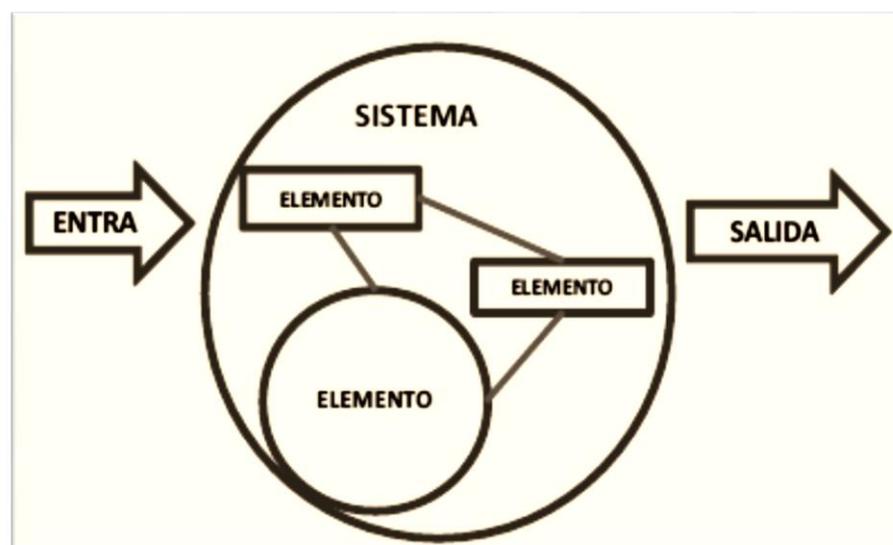


Figura 4 **Esquema de teoría de sistemas.**

Fuente: Padilla, E. 2013. Implementación de un sistema integrado de gestión. PUCP .Lima, Perú

**2.3.3 La gestión de operaciones.** La gestión de operaciones involucra la creación, desarrollo y organización de la función de producción con el objetivo de alcanzar ventajas competitivas. Es la encargada de planificar y controlar el sistema de producción, tanto de bienes como servicios.

Una actividad fundamental de la gestión de operaciones es el uso eficiente de los recursos, eliminando los desperdicios que causan pérdidas en las operaciones del proceso y baja productividad.

### **2.3.3.1 Evolución de los sistemas de producción.**

- **Producción artesanal.** Desde tiempos inmemorables los productos se elaboran de forma manual sin ayuda de maquinaria, de manera artesanal. Solo se utiliza recursos y técnicas de elaboración que se transfieren a través de generaciones. (Cadena, 2011)

Características de la producción artesanal:

1. Fabricación manual, en el mismo lugar se agrupan el usuario, el artesano, el mercader y el transporte.
2. El artesano elabora los productos con sus manos, selecciona la materia prima, dándole su propio estilo, su personalidad.
3. Requiere de artesanos especializados en las operaciones de manufactura, más para el armado final del producto.
4. Tienen una organización descentralizada en una misma ciudad. Cada artesano se especializa en un componente del producto.
5. El volumen de la producción es generalmente reducido.

Actualmente se sigue utilizando esta denominación para referir a los procesos donde hay gran incorporación de tecnología (máquinas, organizaciones, etc.) (Mena, 2010).

- **Producción en masa.** Se basa en el uso intensivo de capital y energía, en alta proporción respecto al empleo de personal. Con menos costos laborales y un ritmo más rápido de la producción, el gasto total por unidad de producto disminuye.

A principios del siglo XX, Henry Ford fue el primer fabricante automotriz que masificó la producción. Comenzó a producir

automóviles a gran escala, con un estándar para sus medidas; lo cual permitió reducir costos e incrementar la producción.

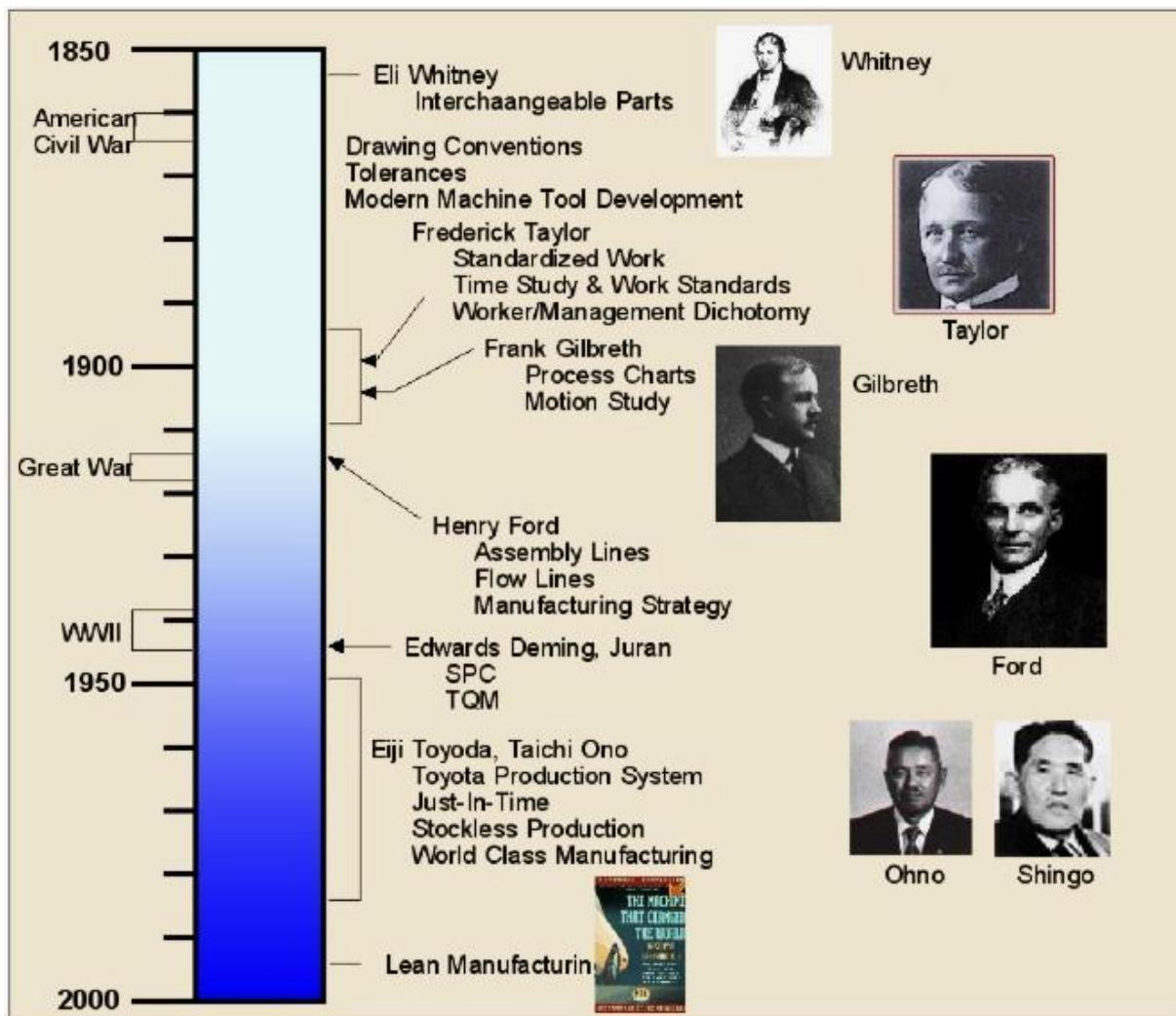


Figura 5. **Secuencia histórica de la producción industrial.**

Fuente. Consultora Strategos. Historia de Lean manufacturing. 2007.

Normalizando el producto y empleando piezas intercambiables, podían ser montadas de manera rápida y precisa, sin necesidad de que un artesano fuese el encargado de este trabajo. Para agilizar el proceso de ensamblaje, Ford introdujo una cadena de montaje móvil en la planta de la fábrica (Mena, 2010).

El sistema de producción en masa aún se rigen por seis normas: estandarización, especialización, sincronización, concentración, maximización y centralización. Estas normas fueron muy rígidas y

el trabajador no influía en las decisiones sobre el proceso y del producto (Mena, 2010).

- **Producción ajustada.** Toyota Motor Company, T. Ohno y S. Shingo, entre los años 1949-1975, incorporan al sistema de operaciones las técnicas de producción Ford otro enfoque, estructurando el sistema de producción Toyota.

Se reconoció la importancia de la motivación de los empleados, la variedad de productos, la disposición de las máquinas y el cambio de herramientas (Iglesias, 2015).

La producción ajustada se sustenta en las prácticas del sistema de producción Toyota, sus principales objetivos son: eliminar todo desperdicio que no suma valor al producto, respeto a los colaboradores y mejora continua de los procesos (Iglesias, 2015).

**2.3.3.2 Productividad.** Las dimensiones que describen el estado del sistema de gestión de operaciones son: eficiencia, calidad, servicio y tiempo. La baja productividad es evidencia de la necesidad de optimizar el sistema de gestión (Bruno, J, 2005).

El mejoramiento continuo del sistema no se define como producir rápido, se trata de producir mejor. El grado de productividad en una empresa, determina el tiempo de vida de la organización, fija la cantidad de productos buenos y el uso adecuado de los recursos utilizados (Cervantes, 2009).

La productividad operativa evalúa cuantitativamente el rendimiento de talleres, equipos de trabajo y empleados. En un enfoque sistémico, se afirma que un agente es productivo cuando con una cantidad de recursos en un periodo de tiempo se obtiene el máximo de productos buenos (Cervantes, 2009).

**2.3.3.3 El sistema de gestión de operaciones.** El sistema de gestión de operaciones es la estructura que define el conjunto de elementos que se deben cumplir para desarrollar actividades operativas (Goldenberg, 2011).

Establece una metodología sistémica para la administración de los procesos, asegura que los integrantes de la empresa comprendan las operaciones y los procedimientos de trabajo, el funcionamiento de las instalaciones, las unidades jerárquicas, la metodología de control (Goldenberg, 2011).

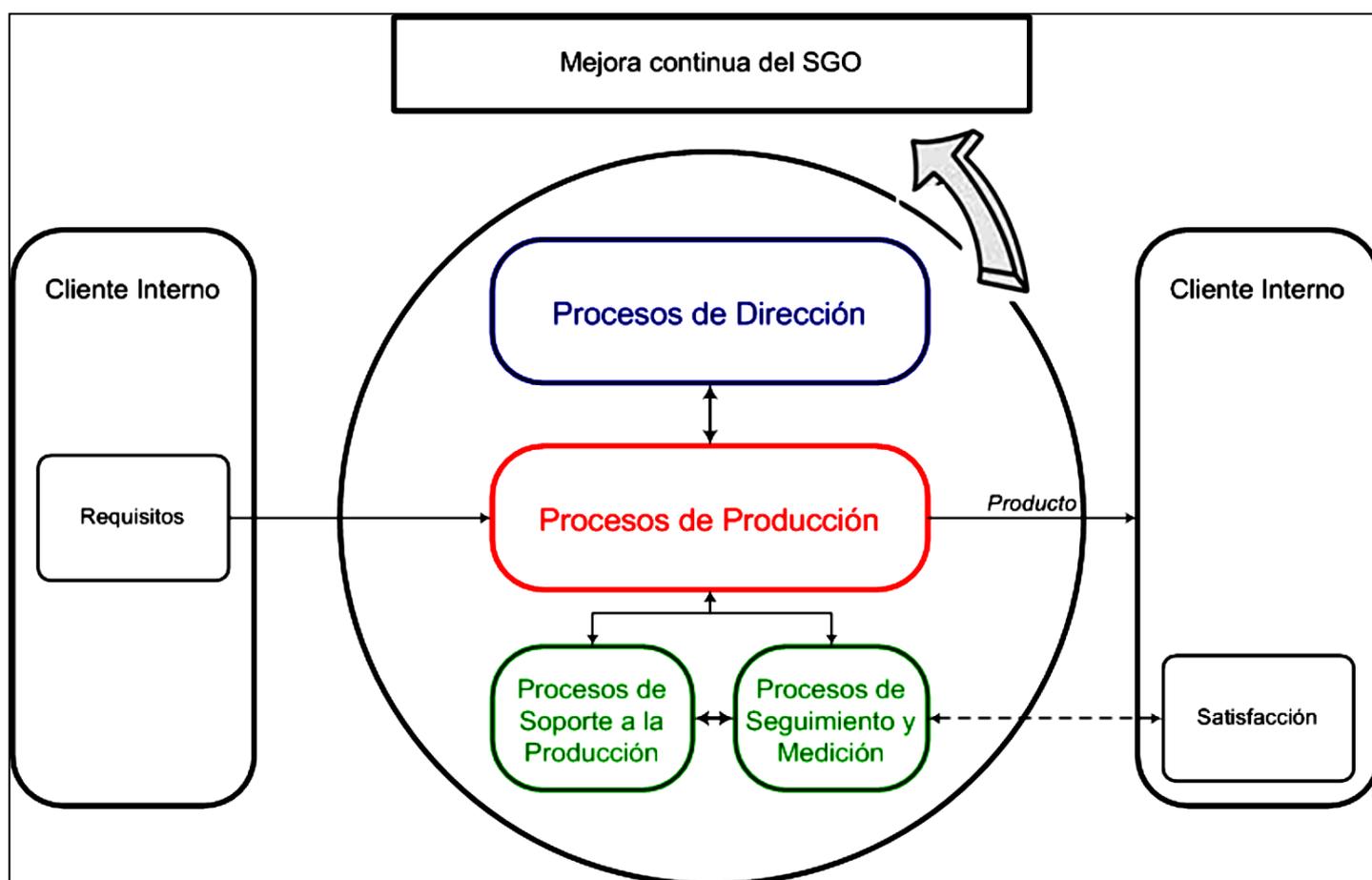


Figura 6. **Modelo de sistema de gestión por procesos.**

Fuente. Goldenberg, Jorge. (2011) Sistema de gestión de operaciones.

El objetivo de la gestión de operaciones es optimizar el uso de los recursos productivos, operar de manera segura, resguardar la integridad de personas e instalaciones, enfocando la cadena de agregación de valor del proceso.



Figura 7. **Estructura del sistema de gestión de operaciones.**

Fuente. Goldenberg, Jorge. (2011) Sistema de gestión de operaciones.

A diferencia de la visión antigua donde las empresas se consideran un sistema de departamentos separados, hoy en día las operaciones son todo un sistema dentro de la organización.

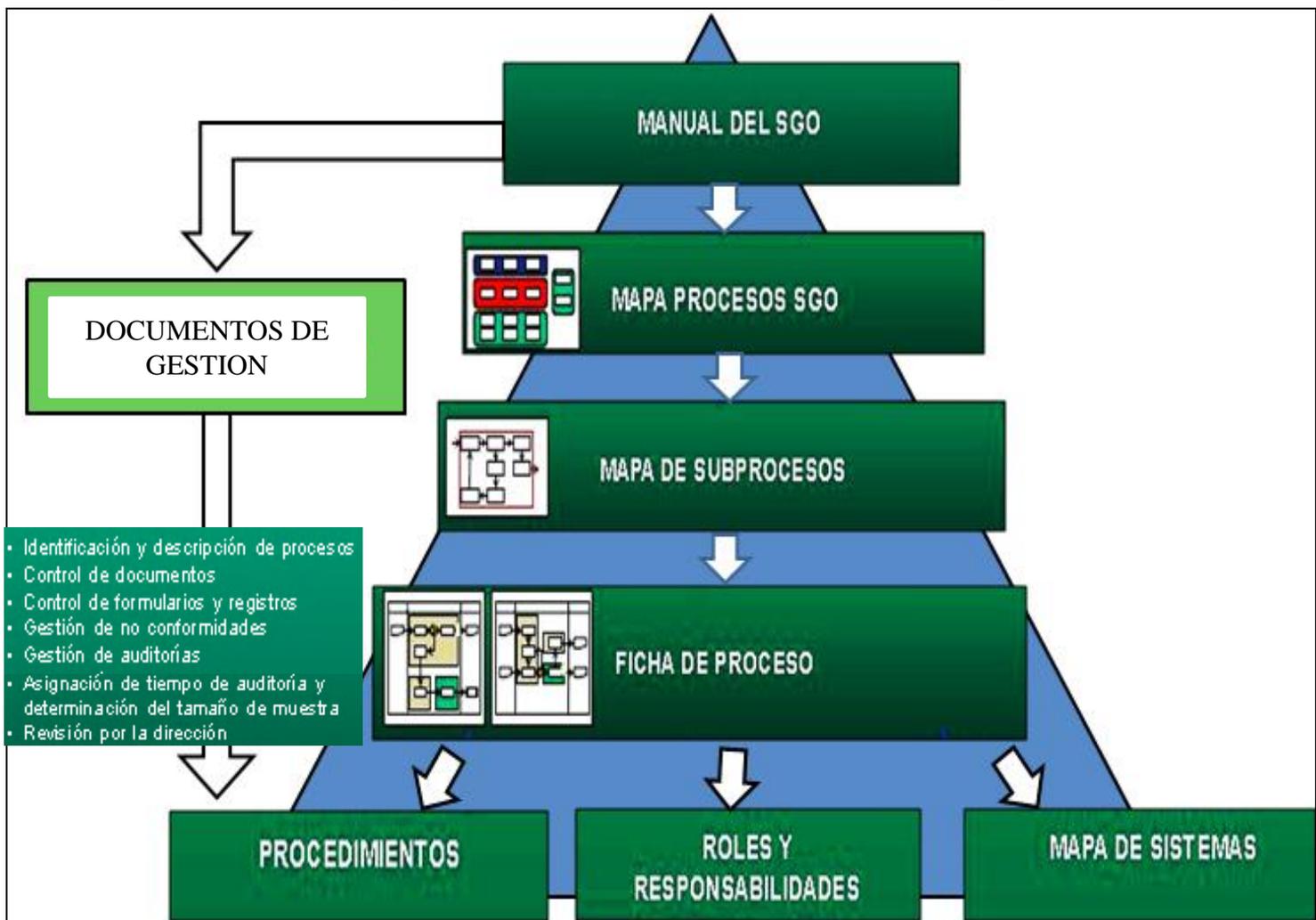


Figura 8. **Relación entre los elementos del SGO.**

Fuente Goldenberg, Jorge. (2011) Sistema de gestión de operaciones.

A diferencia de la visión antigua donde se considera a las empresas como un sistema de departamentos separados (ventas, finanzas, operaciones y otros) hoy en día las operaciones son todo un subsistema dentro de la organización, que abarca áreas y en las que también están involucradas otras.

**2.3.4 El sistema de producción ajustada.** El término producción ajustada, en inglés lean manufacturing, lo utilizó por primera vez J. Krafcik (CEO de Hyundai Motor América), en su tesis de 1988, afirmando: “El triunfo del sistema de producción Lean...”.

Los primeros difusores de la producción ajustada fueron J. Womack, D. Ross y D. Jones, del Massachusetts Institute of Technology (MIT), quienes analizaron la evolución de los sistemas de gestión de producción, en los últimos 50 años del siglo XX, en la industria automotriz.

La producción ajustada es un modelo de gestión, basado en personas, enfocado a la creación de flujo para entregar el máximo valor agregado en los productos utilizando los mínimos recursos (Cuatrecasas, 2012).

El objetivo central de la producción ajustada propone la mejora del sistema de producción través de la eliminación del desperdicio de recursos, con la participación de los involucrados del área.

La producción ajustada permite que los insumos fluyan entre las estaciones de trabajo, en búsqueda de la perfección a través de la mejora en tiempo, involucrando al trabajador (Tejada, 2012).

En el 2001, el manual de estilo Toyota, un documento interno de la compañía Toyota resume su filosofía, se identifican los dos pilares que son: respeto por las personas y la mejora continua.

Los cinco elementos del sistema Toyota son:

1. Desafíos o retos.
2. Kaizen. Esfuerzo por “mejorar continuamente”.
3. Genchi genbutsu. "Ir al origen para descubrir los hechos”.
4. Respeto por a las personas.
5. Trabajo en equipo.

(Moreno, 2009)

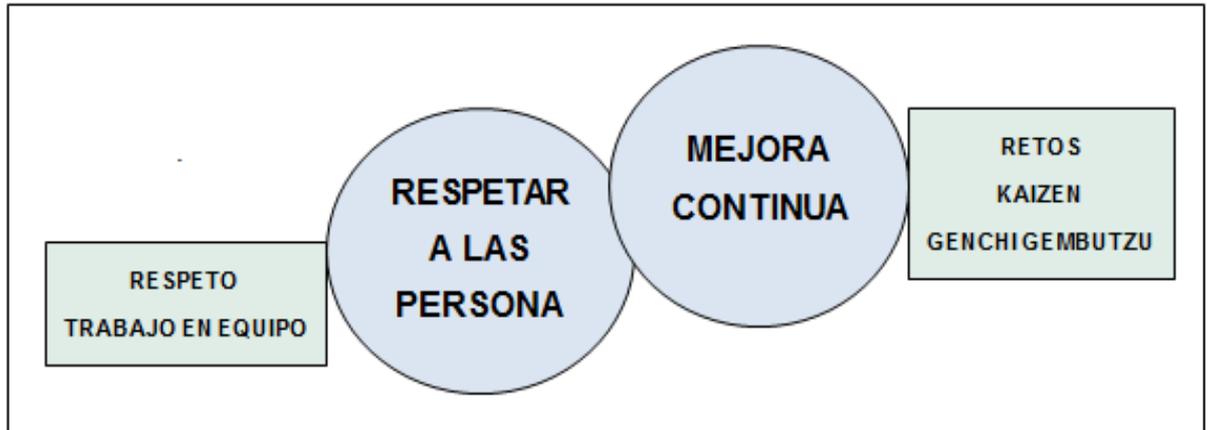


Figura 9. **Los pilares y los cinco elementos del sistema Toyota**  
Fuente. Moreno, Miguel. (2009) Filosofía Lean.

Beneficios financieros:

- Reducción de los activos circulantes (inventarios y saldos), y mejora de la recuperación sobre las inversiones (ROI).
- Aumento de la rentabilidad: mejora de balances económicos por reducción de los costos de producción.

Beneficios industriales:

- Reducción de las inversiones para la misma producción.
- Aumento de la producción a inversión constante.
- Producción ecológica, fábricas compactas, mejora la calidad

Beneficios comerciales:

- Producción de acuerdo con la demanda del cliente.
- Reducción de los plazos de entrega,
- Mayor satisfacción del cliente.

La cultura ajustada es una transformación permanente, si se pretende que sea duradera y sostenible. “La cultura ajustada es

un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas” (Hernández, J. & Vizán, A., 2013, p. 11).

En el pensamiento de la producción ajustada, el precio de mercado y el beneficio se orientan a minimizar los costos, reduciendo y/o eliminando actividades sin valor añadido y minimizando las actividades sin valor pero necesarias. La estructura de precios tiene la siguiente relación:

$$\text{Costo} = \text{Precio de mercado} - \text{Beneficio}$$

(Hernández, J. & Vizán, A., 2013)

**2.3.4.1 Antecedentes.** Durante la primera mitad del siglo XX el modelo de producción en masa se extendió a todos los sectores industriales, encontrando su máxima expresión en el modelo de producción tayloriano.

El logro histórico del taylorismo fue acabar con el control que ejercía el obrero sobre la manera de hacer el trabajo y los tiempos de producción. En su lugar se instaló la norma patronal, por vía de la administración científica del trabajo (Rajadell, 2010).

En esa lógica de la división del trabajo en las fábricas, la unidad productiva persigue su objetivo específico, sin buscar la optimización del conjunto de la producción, el único enfoque intangible por parte del cliente (Rajadell, 2010).

Después de la segunda guerra mundial, se produjo una expansión de la producción en masa alentada por la política exterior americana, que respondía a criterios economistas: aumento de la demanda y estabilidad de mercados (Rajadell, 2010).

El punto de quiebre se produce en Japón. El reto japonés era alcanzar mayores niveles de productividad sin recurrir a economías de escala. A finales de 1949, un colapso en las ventas

obligó a la compañía Toyota a despedir gran parte del personal luego de una larga huelga (Rajadell, 2010)

Fue entonces que los ingenieros E. Toyoda y T. Ohno, visitaron empresas automovilísticas americanas. Constataron que el sistema rígido americano no era aplicable en Japón, que el futuro iba a pedir construir vehículos pequeños y modelos a bajo costo (Hernández, J. & Vizán, A., 2013).

La conclusión fue eliminar los desperdicios de recursos. T. Ohno estableció las bases del sistema de producción Toyota, con un principio simple: “producir solo lo que se demanda cuando el cliente lo solicita” (Hernández, J. & Vizán, A., 2013).

A fines de los años ´60 la producción en masa dejó de ser viable, por ser un sistema caracterizado por la estandarización de las operaciones, economía de escala y reglas rígidas (Izurieta, 2013).

El sistema de producción Toyota, con aportes de Shigeo Shingo, ingeniero de Toyota, fue orientado a transformar las operaciones en flujos continuos, a partir de la reducción de los tiempos de preparación de las máquinas (Pila, 2007).

En 1973, con la crisis del petróleo y las pérdidas económicas de empresas japonesas, la compañía Toyota destacaba delante de otras compañías no solo en Japón.

La producción ajustada utiliza de manera eficiente técnicas que ya se utilizaban desde décadas en Japón. Según Suzuki (2004), las técnicas del sistema Toyota y el sistema de trabajo japonés, JWO acrónimo de Japanese Work Organization, son las bases del TPS. (Hernández, J. & Vizán, A., 2013)

**Cuadro 1. Comparación de sistemas de producción**

JWO	TPS	PRODUCCION AJUSTADA
Trabajadores multidisciplinarios.	Reducción de los inventarios.	Jidoka.
Calidad en el puesto de trabajo.	Flujo continuo	Calidad total.
Mantenimiento en el puesto de trabajo.	Reducción de los tiempos de entrega.	Mejora continua.
Mejoras en el puesto de trabajo.	Reducción de los tiempos de fabricación.	Compromiso de la Dirección y colaboradores.

Fuente. Hernández, J. & Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing.

**2.3.4.2 Los principios de la producción ajustada.** Los principios básicos de la producción ajustada, en inglés Lean Manufacturing, descritos por los investigadores J. Womack y D. Jones son:

**1. Identificar el valor.** Solo se produce lo que el cliente percibe como valor, bienes o servicios.

**2. Representar el flujo de valor.** Identificar y representar visualmente las actividades necesarias para entregar el producto al cliente. El objetivo es identificar las actividades que no agreguen valor al proceso, con el propósito de eliminarlas.

**3. Crear el flujo.** Ordenar las actividades que aportan valor en la secuencia adecuada, permitir que el flujo de actividades se produzca de una manera suave y continua. Eliminar los obstáculos representados los desperdicios en el proceso.

**4. Introducir el sistema jalar (“pull”) en el proceso.** Permitir que sea el cliente, sea externo o interno, quien “jale” el producto. Producir la demanda del cliente, tratando de dar una respuesta rápida a sus peticiones del cliente.

**5. Búsqueda de la perfección.** La perfección significa librar de defectos a los procesos y productos. También implica la entrega a tiempo de productos de calidad que cumplan con los requerimientos del cliente, a precio justo.

(Cuatrecasas, 2009).

Un aporte importante fue realizado por el Dr. Jeffrey Liker en su libro "The Toyota Way" (2004). Los 5 principios fundamentales de la filosofía se despliegan en 14 principios de gestión:

### **Sección I: Filosofía a largo plazo**

Principio 1: Basar las decisiones de gestión en una filosofía a largo plazo, a expensas de los objetivos financieros a corto plazo.

### **Sección II: El proceso correcto producirá los resultados correctos.**

Principio 2. Crear procesos en flujo continuo.

Principio 3. Utilice sistemas jalar para no producir en exceso.

Principio 4. Nivelar las cargas de trabajo (Heijunka). .

Principio 5. Crear una cultura de parar a fin de resolver los problemas, y lograr una buena calidad a la primera.

Principio 6. Las tareas estandarizadas son el fundamento de la mejora continua y de la autonomía del empleado.

Principio 7. Usar el control visual para hacer visible los problemas.

Principio 8. Usar solo tecnología fiable y absolutamente probada.

### **Sección III. Añadir valor a la organización mediante el desarrollo de su personal y de sus socios.**

Principio 9. Promover a líderes que conocen perfectamente el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a otros.

Principio 10. Desarrollar personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de la empresa.

Principio 11. Respetar la red extendida de socios y proveedores, desafiándoles y ayudándoles a mejorar.

### **Sección IV: La resolución continua de los problemas fundamentales impulsa el aprendizaje organizativo**

Principio 12. Ver los problemas "in situ" para comprender la situación.

Principio 13. Tomar decisiones por consenso lentamente, considerando todas las opciones; implementándolas rápidamente.

Principio 14. Desarrollar una organización que aprende mediante la reflexión constante (hansei) y la mejora continua (kaizen).

**2.3.4.3 Estructura del sistema de producción ajustada.** El diagrama de la casa TPS se ilustra en la figura 10. A los cimientos tradicionales se añade el factor humano, que se manifiesta en el compromiso de la dirección, la formación de equipos dirigidos por un líder y los mecanismos de motivación.

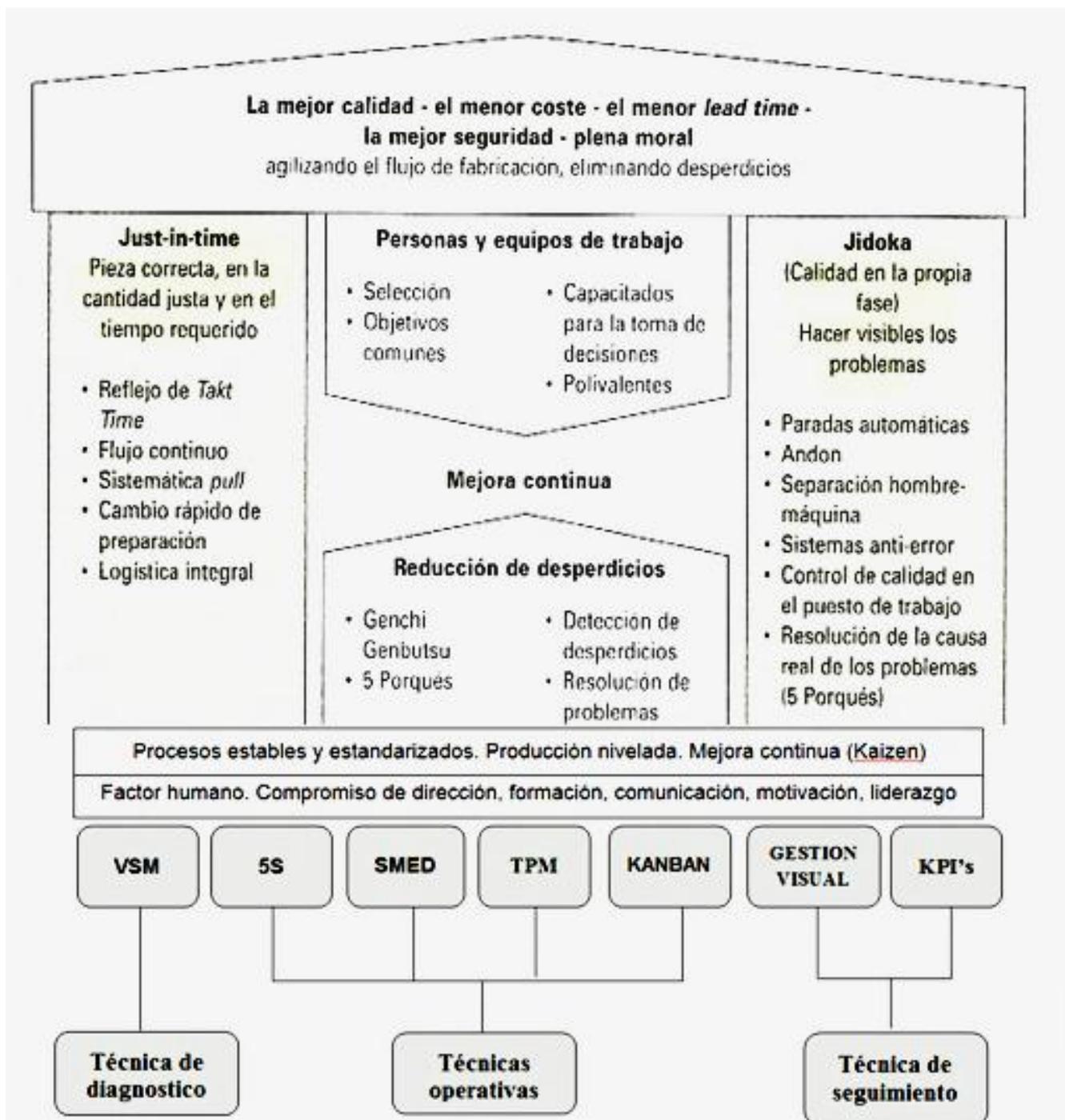


Figura 10. **Casa del TPS: estructura del sistema Toyota.**

Fuente: Hernández J., Vizán A. (2013). Lean manufacturing.

## 2.3.5 Técnica de diagnóstico de la producción ajustada.

**2.3.5.1 El mapa de flujo de valor.** En inglés Value Stream Mapping, abreviado VSM, proporciona una visión del ciclo completo del flujo de trabajo, desde una solicitud de algún tipo para cumplir con el pedido.

El mapa de flujo de valor es una técnica de optimización, para elaborar un producto con el máximo valor agregado, eliminando actividades que no agregan valor al producto. Permite visualizar fuentes de desperdicio, restricciones del proceso.

Como se muestra en la figura 11, VSM desde una macro perspectiva proporciona los medios para que los líderes definan mejoras estratégicas en el flujo de trabajo. Mientras que el mapeo de nivel micro perspectiva permite a las personas operativas diseñar mejoras tácticas (Martin, 2014).

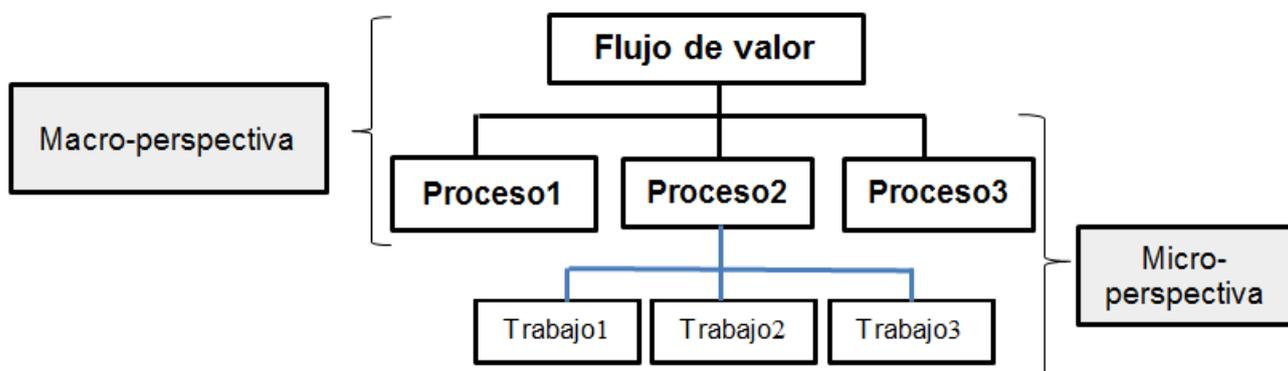


Figura 11. **Niveles de trabajo VSM.**

Fuente. Martin, Karen (2014). Value Stream Mapping.

En el caso de instalaciones existentes y procesos definidos, el VSM permite visualizar el desperdicio en la cadena de valor del producto, como resultado del diseño del producto, la maquinaria y la práctica de algunas actividades. (Rother, 1999)

El despliegue del proceso VSM recomendado por los autores M. Rother y J. Shook, en el libro *Lear to see* (1999), para el uso efectivo del VSM, se muestra en la figura 12.

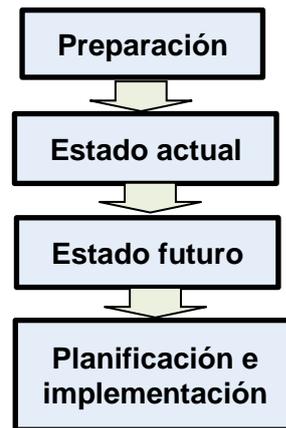


Figura 12. **Metodología VSM.**

Fuente. Locher, Drew (2008). Value Stream Mapping for Lean Development.

La metodología para la utilización del VSM es la siguiente:

- Preparación. Seleccionar la familia de productos que pasan a través de procesos similares y equipos comunes.
- Dibujar el estado actual del sistema de producción. En esta fase se recoge toda la información necesaria de la planta.
- Dibujar el sistema futuro de producción. Se plantean acciones para optimizar el sistema productivo actual.
- Plan de trabajo e implementación. Se empieza a preparar un plan de optimización para alcanzar el estado futuro.

Según Primitivo Reyes (2007), el VSM también proporciona los siguientes beneficios:

- Resaltar las conexiones entre actividades y el flujo de información y materiales que afectan el tiempo de respuesta.
- Ayudar a comprender el flujo de valor completo de las operaciones en lugar de hacerlo de manera aislada.
- Mejorar el proceso de toma de decisiones de los equipos.
- Crear un lenguaje común entre los empleados a través del uso de símbolos estándar en los mapas de flujo de valor.
- Permitir el reconocimiento de las actividades que agregan valor de las actividades que no agregan valor.
- Proporcionar un método para identificar desperdicios.

El mapa de cadena de valor de Porter fue más allá del concepto de amplios niveles funcionales, describe las actividades individuales, agrega las fuentes de ventaja competitiva. Tiene un enfoque de macro perspectiva de la empresa.

Mientras que el mapa de flujo de valor es una técnica utilizada para conocer a profundidad los procesos, tanto en la organización como en la cadena de abastecimiento.

El objetivo del VSM consiste en identificar las actividades que no agregan valor al producto y el tiempo asociado a dichas actividades. El VSM es una actividad esencial para la formulación de planes de mejora, forma parte del diagnóstico del proceso (VSM actual) y de la proposición de estrategias de optimización de las operaciones (VSM futuro).

#### **Cuadro 2. La cadena de valor y el flujo de valor**

<b>Mapa de cadena de valor</b>	<b>Mapa de flujo de valor</b>
Considera toda la cadena de valor del sistema	Se centra solo en un proceso
Identifica las actividades que no agregan valor entre procesos.	Identifica actividades que no agregan valor dentro del proceso
Las mejoras del sistema son altamente significativas.	Las mejoras van de pequeñas a grandes pero fáciles de implementar.
La planificación de estrategia a largo plazo.	La implantación de estrategia corto plazo.

Fuente: Cabrera, Rafael (2011). Análisis del mapeo de la cadena de valor.

El mapa de flujo de valor es un elemento importante en el uso del ciclo de mejora continua para resolver cuestiones de desempeño, capitalizar oportunidades de mercado, desarrollar nuevas líneas de productos y mejorar las existentes. (Martin, 2014).

La naturaleza repetitiva e interactiva de la estrategia de mejora continua se ilustra en la figura 13, VSM está encadenado en el ciclo de mejora. El estado futuro del mapa de flujo de valor proporciona el marco de referencia para plantear mejoras tácticas.

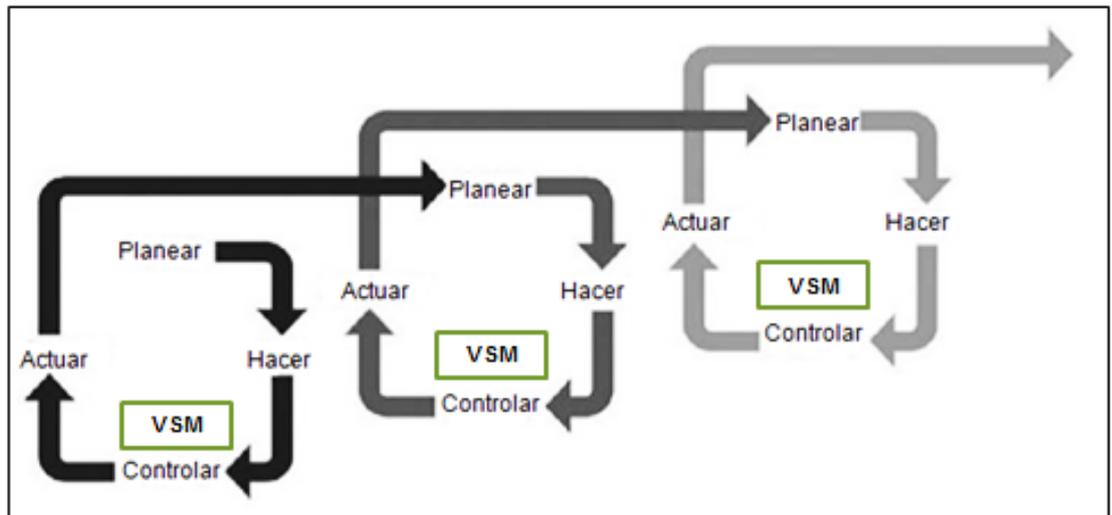


Figura 13. **Estrategia de mejora continua y VSM.**

Fuente. Martin, Karen (2014). Value Stream Mapping

El diagrama VSM necesita ser consultada, examinada y actualizada en función a los cambios del flujo de valor. El VSM es el marco de referencia del funcionamiento de la empresa y permite llevar a decisiones en todos los niveles (Martin, 2014).

**2.3.5.2 Tipo de actividades en un mapa de flujo de valor** Las actividades que dan valor al producto permiten satisfacer los requerimientos del cliente.



Figura 14. **Tipos de actividades en el flujo de valor.**

Fuente: Octaviano, Alfonso. (2013) Value Stream Mapping.

Pero existen actividades necesarias que no agregan valor desde la perspectiva del cliente. Las actividades que no agregan valor a los clientes, ni son esenciales son un desperdicio de recursos (Cabrera, 2011).

		¿La actividad agrega valor?	
		SI	NO
¿Necesaria?	SI	Optimizar o Maximizar	Eliminar o minimizar
	NO	Crear la necesidad para venderla al cliente	Eliminar

Figura 15. **Actividades en el mapa de flujo de valor**

Fuente. Octaviano, Alfonso. (2013) Value Stream Mapping.

**2.3.5.3 Clasificación de desperdicios.** El desperdicio es “todo aquello que no sea la mínima cantidad de personal, material equipo, espacio y tiempo, que sea esencial para añadir valor al producto”. (Arión, 2003).

Los desperdicios se han clasificado en ocho tipos:

1. Producción excesiva
2. Espera.
3. Transporte
4. Sobre procesamiento
5. Inventario
6. Retrabajo
7. Movimientos innecesario
8. Capacidades no utilizadas

**1. Producción excesiva.** Resultado de fabricar más cantidad a la requerida, invertir en equipos con mayor capacidad de la necesaria o procesar con demasiada anterioridad.

Características:

- Aumento de inventarios y excesivo material obsoleto.
- Empleo de equipos sobredimensionados.
- No hay prisa por analizar los problemas de calidad.
- Tamaño grande lotes de fabricación.
- Necesidad de espacio adicional para almacenaje.

(Rajadell, 2010)

### Cuadro 3. Causa-efecto de la sobreproducción.

Causas	Efectos
Sistema "Por si acaso"	Exceso de mano de obra
Falta de comunicación	Exceso de equipos
Automatización en los lugares incorrectos	Excesiva capacidad
Tiempos de cambios largos	Lotes de producción grandes
Falta de planificación	Lotes de seguridad
Planificar según previsiones	Repetir tareas

Fuente: Escuela técnica EADIC. Los 7+1 despilfarros tipificados en el Lean Manufacturing. España, 2012.

**2. Espera.** Operarios esperando información o materiales para producción, esperas por averías o clientes. Características:

- La máquina espera que el operario acabe la tarea pendiente.
- El operario espera que la maquina termine la operación.
- Un operario espera a otro operario.
- Exceso de colas de material dentro del proceso.

(Rajadell, 2010)

### Cuadro 4. Causa-efecto de la espera

Causas	Efectos
Métodos de trabajo no estandarizados	Proceso desequilibrados
Poca disciplina en la tareas	Paros por falta de material
Escasa eficacia Máquina/Hombre	Paros por averías
Mantenimiento solo correctivo	Esperar al turno entrante
No delegar responsabilidades	Informaciones que no llegan

Fuente: Escuela técnica EADIC. Los 7+1 despilfarros tipificados en el Lean Manufacturing. España, 2012.

**3. Transporte.** Resultado de un traslado innecesario de materiales o documentos, incluso al recorren distancias cortas, por una secuencia mal diseñada. A mayor movilización de cosas, mayor probabilidad de accidentes. Características:

- Las carretillas circulan vacías por la planta.
- Los contenedores son grandes y de difícil manipulación.

- Movimientos y manipulación excesiva de materiales.  
(Rajadell, 2010)

#### **Cuadro 5. Causa-efecto del desperdicio de transporte**

<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>
Elaboración de lotes grandes	Exceso de desplazamientos de material.
Previsiones cliente variables	Múltiples áreas de almacenado.
Falta de organización en las plantas	Almacén muy grande y movimientos para acumular o desplazar materiales
Mala gestión en un cambio de referencia	Falta de comunicación. Almacenado y distribución de documentos sin identificar

Fuente: Escuela técnica EADIC. Los 7+1 despilfarros tipificados en el Lean Manufacturing. España, 2012.

**4. Sobre procesamiento.** Resultado de dar más valor añadido al producto. Utilizar equipos inapropiados o por niveles de calidad altos a los requeridos. Características:

- Maquinaria mal diseñada o capacidad calculada con error.
- Aprobaciones redundantes o proceso burocráticas inútiles
- Ausencia de especificaciones de control.
- No existen estandarización de técnicas o procedimientos.

(Rajadell, 2010)

#### **Cuadro 6. Causa-efecto del sobreprocesamiento**

<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>
Cambios de ingeniería sin cambios de proceso	Cuellos de botella incontrolados
Uso inapropiado de nuevas tecnologías	Operaciones del inadecuadas
Toma de decisiones en niveles inapropiados	Falta de especificaciones claras.
Formación inadecuada	Información excesiva

Fuente: Escuela técnica EADIC. Los 7+1 despilfarros tipificados en el Lean Manufacturing. España, 2012.

**5. Inventario.** El inventario consiste en cantidad excesivas de existencias, sea materia prima, producto en proceso y producto terminado. Características:

- Contenedores o cajas demasiado grandes.
- Excesivos medios de manipulación y traslado.
- Costos de movimiento y mantenimiento del inventario.

- Rotación baja de existencias.

(Hernández, J. & Vizán, A., 2013)

#### **Cuadro 7. Causa–efecto del inventario**

<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>
Procesos inadecuados	Retrabajos y reparaciones
Excesiva variación	Inspecciones adicionales
Proveedores inadecuados	Entregas no realizadas
Errores de verificación	Quejas de cliente
Gestión incorrecta	Reclamaciones de proveedor

Fuente: Escuela técnica EADIC. Los 7+1 despilfarros tipificados en el Lean Manufacturing. España, 2012.

**6. Retrabajo.** Repetición de procesos producido por piezas defectuosas, productos no conformes o devueltos provoca pérdida de tiempo en la repetición de procesos. Características:

- Baja capacitación de los operarios.
- Personal, espacio y herramientas adicionales.
- Planificación inconsistente, uso de maquinarias no estandarizadas.

(Hernández, J. & Vizán, A., 2013)

#### **Cuadro 8. Causa-efecto de los retrabajos**

<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>
No producir en flujo continuo	FISH en lugar de FIFO
Proveedores sin capacidad	Retrabajos excesivos
Largos tiempos de cambio	Dificultad para cambios. Trabajo en curso elevado
Stocks del sistema incorrecto	Poca flexibilidad a cambios de programa.

Fuente: Escuela técnica EADIC. Los 7+1 despilfarros tipificados en el Lean Manufacturing. España, 2012.

**7. Movimientos innecesarios.** El transporte de piezas de ida, sin retorno, es un transporte eficaz al 50%, se tiene que prever un eficiente recorrido interno como externo. El transporte tiene un costo en equipos, combustible y mano de obra. Características:

- Grandes lotes de producción

- Largos tiempos de suministro
- Grandes áreas de almacenamiento.
- Una mala distribución en la planta.

(Hernández, J & Vizán, A., 2013)

#### **Cuadro 9. Causa-efecto de los movimientos innecesarios.**

<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>
Falta de coordinación	Máquinas y materiales muy alejados
Procesos sin optimizar	Exceso de movimientos
Lotes grandes de fabricación	Desplazamiento sin orden de carros
Falta de formación	Confundir el movimiento con el trabajo

Fuente: Escuela técnica EADIC. Los 7+1 despilfarros tipificados en el Lean Manufacturing. España, 2012.

**8. Capacidades no utilizadas - Intelecto.** No utilizar la creatividad de la fuerza de trabajo, capacitados en los desperdicios es una pérdida de aportes, para proponer acciones de mejora. Una inversión en formación sin resultados.

(Ortega, 2008).

#### **Cuadro 10. Causa-efecto del desperdicio de talento**

<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>
Falta de información hacia los empleados	Desmotivación de los empleados
Falta de formación	Desconfiar de los sistemas de mejora
Falta de motivación de los empleados	Desperdiciar posibles beneficios
Falta de atención a los empleados	Desaprovechar los recursos

Fuente: Escuela técnica EADIC. Los 7+1 despilfarros tipificados en el Lean Manufacturing. España, 2012.

**2.3.5.4 Elaboración del mapa de flujo de valor.** El mapa de flujo de valor se comenzó a utilizar en la empresa Toyota en los años 50. A partir de 1998 se aplica fuera de esta empresa.

La primera versión del VSM se debe considerar el diseño del producto, la tecnología en uso y la ubicación de los talleres, con el

propósito de eliminar las fuentes de desperdicios. A menos que sea un producto nuevo (Rother, 1999).

Se recomienda iniciar con la elaboración del VSM de un proceso, luego pasar a un nivel de planta. El VSM se elabora para una familia de productos. Los datos se deben recoger en el área de trabajo (Rother, 2001).

El VSM representa gráficamente el flujo de información: programas y pedidos del cliente, frecuencia de pedido, previsiones. También se representan los pedidos de la empresa a los proveedores. Por último, se describe la forma de comunicación del programa de producción a los procesos productivos (Maldonado, 2008).

Para comenzar, los supervisores deben desarrollar el mapa de flujo de valor en conjunto hasta alcanzar un consenso. A continuación se presenta la lista de actividades en la elaboración del VSM:

1. Contar con papel, lápices, borrador y un cronómetro.
2. Seleccionar un producto para realizar el mapa. Realizar un recorrido de la cadena de valor para identificar los flujos materiales e información.
  - Entrevistar a cada miembro del equipo en cada turno. Verificar las observaciones contra procesos documentados.
  - Recordar el registro visual exacto sin hacer ningún juicio.
3. Identificar y elegir un cliente representativo del producto. Obtener información sobre los requisitos del pedido.
4. Dibujar el mapa de flujo de valor, a partir de los requerimientos del cliente hasta las actividades de producción. Comenzar ubicando los iconos cliente, proveedor y control de producción.
5. Calcular la producción diaria requerida por el cliente.
6. Dibujar iconos logísticos con la frecuencia de entrega.
7. Agregar cajas de datos de los procesos en secuencia.

8. Completar las cajas de datos con información de producción y agregar la línea de tiempo debajo de cada caja.
9. Obtener los datos de los procesos y anotarlos en las cajas de datos. Para los datos de tiempo se utilizan medidas de cronometraje o estimación. Los tiempos básicos indicados son:
  - Tiempo de ciclo (CT).
  - Tiempo de valor agregado (VA).
  - Tiempo de cambio de modelo (C/O).
  - Tiempo disponible para trabajar (EN).
  - Plazo de entrega – lead time (LT).
  - % de tiempo de uso de máquina (uptime).
  - “cada pieza cada” (CPC). Medida del lote de producción, cuanto tiempo cambia de modelo, cada día, cada turno.
10. Completar los símbolos y operarios por tarea o actividad.
11. Agregar los lugares de inventario, incluir el ícono. Los niveles de inventario se convertir a tiempo aplicando la fórmula:
 
$$\text{Tiempo de permanencia} = \frac{(\text{inventario}) \times (\text{tiempo takt})}{\text{tiempo disponible diario}}$$
12. Dibujar las flechas de flujo y otra información relevante o útil.
13. Indicar datos de tiempo, turnos día y tiempo disponible.
14. Completar las horas de trabajo con valor agregado y tiempos de entrega en la línea de tiempo, al pie de los procesos.
15. Realizar el cálculo del tiempo de ciclo de valor agregado total y el tiempo total de procesamiento.

(Hernández, J & Vizán, A., 2013)

Mike Rother (1999), en el libro “Learn to see”, publica sugerencias útiles para trazar mapas VSM:

- Siempre recoger la información del estado actual recorriendo a pie el trayecto de los flujos de material e información.
- Comenzar caminando rápidamente a lo largo de la cadena entera, para tener idea del flujo y la secuencia de los procesos.

- Tomar el proceso de despacho como punto de partida y vaya hacia atrás, hasta el área de recepción de materia prima.
- Identificar cada posición donde el material es almacenado, permanece ocioso, o es movido.
- Identificar todas las actividades que no agregan valor.
- Durante la recolección de datos, verificar si la información se comunica en tiempo real.
- Se pueden utilizar etiquetas adhesivas.

La figura 16 presenta el esquema de VSM actual.

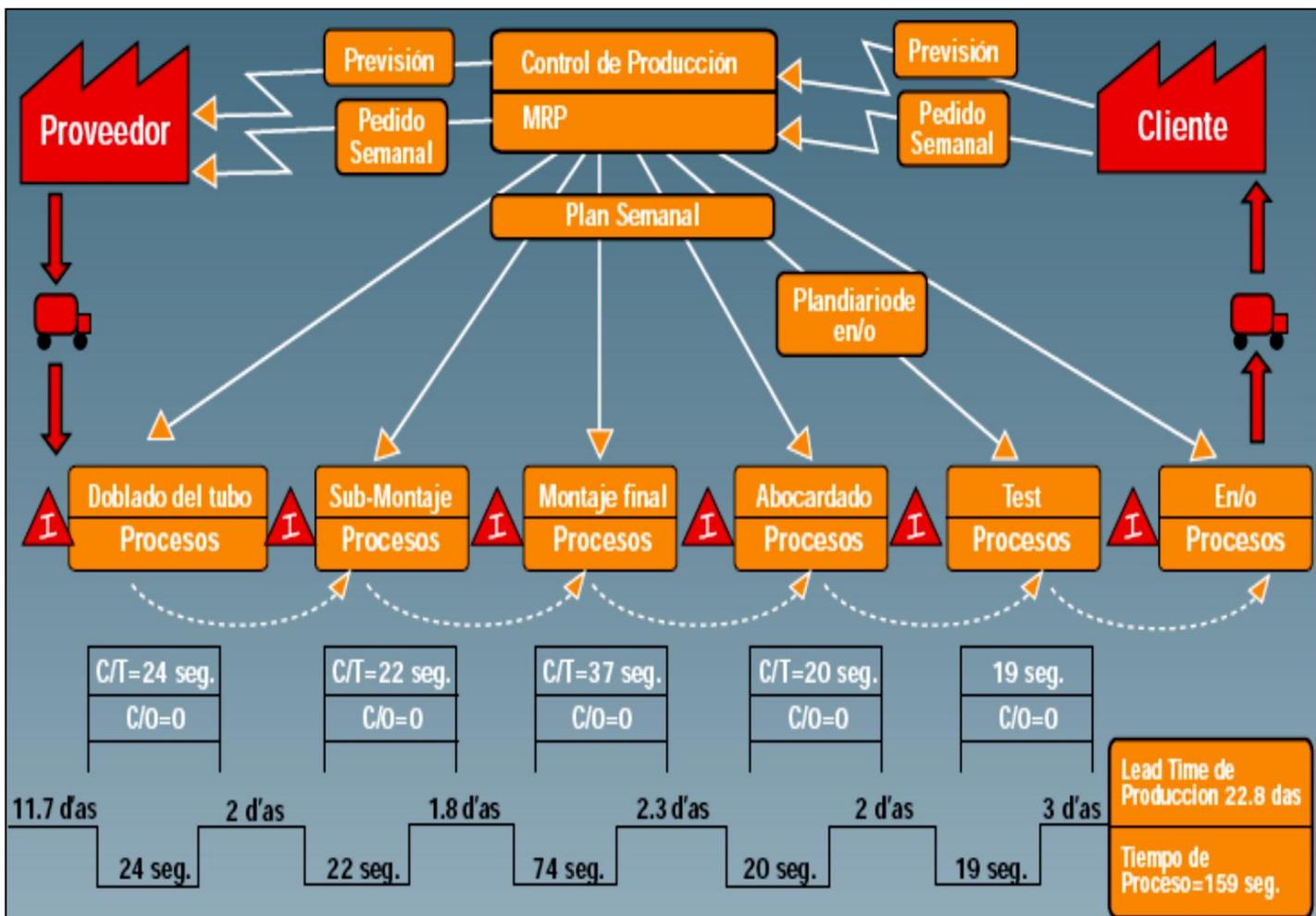


Figura 16. Ejemplo de mapa actual de flujo de valor.

Fuente. Identificar el despilfarro: VSM. Revista Lean Six Sigma N° 50, 2005

La meta del VSM es determinar si el flujo de valor de la empresa produce en su tiempo ritmo en alemán takt. Se puede calcular el tiempo takt de producción usando la siguiente fórmula:

$$\text{tiempo takt (ritmo)} = \frac{\text{tiempo de producción disponible}}{\text{cantidad requerida diaria por el cliente}}$$

Cuando el flujo de valor produce más del tiempo takt, ocurre sobreproducción; cuando produce menos del tiempo takt, ocurre sub-producción. Si el flujo de valor no está produciendo en el tiempo takt, identificar los procesos que afectan negativamente la producción (Reyes, 2007).

Verificar si productos se producen para inventario, o para ventas. Chequear si las operaciones están integradas, si los calendarios de producción están basados en las órdenes actuales. La meta es un flujo de valor en función a los pedidos de los clientes (Reyes, 2007).

Minimizar el inventario del proceso, aumenta la capacidad para cumplir los pedidos con cantidades pequeñas y frecuentemente. Comprobar si el flujo de valor tiene retrasos, que pueden ocurrir en los flujos de producción, materiales o de información. Para eliminar retrasos utilizar los principios de flujo de una pieza.

**2.3.5.5 Análisis de brechas.** Es un procedimiento para comparar el estado y desempeño real de una organización, tecnología, infraestructura, talento humano, proceso, estado o situación en un momento dado, respecto a uno o más puntos de referencia (variables cuantitativas y/o cualitativas) (Ruiz, 2012).

Las brechas se definen como las diferencias entre los procesos presentes y los deseados, entre los existentes y los necesarios, entre los procesos actuales que necesitan ser mejorados y los procesos que deben ser introducidos.

El resultado es la generación de estrategias para llegar al objetivo futuro deseado. Por ejemplo si existe una brecha entre la

programación de producción de una estación de trabajo con alta dependencia del área de planeamiento y la capacidad real, se necesita reformular los procedimientos a la condición actual (Ramírez, 2007).

El propósito del análisis de brechas está en establecer las acciones internas que deben ser emprendidas para garantizar la sostenibilidad de la organización en el mediano y largo plazo.

En resumen, se debe contestar a la pregunta: ¿qué cambios deben introducirse en los insumos y procesos internos de la organización para ofrecer los productos o servicios que requieran sus clientes durante los próximos cinco o diez años? Este análisis es similar a la elaboración de la visión (Ramírez, 2007).

Identificados los cambios, corresponde a los directivos de la organización tomar las decisiones para lograr las metas. De otro lado, es necesario resaltar que este último paso, la toma de decisiones, constituye una etapa para beneficiar del análisis de la gestión a la empresa.

La precisión del análisis de las brechas depende la calidad del análisis organizacional. Las fortalezas y las debilidades identificadas deben corresponder a las oportunidades y amenazas del entorno, los resultados serán significativos, así como un ejercicio de fácil ejecución en el nivel operativo (Ramírez, 2007).

Con las premisas anteriores, se establece que la identificación y el análisis de brechas se tienen que realizar en cuatro pasos:

- Conformar un grupo de análisis y mejora.
- Discutir las relaciones entre oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades.
- Producir una lista ordenada de prioridades.
- Proponer y coordinar un plan de acción.

El grupo de mejora debe ser el mismo que tenga a su cargo el análisis organizacional. Por lo común el grupo toma decisiones limitadas, en lo posible sus recomendaciones deben expresar las implicaciones de las acciones correctivas o preventivas.

El siguiente paso es elaborar un listado de prioridades para decidir las acciones necesarias a realizar. Es natural la presencia de conflictos de interés de otras instancias, se sugiere que las recomendaciones lleven el respaldo de un acuerdo de consenso.

La difusión de los resultados debe ser un proceso continuo de acuerdo a la identificación de las brechas y las posibles actividades. La realimentación que reciba el grupo a partir de los indicadores y las auditorias servirá para definir nuevos lineamientos de gestión, identificar procedimientos alternativos.

Las discusiones deben tener como objetivo determinar clara y específicamente la actividad o actividades que deben implementar para llegar a la situación deseada (Ramírez, 2007).

A continuación se presenta una guía para el análisis de brechas:

1. Decidir la situación actual a analizar ("lo que es"). En este paso se sugiere responder las preguntas:
  - ¿Cuál es la brecha?
  - ¿Quiénes están involucrados en la brecha?
  - ¿Cuáles son las causas relevantes que causan la brecha?
  - ¿Cómo se explican las diferencias de desempeño entre los sistemas o actores a comparar en la brecha?
2. Identificar los indicadores y/o atributos de la situación actual y elaborar un listado. Este paso responde a la pregunta: ¿cómo se puede medir o caracterizar la brecha?
3. Fijar el estado futuro deseado ("lo que debería ser"). Responde la pregunta: ¿dónde se desea estar en un plazo de tiempo?

4. Identificar la brecha (cualitativa y/o cuantitativamente) entre el estado actual y el objetivo. Responde a la pregunta: ¿cuán lejos estamos de donde queremos estar?
  5. Determinar los planes requeridos para alcanzar el estado deseado (“cómo se alcanza”). Responde a las preguntas:
    - ¿Qué actores participan en el cierre de la brecha?
    - ¿Qué opciones existen para disminuir la brecha (escenarios)?
    - ¿Cómo se puede disminuir la brecha (estrategias)?
    - ¿Cómo se monitorea el comportamiento de la brecha?
    - ¿Con qué recursos se cuentan para disminuir la brecha?
    - ¿Qué tiempo se necesita para reducir la brecha?
- (Ruiz, 2012).

### 2.3.6 Técnicas operativas de manufactura ajustada.

**2.3.6.1 Técnica 5S's.** Se denomina 5S's a las actividades secuenciales y cíclicas, cuyos nombres se inician con la letra “S”: seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke, que son el fundamento del modelo de productividad industrial.

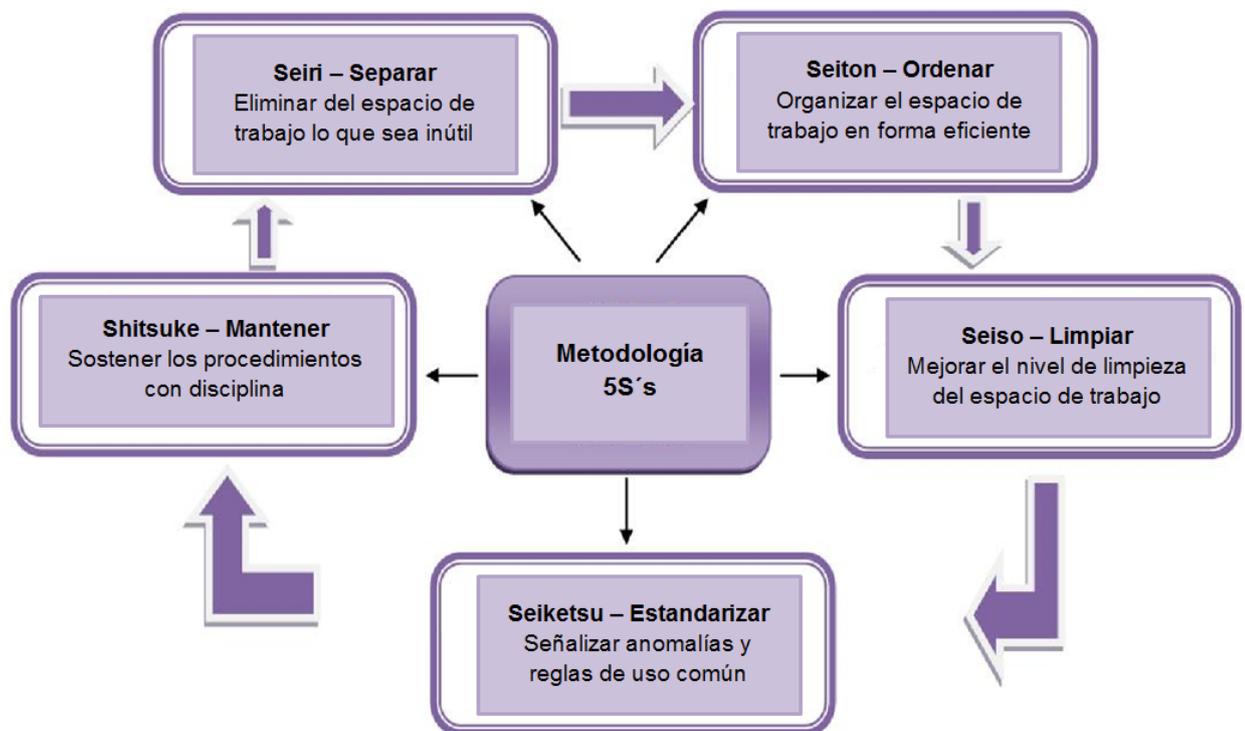


Figura 17. **Metodología de la técnica 5S's.**

Fuente. Elaboración propia, 2014

La técnica 5S's pretende potenciar la organización, orden y limpieza, planificar su mejora, establecer indicadores para el seguimiento de las actividades, definir acciones correctoras que permitan la mejora continua en los puestos de trabajo. A continuación se presentan los conceptos de Francisco Rey Sacristán (2005) de su libro "Las 5S's".

El método de la técnica 5S's tiene como objetivos:

- Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil.
- Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz.
- Mejorar el nivel de limpieza de los lugares.
- Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden.

Por otra parte, el total del sistema permite:

- Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal.
- Reducir los desperdicios de tiempo y energía.
- Reducir los riesgos de accidentes o sanitarios.
- Mejorar la calidad de la producción.
- Seguridad en el Trabajo

**Etapa 1. Seiri: clasificar.** Separar innecesarios. Consiste en identificar y separar los materiales innecesarios.

I. Propósitos:

- Hacer un trabajo eficiente al eliminar obstáculos.
- Eliminar la costumbre de cuidar lo que no es innecesario.
- Evitar interrupciones provocadas por elementos innecesarios.
- Sitios libres de objetos innecesarios o inservibles.
- Mejor concepción espacial.
- Mejor control de inventarios.
- Menos accidentes en las áreas de trabajo.
- Espacios libres y organizados.

II. Normas para Seiri: Usar tarjetas de color para marcar el sitio donde existe algo innecesario y se debe tomar una acción correctiva.

**Etapa 2. Seiton: ordenar.** Consiste en establecer el modo de ubicar e identificar los materiales necesarios, para utilizarlos y reponerlos con facilidad. En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con objeto de evitar pérdidas de tiempo y energía.

I. Propósitos:

- Prevenir pérdidas de tiempo en búsqueda de objetos.
- Hacer el flujo de producción estable.
- Establecer procedimientos y sistemas de gestión visual.

II. Beneficios:

- Ayudar a encontrar fácilmente objetos o documentos.
- Facilitar el regresar a su lugar los objetos utilizados.
- Ayudar a identificar cuándo falta algo.

III. Normas para Seiton:

- Organizar racionalmente el puesto de trabajo.
- Definir las reglas de ordenamiento.
- Clasificar los objetos por orden de utilización.

**Etapa 3. Seiso: limpiar.** Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurar instalaciones en estado operativo. Se incluye limpieza de lugares de difícil acceso. El incumplimiento provoca anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria.

I. Propósitos:

- Facilitar la elaboración de productos de calidad.
- Combinar limpieza e inspección para detectar fallas a tiempo.
- Hacer del lugar de trabajo un sitio seguro y confortable.

II. Beneficios:

- Alargar la vida útil de los equipos e instalaciones.
- Reducir la probabilidad de contraer enfermedades.
- Minimizar los accidentes.
- Ayudar a la correcta eliminación de desechos.

III. Normas para Seiso:

- Limpiar, inspeccionar, detectar las anomalías
- Facilitar las tareas de mantenimiento.

- Eliminar la anomalía en origen.

IV. Control e Informe Final. Es necesario llenar el formato de evaluación seiso para el control de la inspección realizada.

**Etapa 4. Seiketsu: estandarizar.** Consiste en distinguir una situación normal de una anormal, mediante normas sencillas.

I. Propósitos:

- Prevenir el deterioro de las fases anteriores, 3S.
- Minimizar / eliminar las causas que provocan la suciedad.
- Proteger al trabajador de condiciones peligrosas.
- Estandarizar y visualizar los procedimientos de operación.

II. Beneficios:

- Disponer adecuadamente los desechos.
- Favorecer una gestión visual.
- Desarrollar eficientemente las tareas.
- Facilitar el trabajo en equipo.

III. Normas para Seiketsu:

- Hacer evidente volumen de materiales, identificación de zonas.
- Estandarizar los métodos operativos.
- Formar al personal en los procedimientos de trabajo

**Etapa 5. Shitsuke: mantener.** Consiste en trabajar de acuerdo con las normas establecidas y con disciplina.

I. Propósitos:

- Promover personas con nuevos hábitos.
- Disponer de personal pro-activo.
- Sostener las mejoras implementadas.

II. Beneficios:

- Manifestar la calidad en el servicio a los clientes.
- Fomentar el compañerismo trabajar en equipo.
- Mantener una actitud mental positiva.
- Cumplir las obligaciones del puesto de trabajo.

El objetivo de esta etapa es la comprobación continua y fiable de la aplicación (Rey Sacristán, 2005).

**2.3.6.2 Mantenimiento productivo total.** El mantenimiento productivo total genera un bien real que influirá en la capacidad de cualquier empresa para producir con calidad, seguridad y rentabilidad (Dorobo, 2015).

Mantenimiento autónomo, es una etapa del mantenimiento total productivo, mejora el ambiente laboral a través de un conjunto de actividades tales como: inspección, lubricación, limpieza diaria, intervenciones menores, realizadas por los operarios. El mantenimiento autónomo permite prevenir:

- Contaminación por agentes externos.
- Rupturas de ciertas piezas.
- Desplazamientos.
- Errores en la manipulación.

(Cuatrecasas, 2010)

Características del mantenimiento autónomo:

- Acciones para eliminar las pérdidas de tiempo en los equipos.
- Crear un sentido de colaboración de cada trabajador.
- Desarrollar habilidades para mejorar las condiciones de los equipos.
- Mantener las condiciones de los equipos y establecer una nueva disciplina de inspección por parte del personal operativo.

Ventajas:

- De fácil ejecución y contribuye a la eficacia del equipo.
- Reporta fallas que no se puedan en el momento de detección, y requieren programación para las soluciones.

Desventajas:

- Evitar el diseño de acciones que lleven a cambios culturales que no están incorporadas en la nueva forma de trabajar.

(Cuatrecasas, 2010)

Propósitos de los pasos del mantenimiento autónomo.

- Mantener las condiciones de uso de los equipos.
- Establecer una nueva disciplina de inspección del personal.

- Crear una dirección basada en el autocontrol y empoderamiento.
- Realizar acciones de aprendizaje a partir de la observación.

(Cuatrecasas, 2010)

**2.3.6.3 Cambio rápido de modelo.** La técnica SMED, (“single minute exchange dye” significa “cambio de modelo en minutos de un sólo dígito”), reduce los tiempos de preparación de máquinas, con el aumento del tiempo de producción (Pineda, 2003).

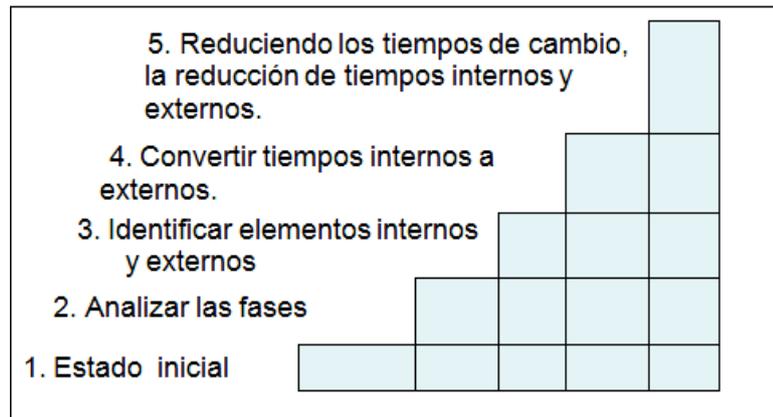


Figura 18. **Enfoque de los cinco pasos - SMED**

Fuente. Vorne<sup>TM</sup>. Capacitación SMED. 2011

Los objetivos de SMED son:

- Facilitar los pequeños lotes de producción.
- Rechazar la fórmula de lote económico.
- Correr cada parte cada día (fabricar).
- Alcanzar el tamaño de lote a 1.
- Hacer la primera pieza bien cada vez.

Beneficios de SMED:

- Producir en lotes pequeños.
- Reducir inventarios.
- Procesar productos de alta calidad.
- Reducir los costos.
- Tiempos cortos de entrega
- Tiempos de cambio más confiables.
- Carga más equilibrada en la producción diaria.

(Pineda, 2003)

Karla Pineda (2003) describe el procedimiento SMED:

1. Eliminar el tiempo externo (50%). Planificar las tareas reduce el tiempo (el orden de partes, herramientas y máquina necesarias, el equipo de personas y los materiales de inspección necesarios para los cambios), sin esperar detener la máquina. El objetivo es transformar una tarea en un evento sistemático el proceso.

X 2. Estudiar los métodos y practicar (25%). El estudio de tiempos y métodos crea un procedimiento rápido para reducir el tiempo interno. La unificación de medidas y de herramientas. Para efectivos cambios de modelo se requiere de equipos. La eficacia está condicionada a la práctica de la operación.

3. Eliminar los ajustes (15%). Para reducir los ajustes se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas circunstancias de última vez. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles o utillajes, por lo que requiere espacios (Vorne<sup>TM</sup>. Capacitación SMED. 2011).

**2.3.6.4 Kanban.** La técnica kanban forma parte del sistema jalar. La palabra kanban proviene del japonés: kan= tarjeta y ban= señal. Los materiales son procesados solo cuando existe un pedido. No es un sistema de agenda sino un sistema de control (Santiago, 2008).

Kanban es el uso de etiquetas con información que sirve como orden de trabajo. Es un dispositivo de dirección que da información sobre requerimientos de producción.

Las funciones de la etiqueta Kanban son: control de la producción, integración de las operaciones y mejora de los procesos.  
(Rogers, 2012)

Las razones para utilizar el sistema Kanban son los siguientes:

1. Reducción de costos en el proceso de la información.
2. Conocimiento rápido y preciso de los hechos.
3. Limitación del exceso de capacidad de los talleres anteriores.

Los elementos de la técnica kanban son:

a) “Marcapasos” de proceso. En inglés “pacemaker process”, es cualquier estación de trabajo de la línea de producción que marca el ritmo del proceso. Las transferencias del material delante del “marcapasos” se debe que realizar en flujo continuo (Rother, 1999).

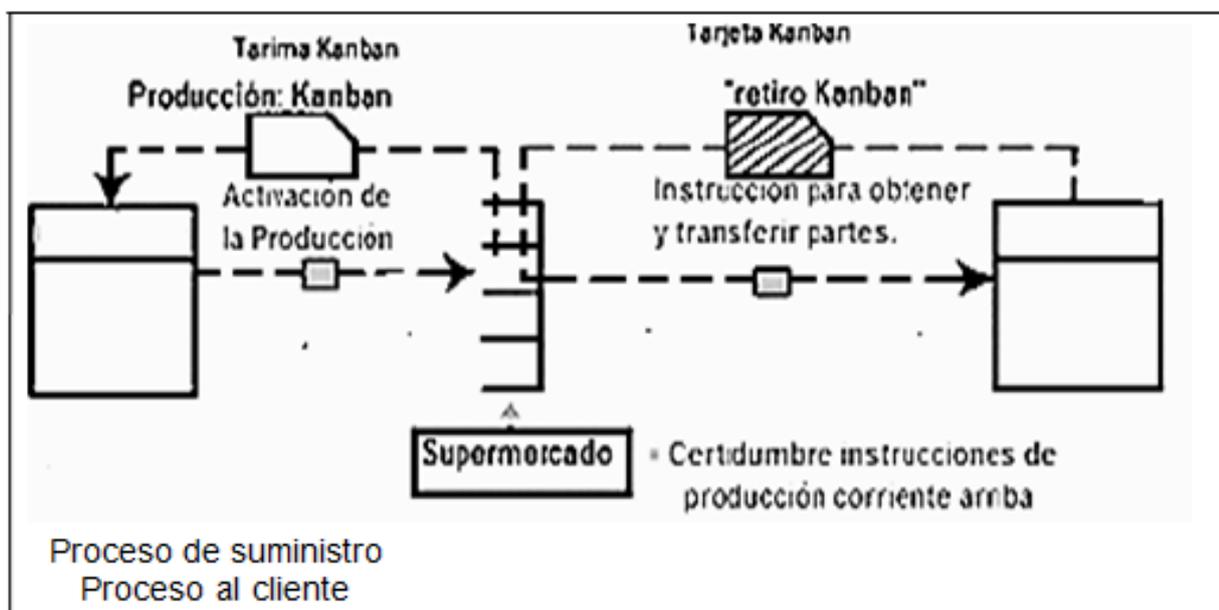


Figura 19. **Proceso “marcapasos”.**

Fuente. Cabrera, Rafael (2011). Análisis del mapeo de la cadena de valor.

El “marcapasos” está cerca del cliente final o al final de la célula; si el producto fluye en una secuencia tipo FIFO, el marcapasos está en el proceso donde se inicia la secuencia FIFO.

Es el punto donde se mide la capacidad de producción por periodo. El marcapasos define el punto de programación, donde se empieza a producir pieza por pieza (Rother, 1999).

b) FIFO (First input - First output). Consiste en mantener la secuencia y orden de producción según el principio: lo primero

que recibe el proceso es lo primero en salir, sirve para evitar que las partes sean obsoletas y los problemas se oculten en los inventarios.

FIFO ayuda a regular el sistema “pull” (jalar) entre dos procesos que están desacoplados y donde no es posible poner un supermercado por la variedad de productos.

La secuencia en el sistema FIFO es mantener una cantidad fija de inventario. El proveedor llena ese espacio físico, mientras el cliente llena otro espacio dentro de su proceso, si se llenan los espacios no puede recibirse más material, ni producirse más.

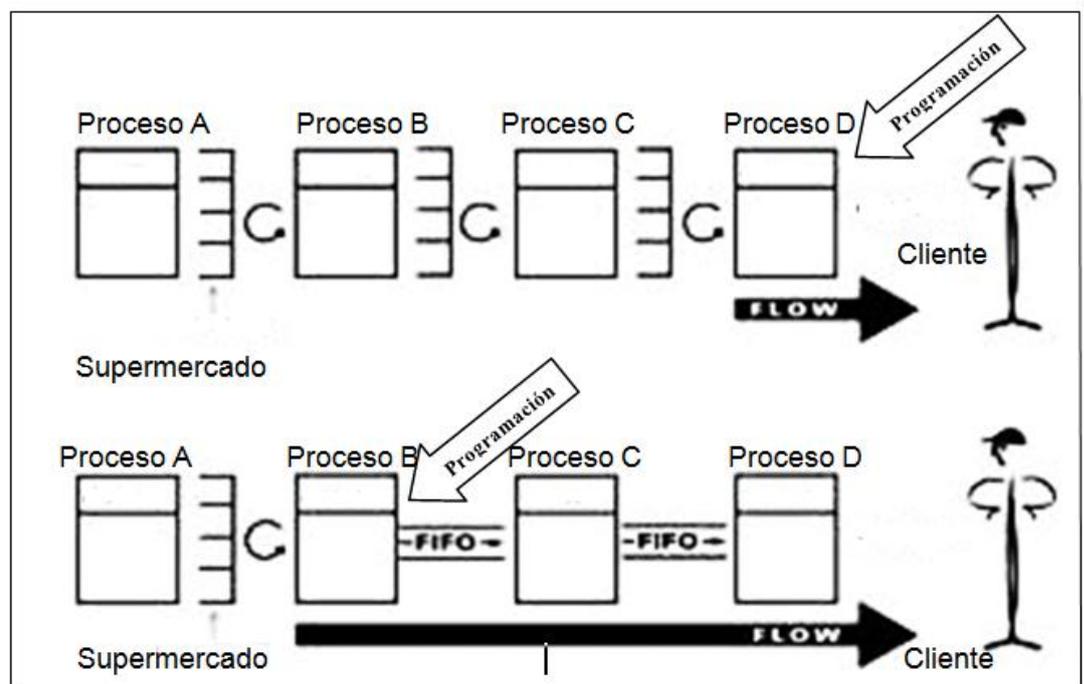


Figura 20. **Proceso FIFO.**

Fuente: Cabrera, Rafael. (2011). Análisis del mapeo de la cadena de valor.

c) Supermercado. Conocido como elemento surtidor, en un sistema jalar cada proceso tiene un supermercado que guarda una cantidad de cada producto disponible.

Cuando el material es retirado del supermercado por el proceso siguiente, se emite una señal al proceso anterior y se autoriza seguir la fabricación.

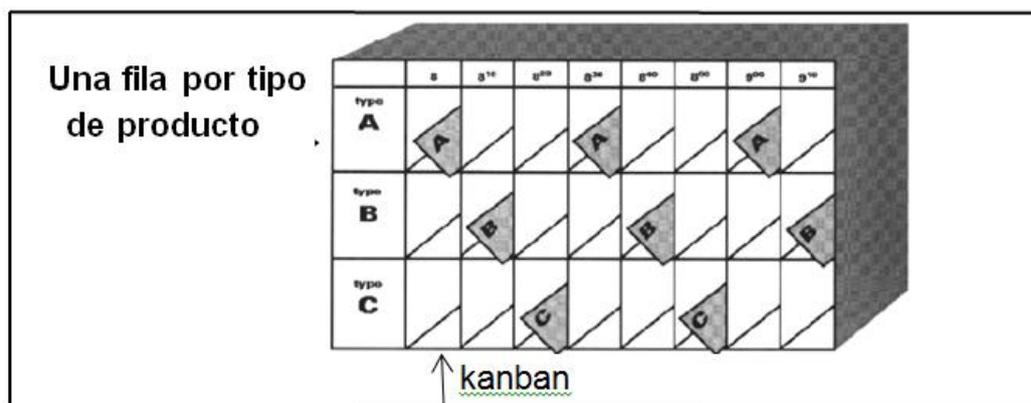


Figura 21. **Caja heijunka: nivelación de mezcla de producción**

Fuente. Cabrera, Rafael. (2011). Análisis del mapeo de la cadena de valor.

### Cuadro 11. Funciones y normas del uso de kanban.

Funciones	Normas de uso
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Facilitar información de retirada o transporte.</li> <li>2. Facilitar información de producción.</li> <li>3. Prevenir el exceso de producción y el transporte innecesario.</li> <li>4. Usar como pedido de fabricación.</li> <li>5. Prevenir los productos defectuosos al identificar el proceso que los produce.</li> <li>6. Revelar los problemas existentes.</li> <li>7. Mantener el control del inventario.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El proceso siguiente retira el número de artículos indicados en un kanban.</li> <li>2. El proceso anterior fabrica la cantidad retirada por el proceso siguiente indicado en un kanban.</li> <li>3. Siempre adherir un kanban a los productos.</li> <li>4. Nivelar las cantidades de producción para evitar fluctuaciones y despilfarros.</li> <li>5. No enviar productos defectuosos al siguiente proceso.</li> <li>6. Reducir el uso de kanban incrementa eficiencia.</li> </ol>

Fuente. Ohno, Taichy. (1991). El sistema de producción Toyota.

Los principios del sistema kanban son:

1. Eliminar todos los desperdicios.
  2. Trabajo en equipo.
  3. Flexibilidad del sistema.Z
  4. Nexo de largo plazo con proveedores y clientes
- (Cuevas, 2014)

Tipos de kanban (según uso):

- Kanban de producción (p-kanban). Da la autorización a un proceso para fabricar un número de productos fijo.
- Kanban de retiro (t-kanban). Autoriza el transporte de un número fijo de productos hacia adelante.

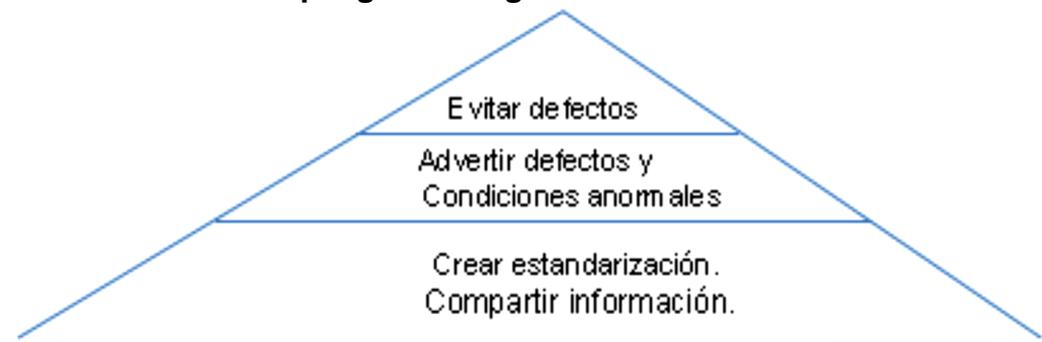
(Cuevas, 2014)

### 2.3.7 Técnicas de seguimiento de la manufactura ajustada.

**2.3.7.1 Gestión visual.** Es una técnica que simplifica la comunicación mediante gráficos, códigos de colores, dibujos y otros diseños. La información visual se coloca al alcance de los involucrados en procesos.

Se presenta la información de la situación presente, las causas de errores, horarios, fechas y demás datos, que permiten al personal tomar decisiones correctas en el momento adecuado sin tener que depender del superior inmediato.

**Cuadro 12. Despliegue de la gestión visual**



Nivel	Descripción	Acción a realizar
4	Compartir información ↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tableros de información.</li> <li>• Tableros de desempeño.</li> <li>• Mapas de proceso.</li> <li>• Panel de lección de un punto.</li> </ul>
3	Estandarización ↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrucciones de trabajo patrón.</li> <li>• Límites de carga material y uso insumos.</li> <li>• Etiquetado de material y equipo.</li> <li>• Señales o tarjetas kanban.</li> </ul>
2	Advertir defectos ↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tableros/cuerdas andón.</li> <li>• Indicadores de defecto (luces, bocinas).</li> <li>• Medidores con cuadrante.</li> </ul>
1	Evitar defectos ↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luces, bocinas, sirenas conectadas al sistema de apagado.</li> <li>• Etiquetas de cierre.</li> <li>• Sensores de movimiento y proximidad.</li> </ul>

Fuente. Consultores ANOVA. (2009) Gestión visual.

Esta información puede ser presentada en pizarras blancas, rotafolios, pantallas de PC, tableros o cualquier otro dispositivo visual permita reconocerlos fácil y rápidamente los estándares y las desviaciones de los estándares.

Las imágenes aumentan la probabilidad de trabajos realizados de la manera correcta. Las condiciones del puesto de trabajo sirven de autodiagnóstico. Proporciona información visual para reconocer los estándares y detectar las condiciones anormales.

La gestión visual descentraliza el proceso de toma de decisiones, involucra a todas las personas relacionadas con dicho proceso. Expone fácilmente el desempeño y el avance (Consultores ANOVA. Gestión visual. 2009).

Los factores de éxito de la gestión visual son:

- Diagramas, rótulos, etiquetas visibles para las personas.
- Uso de esquemas y plantillas comunes en toda la organización.
- Participación de empleados en el diseño de ayudas visuales.
- Diferencien las condiciones normales de las anormales.
- Alto consenso sobre la manera de realizar el trabajo.

(Consultores ANOVA. Gestión visual. 2009.)

**2.3.7.2 Indicadores de desempeño.** La gestión óptima de las operaciones requiere de un sistema de indicadores que permita tomar decisiones y control de los procesos. La ausencia de información crea una cultura intuitiva (Muñiz, 2012).

Un sistema de gestión de operaciones se debe monitorear en términos cuantitativos, específicos y medibles. Medir lo importante de cada etapa del proceso productivo (Pérez, 2003).

Conocer la situación de las líneas de producción a través de indicadores promueve la previsión, determina tendencias del proceso, orienta a las personas y fija prioridades.

Las mediciones son un medio para concretar las ideas en acción. Constituyen la base del control estadístico y la estrategia de mejora de los procesos industriales y administrativos (Gutiérrez, 2013).

Un sistema de indicadores es independiente de otros sistemas de medición, su aplicación caracteriza el estado del escenario del proceso de teñido en un momento de tiempo definido.

Toda tintorería debe tener el número de indicadores que garantice a los jefes acceder a la información de manera constante y precisa sobre aspectos claves de las operaciones. Cada indicador tiene un método de cálculo universal, significado unívoco y aplicabilidad igual para todas las empresas.

El análisis de datos del desempeño es clave vital para monitorear el avance y éxito de en la implantación de un plan de optimización de gestión las operaciones, proporciona bases sólidas en la toma de decisiones, evitando frases subjetivas como “yo creo...”, “mi experiencia me dice...”, “yo pienso...” (Coasaca, 2010).

Los indicadores de resultados que equivalen a las “autopsias”, dan información pasada sin cambiar el resultado. En cambio, aplicar los indicadores de desempeño equivale a “una biopsia”, para detectar anomalías, tomar acciones y mejorar el resultado (Quintal, 2010).

Un sistema de indicadores de desempeño debe describir, para cada línea de producción, las siguientes características:

a) Eficiencia. Se recomienda el uso del indicador eficiencia global de las instalaciones, OEE por sus siglas en inglés Overall Equipment Efficiency, evalúa la eficiencia de la línea de

producción, maquinas o talleres en términos de disponibilidad, rendimiento y calidad.

Ratio de disponibilidad:

$$\text{Disponibilidad (D)} = \frac{\text{Tiempo total de producción}}{\text{Tiempo planificado de producción}}$$

Ratio de rendimiento:

$$\text{Rendimiento (R)} = \frac{\text{Tiempo neto de producción}}{\text{Tiempo bruto de producción}}$$

Ratio de calidad:

$$\text{Calidad (C)} = \frac{\text{Tiempo de valor añadido}}{\text{Tiempo neto de producción}}$$

Como ejemplo para el cálculo del indicador OEE, se presenta el gráfico en el cuadro 13 (Juanes, 2005).

**Cuadro 13. Causas de pérdida de tiempos de proceso**

Tiempo calendario 720 horas			
A	Tiempo de funcionamiento 672 horas		Tiempo no programado 48 horas
B	Tiempo planificado de operación 605 horas	Paradas planificadas 67 horas	Mantenimiento
C	Tiempo total de operación 556 horas	Paradas no planificadas 49 horas	Averías de equipos, máquinas
D	Tiempo neto de operación 500 horas	Pérdidas de eficiencia 56 horas	Pérdidas de velocidad (micro paradas, funcionamiento en vacío) Cambio de color (lavado de máquina)
E	Tiempo de valor añadido 425 horas	Pérdidas de calidad 75 horas	Memmas de calidad Reprocesos

Fuente: Elaboración propia.

El indicador OEE se calcula utilizando la fórmula:

$$\text{OEE} = E \times R \times C$$

**Cuadro 14. Cálculo de OEE**

Tasa de disponibilidad	92%
Tasa de rendimiento	90%
Tasa de calidad	85%
<b>OEE</b>	<b>70%</b>

Fuente: Elaboración propia, 2014.

El valor de la OEE permite clasificar la línea de producción de la tintorería con respecto a las mejores de su clase y que han entrado en la excelencia, ver cuadro 15.

**Cuadro 15. Escala de eficiencia del indicador OEE**

Zona	Rango	Características
A	OEE > 95% Excelencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valores de Clase Mundial</li> <li>• Excelente competitividad</li> </ul>
B	85% < OEE < 95% Buena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entra en valores Clase Mundial</li> <li>• Buena competitividad.</li> </ul>
C	75% < OEE < 85% Aceptable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligeras pérdidas económicas</li> <li>• Competitividad ligeramente baja</li> </ul>
D	65% < OEE < 75% Regular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceptable solo si está en proceso de mejora</li> <li>• Pérdidas económicas</li> <li>• Baja competitividad</li> </ul>
E	OEE < 65% Inaceptable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se producen importantes pérdidas económicas</li> <li>• Muy baja competitividad</li> </ul>

Fuente. Nakajima, Seiichi (1991). Introducción al TPM. España

La productividad total (Pt) que sirve de referencia para evaluar el proceso, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Pt = fp \times OEE$$

Donde el factor de producción (fp) es el tiempo calendario efectivo de operación (Collantes, 2005). Un indicador alternativo y útil es la tasa de rendimiento sintético, TRS (Collantes, 2005).

b) Calidad. El indicador FTT, siglas del inglés First Time Through (“bien a la primera vez”), determina los productos conformes que atraviesan las operaciones (Altelino, 2004).

El indicador FFT comprende las operaciones del proceso, excluye la preparación, por ejemplo para una línea de teñido se tiene:

FFT=%calidad(teñido x hidroextrac x secado x compact x embalaje)

$$\text{FFT} = (0.85 \times 0.90 \times 0.85 \times 0.90 \times 0.90) \times 100$$

$$\text{FFT} = 52.67\%$$

Lo que significa que 53% de los rollos teñidos no se reprocesaron y se despacharon sin problemas. El reproceso puede ser simple o complejo, pero implica que el material debe volver a máquina.

c) Servicio. Un indicador útil es fabricación según programa, BTS por las siglas en inglés Build to Schedule. También se puede usar el indicador plazo medio de entrega (Altelino, 2004)

BTS sirve para controlar el programa de producción; verifica la producción correcta por día, en la secuencia requerida. Se recomienda la medición mensual del indicador (Bariani, 2006).

En el cuadro 16 se presenta un ejemplo de productos programados contra los productos producidos un día N.

**Cuadro 16. Datos para el cálculo del indicador BTS**

Programado		Producido	
Secuencia	Cantidad	Secuencia	Cantidad
1	14	1	14
2	14	2	14
3	8	3	8
4	8	4	8
5	10	5	10
6	14	6	8
7	14	7	10
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>Total</b>	<b>72</b>

Fuente. Elaboración propia. 2014

(A) unidades programadas: 82

(B) unidades producidas: 70

(C) unidades producidas dentro del mix: 52

(D) unidades producidas en la secuencia y frecuencia correcta: 52

$$\text{Volumen (\%)} = (B/A) \times 100 = (70/82) \times 100 = 85$$

$$\text{Mix (\%)} = (C/\text{menor entre A y B}) = (52/70) \times 100 = 74$$

$$\text{Secuencia (\%)} = (D/C) \times 100 = (52/52) \times 100 = 100$$

$$\text{BTS (\%)} = (\text{Volumen} \times \text{Mix} \times \text{Secuencia}) \times 100$$

$$\text{BTS (\%)} = (0.85 \times 0.74 \times 1.0) \times 100 = 63 \%$$

Cuando la tendencia del indicador aumenta es signo de mejora y cumplimiento del programa de producción (Altelino, 2004).

d) Tiempo. La eficiencia de ciclo (EC) es el indicador de velocidad por excelencia, mide el ratio de valor añadido, es decir, el cociente entre el tiempo de valor agregado – VAT, y el tiempo de proceso – TLT La fórmula del indicador EC es:

$$EC = VAT / TLT$$

Utilizando la fórmula anterior, con datos de ejemplo, se obtiene:

$$EC = 31.57 / 53.14 = 0.5941$$

(Rajadell, 2010)

Del resultado se puede afirmar que 40.59 % del tiempo se utiliza en actividades que no agregan valor al producto. La variación de este indicador es más lenta porque depende de la organización de la producción. La frecuencia de medición debe ser mensual.

**2.3.8 Los servicios de tintorería y la generación de valor.** El objetivo de una tintorería es utilizar recursos a través de una secuencia ordenada de pasos, para obtener un producto que satisface las necesidades del cliente, sea este interno o externo.

Durante la rutina de trabajo, las operaciones se desarrollan en ciclos, solo un análisis del estado actual permite reconocer las actividades productivas que añaden valor y otras que son pérdidas de recursos.

El desperdicio será entonces el conjunto de estas actividades no necesarias, por ejemplo, inspecciones repetidas o transportes que impliquen tiempo y retrasen toda la secuencia productiva.

Si la percepción del cliente es mayor de lo que esperaba, esta fue exitosa. Si la percepción del cliente menor que su expectativa, el cliente está insatisfecho. Si la percepción del cliente es igual a la expectativa, hay indiferencia del cliente (Verguío, 2013).

Cuando una tintorería textil crea valor en los servicios es una empresa confiable para los clientes. La empresa sostiene una ventaja competitiva optimizando capacidades y los recursos.

El valor se crea mediante la satisfacción del servicio. Interviene las variables percepción del servicio (P) y la expectativa del servicio (E). En términos aritméticos puede representarse por:

Si $P - E > 0$ ó $P > E$	Exitoso
Si $P - E < 0$ ó $P < E$	Insatisfacción
Si $P - E = 0$ ó $P = E$	Indiferencia

(Pancorvo, 2008).

Toda empresa textil debe enfrentar a las cinco fuerzas competitivas en el sector industrial, puede elegir una de las tres estrategias:

1. Liderazgo General en Costos.
2. Diferenciación.
3. Enfoque o Alta Segmentación.

El liderazgo de costos consiste en convertir las empresas en fabricantes de costo bajo, es la estrategia de aplicación común en el sector textil para los servicios de tintorería (Vásquez ,2011).

La estrategia de liderazgo de costos es elegida por lo siguiente:

- El mercado tiene clientes sensibles a los precios.

- Escasas posibilidades de lograr la diferenciación del producto.
- A los clientes no les importa las diferencias de marca.
- Gran número de clientes con capacidad de negociación.

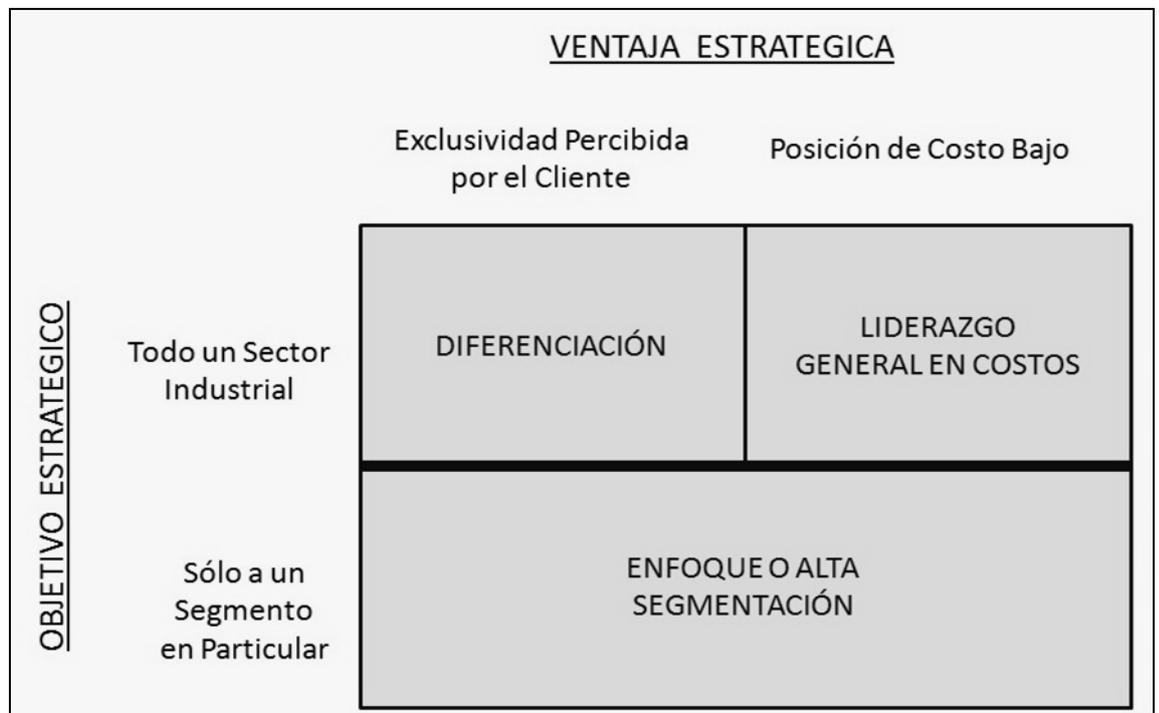


Figura 22. **Estrategias competitivas genéricas.**

Fuente. Vásquez, Diego. (2011) Estrategias genéricas.

El liderazgo de costos consiste en convertir las empresas en fabricantes de costo bajo, es la estrategia de aplicación común en el sector textil para los servicios de tintorería (Vásquez ,2011).

La estrategia de liderazgo de costos es elegida por lo siguiente:

- El mercado tiene clientes sensibles a los precios.
- Escasas posibilidades de lograr la diferenciación del producto.
- A los clientes no les importa las diferencias de marca.
- Gran número de clientes con capacidad de negociación.

Ante el incremento de los costos laborales cada vez más empresas optan por dar a terceros tareas que no forman parte del centro de su negocio. Hoy todo, o casi todo, es "tercerizable" (Novoa, 2011).

La tercerización de servicios textiles permite a un tercero realizar una operación que tendría que ejecutar internamente. En la subcontratación, la función delegada se proporciona sobre las operaciones en curso.

Ventajas de la tercerización de los servicios de tintorería.

Beneficios operativos:

- Recursos humanos calificados sin costos adicionales.
- Sistema de producción flexible, menos espacio de trabajo.
- Disminución de costos fijos.
- Tiempo para enfocar actividades prioritarias del negocio

Beneficios Económicos:

- Potencial reducción de los costos.
- Control de los costos de la gestión de la infraestructura.
- No existe riesgo sobre desviaciones presupuestarias.
- Convertir costos fijos en costos variables.

Beneficios Estratégicos:

- Dedicación del personal a procesos núcleo del negocio.
- Mejora de calidad de los procesos.
- Adaptación al cambio y aumento de la flexibilidad.
- Relación temporal y sin compromiso.

Las desventajas de tercerizar son:

- Un funcionamiento sin fricciones exige entornos de mayor cooperación que la típica relación proveedor-cliente.
- Requiere encuentros periódicos para el control del producto.
- Análisis costo-beneficio para evitar costos ocultos.

(Lecuona, 2013).

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

**3.1 Tipo de investigación.** La investigación es del tipo explicativa. “Los estudios explicativos, como su nombre lo indica, explican las razones y las condiciones para el desarrollo de un fenómeno, así como las relaciones entre dos o más variables que intervienen en el evento”. (Hernández, S., Fernández, C. & Baptista P., 2003, p.126)

En la presente investigación se aplica la técnica mapa de flujo de valor, asociada al análisis de brechas, para optimizar el sistema de gestión de operaciones en un sistema. Además se analizan variables involucradas en las operaciones y el impacto en el proceso productivo. Por lo tanto, la investigación tiene carácter exploratorio. (Hernández, et al. 2003).

**3.1.1 Estrategia de investigación.** La estrategia aplicada es la casuística, la investigación desarrolla un estudio detallado sobre un caso particular, se analiza la unidad elegida para responder al problema planteado, probar las hipótesis y desarrollar teorías.

Tiene las siguientes ventajas:

- Estudio de la unidad elegida de manera integral y sistémica.
- Comprensión de la naturaleza y complejidad del tema.
- El producto de la investigación enriquece la teoría y ofrece alternativas viables para conducir nuevas investigaciones.

**3.1.1.2 Métodos de investigación.**

- Método analítico, explica los factores que afectan los resultados.
- Método de síntesis, resultados se relacionan con el problema.

**3.2 Diseño de la investigación.** La investigación tiene un diseño experimental con enfoque cuantitativo, se realizan mediciones en periodos de tiempo para analizar las tendencias de las variables en el sistema con el empleo de diagramas y estadísticos.

Los cambios se inducen por la manipulación intencional de factores en las variables de entrada para analizar los efectos sobre variables dependientes de un sistema.

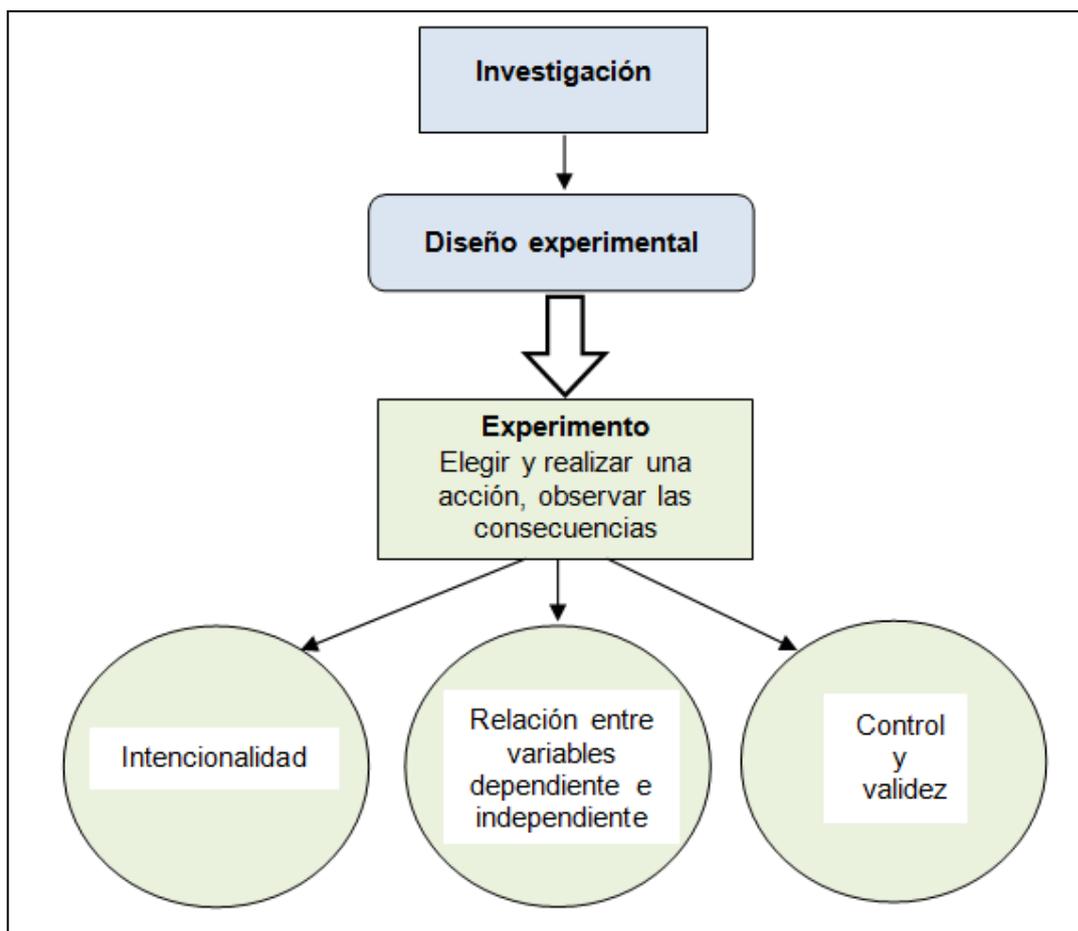


Figura 23. **Diseño de la investigación.**

Fuente. Elaboración propia. 2014

El diseño de la investigación plantea tres pasos a realizar:

1º Medición inicial de la variable dependiente a investigar

(pre-test):  $O_1$  = Productividad inicial

2º Aplicación de la variable independiente a la muestra en estudio:  $X$  = Mapa de flujo de valor (VSM)

3º Nueva medición de la variable dependiente a investigar

(post-test):  $O_2$  = Productividad final

Utilizando el esquema  $O_1 \times O_2$ , el diseño de la investigación se presenta de forma gráfica en la figura 24.

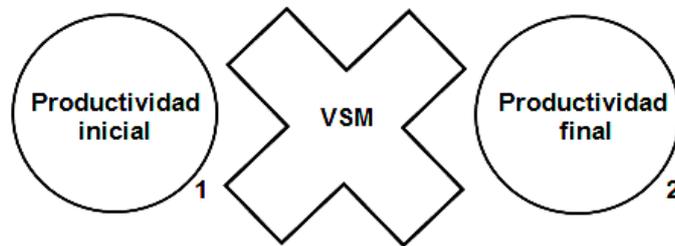


Figura 24. **Esquema pre-test y post-test con serie de tiempo**

Fuente. Elaboración propia. 2014

La figura 25 presenta el esquema del diseño experimental.

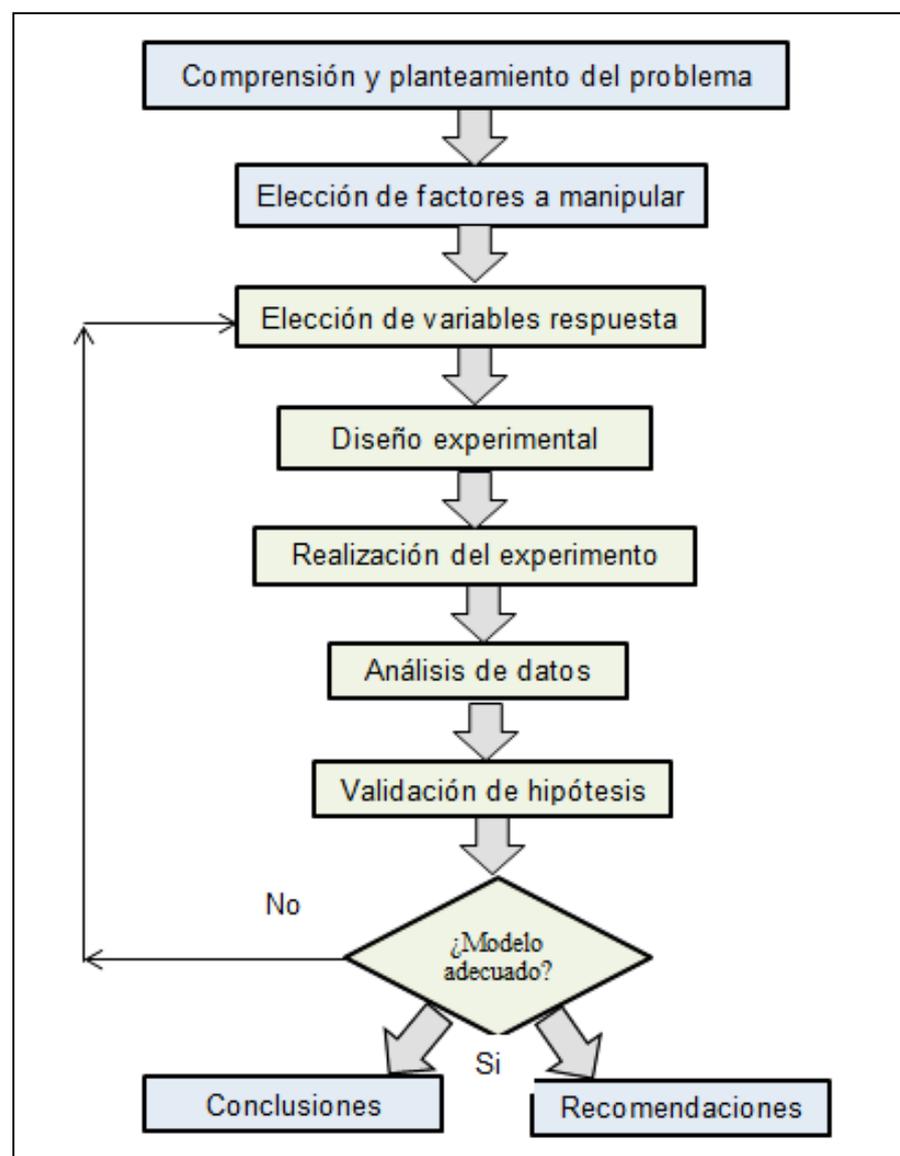


Figura 25. **Esquema de diseño experimental**

Fuente. Elaboración propia – 2014

Se plantea realizar un estudio longitudinal, debido a la existencia de medidas repetidas (más de dos) a lo largo del plan de optimización del sistema. Se realizan mediciones únicas en tiempos únicos, durante el periodo de la investigación.

**3.3 Unidad de análisis.** La unidad de análisis está conformada por las tintorerías locales. La tintorería es una empresa que producen productos discretos en serie. La configuración de las tintorerías está conformada por líneas de flujo desconectadas, donde los lotes de productos son fabricados en un número limitado de rutas identificables.

Las estaciones individuales entre las líneas no están alimentadas por un sistema rítmico de flujo de materiales. Consecuentemente, se acumula inventario entre las estaciones de trabajo.

**3.4 Universo.** El universo está conformado por las tintorerías textiles locales de Lima Metropolitana que operan con el sistema discontinuo de teñido por agotamiento. El universo se caracteriza por la fabricación de productos por lotes. El pedido de producción está conformado por uno o más lotes (partidas) de producción.

La materia prima puede ser fibra, hilo, piezas o prendas. El tipo de fibra textil puede ser de celulosa, p.e. algodón; poliéster, p.e. Dacron; proteína, p.e. lana; poliamida, p.e. Nylon 66; o poliacrílica, p.e. Dralón. Todas estas fibras son de mayor comercialización en el mercado local.

**3.5 Tamaño de muestra.** La muestra es una tintorería de tamaño medio, procesa de (120-150) TN mensuales de material textil. A juicio del investigador la tintorería a elegir debe cumplir los siguientes requisitos:

- Tener experiencia de más de 10 años en producción.
- Poseer una sección de control de calidad.
- Cumplir las obligaciones laborales básicas de los trabajadores.
- Producir en base a pedidos de los clientes.

Es conveniente realizar un pacto de reserva de tintorería en estudio para resguardar información interna de las operaciones.

**3.6 Selección de muestra.** Para seleccionar la muestra se ha aplicado la técnica de muestreo no probabilístico de un caso típico representativo. Un criterio adicional fue definir la presentación de la materia prima. Normalmente se comercializan piezas tubulares de tejido de punto, con peso promedio de 20 kg por pieza. El peso de pieza está definido por estándares de producción de las máquinas de tejeduría.

Tanto la producción de prendas para comercialización local, así también las prendas para la exportación, están constituidas en más del 50% por tejido de punto de algodón y de algodón/poliéster.

La empresa textil seleccionada está ubicada en la zona industrial este de Lima Metropolitana, cumple con todas las premisas de selección. Por un pacto de confidencialidad será denominada tintorería ST-01.

**3.7 Matriz de consistencia.** La matriz de consistencia facilita tener una visión general de la investigación, permite ubicar las actividades que se plantean como necesarias para cumplir el objetivo del estudio.

El cuadro 17 ilustra la matriz de consistencia para la presente investigación. La matriz de consistencia permite observar la lógica interna de la propuesta de estudio. Sirve para validar la cohesión, firmeza y solidez de las partes que constituyen la investigación.

**3.8 Operacionalización de las variables.** Tiene la finalidad transformar conceptos abstractos en empíricos, susceptible de medición por medio de un instrumento. Así se minimiza la posibilidad de errores en un proceso de investigación, otorgando validez a las conclusiones. Los cuadros 18 y 19 presentan los procedimientos para la medición de las variables de investigación.

Cuadro 17. Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Justificación	Hipótesis	Dimensión	Variable independiente y variable dependiente	Indicadores
¿Cómo optimizar el sistema de gestión de operaciones de una tintorería para incrementar la productividad?	Optimizar el sistema de gestión de operaciones en una tintorería a través del uso eficiente del mapa de flujo de valor y el análisis de brechas.	La actual gestión de operaciones basada en el estudio científico, con un pensamiento autoritario, reduccionista y mecanicista, limita el incremento de la productividad.	El sistema de gestión de operaciones se optimiza con el uso del mapa de flujo de valor.	Rendimiento	V.I. - H.S. N°1: VSM V.D.- H.S. N°1: Sistema de gestión de operaciones	Ind.V.I – H.P.: OEE <sub>t</sub> Ind.V.D. - H.P: Productividad
¿De qué manera la eficiencia operativa establece el estado del proceso productivo?	Establecer el estado del proceso a partir del análisis la eficiencia operativa.		El estado del proceso se establece analizando la eficiencia operativa.	Eficiencia	V.I. - H.S. N°1: Eficiencia V.D.- H.S. N°1: Estado del proceso	Ind.V.I. -H.S. N°1: OEE <sub>G</sub> Ind.V.D. - H.S. N°1: Escala de eficiencia
¿Cómo influye la cantidad de productos aprobados en la importancia del registro de calidad?	Validar el registro de calidad con la cantidad de los productos aprobados.		El registro de calidad se valida con la cantidad de productos aprobados.	Calidad	V.I. - H.S. N°2: Productos aprobados V.D.- H.S. N°2 : Registros de calidad	Ind.V.I.-H.S. N°2: FTT Ind.V.D.- H.S.N°2: % Reprocesos
¿Cómo impacta el programa de producción en el servicio al cliente?	Controlar el programa de producción para cumplir con el servicio al cliente.		El servicio al cliente depende significativamente del programa de producción.	Servicio	V.I. - H.S. N°3: Programa de producción V.D. - H.S. N°3. Servicio al cliente	Ind.V.I.-H.S.N°3: BTS Ind.V.D -H.S.N°3: Ratio de despacho
¿Por qué las actividades que no agregan valor aumentan el tiempo de producción?	Identificar las actividades que no agregan valor <b>con el fin de</b> reducir el tiempo de producción.		El tiempo de producción disminuye considerablemente eliminando actividades que no agregan valor.	Tiempo	V.I. - H.S. N°4: Actividades que no agregan valor V.D. - H.S. N°4: Tiempo de producción	Ind.V.I.-H.S.N°4: EC Ind.V.D.-H.S.N°4: Tiempo de fabricación

Donde: Variable independiente= V.I. / Variable dependiente = V.D.

Fuente. Elaboración propia, 2014.

Cuadro 18. Operacionalización de las variables dependientes

		<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Estadísticos Descriptivos</b>	<b>Estadísticos inferenciales</b>
<b>Variable dependiente principal</b>	<b>Sistema de gestión de operaciones</b>	Productividad (Pt)	Porcentaje (0-100)	- Desviación estándar - Dispersión - Varianza - Regresión	- Normalidad - Rachas - Homogeneidad - Signos
<b>Variable dependiente específica N°1</b>	<b>Estado el proceso</b>	Escala de rendimiento (ER)	Escala (1-4)	- Regresión	- Normalidad - Rachas - Homogeneidad - Signos
<b>Variable dependiente específica N°2</b>	<b>Registro de calidad</b>	Reprocesos (Rpr)	Porcentaje (0-100)	- Desviación estándar - Varianza - Dispersión - Regresión	- Normalidad - Rachas - Homogeneidad - Signos
<b>Variable dependiente específica N°3</b>	<b>Servicio al cliente</b>	Ratio de despacho (RD)	Porcentaje (0-100)	- Desviación estándar - Varianza - Dispersión - Regresión	- Normalidad - Rachas - Homogeneidad - Signos
<b>Variable dependiente específica N°4</b>	<b>Tiempo de proceso</b>	Tiempo de fabricación (LT)	Tiempo (horas)	- Desviación estándar - Varianza - Dispersión - Regresión	- Normalidad - Rachas - Homogeneidad - Signos

Fuente. Elaboración propia, 2014.

**Cuadro 19. Operacionalización de las variables independientes**

		<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Estadísticos descriptivos</b>	<b>Estadísticos inferenciales</b>
<b>Variable independiente principal</b>	<b>VSM</b>	Eficiencia de teñido (OEEt)	Porcentaje (0-100)	- Desviación estándar - Dispersión - Varianza - Regresión	- Normalidad - Rachas - Homogeneidad - Signos
<b>Variable independiente específica N°1</b>	<b>Eficiencia operativa</b>	Eficiencia de las instalaciones (OEEg)	Porcentaje (0-100)	- Desviación estándar - Dispersión - Varianza - Regresión	- Normalidad - Rachas - Homogeneidad - Signos
<b>Variable independiente específica N°2</b>	<b>Productos conformes</b>	Productos bien a la primera (FFT)	Porcentaje (0-100)	- Desviación estándar - Dispersión - Varianza - Regresión	- Normalidad - Rachas - Homogeneidad - Signos
<b>Variable independiente específica N°3</b>	<b>Programa de producción</b>	Fabricación según programa (BTS)	Porcentaje (0-100)	- Desviación estándar - Dispersión - Varianza - Regresión	- Normalidad - Rachas - Homogeneidad - Signos
<b>Variable independiente específica N°4</b>	<b>Tiempo de proceso</b>	Tiempo de fabricación (LT)	Tiempo (horas)	- Desviación estándar - Dispersión - Varianza - Regresión	- Normalidad - Rachas - Homogeneidad - Signos

Fuente. Elaboración propia, 2014.

**3.9 Técnica de recolección de datos.** La recolección de datos se realizó mediante visitas al local de producción, se realizaron entrevistas a los responsables técnicos sobre la organización de las operaciones.

Las fuentes de información fueron:

a) Fuentes primarias:

- Observación.
- Cuestionario.

b) Fuentes secundarias

- Reportes de consumo de materiales.
- Reportes de inventarios de producción.
- Reportes de programa y de seguimiento de producción
- Registro de movimientos del almacén de despacho.
- Reportes de control de calidad.
- Hoja de ruta de productos.
- Registros de mantenimiento.

Los datos recolectados se enfocaron a una familia de productos y el proceso productivo correspondiente. Se clasificaron los datos relativos a las operaciones, máquinas, tiempos, información y otros recursos.

Los datos de los formatos existentes fueron revisados, en algunos casos se colocaron columnas adicionales para la recoger información adicional. Para el almacenamiento de datos se utilizaron:

- Hojas de cálculo Excel 2010.
- Base de datos del programa SPSS versión 22.
- Registros de Word 2010.

**3.10 Técnicas de análisis de la información.** Los supuestos básicos de la estadística, que permite contrastar hipótesis referidas a algún parámetro, es el cumplimiento de normalidad y el uso de muestreo aleatorio. De acuerdo al tipo de información se emplearán las técnicas estadísticas de análisis.

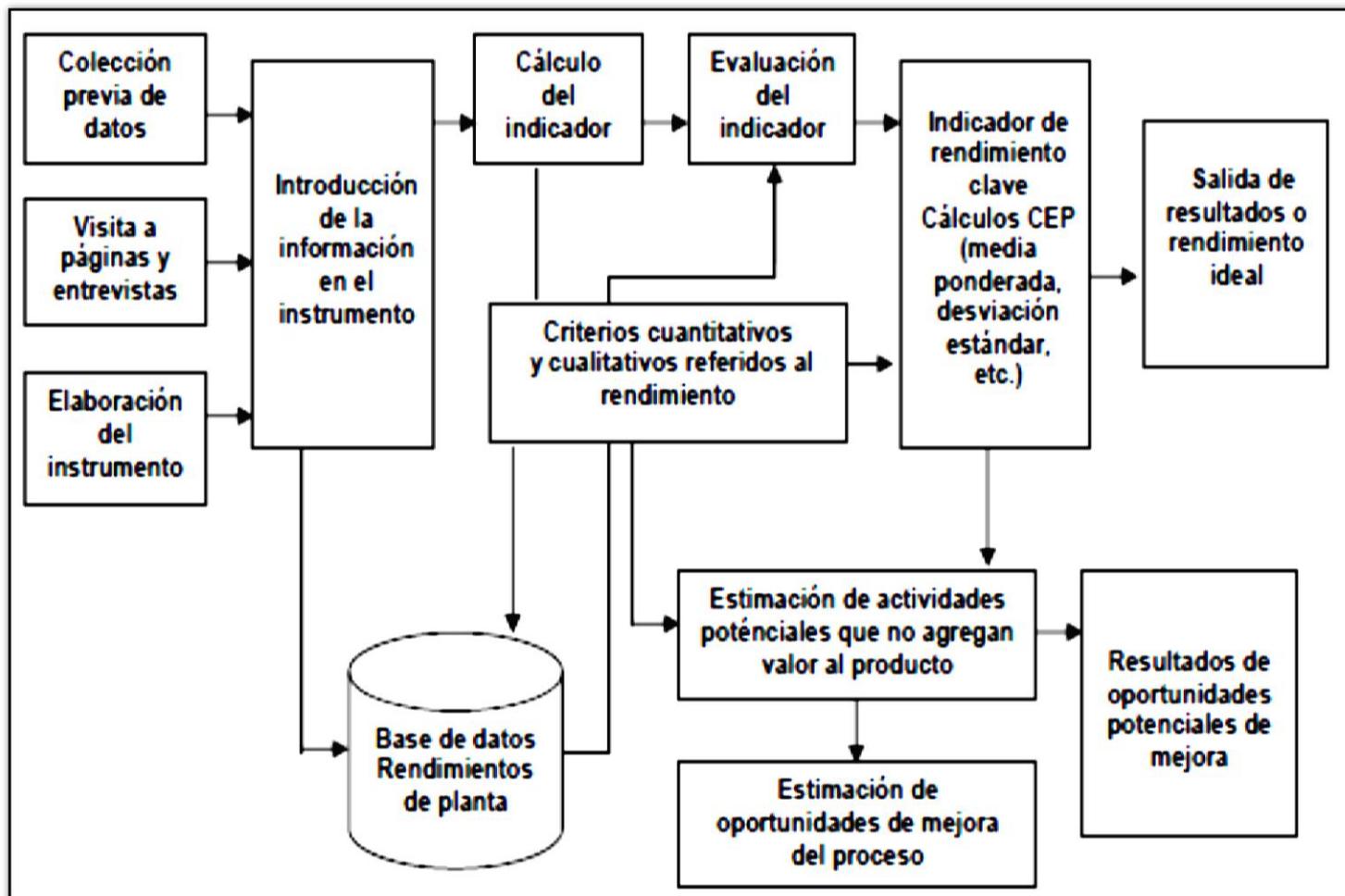


Figura 26. **Fases de recolección y procesamiento de los datos**

Fuente: Elaboración propia, 2014

**3.10.1 Pruebas estadísticas para verificar las hipótesis.** La elección del tipo de prueba está en función a las condiciones paramétricas de las variables como distribución normal, valores cuantitativos, varianzas similares y tamaño de muestra.

Cuando los requisitos paramétricos no se cumplen es recomendable el uso alternativo de pruebas no paramétricas. Las pruebas no paramétricas son pruebas estadísticas que tienen en común la ausencia de supuestos sobre la ley de probabilidades que sigue la población de donde procede la muestra.

Las pruebas no paramétricas tienen las siguientes características:

1) única alternativa para tamaño pequeño de muestra, menor a 30

datos; 2) aplican a datos jerarquizados; 3) usar cuando dos muestras provienen de distintas poblaciones; y 4) útiles para nivel de significación especificado previamente (Berlanga, 2012).

**Cuadro 20. Pruebas paramétricas y su alternativa no paramétrica**

Muestra	Prueba paramétrica	Prueba no paramétrica
<b>Muestras relacionadas</b>		
2 muestras	t-student	Wilcoxon
> 2 muestras	ANOVA	Friedman
<b>Muestras independientes</b>		
2 muestras	t-student	U de Mann-Whitney
> 2 muestras	ANOVA	Kruskal-Walls

Fuente. Berlanga, Vanesa (2012). Clasificación de pruebas no paramétricas.

Las pruebas paramétricas tienen más potencia estadística que las pruebas no paramétricas. Una prueba paramétrica tiene mayor capacidad para conducir a un rechazo de la hipótesis nula,  $H_0$ .

**Cuadro 21. Principales pruebas estadísticas no paramétricas**

Variable dependiente	Una muestra (bondad de ajuste)	Muestras relacionadas		Muestras independientes	
		2 muestras	>2 muestras	2 muestras	>2 muestras
Nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Binomial</li> <li>• Chi-cuadrado</li> <li>• Rachas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• McNemar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cochran</li> </ul>	-	-
Ordinal / Intervalo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolmogorov-Smirnov</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signos de Wilcoxon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Friedman</li> <li>• Kendall</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rachas de Wald-Wolfowitz</li> <li>• U de Mann-Whitney</li> <li>• Moses</li> <li>• Kolmogorov-Smirnov</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediana</li> <li>• Kruskal-Wallis</li> <li>• Jonckheere-Terpstra</li> </ul>

Fuente. Berlanga, Vanesa (2012). Clasificación de pruebas no paramétricas

El valor de significancia de una prueba paramétrica es menor al valor asociado a su equivalente no paramétrica ejecutada con los mismos datos. Pero las pruebas no paramétricas son más robustas, son válidas en un rango amplio de situaciones.

El coeficiente de correlación es un valor numérico para estimar el grado de ajuste y relación entre dos variables. Los usados son:

- Coeficiente paramétrico de Pearson, infiere sus resultados a la población real, la cual debe tener distribución normal.
- Coeficiente no paramétrico de Spearman, no requiere distribución conocida, en todo caso libre.

Ambos coeficientes de correlación tienen interpretación similar, se debe tener en cuenta el tipo de variables a correlacionar y el requisito de normalidad. El cuadro 22 presenta el nivel y tipo de correlación y es aplicable en rangos positivos como negativos.

**Cuadro 22. Nivel y tipo de correlación**

Nivel de correlación	Tipo de correlación
0 – 0.2	Mínima
0.2 - 0.4	Baja
0.4 – 0.6	Moderada
0.6 – 0.8	Fuerte
0.8 – 1	Muy fuerte

Fuente. Giorgio B., Paulina (2012). Guía de Asociación entre variables.

La verificación de una hipótesis está asociada con el concepto estadístico nivel de significación de una prueba estadística. El nivel de significación es representado por el símbolo griego  $\alpha$ .

Si la prueba de contraste proporciona un valor  $p$  inferior a  $\alpha$ , la hipótesis nula es rechazada, tal resultado es 'estadísticamente significativo'. A menor nivel de significación, más fuerte es la evidencia de que un hecho no se debe al azar. En algunas situaciones se expresa la significación estadística como  $(1 - \alpha)$ .

Cuando se interpreta una significación dada, la hipótesis se está probando estadísticamente. La regla estadística en la presente

investigación fija la significancia en 0.05, límite para aceptar o rechazar la hipótesis nula,  $H_0$ .

### **3.10.2 Pruebas estadísticas para validar los instrumentos.**

**3.10.2.1 Cuestionario organizacional.** Para validar los datos recogidos por el cuestionario organizacional se empleará la prueba de confiabilidad alpha de Crombach, del programa SPSS. Cuanto más cerca se encuentre el valor del alfa a 1 mayor es la consistencia interna de los ítems analizados.

**3.10.2.2 Indicadores de desempeño.** Los indicadores se graficarán en función a los intervalos de tiempo del Plan maestro. Las tendencias se calculan con un análisis de regresión, se acompañan el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) en el gráfico respectivo.

## **3.11 Interpretación de la información**

**3.11.1 Análisis del cuestionario.** La organización del trabajo en el proceso de tintorería se caracteriza con el cuestionario desarrollado por Cuatrecasas (2005). El cuestionario describe el estado de la gestión de operaciones en la tintorería en estudio.

**3.11.2 Análisis de los indicadores de las variables.** La medición de los indicadores se realiza en intervalos de tiempo, fijados por el plan maestro. El seguimiento de los indicadores sirve para monitorear las actividades del plan de optimización. La interpretación de los resultados permite realizar acciones preventivas y correctivas del plan de optimización.

**3.11.3 Mapa de flujo de operaciones.** El mapa de flujo de operaciones muestra una lista ordenada de operaciones, que va de arriba hacia abajo. Presenta de manera gráfica las operaciones del proceso productivo de la tintorería. En el

diagrama de flujo describe la secuencia de operaciones del proceso.

**3.11.4 Mapa de flujo de valor.** Para la elaboración del mapa actual de flujo de valor con los indicadores asociados, se precisó de toda la información recogida y analizada en un momento fijo.

Para desarrollar el mapa futuro de flujo de valor se aplicó la metodología de Robert C. Camp para el análisis de brechas:

1. Determinar la brecha de desempeño actual.
2. Proyectar los niveles de desempeño futuros.

El mapa futuro de flujo de valor, es un mapa visionario donde se describen modificaciones viables en el nivel operativo y los niveles de desempeño posibles de alcanzar. Sirve de guía para plantear el plan maestro de optimización. El software gráfico Smartdraw CI se utilizó para dibujar los mapas de flujo de valor.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Diagnostico de la tintorería en estudio

**4.1.1 Estructura organizativa.** La tintorería ST01 es una empresa de tamaño medio, dedicada al teñido y acabado de telas. La figura 27 presenta el organigrama funcional de la empresa.

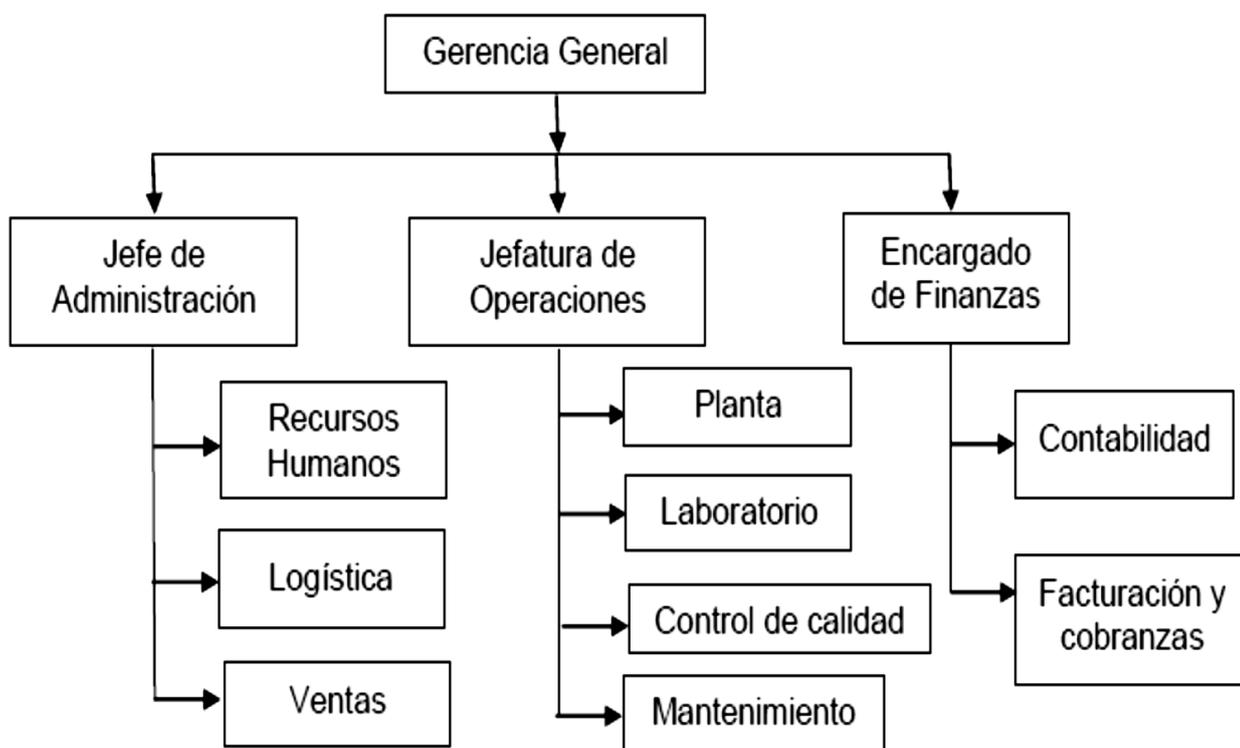


Figura 27. **Organigrama de la empresa ST01.**

Fuente. Recursos Humanos ST01, 2014.

**Gerencia general.** La gerencia general es la encargada de planear y desarrollar metas, a corto y largo plazo junto con objetivos anuales.

**Jefatura de Administración.** La jefatura de administración está encargada de la planeación, organización, dirección y control de

las actividades de la empresa ST01. Se subdivide en tres departamentos:

- Recursos Humanos.
- Logística.
- Ventas.

**Jefatura de operaciones.** Planifica y coordina el trabajo del personal, normaliza las labores, toma decisiones operativas. Para cumplir con sus funciones se subdivide en cuatro secciones:

- Planta de producción.
- Laboratorio. .
- Control de calidad.
- Mantenimiento.

**Encargado de finanzas.** La jefatura de finanzas es la encargada del manejo financiero de la empresa ST01 para lo cual tiene a su cargo dos secciones:

- Contabilidad.
- Facturación y Cobranzas.

Los servicios que ofrece la tintorería ST01 a sus clientes, están diferenciados en dos categorías: el servicio principal el teñido de telas para la confección de prendas de vestir. Los productos tienen un valor agregado, tanto en propiedades y calidad del producto, la suavidad, la textura, estabilidad dimensional, resistencia a la luz, al lavado.

La empresa ST01 recibe los rollos telas sin procesar, realiza el proceso de teñido y acabado según las especificaciones de la ficha técnica proporcionada por el cliente.

La empresa ST01 tiene servicios complementarios para las variadas necesidades de sus clientes, como perchado, lijado, compactado y termo fijado. El tiempo que demandan estas operaciones de acabado varían de acuerdo al tamaño del lote..

**4.1.2 Mapa de gestión de procesos.** La tintorería ST01 tiene un conjunto de actividades interrelacionadas que transforman materia prima (tela cruda) en producto (tela acabada). El propósito es ofrecer al cliente un servicio de calidad. El resultado de los procesos depende del uso eficiente de los recursos disponibles.

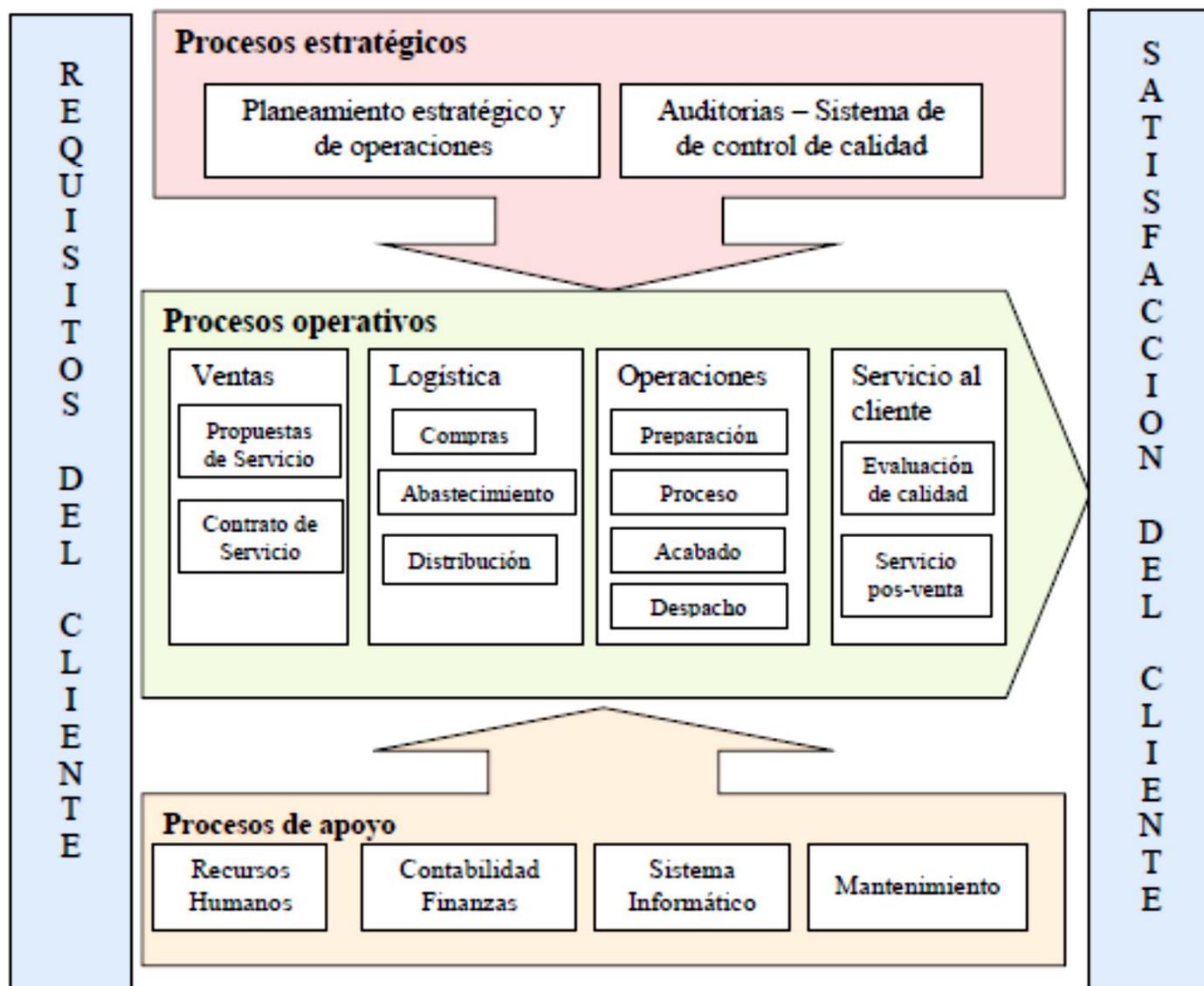


Figura 28. Mapa de gestión de procesos de la tintorería ST01  
Fuente. Elaboración propia. Julio, 2015.

**4.1.3 Operaciones de la planta de tintorería.** La tintorería ST01 realiza operaciones en serie de productos discretos, con una configuración de líneas de flujo desconectadas, los lotes son fabricados en un número limitado de rutas. Las estaciones no

están conectadas por un sistema rítmico de materiales, se acumulan inventario entre las estaciones (Serrano, I. 2007).

El personal de planta consta de 60 operarios, distribuidos en dos turnos de trabajo. El personal técnico incluye nueve técnicos, realizan el control de las especificaciones del proceso de teñido.

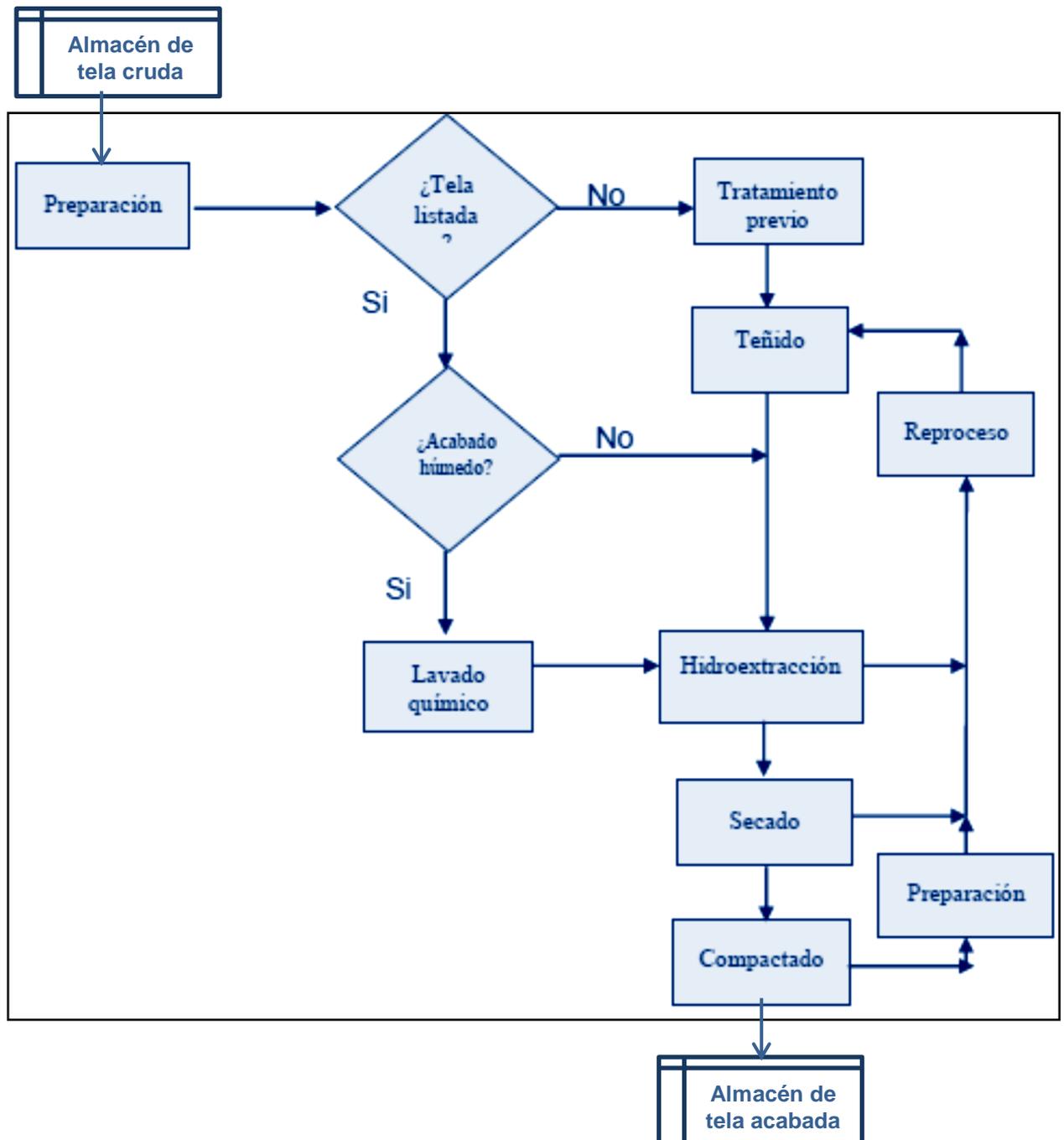


Figura 29. Diagrama del proceso de teñido.

Fuente. Tintorería ST01. 2015

a) Preparación. La preparación se realiza en el almacén. Cada lote se idéntica con un código de producción. El lote consta de 8-10 rollos de tela. Se preparan cuerdas con unión de rollos, de acuerdo a la capacidad de la máquina de teñido. El orden de la preparación de lotes está definido por el programa de producción.



Figura 30. **Máquina de preparación de telas**

Fuente: Tintorería ST01 - 2015.

b) Teñido. El lote es cargado en la máquina de teñido. El tiempo de proceso varía según el tipo de teñido. El proceso es semi automático, se realiza manualmente la carga/descarga de la tela.



Figura 31. **Máquina overflow de teñido**

Fuente: Tintorería ST01 - 2015.

La figura 32 presenta la secuencia del teñido simultáneo de telas de poliéster- algodón con colorantes directos y dispersos.



Terminado el proceso de teñido, la tela teñida se descarga en contenedores de fibra de vidrio.

c) **Hidroextracción.** Consiste realizar el paso de la tela teñida entre rodillos para eliminar el agua remanente del teñido. En esta operación se aplican productos químicos con el propósito de mejorar el tacto, la suavidad u otro requerimiento del cliente.

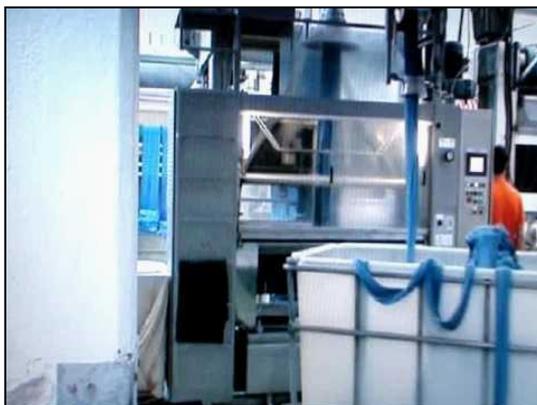


Figura 33. **Máquina de hidroextracción**

Fuente: Tintorería ST01 - 2015.

Las operaciones de acabado son etapas donde la tela teñida termina por eliminar el agua remanente de las operaciones anteriores hasta el 10% - 20% en peso.

d) **Secado.** El proceso de secado de materiales textiles, comúnmente se realiza mediante la transferencia de calor, por contacto directo con aire caliente. Estos procesos se caracterizan por un alto consumo de energía para el secado el material.



Figura 34. **Secadora continua.**

Fuente Tintorería ST01, 2015.

Las secadoras poseen 2 o 3 cámaras con circulación de aire caliente. El proceso de secado se controla con la velocidad de la banda transportadora y con la temperatura del aire caliente.

e) Perchado. El tercer hilo de tejidos de punto, como la franela, es cepillado por tambores con guarniciones. Las máquinas de perchado proporcionan una acción suave, rompen el hilo flotante, sin causar daño a las fibras. Los hilos perchados forman una pelusa que cambia el aspecto y la textura del revés del tejido.



Figura 35. **Perchadora**

Fuente. Tintorería ST01 - 2015.

e) Compactado. El compactado tiene el propósito de eliminar las arrugas de la superficie de la tela, darle el ancho requerido a la tela y estabilidad dimensional, según especificaciones del cliente.



Figura 36. **Compactadora tubular**

Fuente Tintorería ST01 - 2015.

La figura 37 presenta la distribución presente de las estaciones de trabajo de la tintorería ST01. Todos los tipos de teñido tienen rutas constantes.

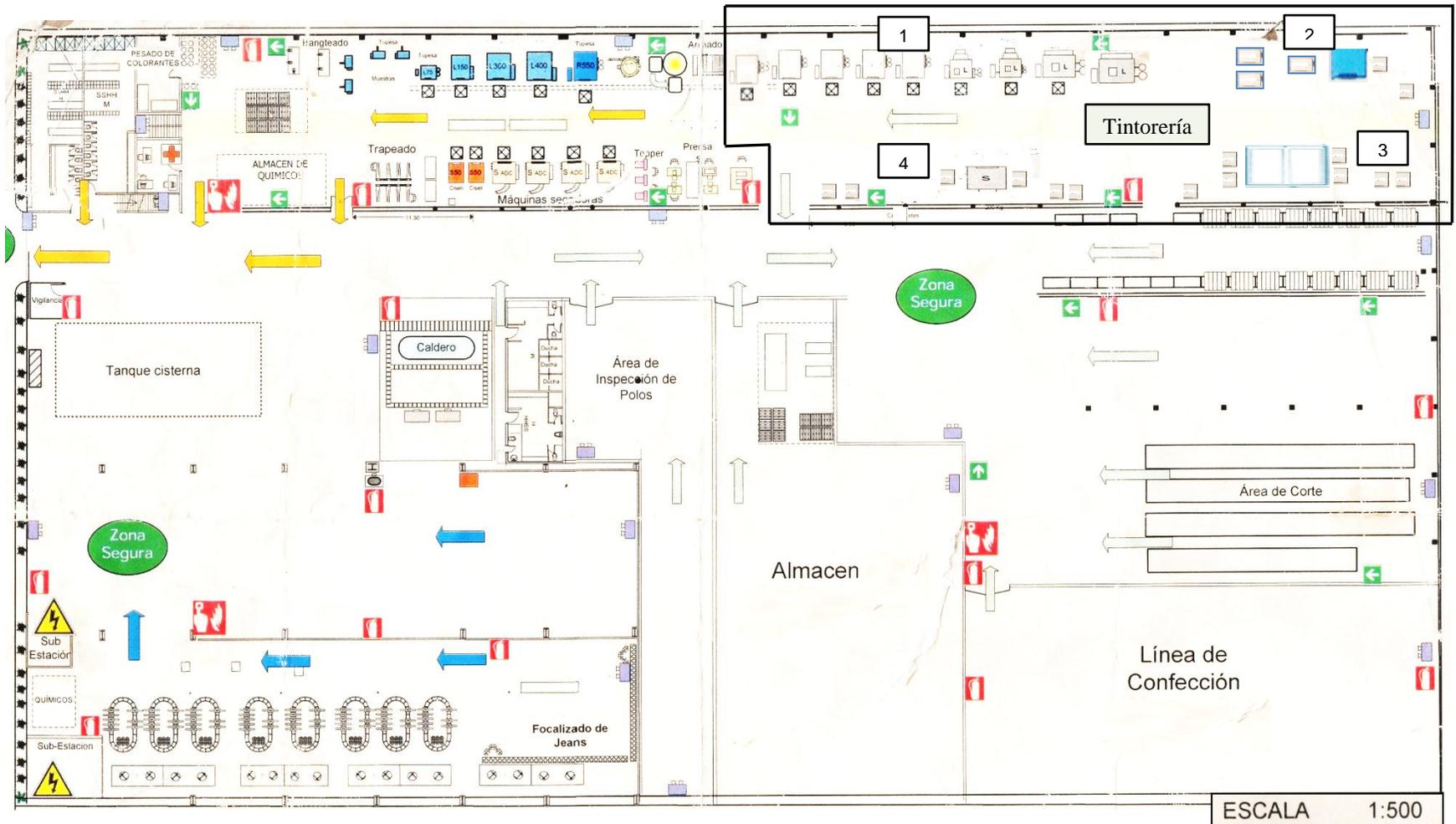


Figura 37. Distribución de máquinas en la planta ST01. Tintorería: 1000 m<sup>2</sup>

1: teñido, 2: hidroextracción. 3: secado, 4: compactado. Fuente. Tintorería ST01, 2015.

#### 4.1.4 Sistema de gestión de operaciones

**4.1.4.1 Organización del trabajo en la tintorería.** La organización del trabajo de la tintorería ST01 se caracterizó aplicando el cuestionario de elaborado por Lluís Cuatrecasas (2005).

La prueba alpha de Cronbach aplicada a los datos obtenidos da el valor 0.851, que otorga confiabilidad a la información. El cuadro 23 presenta los resultados del cuestionario aplicado en Noviembre del 2014.

**Cuadro 23. Organización del trabajo en la tintorería**

<b>Estrategias</b>	<b>Principio / Indicadores</b>	<b>Nivel (%)</b>
<b>Gestión de los métodos de trabajo</b>	<b>A. Estandarización</b> Formalización de procedimientos Control Coordinación	67% 71% 75%
	<b>B. Formación / aprendizaje</b> Criterios adoptados en la contratación Tiempo dedicado a la formación Conocimiento de calidad y producción ajustada Aprendizaje mediante resolución de problemas	60% 25% 36% 46%
<b>Gestión del personal en línea</b>	<b>C. Poder al personal en línea</b> Participación en la solución de conflictos Participación en calidad Participación en mantenimiento Participación en planificación del trabajo Participación en seguridad Autonomía del equipo	25% 32% 33% 15% 31% 15%
<b>Gestión de las tareas</b>	<b>D. Organización basada en equipos de trabajo</b> Existencia de equipos de trabajo Apoyo al trabajo en equipo Valoración de las actividades interpersonales	50% 35% 42%
	<b>E. Polivalencia y adaptabilidad</b> Polivalencia Adaptabilidad Clasificación de los trabajos	28% 38% 51%
<b>Gestión del compromiso</b>	<b>F. Implicaciones con los valores de la empresa</b> Construcción del compromiso Ausencia de barreras entre directivos y obreros Calidad de vida laboral	50% 41% 52%

Fuente. Elaboración propia. Noviembre, 2014.

Este cuestionario se aplicó a 15 personas, involucradas en supervisión y control de las operaciones: producción, laboratorio, calidad, mantenimiento, almacén.

Respecto a la gestión de los métodos de trabajo en la tintorería, los resultados están alrededor del 70%, se puede afirmar que la supervisión controla los procesos siguiendo el manual de procedimientos. Se verifica que los operarios tienen rutinas fijas de trabajo.

Así mismo, el tiempo dedicado a la formación es bajo, solo alcanza 25% del tiempo de trabajo. Este tiempo es enfocado al adiestramiento del personal nuevo.

En referencia a la gestión del personal en línea, la participación de los trabajadores en los diferentes temas del entorno de sus puestos de trabajo es baja, entre 15% y 25%.

Los equipos de trabajo no tiene autonomía para tomar decisiones referidas a la línea de producción, las decisiones están definidas por el supervisor. Lo que limita la mejora de los procedimientos con el aporte de los operarios.

Sobre la gestión de las tareas, las estaciones de trabajo realizan tareas independientes. La individualización de responsabilidades es norma de uso común. Así también, se debe considerar las ventajas tener personal polivalente para cumplir todo tipo de programas de producción.

Se puede considerar una oportunidad e mejora el desarrollo de planes de adiestramiento de operadores en tareas alternativas. Se constata que cada operario desarrolla tiene aptitudes para el desempeño en su puesto de trabajo.

Finalmente, en referencia a la gestión del compromiso con los valores de la empresa, el personal enfoca de forma unidireccional y personal los deberes con la empresa.

**4.1.4.2 Situación de las áreas de trabajo.** La auditoría 5S's determina el estado inicial de las áreas de trabajo, los resultados se presentan en las figuras 38 y 39.

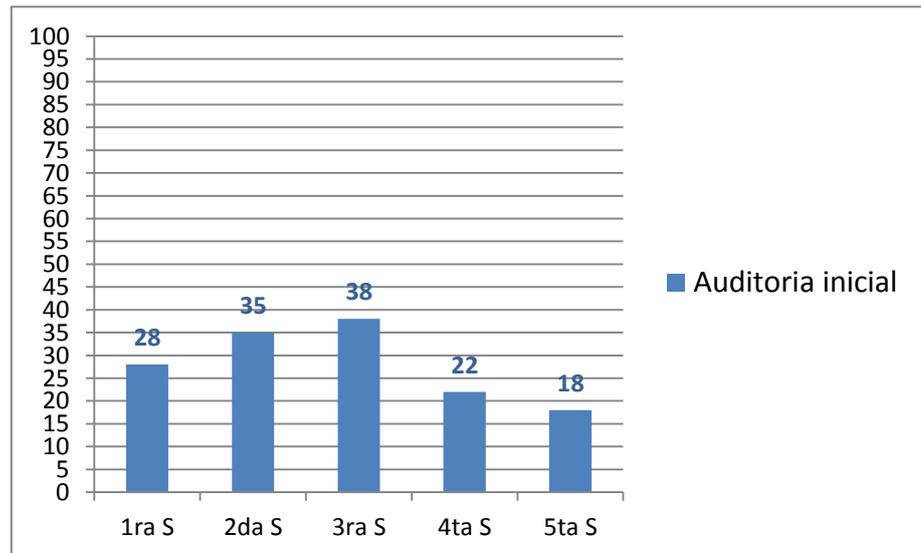


Figura 38. **Auditoria inicial 5S's**

Fuente. Elaboración propia. Agosto, 2014.

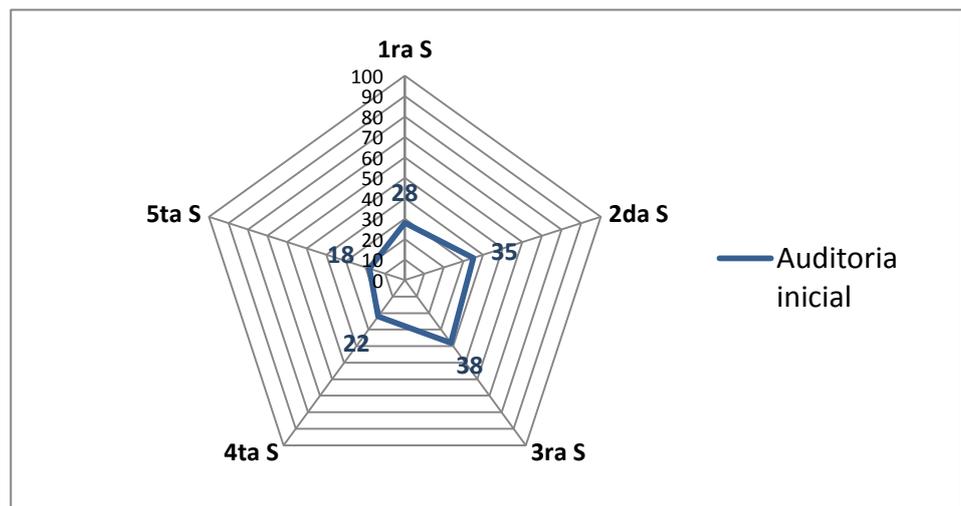


Figura 39. **Evaluación inicial de las etapas 5S's.**

Fuente. Elaboración propia. Abril, 2014.

La tintorería ST01 tiene área de trabajo con desperdicios y elementos innecesarios. Se puede observar desde el ingreso al área de producción. El desorden provoca demoras, por ejemplo, los operarios usan tiempo excesivo para ubicar herramientas, aumentando el tiempo de fabricación.



Figura 40. **Desorden en la tintorería ST01:** 1. Área de preparación. 2. Área de almacén. 3. Área de compactado. Fuente. Tintorería ST0, 2014.

**4.1.4.3 Nivel inicial de indicadores.** La tintorería tiene programas de mantenimiento correctivo, pero escasos programas de prevención de fallas. Existen pocos registros, por esa razón se comenzó a recolectar la data dispersa en el período de julio-2014 hasta noviembre-2014 (Ver Figura 41)

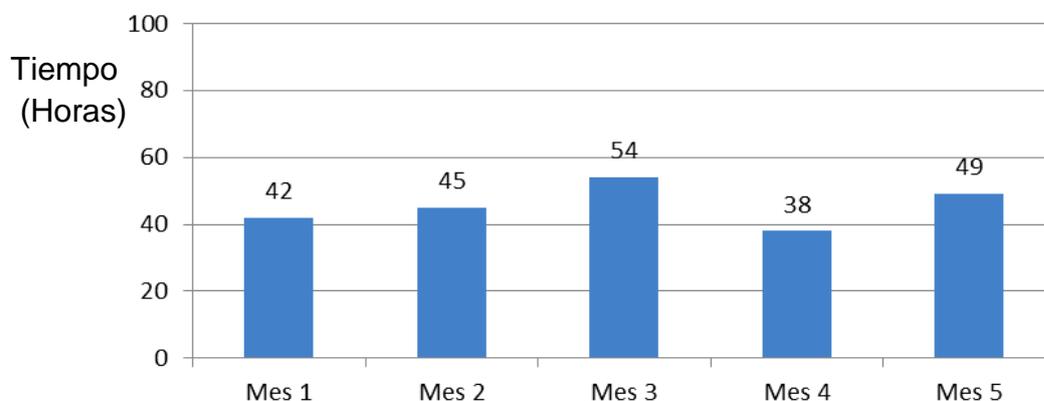


Figura 41. **Horas perdidas por paradas no planificadas.** Fuente. Registros de tintorería. Periodo setiembre/noviembre, 2014.

Los datos relevantes registrados son acciones de mantenimiento correctivo de las averías y fallas en las máquinas de teñido. El cuadro 24 muestra la valoración de las pérdidas de producción en las máquinas de teñido, como consecuencia de las paradas no planificadas.

#### **Cuadro 24. Estimación de pérdidas de producción**

Horas al mes con máquinas improductivas en promedio :	45.6 horas/mes
Capacidad de producción de las máquinas de teñido :	173 kg/hora
Kilogramos dejados de producir al año :	94,848 kg.
Toneladas dejadas de producir al año :	94.84 Ton.

Fuente. Registros de producción, tintorería ST01.

Para describir el estado del escenario donde se desarrolla el proceso productivo de la tintorería ST01 se utilizó un sistema de indicadores de desempeño operativo. Los indicadores empleados determinan el nivel en cuatro aspectos importantes: eficiencia, calidad, servicio y tiempo.

El cuadro 25 presenta los valores de los indicadores independientes en la evaluación inicial para el proceso productivo de la tintorería en estudio.

#### **Cuadro 25. Evaluación inicial de indicadores**

<b>Categoría</b>	<b>Indicador</b>	<b>Valor (%)</b>
Eficiencia	OEE	73.84
Calidad	FTT	53.01
Servicio	BTS	73.31
Tiempo	EC	59.41

Fuente. Registros de tintorería ST01. Elaboración propia.  
Noviembre, 2014.

La tintorería ST01 se encuentra en el sector de empresas con pérdidas económicas y baja productividad operativa. Los reprocesos de lotes de producción, tanto terminados como en proceso, son elevados.

El despacho de producto terminado no cumple el programa de producción, por lo tanto el servicio al cliente es parcial. La eficiencia de ciclo evidencia tiempo perdido en el proceso productivo.

**4.1.5 Mapa actual de flujo de valor de la tintorería.** Los criterios para la selección de la familia representativa de productos son: mayor producción, y operaciones similares.

Los cuadros 26 y 27 listan características de todas las familias de productos, entre los meses de Junio y Noviembre del 2014. Se seleccionó a la familia de teñidos disperso/directo simultáneo, se verifica que representan 36% de la producción.

Cuadro 26. Tipo de teñido vs tipo de proceso

Tipo de Teñido	Tipo de proceso						
	Descrude	Blanqueo	Teñ. PES	Teñ. Co	Fijado	Suavizad	Acabado
Teñido directo claro		X		X			X
Teñido directo oscuro	X			X	X	X	X
Teñido reactivo claro		X		X		X	X
Teñido reactivo oscuro	X			X		X	X
Teñido disperso claro			X	X		X	X
Teñido disperso oscuro	X		X			X	X
Teñido disperso directo claro simultaneo			X			X	X
Teñido disperso directo oscuro simultaneo			X		X	X	X
Teñido disperso reactivo claro		X	X	X		X	X
Teñido disperso reactivo oscuro	X		X	X		X	X
Teñido blanco óptico		X				X	X

Fuente. Elaboración propia - Tintorería ST01 Nov.2014

**Cuadro 27. Tipos de proceso vs producción de teñidos**

Tipo de Teñido	Producción de teñido ( Junio – Noviembre 2014)						
	Junio	Julio	Agosto	Setiem	Octubre	Noviem.	Total
Directo claro ST001	12.5	11.3	10.5	11.2	13.5	13.1	72.1
Directo oscuro ST002	12.2	12.5	13.1	12.8	10.5	9.5	70.6
Reactivo claro ST003	6.1	4.1	5.5	5.8	6.3	6.2	34.0
Reactivo oscuro ST004	5.5	4.9	5.6	5.7	6.2	5.8	33.7
Disperso claro ST005	7.1	7.2	6.9	7.2	6.5	6.8	41.7
Disperso oscuro ST006	12.1	11.8	10.5	12.5	12.3	11.7	70.9
Disperso directo claro simultaneo ST007	20.5	18.6	19.5	17.5	18.6	19.8	114.5
Disperso directo oscuro simultaneo ST008	26.0	28.5	27.9	26.5	25.8	26.7	165.9
Disperso reactivo claro ST 009	6.6	6.8	7.2	7.5	5.8	4.7	38.6
Disperso reactivo oscuro ST010	4.1	4.5	5.2	5.6	4.8	3.5	27.7
Blanco óptico ST011	16.1	19.5	18.7	17.4	18.8	18.9	109.4
Total	133.3	129.7	130.6	129.7	129.1	126.7	779.1

Fuente. Elaboración propia, 2014 -Tintorería ST01

Seguidamente se determinó la secuencia de las operaciones de producción. Para esto se realiza el seguimiento de flujo de materiales y de información paso a paso.

El análisis del flujo de materiales comienza en el almacén de despacho y continua “aguas arriba” hasta el almacén de materia prima. Las fases de proceso se presentan en categorías.

**Cuadro 28. Diagrama de análisis de proceso de familia elegida**

**HOJA DE DATOS DE PROCESO**

Producto: ST-007/ ST-008 Transformación  
Fecha: 10/11/2014 Peso: 280 kg

Lote: 14 rollos

N°	Descripción	Símbolos				Datos			
		○	→	□	▽	Tiempo (horas)	Cantidad (rollos)	Distancia (mt)	Superficie (m <sup>2</sup> )
1	Carga a camión del cliente	x	x					40	
2	Envío preparado en despacho				x		82		200
3	Desplazamiento de material		x					40	
4	Producto acabado en almacén				x		164		
5	Desplazamiento de material		x					60	
6	Verificación y empaque	x		x		70	82		
7	Desplazamiento de material		x						
8	Almacenamiento antes de verificación				x				
9	Desplazamiento de material		x					20	
10	Compactado	x				12.3			
11	Desplazamiento de material		x					15	
12	Secado	x				9.84			
13	Desplazamiento de material		x					25	
14	Hidroextracción	x				10.25			
15	Desplazamiento de material		x					5	
16	Teñido	x				6.0			
17	Desplazamiento de material		x					10	
18	Preparación de material					4.0			
19	Recepción de material en almacén general	x							250
20	Envío de proveedor a fabrica		x					Variable	
21	Inventario del proveedor en almacén general				x		574		

Fuente. Elaboración propia 2014 -Tintorería ST01

El trabajo es de papel y lápiz, apuntando lo que realmente ocurren en el área de trabajo, es como una “foto” del momento, para poder analizar la información. No se supone que ocurre, menos se piensa como se hace normalmente sino cómo está ocurriendo.

Los teñidos seleccionados tienen los siguientes promedios de producción:

- Código ST007 - producción mensual: 19.0 ton (promedio)
- Código ST008 – producción mensual: 27.0 ton (promedio)

La familia de teñido representativa está constituida por tejido de punto de las siguientes características:

- Tejido tubular, Jersey 24/1 poliéster/algodón
- Algodón 50%, poliéster 50%.
- Ancho tubular: 0,95 metros.
- Rendimiento: 3,50 metros por kilo.

El requerimiento diario de producción es:

$$(19 + 27) \text{ ton} / 28 \text{ día} = 1.64 \text{ ton/día}$$

Solo se trabaja 28 días al mes, los grupos de personal por turno rotan cada 15 días, por directivas de la jefatura. Como la producción se procesa en rollo de 20 Kg., la cantidad a entregar o el tack time será 24 horas / 82 rollos diarios.

Los colores solicitados semanalmente por el cliente comprenden: crema, amarillo, rojo, azulino, marrón, azul marino y negro. Los despachos diarios incluyen un lote, de 10-14 rollos, de cada color.

El cuadro 29 presenta las características de las máquinas disponibles para los teñidos. Para cumplir con los requerimientos de producción de la familia elegida se emplean las máquinas de teñido N° 1, 2, 3, 4, 5 y 8. La máquina N° 6, 7 y 9 se usa para pedidos de otros clientes.

**Cuadro 29. Capacidad de máquinas de teñido**

<b>Máquina N°</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Número de piezas</b>	<b>Temperatura de trabajo (máxima)</b>
1	260-280	13-14	120°C
2	260-280	13-14	120°C
3	260-280	13-14	120°C
4	260-280	13-14	120°C
5	260-240	13-12	120°C
6	480-500	24-25	120°C
7	480-500	24-25	120°C
8	260-280	13-14	120°C
9	180-200	9-10	100°C

Fuente: Inventario tintorería S01- 2014.

El programa de producción se ajusta diariamente, por situaciones comunes como insumos incompletos, ausencia de personal, reprocesos, lo que permite tener un programa de despacho actualizado.

Con respecto al flujo de materiales, la información se recolecta de la planta, se usan las hojas de control de producción por máquina, donde se indica la hora de inicio-fin de proceso de cada partida incluso el momento en que se realizan trabajos adicionales.

El indicador de eficiencia OEE de las operaciones de proceso (teñido, hidroextracción, secado y compactado) es de 74.6 %, valor considerado como regular para las líneas de producción.

El tiempo de fabricación, en inglés lead time, indicado en el mapa de flujo actual es de 53.14 horas, mientras que el tiempo de valor agregado es de 31.57 horas.

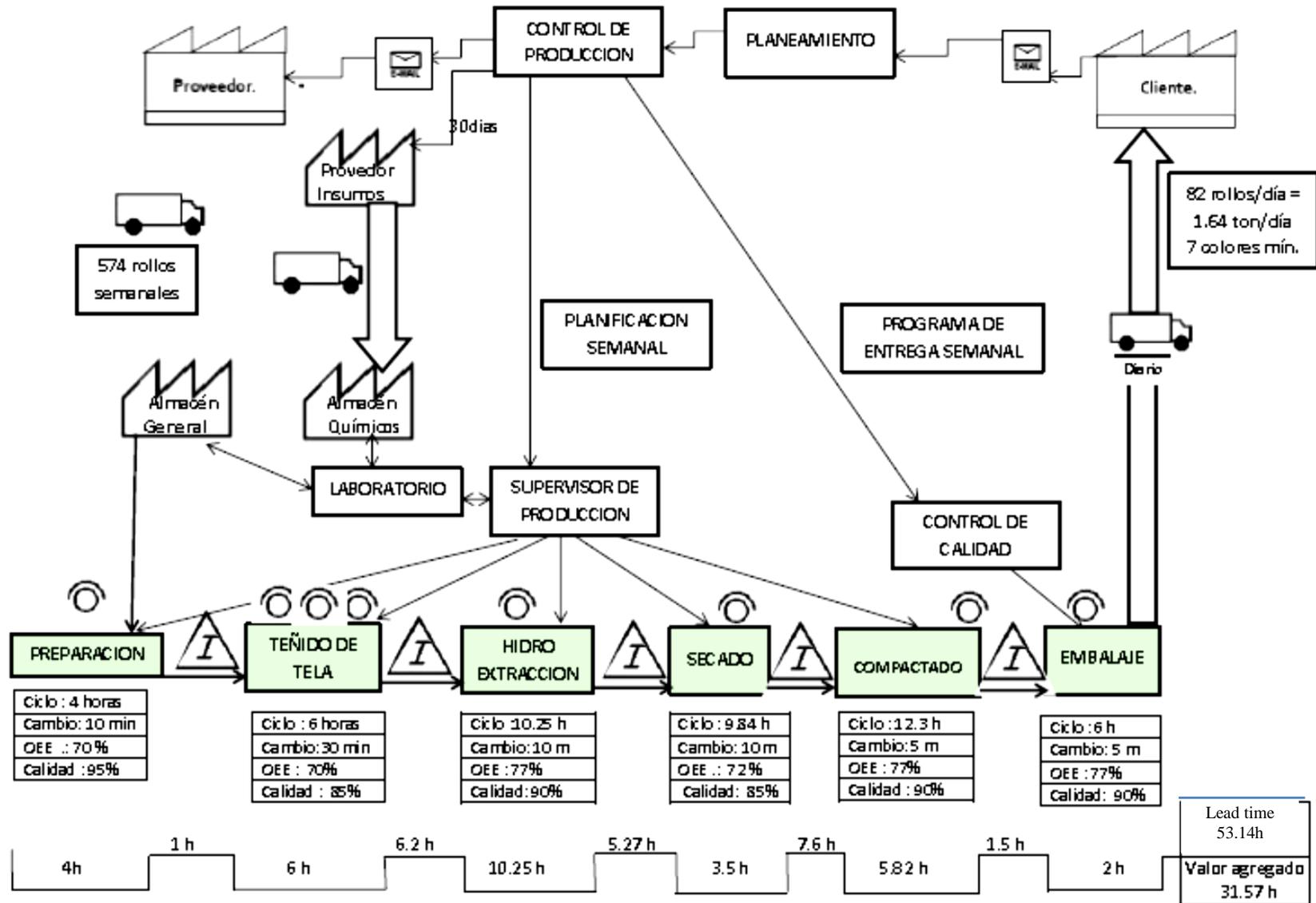


Figura 42. Mapa actual de flujo de valor de la tintorería ST01

Fuente: Elaboración propia. Noviembre, 2014.

## 4.2 Diseño del plan maestro de optimización

### 4.2.1 Oportunidades de mejora del proceso productivo

**4.2.1.1 Análisis del mapa actual de flujo de valor.** Los desperdicios identificados en el proceso productivo son:

a) Inventario. El inventario de materia prima preparada sin programación se debe a cambios realizados el día siguiente en la programación de los lotes a procesar. Una situación inconveniente porque se posterga el procesamiento de un lote de producción, se genera inventario, acumulación de espacio útil, incluso materia prima que está en riesgo de sufrir algún deterioro.

Una oportunidad de mejora lo constituye el reducir este inventario de materia prima preparada, de forma progresiva, reasignando la programación priorizando aquellos lotes retrasados.

Dentro de la línea de producción, entre cada estación de trabajo se tiene inventarios en proceso: a la entrada de la hidroextractora se acumula los lotes teñidos descargados de las máquinas de teñido, en este punto es conveniente ubicar un supermercado que permita generar orden.

Usando el sistema “jalar”, permitirá reducir el inventario en las estaciones, priorizando aquellos lotes rezagados por problemas de calidad o daño reparable.

A este punto se llama marcapaso de proceso, porque marcará la pauta para toda la cadena de valor. Cualquier proceso después del marcapaso será flujo continuo, bajo el concepto FIFO, “primero en entrar, primero en salir”.

De acuerdo a las condiciones operativas de las máquinas hidroextractora, secadora y compactadora. Trabajando a 100% de

eficiencia y 100% de calidad en estas estaciones, la secadora no debe tener asociado inventario porque procesa 4% más de lo que procesa la hidroextractora.

En el caso de la estación de la compactadora, como procesa 20% menos del material recibido de la secadora, tendrá un inventario remanente. El fin de ciclo de trabajo, el día de la rotación del personal, se nivelará inevitablemente la producción.

b) Espera. El teñido en piezas es un proceso en línea y cuando tiene un débil balance de cargas de trabajo, las estaciones de menor tiempo de ciclo tienen que esperar su turno de operación, ocasionando tiempos ociosos.

Esto ocasiona “islas de producción”, donde un operario simplemente desperdicia tiempo, esperando material para iniciar sus operaciones, es uno de los desperdicios graves y comunes en las tintorerías locales. Puede ser controlado en el turno día más en el turno noche resulta complicado.

A la salida de la compactadora, la estación de embalaje, espera la entrega de los productos compactados. Lo razonable, debe ser combinar las operaciones de ambas estaciones. De esta manera se reduce el inventario y el tiempo de espera.

c) Procesos innecesarios. Durante el proceso de teñido, todos los productos son adicionados a través del tanque auxiliar, siguiendo la secuencia de la curva de teñido respectiva.

Antes de terminar el proceso de teñido, se verifica el color del lote de producción. En ese momento el procedimiento de simulación de acabado de la muestra es decisivo. La excepción de esta prueba provoca inseguridad del proceso de teñido.

En la tintorería ST01 es imprescindible reforzar los procedimientos estandarizados, su difusión y actualización, según sea el caso.

Otra de las causas que provocan un proceso adicional innecesario es la avería de las máquinas, estas al no recibir mantenimiento preventivo, postergando una reparación menor, lleva a teñidos fuera de tono o desiguales que requerirá procesos adicionales de corrección.

d) Defectos. Las telas teñidas con defectos como raspaduras, degradé, veteaduras entre otros, producidos por averías de máquina, se pueden minimizar cumpliendo los planes de mantenimiento. Siempre será recomendable iniciar un programa mantenimiento autónomo y ampliarlo a un programa de mantenimiento productivo total, siglas TPM en inglés.

El TPM es un método de gestión que identifica y elimina las pérdidas de los procesos, maximiza la utilización de los activos como las máquinas.

Para ello reeduca a las personas para orientarlas hacia la prevención y la mejora continua, aumentando así la capacidad de los procesos sin inversiones adicionales.

e) Movimientos innecesarios. La tintorería ST01, en general toda tintorería industrial, tiene herramientas y equipos auxiliares, para resolver situaciones comunes y especiales.

La tintorería ST01 al no tener implementado el programa 5S's, orden y organización de los puestos de trabajo consume tiempo en la búsqueda de elementos como cintas adhesivas, llaves, plástico limpio, etc.

El operario se desplaza por toda el área de la tintorería hasta ubicar el objeto requerido. El programa 5S's establece ambientes limpios, ordenados, agradables y seguros en el trabajo que promueven trabajadores motivados, aumenta la seguridad y reduce las condiciones de riesgo producto del orden imperante.

f) Transporte. La correcta identificación de los lotes de producción a teñir, reducirá equivocaciones y pérdidas de tiempo por el transporte de materiales en el patio de operaciones.

Se constata que en la tintorería ST01 existe un rotulado simple, hecho con marcador de tela, en el borde final de la cuerda. La práctica común de identificación en tintorerías industriales en piezas incluye adjuntar al lote preparado un pequeño documento de cartón, con información básica como número de rollos, color, tejido, rendimiento entre otros datos.

Esta señal escrita sirve como un poka-yoke, técnica “a prueba de errores”, que busca maneras de diseñar los procesos sin errores, en ámbito humano o automatizado. Este sistema se implanta también para facilitar la detección de errores.

g) Recursos mal utilizados. En el momento de descanso de los operarios, la tintorería ST01 tiene un procedimiento de relevos, para que las máquinas continúen operando.

Se constata la disciplina del personal para sustituir temporalmente al operario titular. Por esta razón resulta vital utilizar este recurso de la mejor manera, por lo que implementar el entrenamiento de los operarios sustitutos resulta una inversión invaluable.

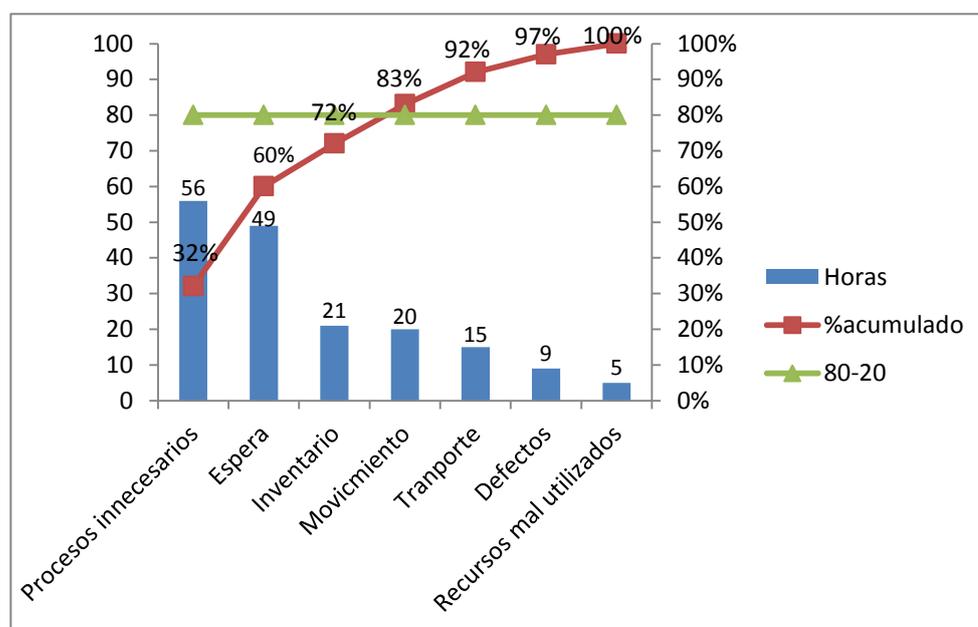
**4.2.1.2 Identificación de las oportunidades de mejora.** El cuadro 30 se identifica los cuatro problemas principales en la tintorería ST01, que representan el 81% del tiempo improductivo.

Los procesos innecesarios y el tiempo de espera acumulan el 60 % del tiempo que no añade valor. Los movimientos y los inventarios forman un segundo grupo con 41 % del tiempo que no añade valor (ver Figura 43).

**Cuadro 30. Identificación de desperdicios.**

Tipo de desperdicio	Porcentaje
Procesos innecesario	32 %
Espera	28 %
Inventario	12 %
Movimiento	11 %
Transporte	9 %
Defectos	5 %
Recursos mal utilizados	3 %

Fuente. Elaboración propia. Noviembre, 2014.

**Figura 43. Diagrama de Pareto de los desperdicios.**

Fuente. Elaboración propia. Noviembre, 2014.

- Procesos innecesarios. Básicamente son ocasionados en durante los teñidos, por lotes fuera de tono. También se consideran reprocesos en las operaciones de hidroextracción y secado, por incumplimiento del programa de producción.
- Tiempos de espera. Las averías de las máquinas determinan paros en la línea de producción. A veces se cargan lotes erróneos, se desperdicia tiempo en resolver el problema. La

ausencia de inspección y el reporte parcial de situaciones no comunes de funcionamiento, agravan los desperfectos.

- **Inventario.** Los altos inventarios a la entrada de las estaciones de hidroextracción, secado y compactado como consecuencia de las variaciones en la programación aumentan el tiempo de fabricación.
- **Movimiento.** La falta de un almacén auxiliar con herramientas de uso frecuente, cercano a las estaciones de trabajo provoca consumo de tiempo innecesario. El desorden de estantes auxiliares en los puestos de trabajo agudizan la pérdida de tiempo durante las operaciones.

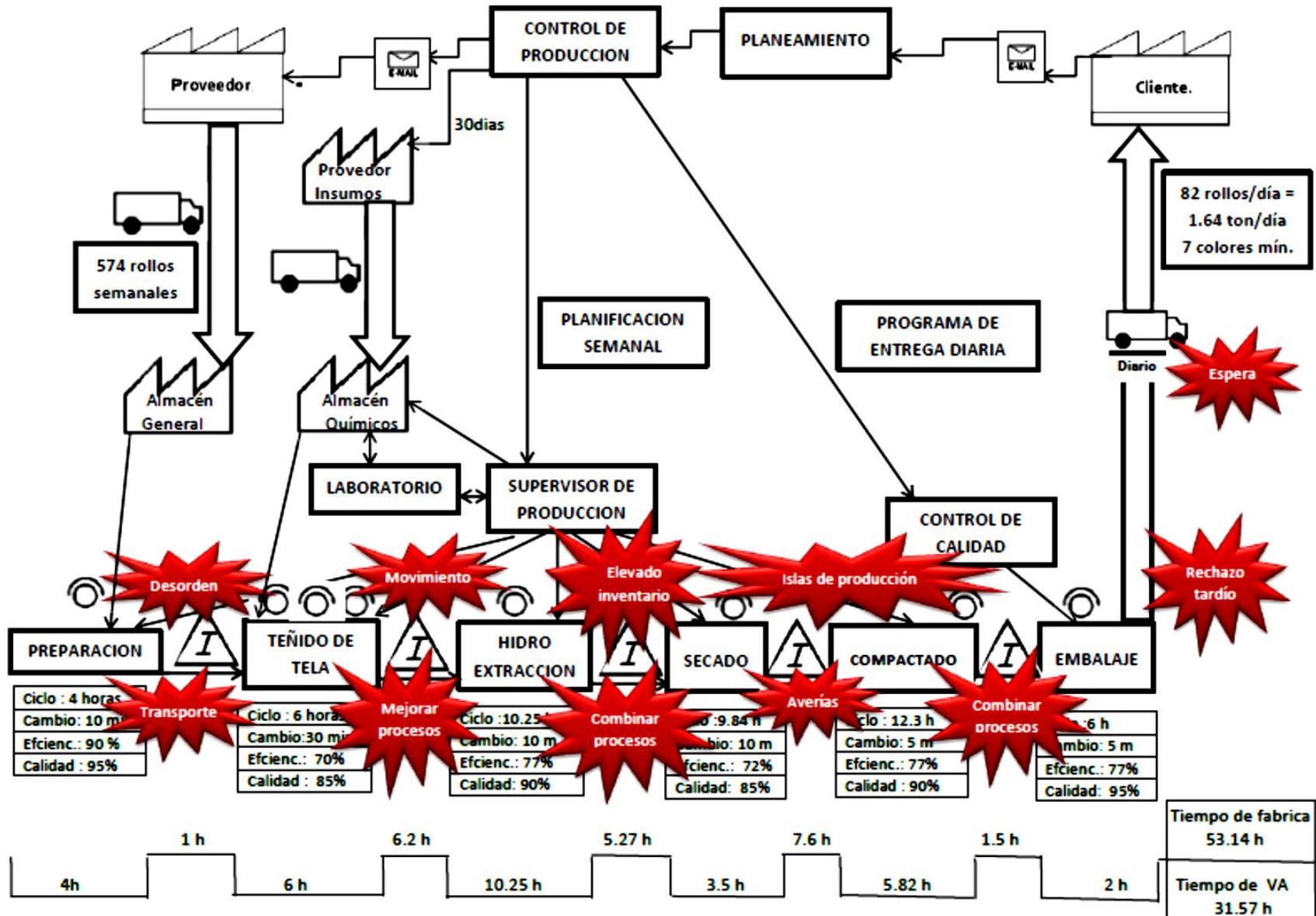


Figura 44. Oportunidades de optimización del proceso de teñido

Fuente: Elaboración propia. Noviembre, 2014.

**4.2.2 Mapa futuro de flujo de valor.** En el cuadro 31 se presenta técnicas operativas a considerar en el plan maestro.

**Cuadro 31. Técnicas de producción ajustada (lean production)**

Herramienta	Takt Time	Heijunka	Gestión Visual	Gráfico de Balanceo	Célula de Trabajo	Diagrama de Spaguetti	SMED	Mapa de Flujo de Valor	5s	Andon	Poka-Yoke	Kanban	Supermercado
Mejora													
Reducir el Tiempo de Proceso					✓	✓	✓	✓	✓			✓	
Aumentar la flexibilidad del proceso	✓	✓		✓	✓		✓			✓		✓	
Reducir esperas o colas	✓	✓				✓	✓		✓			✓	
Reducir inventarios		✓	✓				✓					✓	✓
Aumentar disponibilidad de equipos/instalaciones							✓						
Evitar errores			✓						✓		✓		
Reducir pérdidas de tiempo por movimientos					✓	✓			✓				
Ajustar la capacidad a la demanda	✓	✓	✓	✓				✓				✓	
Aumentar la capacidad				✓			✓	✓					
Equilibrar la carga de trabajo entre puestos				✓									

Fuente. Calderón, F. (2012). Herramientas Lean. Escuela de Lean Management.

Las técnicas seleccionadas para la optimización del sistema de gestión de operaciones presentan en el cuadro 32.

**Cuadro 32. Técnicas operativas seleccionadas**

Técnica operativa	Resultado
Orden y limpieza (5S's)	Mejora la productividad y la satisfacción del personal por la disminución de esfuerzo para realizar las tareas.
Mantenimiento autónomo	Reduce los costos de reparación y los costos por improductividad debido a los tiempos de paro. Minimiza la fabricación de productos defectuosos.
Kanban	Mejor control de recursos. Flexibilidad a variaciones de la producción e identifica las zonas susceptibles de mejora.

Fuente. Pujol, Carlos. (2011). Como mejorar la productividad de su empresa: lean manufacturing. CONFIEM.

Estas técnicas se centran en producir más con los mismos recursos, se logra elevar la productividad del proceso productivo. Los criterios para la selección de las técnicas de mejora de la productividad están relacionados con los siguientes factores:

- Los tiempos de valor a agregado y de fabricación de la línea de producción de la tintorería ST01 son altos. La reducción de los desperdicios es clave para reducir el tiempo de fabricación.
- La mejora del valor de los indicadores de desempeño, principalmente el indicador de eficiencia OEE, clave para la competitividad de la tintorería.

**4.1.2.1 Consideraciones para el estado futuro.** El mapa futuro de flujo de valor para la tintorería ST01 es un “mapa visionario” donde se propone técnicas operativas para alcanzar mejores niveles de productividad.

La estrategia es organizar las operaciones desde el cliente hasta la materia prima en un flujo discreto con el tiempo de fabricación óptimo y con la más alta calidad.

En el mapa futuro de flujo de valor se construye de manera lógica y congruente, de acuerdo a los recursos disponibles o factibles de conseguir por la tintorería ST01.

Las técnicas de mejora de las operaciones que se proponen son viables, se sostienen en el trabajo en equipo, una de las fortalezas que caracterizan la organización de la tintorería ST01.

El plan maestro de optimización considera nuevos lineamientos de gestión de operaciones, nuevos procedimientos e instrucciones de trabajo. Los objetivos planteados son:

1. Orden y organización de los puestos de trabajo.
2. Producir de acuerdo al takt time o ritmo, 1/82 día/pieza.

3. Control de la preparación de material crudo se controla con programaciones variables según los resultados de producción. .
4. Programar la secuencia de proceso de los lotes teñidos utilizando un “supermercado”.
5. Desarrollar flujo continuo a partir de la estación de la hidroextractora utilizando el procedimiento FIFO.
6. Combinar operaciones.

**4.2.3.2 Desarrollo del mapa futuro de flujo de valor.** En el estado futuro el objetivo es sostener la producción a un ritmo de 1día/82pieza, para la entrega en un lead time menor a 53.14 horas de proceso.

Por las características operativas de las máquinas es factible alcanzar el tiempo de ritmo requerido con la implementación de técnicas de mejora en los puntos de la línea de producción, con el objetivo de reducir las “islas de producción”.

De las mediciones iniciales se constata que del total de las actividades del proceso productivo 59.41 % de las actividades agrega valor al producto, y el 40.59% no agrega valor al producto.

El mapa de flujo de valor futuro define las siguientes metas:

- Las actividades que no agregan valor se tiene que reducir de 40.59% a 29% del tiempo de fabricación (lead time).
- Tiempo de valor agregado de 31.57 horas a un mínimo de 26.07 horas, 17% de reducción.
- El tiempo de fabricación de 53.14 horas a 38.87 horas, 26.85% de reducción.
- Indicador OEE debe superar 80% en todas las operaciones.

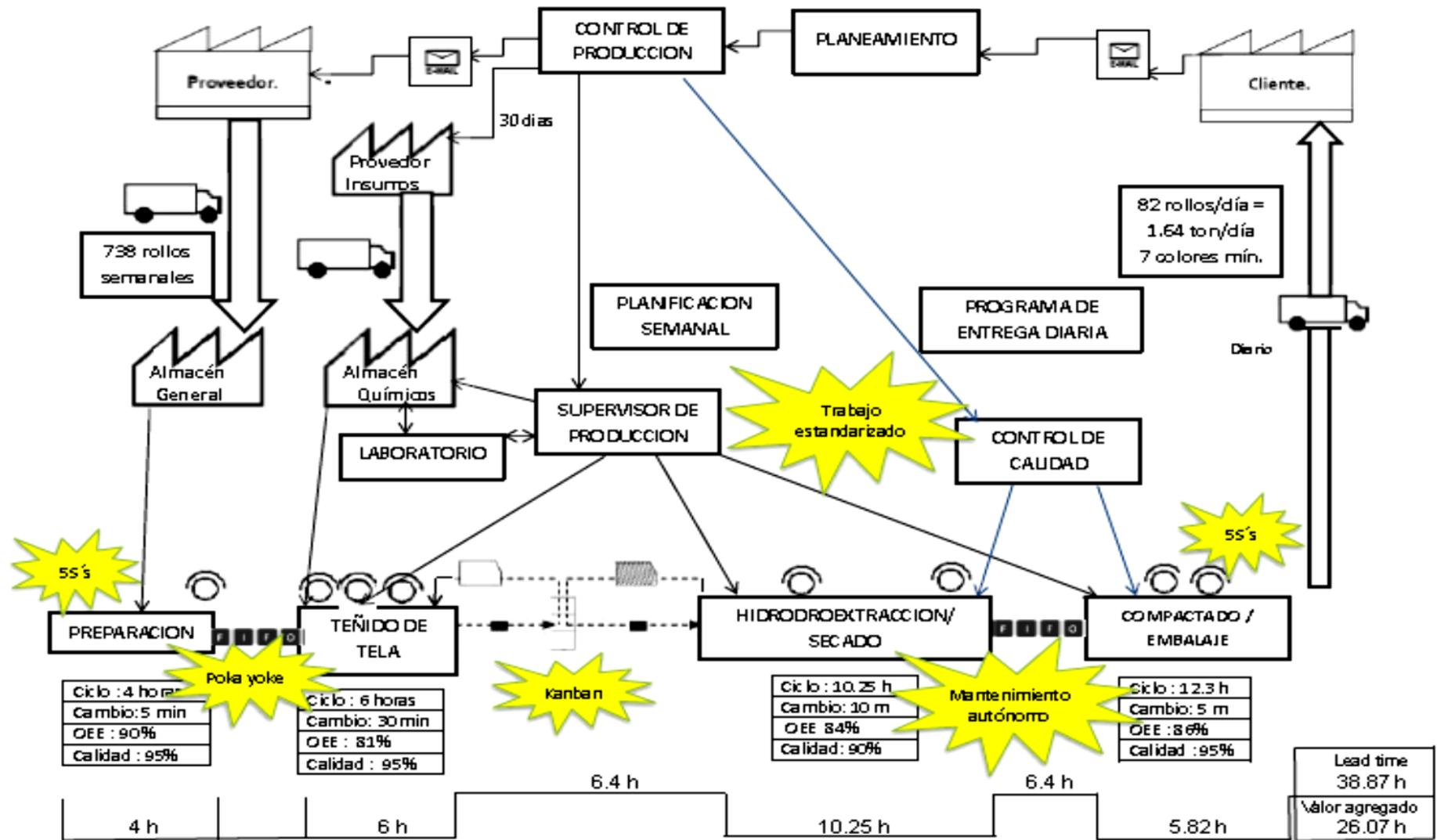


Figura 45. Mapa futuro de flujo de valor de la tintorería ST01

Fuente: Elaboración propia. Noviembre - 2014

**4.2.3 Propuesta del plan maestro de optimización.** En principio se deben señalar los aspectos significativos a desplegar para desarrollar con éxito la optimización de la gestión de operaciones de la tintorería. Los puntos relevantes son:

- Declaración del responsable de tintorería definiendo el comienzo de las actividades de optimización de las operaciones.
- Capacitación acerca de los fundamentos de mejora continua, lineamientos y experiencias exitosas para sensibilizar al personal sobre los beneficios de los modernos sistemas de gestión.
- Formación de un equipo de trabajo, con competencias técnicas y liderazgo. En principio delimitar el área húmeda y el área seca.
- Comunicación de los objetivos de las técnicas elegidas de acuerdo a la realidad de la tintorería. En todos los niveles operativos.

Asegurar el éxito del plan maestro de optimización es fundamental para un posterior despliegue a nivel global de la tintorería, se plantea dos objetivos estratégicos:

- Lograr resultados rápidos que promueva expectativa sobre el potencial de nuevas técnicas operativas. La técnica 5S's, y mantenimiento autónomo, requiere cambios en hábitos del personal.
- Fomentar la participación del personal operativo para el trabajo en equipo, como base de la combinación de operaciones del proceso productivo.
- Ordenar la secuencia y ejecución de las actividades con tarjetas de control para cumplir con la secuencia de operaciones.

**4.2.3.1 Estructura del plan maestro.** La duración del plan de maestro es importante para obtener resultados sostenibles. Los resultados definirán un modelo de buenas prácticas que será extendido en la tintorería. Los nuevos lineamientos en el sistema de gestión de operaciones permitirán organizar de manera eficaz las operaciones.

El seguimiento de las actividades se realiza con aplicando indicadores de desempeño. La propuesta del plan de maestro se presenta en el cuadro 33.

Para la sostenibilidad del plan de optimización el personal de la línea de producción, deben recibir un programa de capacitación con reuniones mensuales sobre las actividades y resultados de las actividades en la línea de producción.

El equipo de trabajo del plan de maestro se debe reunir cada dos semanas para: evaluar el progreso del plan, definir acciones, asignar responsabilidades, establecer plazos de respuesta y elaborar un informe de resultados. La figura 46 presenta el organigrama del equipo de trabajo.

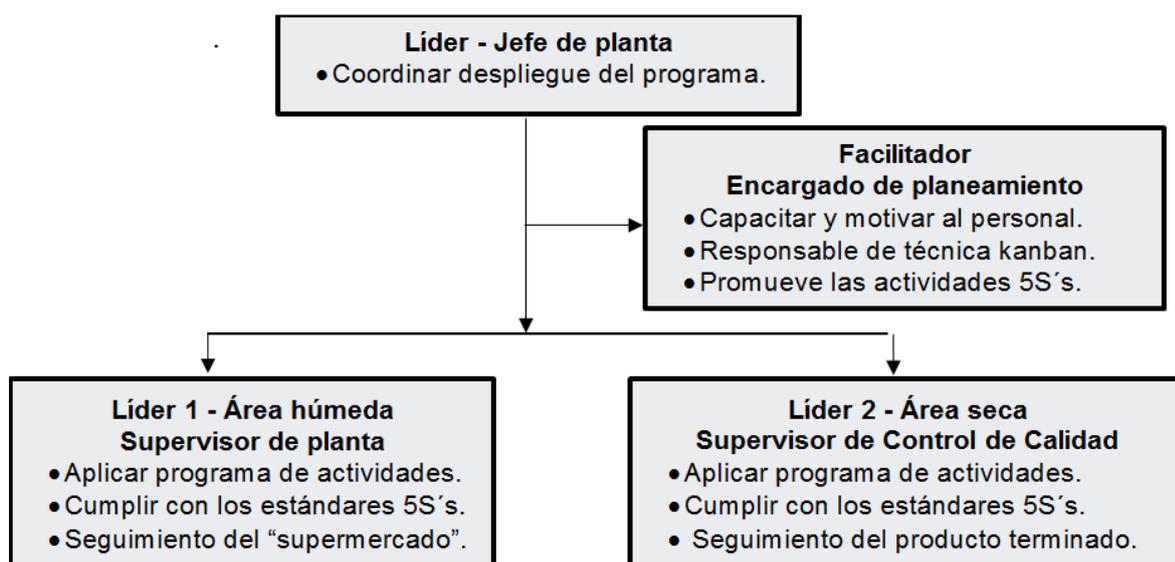


Figura 46. **Organización del equipo de trabajo**

Fuente. Elaboración propia. 2015.

**Cuadro 33. Cronograma de implementación del plan maestro**

Actividad	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Actividades preliminares	■	■										
1.1. Aviso oficial de la Jefatura para iniciar el Plan Maestro	■											
1.2 Capacitación.	■											
1.3 Organización y documentos de soporte.		■										
1.4 Establecer objetivos y metas del Plan Maestro.		■										
2. Implementación			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2.0 Actividades de preparación.		■	■									
2.1 Etapa operativa de las técnica 5S's.				■	■	■	■	■	■	■	■	■
2.2 Etapa de gestión de la técnica 5S's.							■	■	■	■	■	■
2.3 Aplicación de la técnica kanban.			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2.4 Despliegue de las operaciones combinadas.			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3. Seguimiento.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4. Revisión.				■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Elaboración propia, 2014

El Plan Maestro se inicia con el desarrollo de actividades preliminares sobre las técnicas 5S's y kanban:

- a) Designar el equipo de trabajo.
- b) Capacitar sobre las técnicas 5S's y kanban.
- c) Promover el plan maestro de optimización.
- d) Reformular las hojas de ruta de teñido.
- e) Definir formatos para Auditorías.

El plan maestro aborda primero las etapas 1ra S y 2da S de la técnica 5S's: organización y orden, para luego implementar del mantenimiento autónomo como parte de las actividades de las etapas 3ra S, 4ta S y 5ta S.

Paralelamente, se plantea implementar la técnica kanban de modo progresivo:

- Ubicación del "supermercado.
- Instalación progresiva de los segmentos de control kanban.

Las operaciones combinadas se establecen en los sectores hidroextracción/secado y compactado/embalaje; esta propuesta utiliza el sistema FIFO. Finalmente, el seguimiento de las actividades se realiza con indicadores y auditorías.

**4.2.3.2 Consideraciones para aplicar la técnica 5S's.** Un error grave es tratar la técnica 5S's como un programa de limpieza. El cuadro 34 presenta las diferencias y la manera en que tiene que ser entendida la técnica 5S's.

El punto de cruce con el mantenimiento autónomo está en la etapa 3ra S, donde se ejecutarán las actividades de lubricación, limpieza, reparaciones menores en las estaciones de trabajo.

**Cuadro 34. Diferencias entre el servicio de limpieza y la técnica 5S's**

Servicio de limpieza	Técnica 5S's
• Aplicable en áreas de tránsito.	• Aplicable en áreas de trabajo.
• Enfocado en los cambios del medio	• Enfocado en la transformación de personas.
• Método inductivo de formación.	• Enfoque constructivista de la educación.
• Inversiones dirigidas a la transformación.	• Sugerencias sostienen la transformación.
• Cambios en el corto plazo.	• Cambios en el mediano plazo.
• Indicadores reactivos de control.	• Indicadores de desempeño.

Fuente. Ribeyro Harold. 2011. Director de PDCA. Brasil.

La estrategia de mejora continua para la implementación de la técnica 5S's y mantenimiento autónomo del Plan maestro en la tintorería ST01 se presenta en la figura 47.

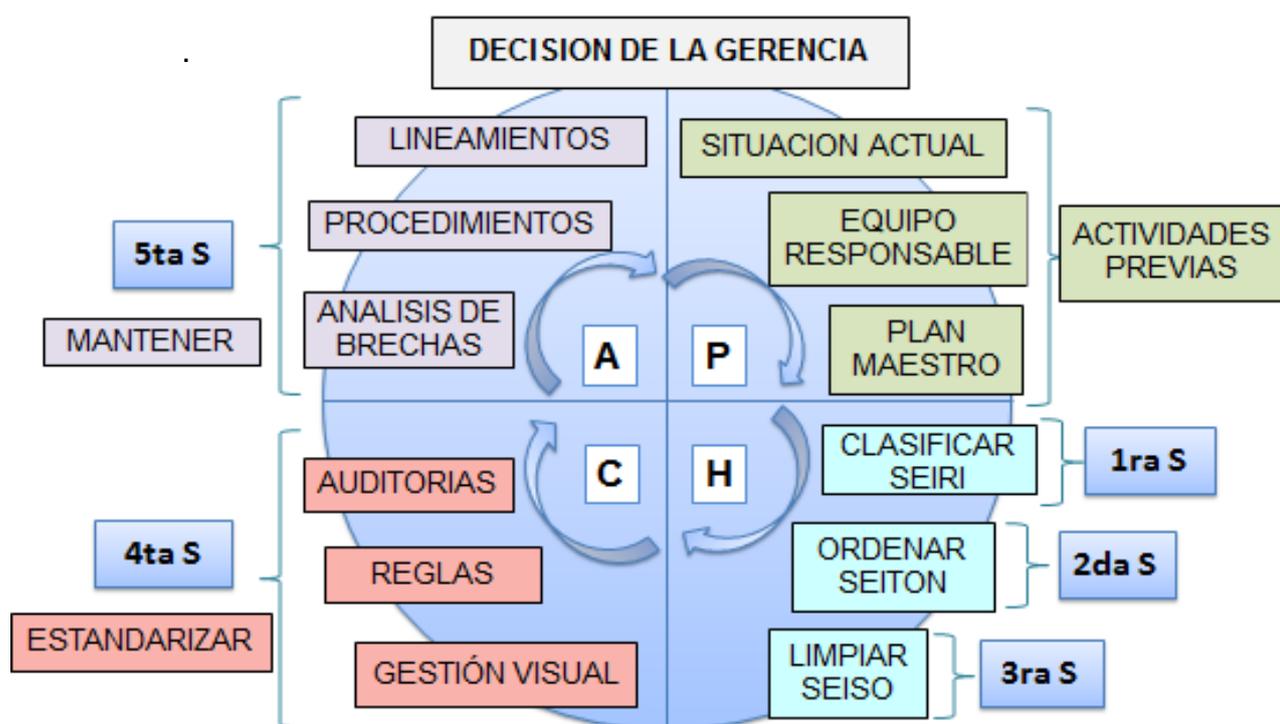


Figura 47. La técnica 5S's y la estrategia de mejora continua.

Fuente. Coasaca, Juan. 2015. Adaptado de Blog. Luis Manene. España.



Luego del proceso de hidroextracción, inicia la secuencia FIFO, el operario de la hidroextractora trabaja en coordinación con el operario de secado.

El programador recoge las tarjetas de los lotes procesados al comienzo y antes del final del día para actualizar la base de datos y elaborar la programación de la hidroextractora.

### **b) Reglas de la técnica kanban**

Regla N° 1: No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes. Este es el mayor desperdicio de todos, si se encuentra un defecto, se deben tomar medidas de prevención.

Regla N° 2: Los procesos subsecuentes requerirán lo que es necesario. Existen una serie de pasos que aseguran que los procesos subsecuentes harán requerimientos arbitrarios al proceso anterior:

1. No se debe requerir material sin una tarjeta kanban.
2. Una etiqueta de kanban debe acompañar a cada artículo.

Regla N° 3: Producir la cantidad requerida por el proceso subsecuente. La regla fija la condición para que el mismo proceso restrinja el inventario al mínimo, se debe tomar en cuenta:

1. No producir más que el número de kanbanes programados.
2. Producir en la secuencia que los kanbanes son recibidos.

Regla N° 4: Balancear la producción de manera en que se pueda producir la cantidad requerida por los procesos subsecuentes.

Regla N° 5: Estabilizar y racionalizar el proceso. El trabajo defectuoso existe si el trabajo no está estandarizado, si esto no es tomado en cuenta seguirán existiendo partes defectuosas.

### 4.3 Resultados de la implementación del plan maestro

**4.3.1 Verificación de las hipótesis.** La selección de las pruebas estadísticas considera el diseño de la investigación: estudio longitudinal y variables cuantitativas. El valor de la significancia ( $\alpha$ ) se establece en 0.05. La regla de decisión estadística es:

- Si el valor de significancia de la prueba  $\leq 0.05$ , rechaza la  $H_0$ .
- Si el valor de significancia de la prueba  $> 0.05$ , se acepta  $H_0$ .

La prueba no paramétrica Wilcoxon para el contraste de la hipótesis se seleccionó por las siguientes razones: 1) única alternativa para tamaño pequeño de muestra, menor a 30 datos; 2) aplica a datos jerarquizados; y 3) útil para nivel de significancia especificado previamente.

#### 4.3.1.1 Hipótesis general.

##### I. Planteo de la hipótesis general

$H_0$ : El sistema de gestión de operaciones no se optimiza con el uso del mapa de flujo de operaciones.

$H_1$ : El sistema de gestión de operaciones se optimiza con el uso del mapa de flujo de valor.

##### II. Contraste de la hipótesis general.

**Cuadro 35. Prueba de parametricidad de la hipótesis general**

Prueba no paramétrica		Variable	Dependiente	Independiente
			Indicador Productividad	Indicador Eficiencia
Shapiro-Wilk $H_0$ = Los datos se ajustan a una distribución normal $H_1$ = Los datos no se ajustan a una distribución normal	Estadístico	.9520		0.385
	Sig.	0.708		0.385
Prueba de muestras emparejadas $H_0$ = Existe homogeneidad entre los datos de los grupos $H_1$ =No existe homogeneidad entre los datos de los grupos	T	81.479		
	Sig.	0.000		
Rachas $H_0$ = Los datos están distribuidos aleatoriamente. $H_1$ = Los datos no están distribuidos aleatoriamente	Z	-2.129		2.129
	Sig.	0.033		0.033

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016

- El nivel de significación para la prueba Shapiro-Wilk es mayor que 0.05, se acepta  $H_0$ . Ambos grupos de datos se ajustan a una distribución normal.
- El nivel de significancia para la prueba de muestras emparejadas es menor que 0.05, se rechaza  $H_0$ . No existe homogeneidad entre los grupos, existe variabilidad diferente los datos de los grupos.
- El nivel de significación de la prueba de Rachas es menor que 0.05, se rechaza  $H_0$ . Los datos de las variables no se distribuyen aleatoriamente, siguen un patrón.

La figura 49 presenta la dispersión de los indicadores de la hipótesis general. La disposición de los datos sigue una tendencia ascendente. No se registran datos con comportamiento anómalo.

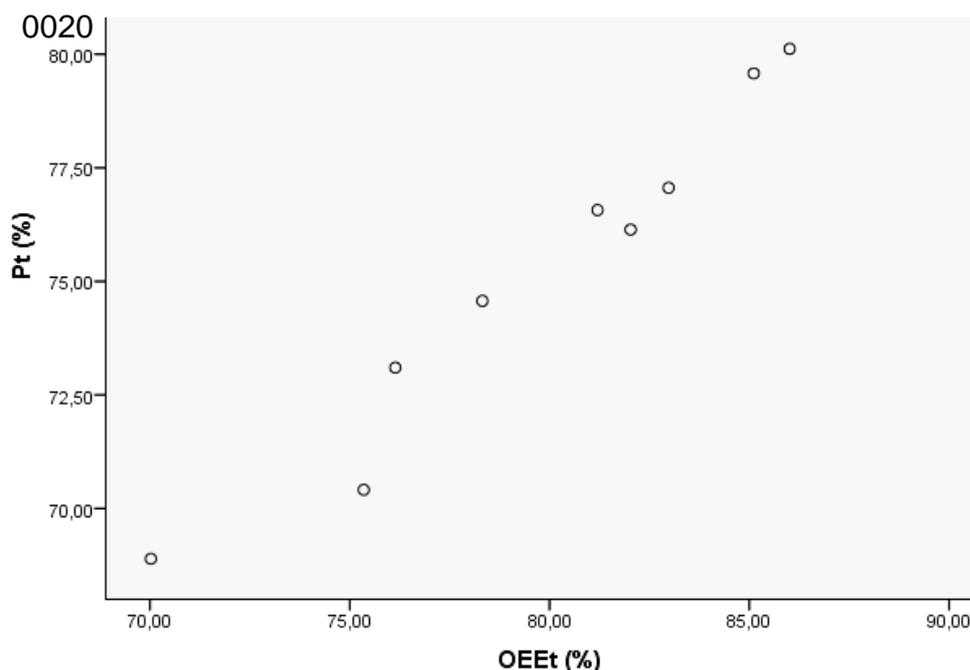


Figura 49. **Dispersión de los indicadores de la hipótesis general.**  
Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016.

Los resultados del cuadro 35 y como los grupos de datos son menores que 30, se puede afirmar que no se cumplen las condiciones de parametricidad. Por esta razón para el contraste de la hipótesis general se emplean pruebas no paramétricas.

El resultado de la prueba de correlación para la hipótesis general se presenta en el cuadro 36.

**Cuadro 36. Correlación Spearman de la hipótesis general**

		Productividad	Eficiencia
Productividad	Correlación de Spearman	1	0.982**
	Sig. (unilateral)	-	0.000
Eficiencia	Correlación de Spearman	0.982**	1
	Sig. (unilateral)	0.000	-

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (1 cola).

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016.

El resultado de la prueba no paramétrica de contraste Wilcoxon para la hipótesis general se presenta en el cuadro 37.

**Cuadro 37. Prueba Wilcoxon para hipótesis general**

Muestras relacionadas	Escala-OEEg
Z	-23.246 <sup>b</sup>
Sig.	0.000

<sup>b</sup>. Basado en rangos positivos

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016

**III. Interpretación.** El nivel de significancia de la prueba Wilcoxon es menor que 0.05, se rechaza  $H_0$ . Se acepta  $H_1$ : el sistema de gestión de operaciones se optimiza con el uso del mapa de flujo de valor, con 95% de confianza. Las variables tienen correlación positiva y fuerte.

#### 4.3.1.2 Hipótesis específica N° 1.

##### I. Planteamiento de la hipótesis específica N° 1

$H_0$ : El estado del proceso no se establece analizando la eficiencia operativa.

$H_1$ : El estado del proceso se establece analizando la eficiencia operativa.

## II. Pruebas de parametricidad de la hipótesis específica N° 1.

**Cuadro 38. Pruebas de parametricidad de la hipótesis específica N° 1**

Variable		Dependiente	Independiente
		Indicador Escala de eficiencia	Indicador Eficiencia global
<b>Prueba no paramétrica</b>			
<b>Shapiro-Wilk</b> H <sub>0</sub> = Los datos se ajustan a una distribución normal H <sub>1</sub> = Los datos no se ajustan a una distribución normal	Estadístico	0.917	0.952
	Sig.	0.364	0.708
<b>Prueba de muestras emparejadas</b> H <sub>0</sub> = Existe homogeneidad entre los datos de los grupos H <sub>1</sub> =No existe homogeneidad entre los datos de los grupos	t	-125.631	
	Sig.	0.000	
<b>Rachas</b> H <sub>0</sub> = Los datos están distribuidos aleatoriamente. H <sub>1</sub> = Los datos no están distribuidos aleatoriamente.	Z	-2.129	2.129
	Sig.	0.033	0.033

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016

- El nivel de significancia de la prueba Shapiro-Wilk es mayor que 0.05, se rechaza H<sub>0</sub>. Los datos de las variables se ajustan a una distribución normal.
- El nivel de significancia para la prueba de muestras emparejadas es menor que 0.05, se rechaza H<sub>0</sub>. No existe homogeneidad entre los grupos, existe variabilidad diferente los datos de los grupos.
- El nivel de significancia para la prueba de Rachas es menor que 0.05, se rechaza H<sub>0</sub>. Los datos de las variables no se distribuyen aleatoriamente, siguen un patrón.

Los resultados presentados en el cuadro 38 y como los grupos de datos son menores que 30, no se cumplen las condiciones de parametricidad. Por esta razón para el contraste de la hipótesis general se emplean pruebas no paramétricas.

La figura 50 ilustra el gráfico de dispersión de los indicadores de las variables de la hipótesis específica N°1. La disposición de los datos sigue una tendencia ascendente

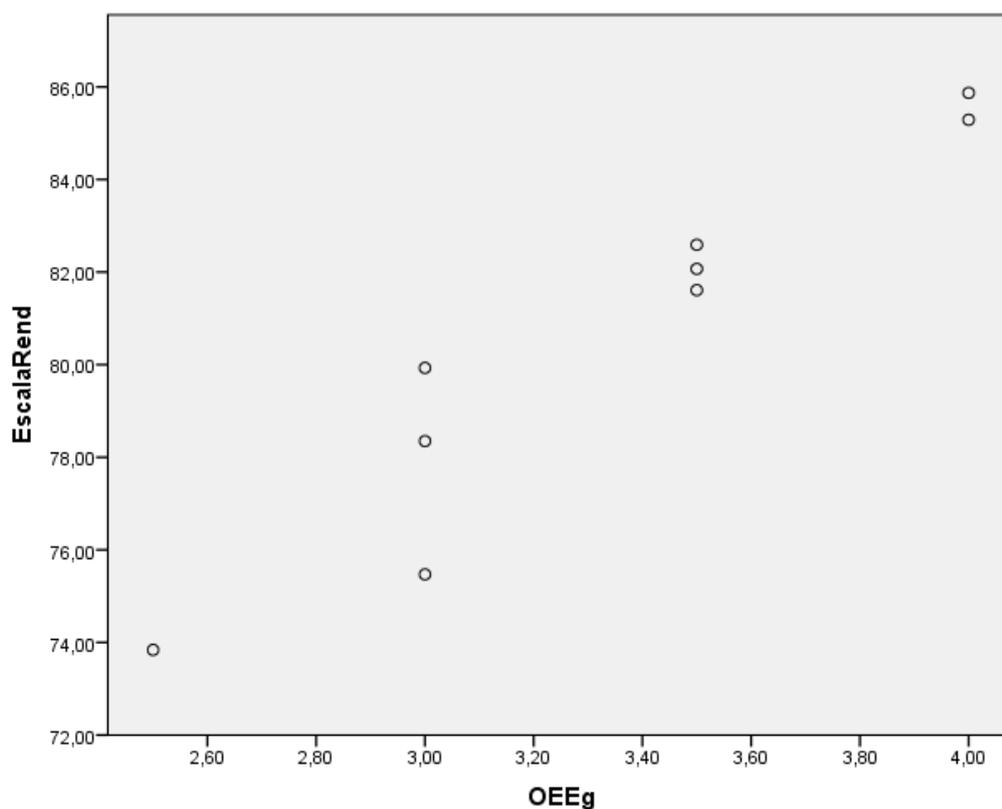


Figura 50. **Dispersión de los indicadores de la hipótesis específica N° 1.**

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016.

El resultado de la prueba de correlación de las variables de la hipótesis específica N°1 se presenta en el cuadro 39.

**Cuadro 39. Correlación Spearman de la hipótesis específica N°1**

		Escala	OEEg
Escala	Correlación de Spearman	1	0.959**
	Sig. (unilateral)	-	0.000
OEEg	Correlación de Spearman	0.959**	1
	Sig. (unilateral)	0.000	-

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (1 cola).

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016

El resultado de la prueba no paramétrica Wilcoxon para la hipótesis específica N°1 se presenta en el cuadro 40.

**Cuadro 40. Prueba Wilcoxon para la hipótesis específica N° 1**

Muestras relacionadas	Escala - OEEg
Z	-21.995 <sup>b</sup>
Sig.	0.000

<sup>b</sup>. Basado en los signos negativos.

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016

**III. Interpretación.** El nivel de significancia de la prueba Wilcoxon es menor que 0.05, se rechaza  $H_0$ . Se acepta la  $H_1$ : el estado del proceso del proceso se establece analizando la eficiencia operativa, con 95% de nivel de confianza. Las variables tienen correlación positiva y fuerte.

#### 4.3.1.3 Hipótesis específica N° 2.

##### I. Planteamiento de la hipótesis específica N° 2

$H_0$ : El registro de calidad no se valida con la cantidad de productos aprobados.

$H_1$ : El registro de calidad se valida con la cantidad de productos aprobados.

##### II. Pruebas para el contraste de la hipótesis específica N° 2.

**Cuadro 41. Pruebas de parametricidad de la hipótesis específica N°2**

Prueba estadística	Variable	Dependiente	Independiente
		Indicador Reprocesos	Indicador FTT
<b>Shapiro-Wilk</b> $H_0$ = Los datos se ajustan a una distribución normal $H_1$ = Los datos no se ajustan a una distribución normal	Estadístico	0.954	0.953
	Sig.	0.730	0.720
<b>Prueba de muestras emparejadas</b> $H_0$ = Existe homogeneidad entre los datos de los grupos $H_1$ =No existe homogeneidad entre los datos de los grupos	t	-90.064	
	Sig.	0.000	
<b>Rachas</b> $H_0$ = Los datos están distribuidos aleatoriamente. $H_1$ = Los datos no están distribuidos aleatoriamente.	Z	-2.129	-2.129
	Sig.	0.033	0.033

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia – 2016

-El nivel de significancia de la prueba Shapiro-Wilk es menor que 0.05, se acepta  $H_0$ . Los datos se ajustan a una distribución normal.

- El nivel de significancia para la prueba de muestras emparejadas es menor que 0.05, se rechaza  $H_0$ . No existe homogeneidad entre los grupos, existe variabilidad diferente los datos.
- El nivel de significancia de la prueba de Rachas es menor que 0.05, no se acepta  $H_0$ . Los datos de las variables no se distribuyen aleatoriamente, siguen un patrón.

Los resultados presentados en el cuadro 41 y como los datos son menores que 30 en cada grupo, no se cumplen las condiciones de parametricidad. Por esta razón para el contraste de la hipótesis general se emplean pruebas no paramétricas

La figura 51 ilustra el grafico de dispersión de los indicadores de las variables de la hipótesis específica N°2. La disposición de los datos sigue una tendencia descendente.

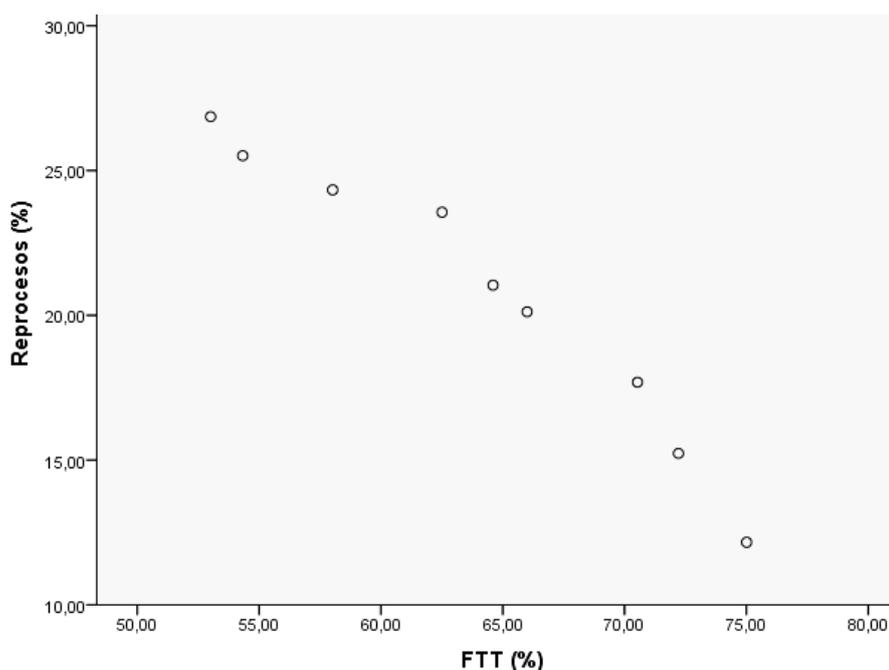


Figura 51. **Dispersión de los indicadores de la hipótesis específica N° 2.**  
Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016.

Los resultados presentados en el cuadro 42 y como los datos son menores que 30 en cada grupo, no se cumplen las condiciones de parametricidad. Por esta razón para el contraste de la hipótesis general se emplean pruebas no paramétricas.

El resultado de la prueba de correlación Spearman de las variables de la hipótesis específica N° 2 se presentan en el cuadro 42.

**Cuadro 42. Correlación Spearman de la hipótesis específica N°2**

		Reprocesos	FTT
Reprocesos	Correlación de Spearman	1	-1.000**
	Sig. (unilateral)	-	0.000
FTT	Correlación de Spearman	-1.000**	1
	Sig. (unilateral)	0.000	-

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (1 cola).

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016.

El resultado de la prueba no paramétrica de contraste Wilcoxon para la hipótesis específica N°2 se presenta en el cuadro 43.

**Cuadro 43. Prueba Wilcoxon para hipótesis específica N° 2**

Muestras relacionadas	Reprocesos - FTT
Z	-20.845 <sup>b</sup>
Sig.	0.000

<sup>a</sup>. Basado en rangos negativos

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016.

**III. Interpretación.** El nivel de significancia de la prueba Wilcoxon es menor que 0.05, se rechaza  $H_0$ . Se acepta la  $H_1$ : el registro de calidad se valida con la cantidad de los productos aprobados, con 95% de nivel de confianza. La correlación de variables es negativa y muy fuerte.

#### 4.3.1.4 Hipótesis específica N° 3.

##### I. Planteamiento de la hipótesis específica N° 3.

$H_0$ : El servicio al cliente no depende significativamente del programa de producción.

$H_1$ : El servicio al cliente depende significativamente del programa de producción.

## II. Pruebas de parametricidad la hipótesis específica N°3.

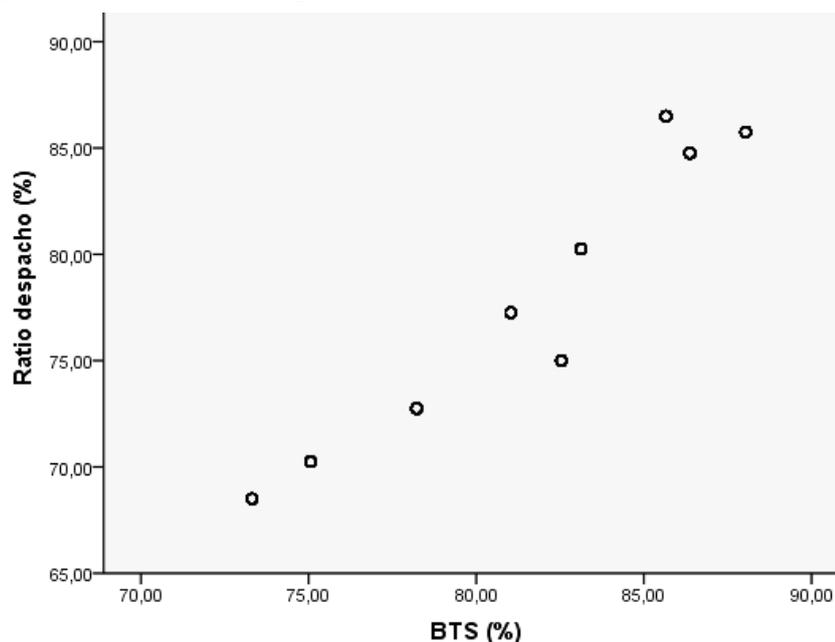
**Cuadro 44. Prueba de parametricidad de la hipótesis específica N°3**

Variable		Dependiente	Independiente
		Indicador Ratio de despacho	Indicador BTS
<b>Prueba no paramétrica</b>			
<b>Shapiro-Wilk</b> H <sub>0</sub> = Los datos se ajustan a una distribución normal H <sub>1</sub> = Los datos no se ajustan a una distribución normal	Estadístico	0.924	0.930
	Sig.	0.429	0.514
<b>Prueba de muestras emparejadas</b> H <sub>0</sub> = Existe homogeneidad entre los datos de los grupos. H <sub>1</sub> =No existe homogeneidad entre los datos de los grupos.	t	-40.779	
	Sig.	0.000	
<b>Rachas</b> H <sub>0</sub> = Los datos están distribuidos aleatoriamente. H <sub>1</sub> = Los datos no están distribuidos aleatoriamente.	Z	-27.018	-26.806
	Sig.	0.000	0.000

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016.

- El nivel de significancia de la prueba Shapiro-Wilk es mayor que 0.05, se acepta H<sub>0</sub>. Los datos tienen una distribución normal.
- El nivel de significancia para la prueba de muestras emparejadas es menor que 0.05, se rechaza H<sub>0</sub>. No existe homogeneidad entre los grupos, existe variabilidad diferente los datos de los grupos.
- El nivel de significancia de la prueba de Rachas es menor que 0.05, no se acepta H<sub>0</sub>. Los datos no se distribuyen aleatoriamente.

La figura N° 52 ilustra el grafico de dispersión de las variables.



**Figura 52. Dispersión de los indicadores de la hipótesis específica N° 3.**

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016.

La disposición de los datos sigue una tendencia ascendente.

Los resultados presentados en el cuadro 44 y como los datos son menores que 30 en cada grupo, no se cumplen las condiciones de parametricidad. Por esta razón para el contraste de la hipótesis general se emplean pruebas no paramétricas

El resultado de la prueba de correlación Spearman para la hipótesis específica N° 3 se presentan en el cuadro 45.

**Cuadro 45. Correlación Spearman de la hipótesis específica N°3**

		Despacho	BTS
Despacho	Correlación de Spearman	1	0.923**
	Sig. (unilateral)	-	0.000
BTS	Correlación de Spearman	0.923**	1
	Sig. (unilateral)	0.000	-

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (1 cola).

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016.

El resultado de la prueba no paramétrica de contraste Wilcoxon para la hipótesis específica N°3 se presenta en el cuadro 46.

**Cuadro 46. Prueba Wilcoxon para hipótesis específica N° 3**

Muestras relacionadas	Ratio de despacho - BTS
Z	-22.856 <sup>b</sup>
Sig.	0.000

<sup>b</sup>. Basado en rangos negativos

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016.

**III. Interpretación.** El nivel de significancia de la prueba Wilcoxon es menor que 0.05 se rechaza  $H_0$ . Se acepta la  $H_1$ ,: el servicio al cliente depende significativamente del programa de producción, con 95% de nivel de confianza. Las variables tienen una correlación positiva y muy fuerte.

#### 4.3.1.5 Hipótesis específica N° 4

##### I. Planteamiento de la hipótesis específica N° 4.

$H_0$ : El tiempo de producción no disminuye considerablemente eliminando las actividades que no agregan valor.

$H_1$ : El tiempo de producción disminuye considerablemente eliminando las actividades que no agregan valor.

##### II. Pruebas para el contraste de la hipótesis específica N°4.

**Cuadro 47. Pruebas de parametricidad de la hipótesis específica N° 4**

Variable		Dependiente	Independiente
		Indicador LT	Indicador Eficiencia de ciclo (%)
<b>Prueba no paramétrica</b>			
<b>Shapiro-Wilk</b> $H_0$ = Los datos se ajustan a una distribución normal $H_1$ = Los datos no se ajustan a una distribución normal	Estadístico	0.900	0.960
	Sig.	0.250	0.802
<b>Prueba de muestras emparejadas</b> $H_0$ = Existe homogeneidad entre los datos de los grupos. $H_1$ =No existe homogeneidad entre los datos de los grupos	t	-59.000	
	Sig.	0.000	
<b>Rachas</b> $H_0$ = Los datos están distribuidos aleatoriamente. $H_1$ = Los datos no están distribuidos aleatoriamente.	Z	-2.129	-2.129
	Sig.	0.000	0.000

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016.

- El nivel de significancia de la prueba Shapiro-Wilk es mayor que 0.05, no se rechaza  $H_0$ . Los datos tienen distribución normal.
  - El nivel de significancia para la prueba de muestras emparejadas es menor que 0.05, se rechaza  $H_0$ . No existe homogeneidad entre los grupos, existe variabilidad diferente los datos de los grupos.
  - El nivel de significancia de la prueba de Rachas es menor que 0.05, se rechaza  $H_0$ . Los datos no se distribuyen aleatoriamente.
- La figura 53 ilustra el gráfico de dispersión de los indicadores de variables de la hipótesis específica N° 4.

Los resultados presentados en el cuadro 47 y como los datos de los indicadores son menores que 30 en cada grupo, no se cumplen las condiciones de parametricidad. Por esta razón para

el contraste de la hipótesis general se emplean pruebas no paramétricas.

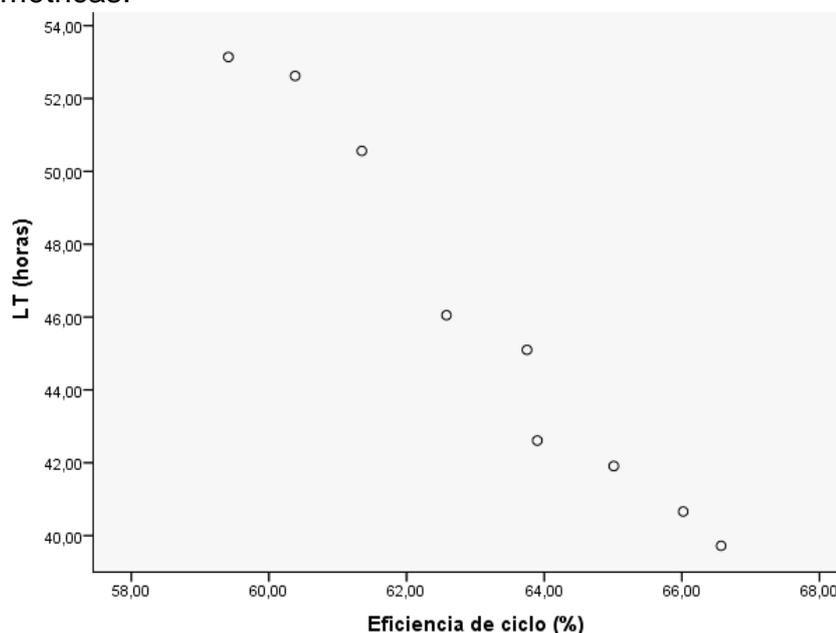


Figura 53. **Dispersión de los indicadores de la hipótesis N° 4.**  
Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016.

La disposición de los datos sigue una tendencia descendente.

El resultado de la prueba de correlación Spearman para la hipótesis específica N° 4 se presentan en el cuadro 48.

**Cuadro 48. Correlación Spearman de la hipótesis específica N°3**

		LT	EC
LT	Correlación de Spearman	1	-1.000.**
	Sig. (unilateral)	-	0.000
EC	Correlación de Spearman	-1.000.**	1
	Sig. (unilateral)	0.000	-

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (1 cola).

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2016.

**Cuadro 49. Prueba Wilcoxon para hipótesis específica N° 4**

Muestras relacionadas	LT – Eficiencia de ciclo
Z	-20.699 <sup>b</sup>
Sig.	0.000

<sup>a</sup>. Basado en rangos negativos

Fuente. Programa SPSS v.22. Elaboración propia, 2015

**III. Interpretación.** El valor de significancia entre las variables es menor que 0.05, se rechaza la  $H_0$ . Se acepta  $H_1$ : el tiempo de producción disminuye considerablemente eliminando las actividades que no agregan valor, con 95% de confianza. La correlación entre variables es negativa y muy fuerte.

**4.3.2 Seguimiento del plan maestro de optimización.** Analizando los resultados del diagnóstico organizacional y los niveles de desempeño de las operaciones, que se presentó en el mapa actual de flujo de valor, se concluyó que el sistema de operaciones es convencional y puede ser optimizado.

El mapa futuro de flujo de valor planteó aplicar técnicas operativas actuales en el sistema de gestión de operaciones. El plan maestro de optimización aprobado por la Jefatura de tintorería aborda el desarrollo de las técnicas 5S's, el mantenimiento autónomo y kanban.

El método de mejora continua permitió alcanzar logros con una inversión que será sostenida con el aumento de los ingresos de las ventas. Estos beneficios son cuantitativos, si bien no se logran drásticos incrementos a nivel económico, se logró validar lineamientos de gestión de operaciones.

A continuación se presentan los cuadros que presentan los resultados de la implementación del plan maestro, se detalla las actividades realizadas de acuerdo a las condiciones de la tintorería en estudio.

Cuadro 50. Resultados de las actividades del plan maestro

Plan Maestro		Mes									
Actividad	Nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>1. Actividades preliminares.</b>											
1.1 Aviso oficial de la jefatura para iniciar el Plan Maestro.	97%										
1.2 Capacitación sobre las técnicas operativas a desarrollar.	95%										
1.3 Organización / documentos de soporte.	92%										
1.4 Establecer objetivos y metas del Plan Maestro.	92%										
<b>2. Implementación.</b>											
<b>2.0 Actividades de preparación.</b>											
<b>2.1 Etapa operativa de la técnica 5S's</b>											
2.1.1 Despliegue de 1ra S: <b>seiri</b> – separar.	90%										
2.1.2 Despliegue de 2da S: <b>seiton</b> – ordenar.	88%										
2.1.3 Despliegue de la 3ra S: <b>seis</b> – limpiar.	85%										
<b>2.2 Etapa de gestión de la técnica 5S's</b>											
2.2.1 Despliegue de la 4ta S: <b>seiketsu</b> – estandarizar.	76%										
2.2.2 Despliegue de la 5ta S: <b>shitsuke</b> – mantener.	78%										
<b>2.3 Aplicación de la técnica kanban</b>	85%										
<b>2.4 Despliegue de operaciones combinadas</b>	82%										
<b>2.5 Seguimiento.</b>	85%										
<b>2.6 Revisión.</b>	90%										

Fuente. Jefatura de tintorería ST01 – setiembre 2015

**Cuadro 51. Actividades preliminares**

Plan Maestro		Mes									
Actividad	Nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>1. Actividades preliminares</b>											
<b>1.1 Aviso oficial de la jefatura para iniciar el Plan Maestro</b>	<b>97%</b>										
1.1.1 Reunión jefatura / equipo responsable.	95%	x									
1.1.2 Elaborar documento oficial de inicio del Plan Maestro	100%	x									
1.1.3 Difusión de la declaración oficial.	95%	x									
<b>1.2 Capacitación en técnicas operativas del Plan Maestro</b>	<b>95%</b>										
1.2.1 Charlas a jefatura y equipo responsable.	95%	x									
1.2.2 Taller para personal de planta: actividades y tareas.	95%	x									
<b>1.3 Organización / documentos de soporte.</b>	<b>92%</b>										
1.3.1 Nombramiento oficial del equipo de mejora.	100%	x	x								
1.3.2 Definir responsabilidades los integrantes del equipo de mejora.	90%	x	x								
1.3.3 Establecer las zonas de la tintorería.	100%		x								
1.3.4 Promoción.	78%		x								
1.3.4.1 Elaborar del panel visual.	80%		x								
1.3.4.2 Manual de operaciones: estructura, contenido.	70%		x								
1.3.4.3 Preparar formatos de documentación.	84%		x								
<b>1.4 Establecer objetivos y metas del Plan Maestro.</b>	<b>92%</b>										
1.4.1 Análisis de la situación actual.	95%		x								
1.4.2 Objetivos y metas del Plan Maestro	95%		x								
1.4.3 Actividades de etapas de ejecución.	86%		x								

Fuente. Jefatura de tintorería ST01 – setiembre 2015

**Cuadro 52. Actividades de preparación**

Plan Maestro		Mes									
Actividad	Nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>2. Implementación</b>	<b>Nivel</b>										
<b>2.0 Actividades de preparación.</b>	<b>100%</b>										
2.0.1 Definir responsabilidades del equipo de mejora.	100%			x							
2.0.2 Validar tarjetas rojas y elaborar sistema de control.	100%			x							
2.0.3 Establecer ubicación del almacén temporal.	100%			x							
2.0.4 Validar formatos: documentación de soporte.	100%			x							
2.0.5 Registro fotográfico de la situación actual.	100%			x							
2.0.6 Lanzamiento de las 5S's: <b>día de la gran limpieza.</b>	100%			x							

Fuente. Jefatura de tintorería ST01 – setiembre 2015

**Cuadro 53. Actividades operativas 5S's.**

Plan maestro												
Actividad		Mes										
2. Implementación	Nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>2.1. Etapa operativa de la técnica 5S's</b>												
<b>2.1.1 Despliegue de 1ra S : seiri – separar</b>	<b>90%</b>											
2.1.1.1 Campaña de limpieza de elementos innecesarios.	95%				x	x	x	x	x			
2.1.1.2 Inventario y plan de retiro de elementos innecesarios.	85%				x		x		x			
2.1.1.3 Realizar auditoria 1ra S y publicación de calificación.	95%				x	x	x	x	x	x	x	
2.1.1.4 Oportunidades de mejora en áreas de difícil acceso.	85%					x	x	x				
2.1.1.5 Establecer detalles de tareas para actividades de 2 S.	90%				x	x			x	x	x	
<b>2.1.2 Despliegue de 2da S : seiton – ordenar</b>	<b>88%</b>											
2.1.2.1 Inventario y ubicación actual de elementos necesarios.	85%					x		x		x		
2.1.2.2 Señalizar e identificar ubicaciones actuales	85%					x	x	x	x			
2.1.2.3 Validar reglas para elementos necesarios.	90%					x	x					
2.1.2.4 Realizar auditorías 1ra S y 2da S.	95%					x	x			x		
2.1.2.5 Establecer detalle de tareas para actividades 3ra S.	85%					x	x					
<b>2.1.3 Despliegue de la 3ra S: seiso – limpiar.</b>	<b>85%</b>											
2.1.3.1 Identificar puntos críticos de limpieza.	90%						x	x	x	x	x	
2.1.3.2 Campaña de limpieza de puntos de difícil acceso.	90%						x	x	x			
2.1.3.3 Establecer reglas provisionales de limpieza.	80%							x	x			
2.1.3.4 Reparaciones rápidas para uso de máquinas.	80%						x	x		x	x	
2.1.3.5 Identificar y elaborar fuentes de contaminación.	90%						x	x	x			
2.1.3.6 Realizar auditorías 3ra S, 2da S y 1ra S.	80%						x	x		x	x	
2.1.3.7 Establecer de tareas para actividades de 4ta S.	85%						x					

Fuente. Jefatura de tintorería ST01 – setiembre 2015

**Cuadro 54. Actividades de gestión 5S's.**

Plan Maestro											
Actividad		Mes									
<b>2. Implementación</b>											
<b>2.2. Etapa de gestión de la técnica 5S's</b>	<b>Nivel</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>2.2.1 Despliegue de la 4ta S: seiketsu – estandarizar.</b>	<b>76%</b>										
2.2.1.1 Completar los controles visuales	73%							x	x		
- Señalización de áreas, máquinas y equipos.	75%							x	x		
- Diseñar controles visuales para inspección.	65%							x	x		
-Diseñar controles visuales para herramientas.	70%								x		
2.2.1.2 Plan de implementación de controles visuales.	75%							x	x		
2.2.1.3 Elaborar manual de estandarización.	74%							x	x	x	x
2.2.1.4 Realizar auditorías de gestión, 3 S, 2 S y 1 S.	85%							x			
2.2.1.5 Establecer detalles de tareas para actividades de 5ta S.	73%								x		
<b>2.2.2 Despliegue dela 5ta S : shitsuke – mantener</b>	<b>78%</b>										
2.2.2.1 Aplicar matriz de habilidades de los operadores.	76%							x	x	x	x
2.2.2.2 Elaborar plan de capacitación/reforzamiento.	80%								x	x	x
2.2.2.3 Difundir reglamentos para los trabajos.	74%							x	x		
2.2.2.4 Realizar auditorías 5S's.	82%								x	x	x

Fuente. Jefatura de tintorería ST01 – setiembre 2015

**Cuadro 55. Actividades de seguimiento.**

Plan maestro											
3. Seguimiento		Mes									
	<b>Nivel</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Actividades de seguimiento</b>	<b>85%</b>										
3.1 Reuniones del equipo de mejora.	78%		x	x	x	x	x	x	x	x	x
3.2 Seguimiento de auditorías.	81%				x	x	x	x	x	x	x
3.3 Monitoreo de indicadores de desempeño.	86%				x	x		x	x	x	x
3.4 Asesoría externa (cada 15 días).	95%	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente. Jefatura de tintorería ST01 – setiembre 2015

**Cuadro 56. Actividades de mejora.**

Plan maestro											
4. Control y revisión		Mes									
	Nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Actividades de mejora</b>	<b>90%</b>										
2.4.1 Resultado de las acciones de mejora.	85%	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.4.2 Presentación de nuevo plan de capacitación.	95%					x	x	x	x	x	x
2.4.3 Nuevas metas a corto plazo.	90%							x		x	x

Fuente. Jefatura de tintorería ST01 – setiembre 2015

**4.3.3 Implementación de la técnica 5S's y el mantenimiento autónomo.** El plan maestro implementó la técnica 5S's y el mantenimiento autónomo en conjunto, utilizando la estrategia de mejora continua.

**4.3.3.1 Etapa Planear.** Se realizaron las siguientes actividades:

1. Aviso oficial de la dirección de la decisión de implementar el Plan Maestro de mejora de las operaciones en la tintorería.
2. Capacitación en las técnicas elegidas, en dos sesiones de 2 horas de duración.
3. Definición del equipo de mejora. Establecer zonas. Promoción de beneficios del plan maestro, que generó expectativa del personal, durante cuatro semanas, usando paneles y afiches.
4. Establecimiento de objetivos y metas por etapa 5S's. Fue determinante el uso del mapa de flujo actual y el mapa de flujo futuro. El análisis permitió conocer las brechas iniciales respecto a los niveles de los indicadores de desempeño. Así como los reacomodos necesarios de las operaciones para eliminar los desperdicios de recursos.
5. Aprobación del plan maestro.

**4.3.3.2 Etapa Hacer.** Se inició con las siguientes actividades preliminares:

- Ubicación del almacén temporal.
- Revisó y aprobaron los formatos para las auditorias.
- Registro fotográfico de la situación actual.
- Definición del día de la gran limpieza general.

La implementación de la 1ra S se inició a partir del cuarto mes, conforme al plan maestro, las actividades desarrolladas fueron:

- Campaña de limpieza inicial: selección, inventario y traslado de material innecesario al almacén temporal. Los materiales innecesarios de gran tamaño fueron etiquetados.
- Ubicación de zonas inseguras y poco accesibles.
- Elaboración del panel 5S's.
- Reuniones de reforzamiento: jornada de aplicación (2 veces al mes, duración 1 hora), reunión de evaluación al final del turno, duración 10 minutos.

Para la selección de los elementos innecesarios se utilizaron los criterios que presentan en la figura 54.



Figura 54. Etapa 1ra S: objetos innecesarios.

Fuente. IDIA, 2007

La primera auditoria solo alcanzó 28% de cumplimiento, se identificaron grandes oportunidades de mejora: material sobrante, mobiliario en desuso, pizarras deterioradas, carteles de información pasada.

La implementación de la 2da S, ordenar, en japonés seiton, comenzó a partir del quinto mes, comienza con la elaboración de un listado de insumos, herramientas, equipos, instrumentos. Durante el desarrollo de las actividades de la 2da S, se aplicaron los criterios que se ilustran en la figura 55.



Figura 55. **Etapa 2da S: ordenar elementos necesarios**

Fuente. IDIA, 2007

Las actividades básicas desarrolladas fueron validar las ubicaciones de los elementos según frecuencia de uso y señalar las ubicaciones para cada máquina y herramienta.

Implementación de la 3ra S. El cuadro 57 resume de las actividades que se estandarizaron con la aplicación de la 3ra S y el mantenimiento autónomo.

**Cuadro 57. Actividades para el mantenimiento autónomo.**

<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACCION</b>
1	<b>Limpieza e inspección.</b>	Eliminar la suciedad, el polvo de las máquinas y sus cercanías. Preparar los pasos para la limpieza, lubricación y ajuste de los equipos, máquinas.
2	<b>Facilitar acceso a sitios de difícil inspección.</b>	Eliminar obstáculos y/o reubicar materiales que impiden acceso a la inspección.
3	<b>Acciones correctivas para evitar deterioro de máquinas.</b>	Eliminar y/o reducir causas que originan deterioro en los equipos y máquinas.
4	<b>Preparar procedimientos para la inspección autónoma.</b>	Listar puntos de inspección y elaborar pasos de inspección.
5	<b>Preparaciones de carteles de lección de un punto.</b>	Elaborar carteles de prevención en puntos críticos y de manejo de máquinas de uso continuo.
6	<b>Estandarización.</b>	Recopilar los procedimientos de mantenimiento en un manual de uso común: hoja de registro de datos, control de máquinas, herramientas y otros.
7	<b>Inspección general.</b>	Capacitación de la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías.
8	<b>Inspección autónoma.</b>	Formulación e implantación del mantenimiento autónomo por los operadores de planta.

Fuente. Elaboración del Equipo de mejora de Tintorería - 2015

La implementación de la 3ra S y el mantenimiento autónomo comprendió las siguientes actividades:

- Identificación y limpieza de puntos críticos de limpieza.
- Establecimiento de estándares temporales de limpieza.
- Corrección de pequeñas deficiencias, identificando las causas.
- Facilitar el fácil acceso a puntos inseguros y difícil tránsito.

Paso 1: Realizar la limpieza inicial (seiso). Inicialmente, se procedió a realizar una breve reunión de inicio de 5 minutos duración, con todo el personal operativo de la planta. Acto seguido se comenzó la campaña de limpieza en los puestos de trabajo y en el exterior de las máquinas.

Se priorizó las zonas con mayores incidentes, en cada área se ubicó a operarios habituales. Para identificar las fuentes de parada de máquinas se usó la técnica de análisis causa-raíz.

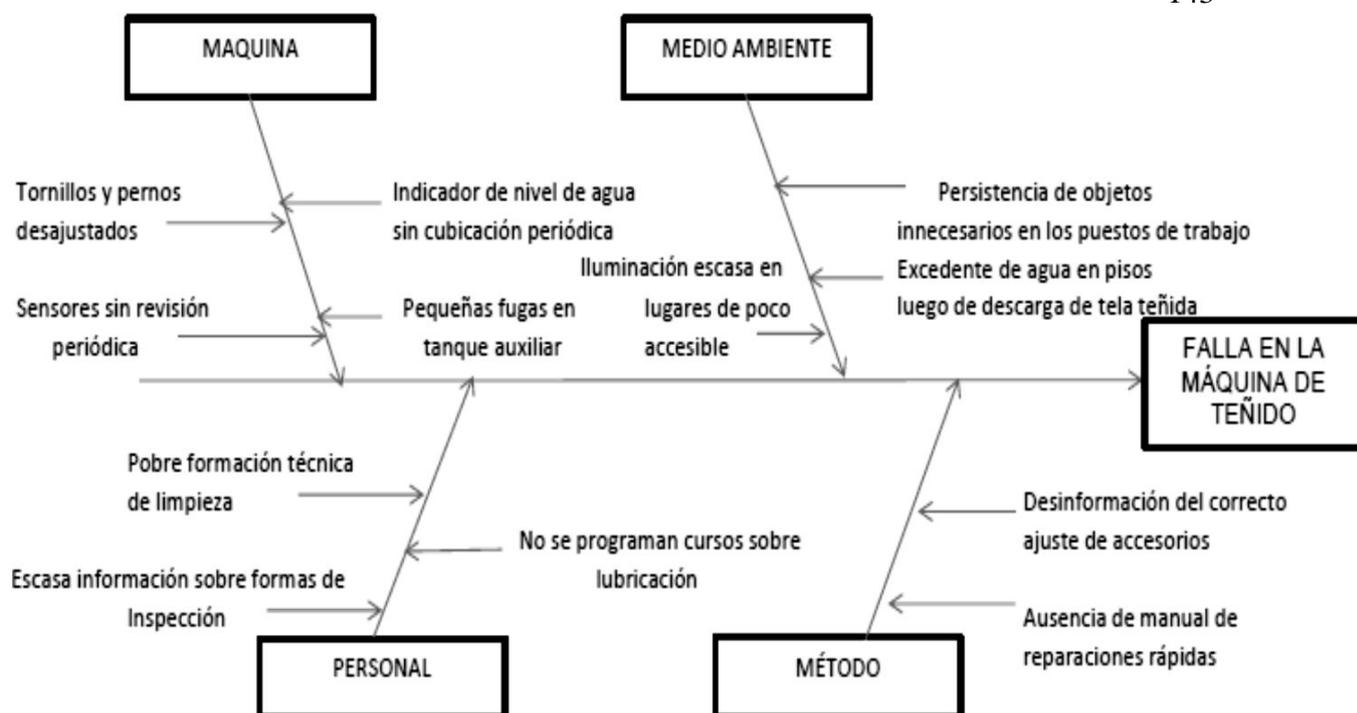


Figura 56. Diagrama causa-efecto de las máquinas de teñido.

Fuente. Elaboración propia – 2015

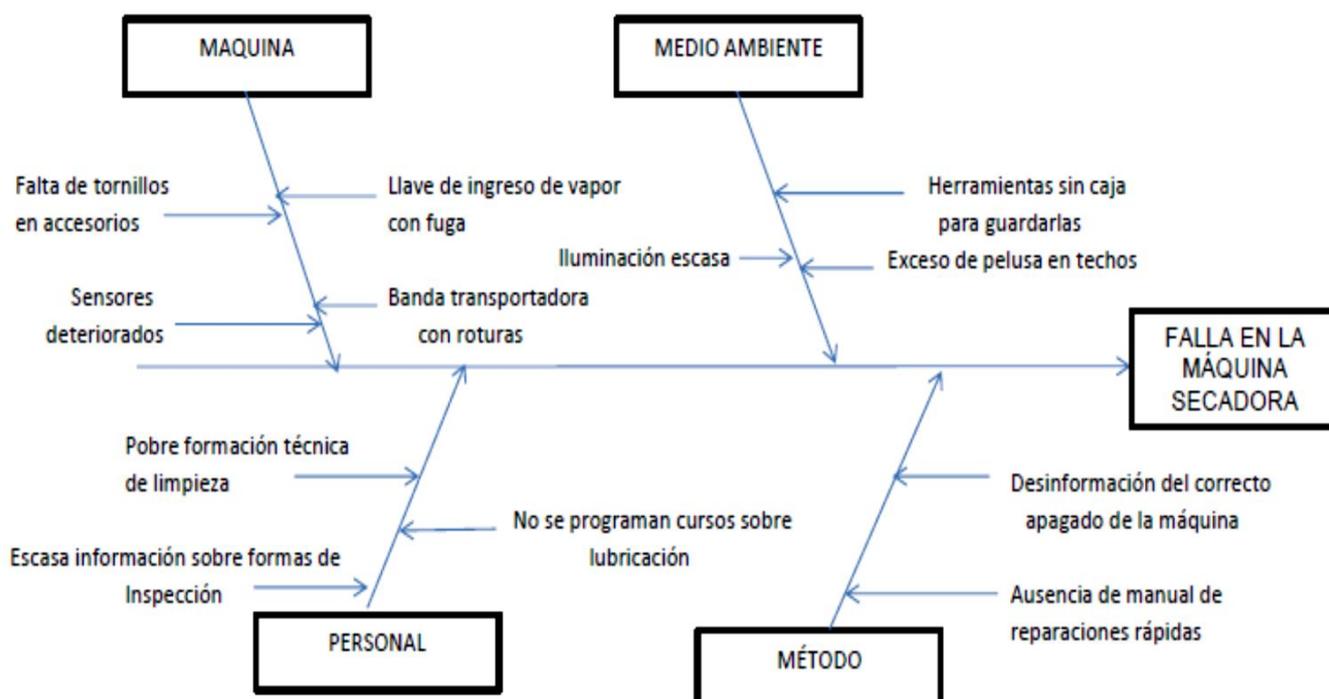


Figura 57. Diagrama causa-efecto de falla de la máquina secadora.

Fuente. Elaboración propia - 2015

A continuación se presentan las causas de paradas de máquinas:

- Sensores defectuosos generan teñidos con defectos. En la secadora se genera irregular eliminación de humedad.
- El mal ajuste de los pernos, tuercas y tornillos en las máquinas provocan desgaste de las fajas de transmisión.

- Las fajas transmisión con defectos de ensamble ocasiona enredo de las tela dentro de la máquina.
- Los desperdicios provocaban obstrucción en los ductos de las máquinas por el polvo, pelusas y basura.
- La falta de información sobre inspección y lubricación limita al personal operativo en el mantenimiento de las máquinas.
- La obstrucción de los indicadores de nivel en las máquinas de teñido ocasiona empleo ineficiente de insumos.
- La secadora requiere filtros limpios del intercambiador de calor para el uso eficiente de la energía calorífica.

El cuadro 58 presenta las tareas correctivas establecidas.

**Cuadro 58. Tareas de mantenimiento en base al ACR**

Falla	Consecuencia	Causa de la falla	Tarea de mantenimiento	Tiempo (min)	Intervalo				Responsable
					D	S	M	A	
Falla en la teñidora	Desgaste de estructura	Falta de ajuste de pernos	Ajustar pernos	10	D	S	M	A	Producción
		Pérdida de tuercas	Prisionero de tuercas	15		X			Producción
		Pernos de anclaje deteriorados	Lubricación	10			X		Producción
	Colores desentonados o degradados	Tubo de nivel sucio	Limpieza	5	X				Producción
		Fugas en el tanque auxiliar	Limpieza de llaves	5	X				Producción
		Sensores deteriorados	Limpieza	10		X			Producción
	Atraque de tela	Foco quemados	Limpieza	5	X				Producción
		Sensores descontrolados	Limpieza / lubricación	15	X				Producción
	Falla en la secadora	Desvió de la banda principal	Sensores descontrolados	Limpieza / lubricación	15			X	
Brazo hidráulico atascado			Lubricación	15		X			Producción
Rotura parcial de banda			Inspección / limpieza	15		X			Producción
Demora en el secado		Intercambiador sucio	Limpieza	45		X			Producción

Fuente. Elaboración propia. 2015

Durante el mantenimiento autónomo se realizar tres actividades:

1. Eliminación de los desechos, el polvo y la suciedad.
2. Identificación de anomalías.
3. Corrección de pequeñas deficiencias, accesorios desgastados, balance excesivo de pernos y deformaciones.

Cuadro 59. Clasificación de los siete tipos de anomalías

Anomalia	Fuente
<b>1. Pequeña deficiencia</b>	
Contaminantes	Polvo, suciedad, aceite, grasa, óxido, pintura
Daños	Fisuras, aplastamientos, picaduras
Holguras	Sacudidas, ladeos, excentricidad, desgaste
Soitura	Cintas, cadenas
Fenómenos anormales	Ruido inusual, sobrecalentamiento, vibraciones
Adhesión	Bloqueos, agarrotamientos, disfunciones
<b>2. Incumplimiento de las condiciones básicas</b>	
Lubricación	Desabastecimiento, suciedad, fugas de lubricante
Suministro de lubricante	Suciedad, daños, accesos deformados
Indicadores de nivel de aceite	Suciedad, daños, fugas, control errado
Apretado	Tuercas y pernos, holgura, omisiones, rosa pasada
<b>3. Puntos inaccesibles</b>	
Limpieza	Construcción errada, cubiertas, disposición, apoyos
Chequeo – inspección	Cubiertas, construcción, disposición, posición
Lubricación	Posición de entrada de lubricante, construcción, altura
Apretado de pernos	Cubiertas, construcción, disposición, tamaño, apoyos
Operación	Disposición de maquinaria, posición de válvulas, palancas
Ajuste	Posición de indicadores
<b>4. Focos de contaminación</b>	
Producto	Fugas, derrames, chorros, dispersión, exceso de flujo
Materias primas	Fugas, derrames, chorros, dispersión, exceso de flujo
Lubricante	Fugas, derrames, infiltraciones, filtros hidráulicos
Gases	Fugas de aire comprimido, gases, vapores
Líquidos	Fugas, vertidos, chorros de agua fría o caliente
Desechos	Chispas, recortes, material de embalaje
<b>5. Fuentes de defecto de calidad</b>	
Materias extrañas	Inclusión, filtración, partículas, desechos de cables
Golpes	Caidas, sacudidas, colisiones, vibraciones
Humedad	Demasiada, poca, infiltración
Tamaño de material	Anormalidades de tamices
Concentración	Calentamiento inadecuado, composición, mezcla, agitación
<b>6. Elementos innecesarios y no urgentes</b>	
Maquinaria	Bombas, agitadores, compresores, columnas de tanques
Tuberías	Tubos, manguera, conductos, válvulas, amortiguadores
Instrumentos de medida	Temperatura, presión, indicadores de vacío
Equipos eléctricos	Cableado, tuberías, conectores de alimentación, conmutadores
Plantilla y herramientas	Herramientas generales y de corte, plantillas
Repuestos	Equipo de reserva, repuestos, inventario permanente
Reparaciones provisionales	Cintas, cables, chapas, fibras
<b>7. Lugares inseguros</b>	
Suelos	Desequilibrados, rampas, elementos salientes
Pisos	Fuerte inclinación, irregularidad, escamado, corrosión
Luces	Débiles, mala posición, suciedad, equipo defectuoso
Dispositivos de levantamiento	Desplazados, cubiertas rotas, sin mecanismos de seguridad

Fuente. Suzuki – 2005. Elaboración propia

Fue necesario desarrollar y facilitar información a los operarios sobre los siguientes aspectos:

- a. Lubricación: Permite prevenir el desgaste o quemaduras, favorece la precisión de los mecanismos neumáticos, y reducción de fricción. Para ello se empieza siempre con:
  - La lubricación periódica de máquinas y equipos.
  - La limpieza de entradas e indicadores de niveles de lubricante.
  - Verificar el funcionamiento de lubricación automática.
  - Limpiar y lubricar las piezas que giran o deslizan, cadenas de mando, fajas y piezas móviles.
- b. Ajuste. Las máquinas funcionan si los elementos están debidamente ajustados. Es preciso un perno, o tuerca, este flojo para empezar una reacción de desgaste

Cuando la máquina vibra los pernos se aflojan, la máquina empieza a dar ruidos, las ligeras fisuras se terminan en grietas, las piezas terminan dañadas, el resultado es una avería. Paralelamente se desarrolló acciones de información para la detección de anomalías de pernos y tuercas.

Es importante establecer las condiciones normales de la máquina y eliminar las causas de problemas potenciales. Para ello se definieron criterios básicos:

- Reemplazar los pernos y tuercas faltantes o muy largos.
- Asegurar los pernos y tuercas flojas.
- Reemplazar los pernos y tuercas dañados o con desgaste.
- Utilizar elementos de bloqueo en tuercas.

La implementación de la limpieza constante las condiciones del equipo mediante la limpieza, lubricación y ajuste de tornillos, tuercas y pernos, redujo las fallas de la máquina. Finalizada estas actividades se procedió a realizar la auditoría del primer paso con el objetivo de validar el paso 1.

Paso 2: Eliminar las fuentes de contaminación y puntos inaccesibles. Durante el paso 1, los operarios usan los sentidos para realizar la limpieza inicial y detectar anomalías. Durante el paso 2, usan su intelecto para crear mejoras eficaces. El propósito del paso 2 fue reducir el tiempo de limpieza, chequeo y lubricación introduciendo dos tipos de mejora.

a. Identificar y eliminar las fuentes de fuga. Las acciones para minimizar las fuentes de contaminación son las siguientes:

- Localizar la contaminación y reducirla con mejoras sucesivas.
- Comprobar la naturaleza de la contaminación, el lugar y severidad del contaminante.
- Reunir datos cuantitativos sobre el volumen de fugas y derrames, y otros contaminantes.

b. Mejorar la accesibilidad para reducir el tiempo de trabajo. El despliegue del programa 5S permitió establecer las condiciones de los equipos y lograr lugares de trabajo seguro. .

Antes de comenzar el paso 3, es una regla realizar las auditorías de la 3ra S, 2da S y 1ra S.

Paso 3: Establecer estándares de limpieza e inspección (implementación de seiketsu). Comenzó con una reunión de inicio de campaña con el entrenamiento en lubricación, selección de puntos de lubricación y lecciones de punto sobre lubricación.

El objetivo de este paso es garantizar los logros obtenidos en el paso 1 y 2, asegurar el mantenimiento de las condiciones óptimas del equipo. Los operarios estandarizaron los procedimientos de limpieza e inspección de las máquinas. Se publicaron controles visuales, claves para las tareas de limpieza, chequeo y lubricación.

**4.3.3.3 Etapa Controlar.** La etapa 3ra S, Seiketsu, que se relaciona con la etapa Controlar del ciclo PHCA, a partir de los resultados iniciales fue necesario definir reglas de uso común:

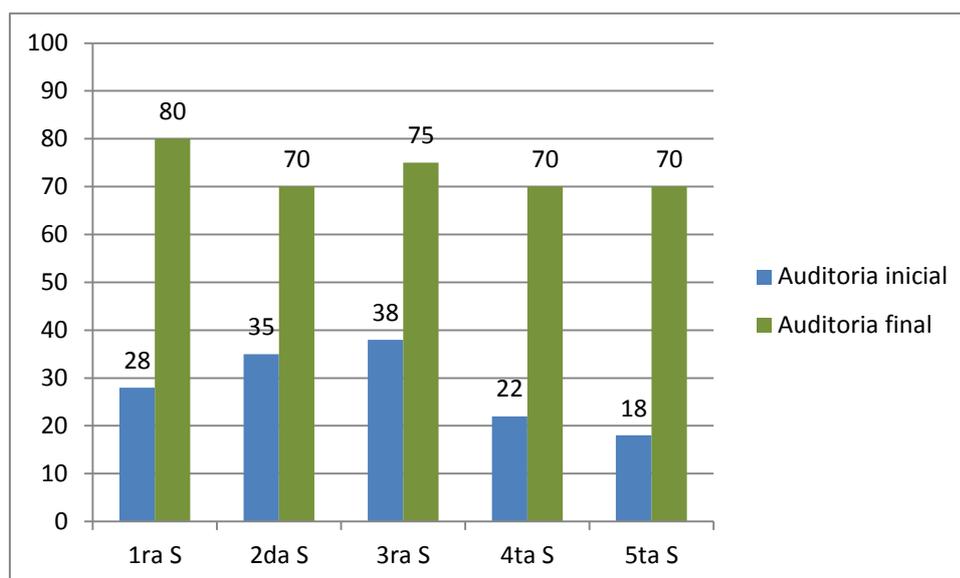
- Completar los controles visuales.
- Señalización de tuberías, válvulas y equipos.
- Elaborar controles visuales para lubricación, inspección de equipos.
- Señalización visual para el control de herramientas.
- Definir plan de colocación de controles visuales.
- Terminar de elaborar el Manual de Estandarización.
- Entrenamiento específico de los puntos de lubricación.
- Realizar auditorías de 3ra S, 2da S y 1ra S.

También la revisión del cumplimiento de las tareas programadas para la 4ta S, según el plan maestro 5S's. Los resultados reflejaran las responsabilidades de los operarios con las máquinas, productos y herramientas que manipulan.

**4.3.3.4 Etapa Actuar.** La aplicación de la 5ta S, Shitsuke permitió actualizar en manual de procedimientos de los puestos de trabajo, incluyendo reparaciones rápidas, como protocolo del mantenimiento autónomo.

El propósito fue definir patrones de limpieza, lubricación y ajuste con el objetivo de mejorar organización de las áreas de trabajo. Limpieza. Se facilitó al personal los estándares establecidos. La fortaleza del programa 5S's está en su desarrollo como sistémico y cíclico.

**4.3.3.5 Nivel alcanzado de las etapas 5S's.** Para el seguimiento de las actividades 5S's se emplearon auditorías, los resultados se presentan en la figura 58.



Figuras 58. **Resultados de Auditorias 5S's.**

Fuente. Elaboración propia - Setiembre 2015.

**Cuadro 60. Material innecesario eliminado**

Mes	Cantidad (kg)	Descripción
04	210	Equipos en desuso, mobiliario deteriorado, papelería, herramientas malogradas, pizarra en mal estado, bases de madera deteriorados.
05	157	Bidones de químicos innecesarios, cartonería, pruebas de encogimiento.
06	82	Estante deteriorado, registros de año 2010-2013, sillas sin respaldar.
07	48	Avisos pasados, tela inservible (2 rollos), papelería.
08	41	Material de construcción sobrante de reparaciones.
09	55	Rollos de tela deteriorados, repuestos defectuosos, herramientas averiadas
10	28	Informes pasados, registros de años 2014-2015, pruebas de encogimiento

Fuente. Elaboración del Equipo de mejora de Tintorería – 2015

#### 4.3.4 Implementación de la técnica kanban

**Cuadro 61. Actividades operativas kanban.**

Plan maestro											
2. Implementación		Mes									
	Nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>2.3 Aplicación de la técnica kanban</b>	<b>85%</b>										
2.3.1 Segmento “marcapaso”: secuencia	90%		x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.3.2 Segmento acabado: FIFO	82%			x	x	x	x	x	x	x	x
2.3.3 Segmento abastecimiento: etiqueta de señal.	83%				x	x	x	x	x	x	x

Fuente. Jefatura de tintorería ST01 – setiembre 2015

**Cuadro 62. Despliegue de operaciones combinadas**

Plan maestro											
2. Implementación		Mes									
	Nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>2.4 Despliegue de operaciones combinadas.</b>	<b>82%</b>										
2.4.1 Segmento “marcapaso”: programación	85%		x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.4.2 Segmento acabado: orden de entrega	81%				x	x	x	x	x	x	x
2.4.3 Instructivos de trabajo	80%	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente. Jefatura de tintorería ST01 – setiembre 2015

**4.3.5 Indicadores de las variables dependientes.** La aplicación de la optimización matemática de mínimos cuadrados a los datos registrados permite obtener la tendencia de los indicadores.

**4.3.5.1 Productividad.** La productividad total (Pt) sirve para evaluar la eficiencia operativa de la tintorería, se aplica fórmula:

$$Pt = fp \times OEEg$$

donde OEEg: eficiencia global del proceso de productivo.

La constante fp tiene el valor de 0.933, representa los días mensuales con la maquinaria en funcionamiento. La figura 59 muestra los datos de la productividad durante la investigación.

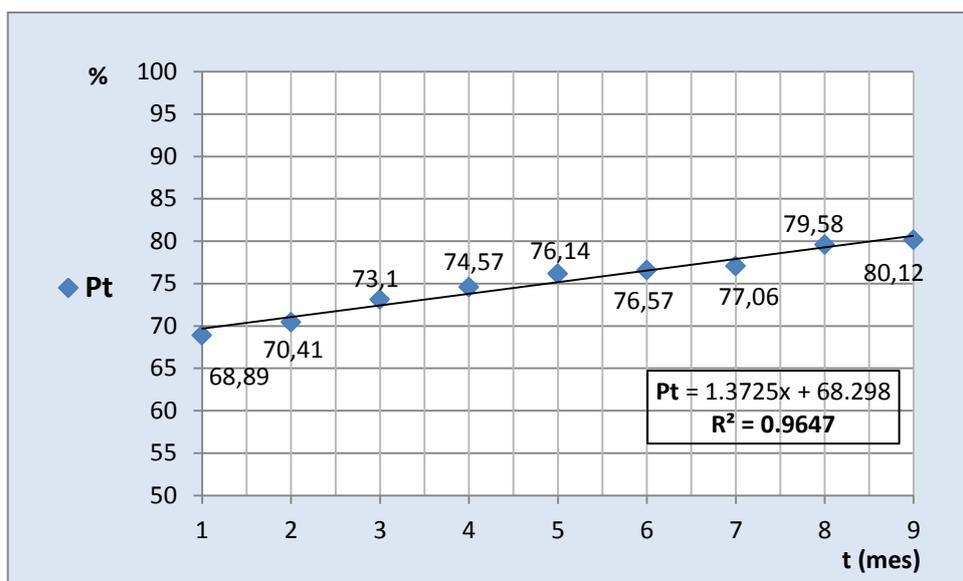


Figura 59. **Productividad (Pt)**

Fuente: Formatos de producción. Tintorería ST01.

**4.3.5.2 Reprocesos.** Los productos defectuosos son resultado de operaciones que requieren mejorar los procedimientos. La clasificación de los reprocesos permite ubicar las áreas críticas del proceso productivo. La figura 60 ilustra el seguimiento del indicador Reprocesos, expresado como el porcentaje de productos reprocesados respecto al total de productos.

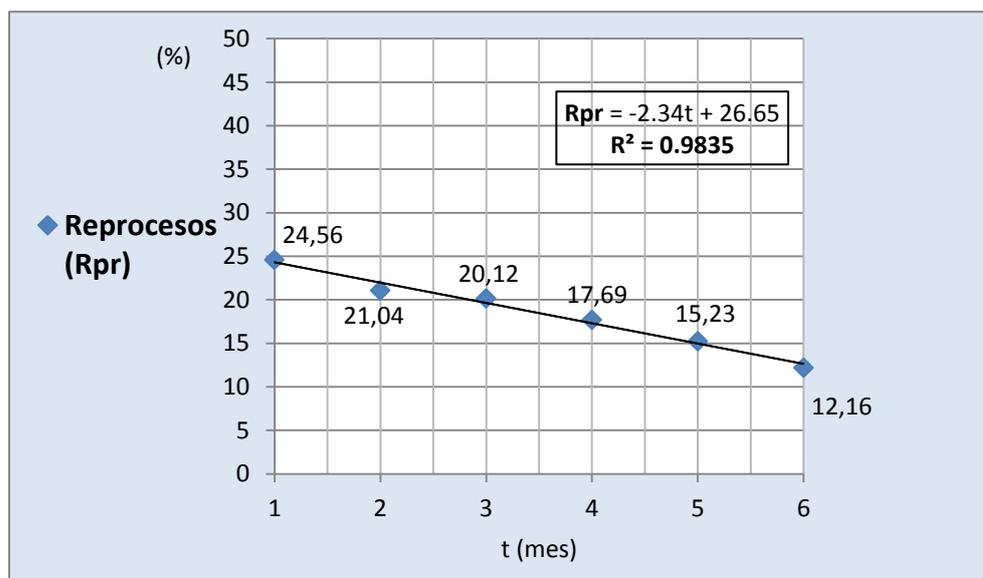


Figura 60. **Reprocesos (Rpr)**

Fuente: Formatos de producción . Tintorería ST01.

**4.3.5.3 Ratio de despacho.** Los productos terminados, con especificaciones aprobadas, se almacenan para su despacho. Al final del Plan maestro, el porcentaje de los despachos alcanza el 85.75%, que representa 25.18% de aumento respecto al nivel inicial que fue 68.50%.

La figura 61 ilustra el seguimiento de despacho de productos terminados al cliente. Los valores registrados en el grafico son elaborados de la relación porcentual entre la cantidad despachada y la cantidad programada.

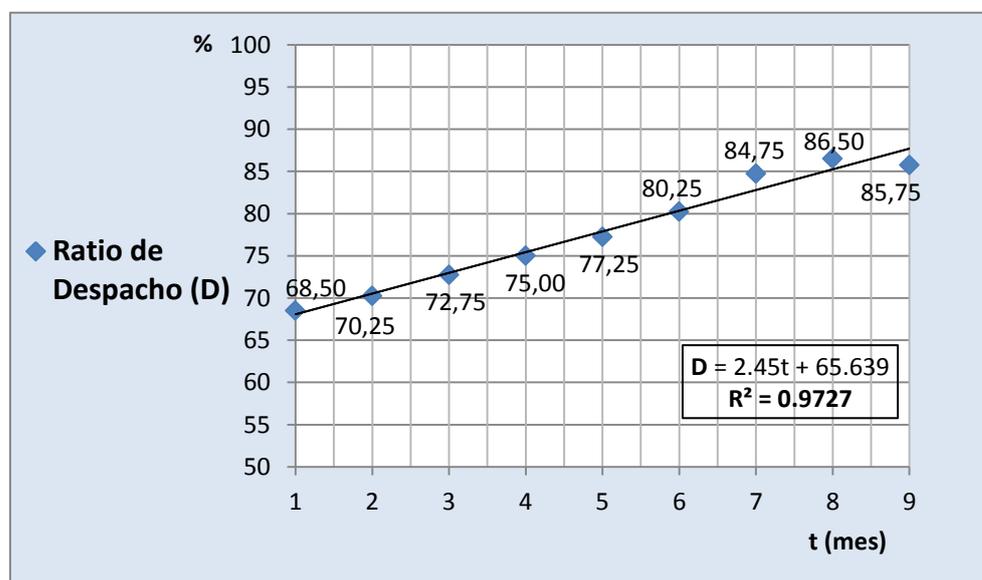


Figura 61. **Ratio de despacho (D)**

Fuente: Formatos de producción . Tintorería ST01.

**4.3.5.4 Tiempo de fabricación.** Comúnmente denominado Lead time en inglés, LT. La figura 62 presenta los valores registrados del indicador tiempo de fabricación, se ha reducido de 53.14 horas a 39.72 horas, es decir en 25.25%, que es una evidencia de la eliminación de desperdicios en las operaciones del proceso productivo.

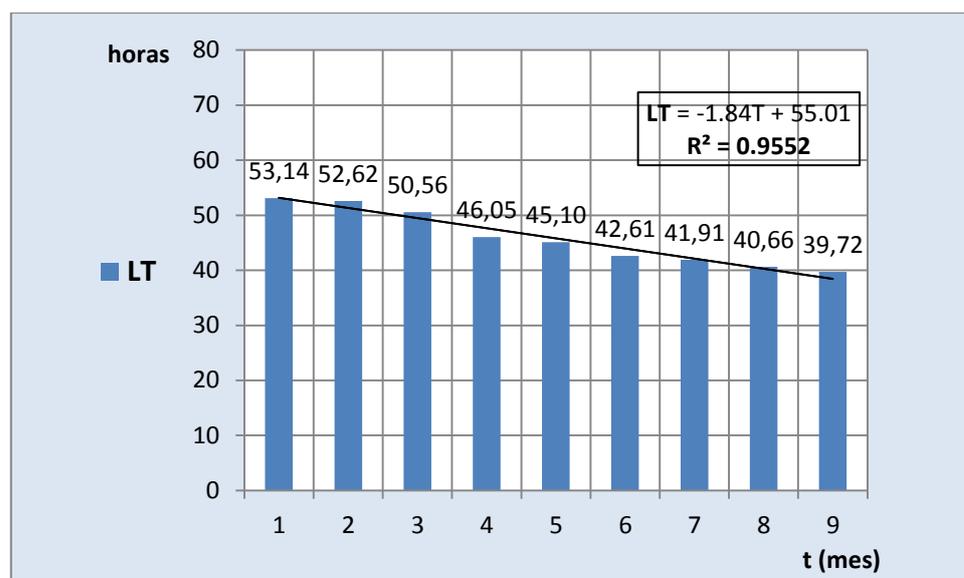


Figura 62. **Tiempo de fabricación (LT)**

Fuente: Formatos de producción. Tintorería ST01.

#### 4.3.6 Indicadores de las variables independientes

**4.3.6.1 Indicador de eficiencia: OEEg.** El indicador de eficiencia de las instalaciones alcanzó el valor de 85.87, corresponde a empresas de buena competitividad, según la escala mundial.

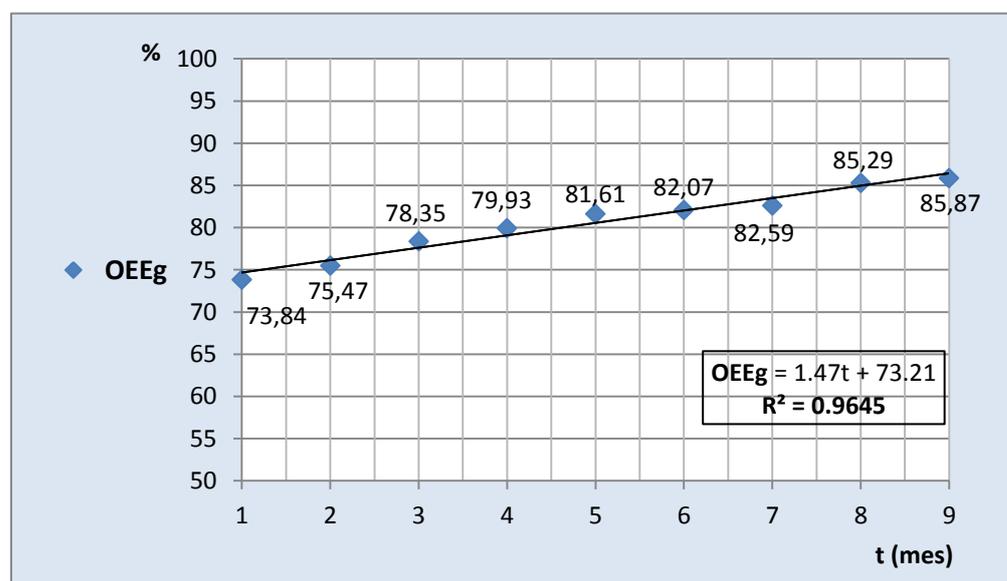


Figura 63. **Indicador de eficiencia global: OEEg**

Fuente: Formatos de producción. Tintorería ST01.

- a) Indicador de eficiencia de teñido,  $OEE_t$ . El indicador alcanza el valor 86.01%, mayor 6.18% el valor del mapa futuro de valor.

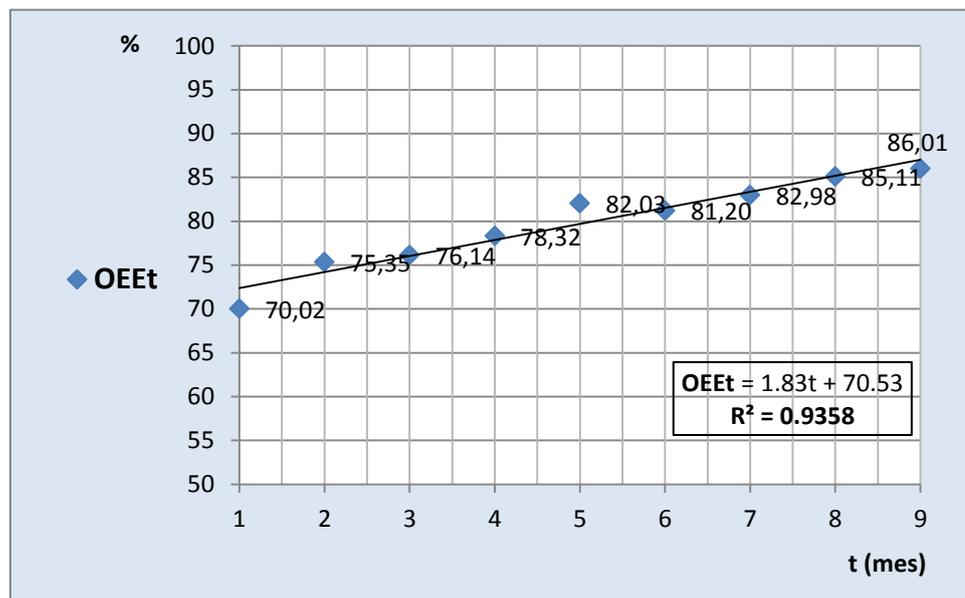


Figura 64. **Indicador de eficiencia de teñido**

Fuente: Formatos de producción. Tintorería ST01.

Los incrementos se justifican por: mejores formulaciones de laboratorio, y decisiones gerenciales para adquirir repuestos para las máquinas de teñido, polivalencia del personal.

- b) Indicador de eficiencia en hidroextracción-secado,  $OEE_{hs}$ . El nivel de eficiencia se ha estabilizado encima de 80%, integrar actividades reduce el tiempo de espera.

La tendencia de los valores es ligeramente ascendente como se muestra en la recta de color verde, calculada con la optimización matemática de mínimos cuadrados.

El indicador  $OEE_{hs}$  alcanzó el valor 82.67%, menor 1.58% al valor del mapa futuro de valor. El sistema kanban requiere tiempo de adaptación para el orden en la hidroextracción.

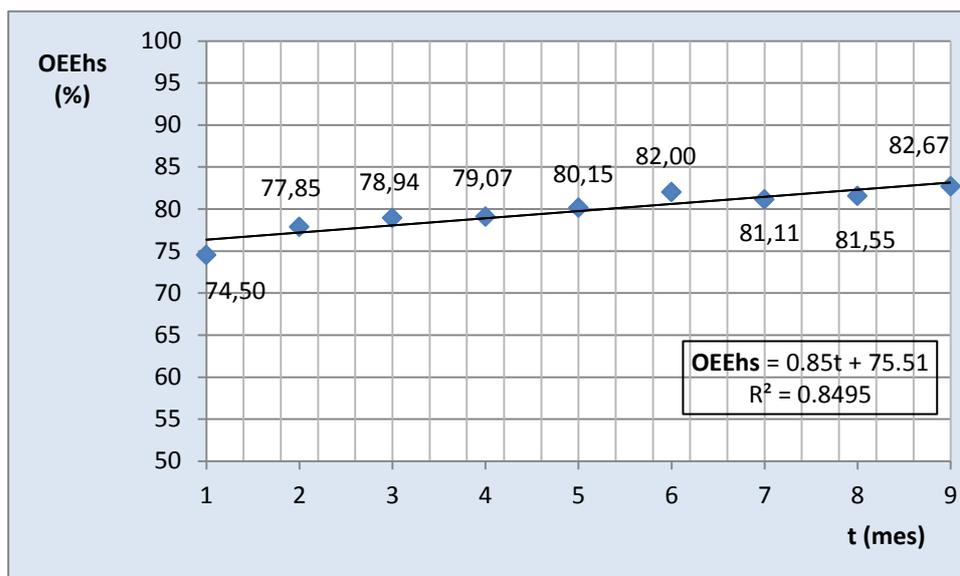


Figura 65. **Indicador de eficiencia de hidroextracción-secado**

Fuente: Formatos de producción. Tintorería ST01

- c) Indicador de eficiencia de compactación-embalaje,  $OEE_{ce}$ . En el área de la compactadora, se verifica mejora, el compactador y el embalador integran sus actividades.

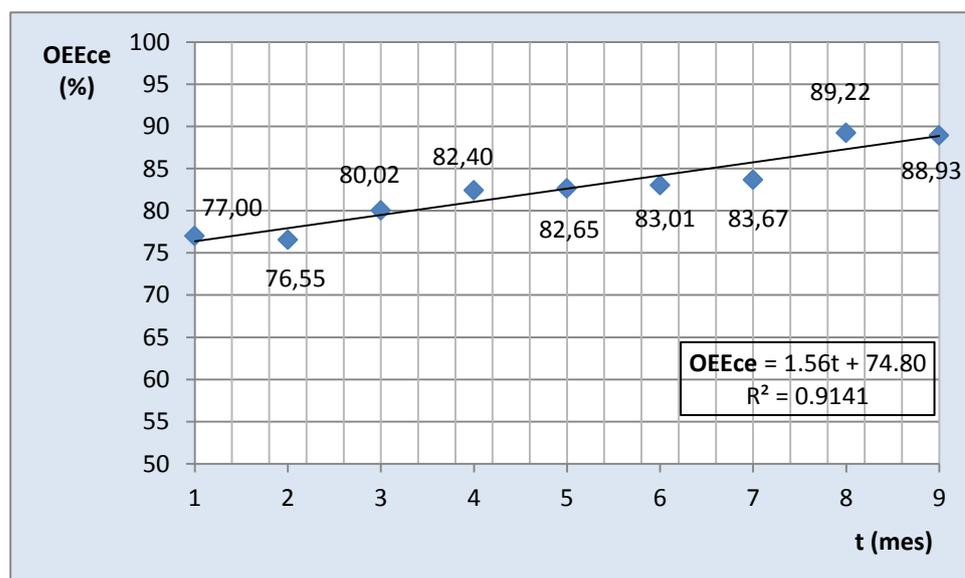


Figura 66. **Indicador de eficiencia de compactado-embalaje**

Fuente: Formatos de producción. Tintorería ST01.

El indicador  $OEE_{ce}$  registra el valor de 88.93 %, superior en 3.4% al valor del mapa futuro de valor. En octubre de 2014, se produjo una avería que llevo a contratar servicio de compactado.

**4.3.6.2 Indicador de calidad: FTT.** El indicador FTT determina la cantidad de productos conformes, respecto al total de productos. Los valores del indicador FTT se muestran en el cuadro N° 4.47

**Cuadro 63. Calidad de las operaciones**

Mes	Calidad teñido	Calidad hidroextracción-secado	Calidad compact-embalaje	FFT
Diciembre-2014	81%	76%	86%	53.01%
Enero-2015	83%	77%	85%	54.33%
Febrero-2015	85%	79%	87%	58.02%
Marzo-2015	86%	82%	88%	62.51%
Abril-2015	86%	84%	89%	64.60%
Mayo-2015	87%	86%	88%	66.00%
Junio-2015	87%	89%	90%	70.53%
Julio-2015	89%	88%	92%	72.21%
Agosto-2015	90%	89%	94%	75.01%
<b>Meta</b>	<b>95%</b>	<b>90%</b>	<b>95%</b>	<b>81%</b>

Fuente. Formatos de control de calidad - Tintorería ST01.2015

El indicador FFT registro el valor final de 75%, este valor es 7.4% menor a la meta propuesta. Las tres cuartas partes de todos los rollos no reciben ningún tipo de reproceso.

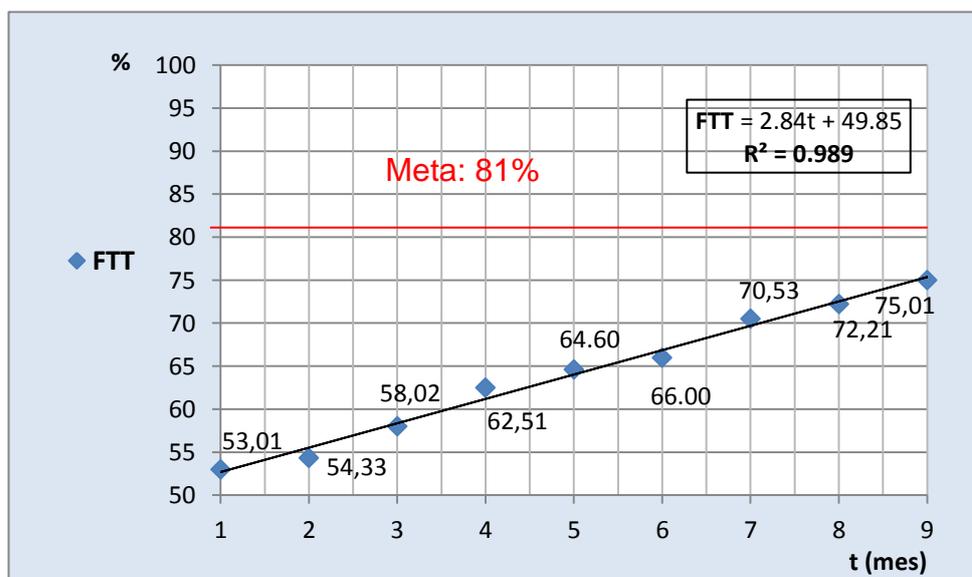


Figura 67. **Indicador de calidad: FFT**

Fuente. Formatos de control de calidad. Elaboración propia. 2015.

**4.3.6.3 Indicador de servicio: BTS.** El nivel del servicio al cliente refleja en el comportamiento de los valores del indicador fabricado según programa, en inglés Build to Schedule, BTS. El despacho de las partidas tiene mayor orden, desde que el área de teñidos se comenzó a elevar la calidad, y porque el marcapaso dirigió partidas según el cronograma de planeamiento.

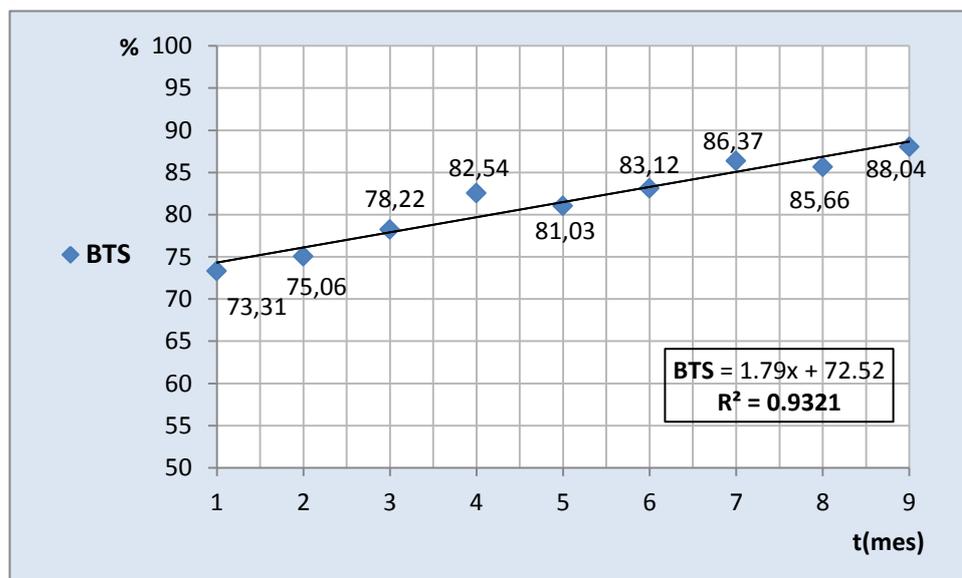


Figura 68. **Indicador de servicio: BTS**

Fuente. Formatos de despacho. Tintorería ST01.

Los despachos al cliente fueron diarios, cualquier retraso se solucionaba al día siguiente, evitando acumular inventarios. Es necesario indicar que para lograr mayores mejoras se requiere de un fortalecimiento de la estrategia en la adquisición de materiales que no están contemplados en el plan desarrollado.

**4.3.6.4 Indicador de tiempo: EC.** La eficiencia de ciclo, EC, es el indicador de velocidad que mide el ratio de valor agregado.

La figura 69 presenta el seguimiento del indicador eficiencia de ciclo, se registra reducción de 12.05% respecto al nivel inicial.

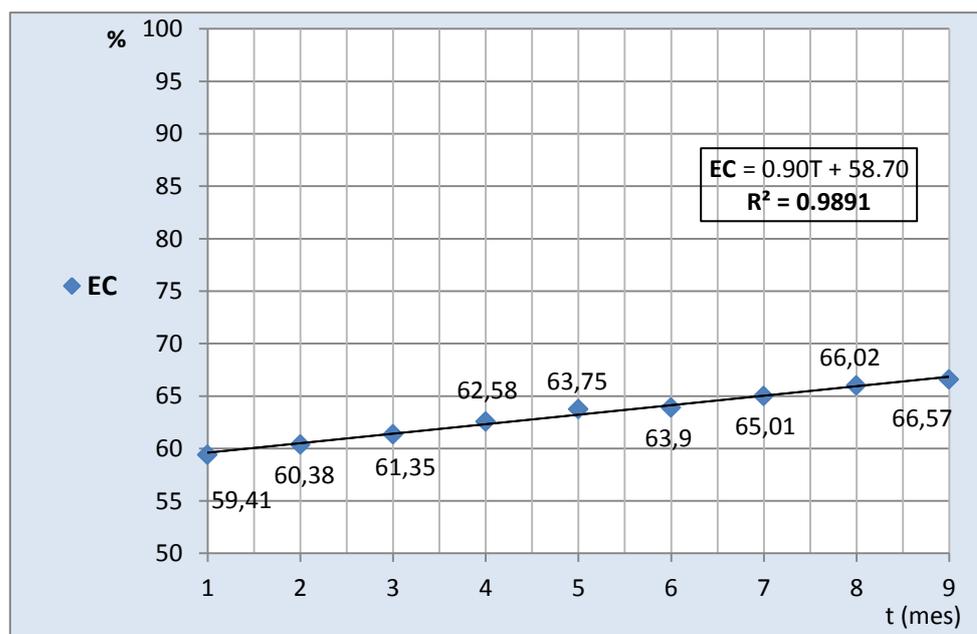


Figura 69. **Indicador de tiempo: EC**

Fuente. Formatos de despacho. Tintorería ST01.

#### 4.4 Discusión de resultados

**4.4.1 Impacto del rediseño de las operaciones.** El aumento de la productividad en la unidad en estudio es el resultado del rediseño del sistema de gestión de operaciones, en aspectos de eficiencia, calidad, servicio y tiempo,

El cuadro 64 presenta el resumen de los valores registrados por los indicadores de desempeño seleccionados.

**Cuadro 64. Impacto en los indicadores de desempeño**

Dimensión	Indicador	Nivel inicial	Nivel final	Variación (relativo al inicial)
<b>Rendimiento</b>	<b>Productividad (Pr)</b>	<b>68.89%</b>	<b>80.12%</b>	<b>Aumento 16.30%</b>
Eficiencia	Escala de rendimiento	Zona D	Zona C	Alcanzo un nivel superior
Calidad	Reprocesos (Rpr)	24.56%	12.16%	Reducción 49.51%
Servicio	Despacho (D)	68.50%	87.75%	Aumento 28.10%
Tiempo	Tiempo de fabricación (LT)	53.14 horas	39.72 horas	Reducción 13.42 horas

Fuente. Elaboración propia, Tintorería ST01.2015.

El seguimiento de los indicadores apoyó la toma de decisiones tácticas en el desarrollo del plan maestro y las decisiones adecuadas para la correcta aplicación de las técnicas elegidas.

La combinación de operaciones y la implantación de nuevas técnicas operativas lograron eliminar los desperdicios de recursos en el proceso productivo. Las siguientes razones fueron determinantes para el impacto del plan maestro en el sistema de gestión de operaciones.

- La eficiencia de teñido aumento 22.83%, resultado importante la reducción de los defectos de teñido y disminución de la pérdida de tiempo debido a la organización del área de trabajo.
- La eficiencia global de las operaciones aumento en 16.30%, básicamente por la actualización de los procedimientos y la supervisión eficaz del cumplimiento de los mismos.
- Los productos aprobados, sin reprocesos, aumentaron 41,50%, debido a la implantación de controles de calidad en cada operación y la establecimiento de acciones preventivas en el procedimiento operativo.
- El cumplimiento del plan de producción se incrementó en 20.09%, por la disciplina en el orden de las actividades en cada puesto de trabajo. El respeto a la secuencia de proceso de los lotes de producción permitieron aumentar la entrega de programada de productos terminados.
- La eficiencia de ciclo aumento en 12.05%, un factor resaltante fue la reducción del tiempo de valor agregado en 16.25% por la mejora de las actividades productivas.

La productividad operativa inicial fue 68.89%, la tintorería estaba clasificado en la zona D, que corresponde a empresas en proceso de mejora, con pérdidas económicas y baja competitividad. La implementación del plan maestro ha permitido alcanzar 80.12% de productividad operativa.

El índice de productividad se ha elevado 16.30%, la tintorería ST01 se ubica en la zona C, que pertenece a empresas con ligeras pérdidas económicas y competitividad ligeramente baja.

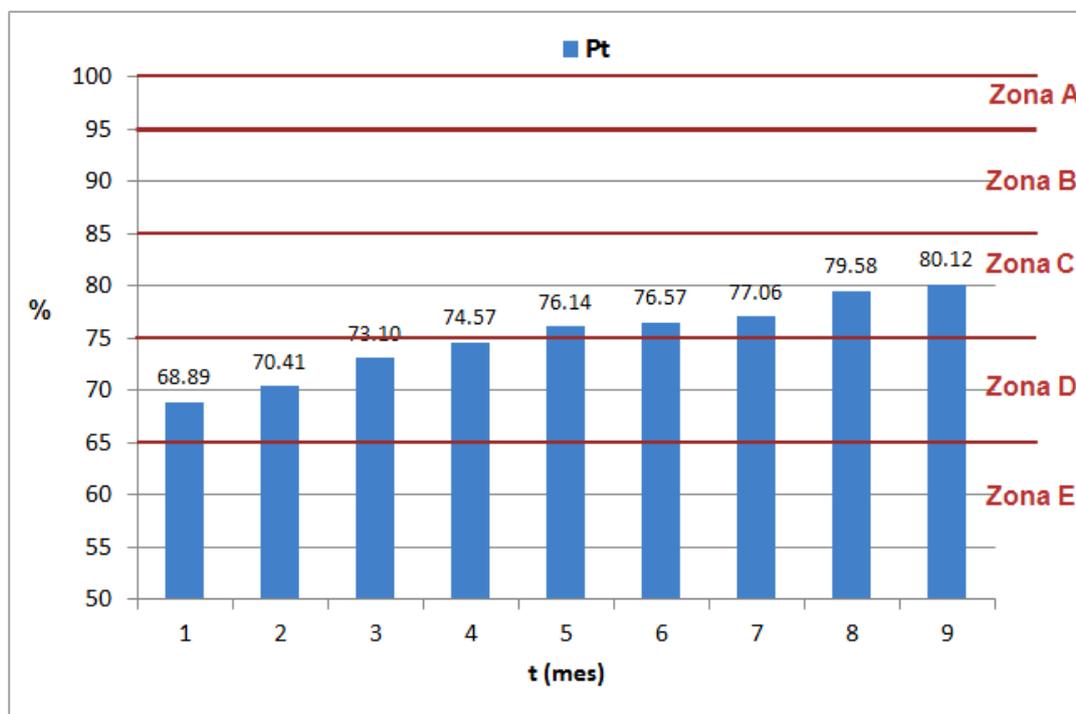


Figura 70. **Monitoreo de la productividad operativa (Pt)**

Fuente. Elaboración propia 2015.

**4.4.2 Efecto del mapa de flujo de valor.** El mapa de flujo de valor (VSM) presenta el flujo de información y el flujo de materiales del proceso productivo en una sola gráfica.

El mapa actual de flujo de valor (VSM) permitió visibilizar las fuentes de desperdicios en el proceso productivo. El VSM futuro plantea el rediseño de las operaciones para eliminar desperdicios en la cadena de valor.

La última etapa de la metodología VSM fue la elaboración y ejecución del plan maestro para implementar técnicas operativas alternativas, de otra manera el mapa futuro de valor es casi inútil, se puede decir anecdótico.

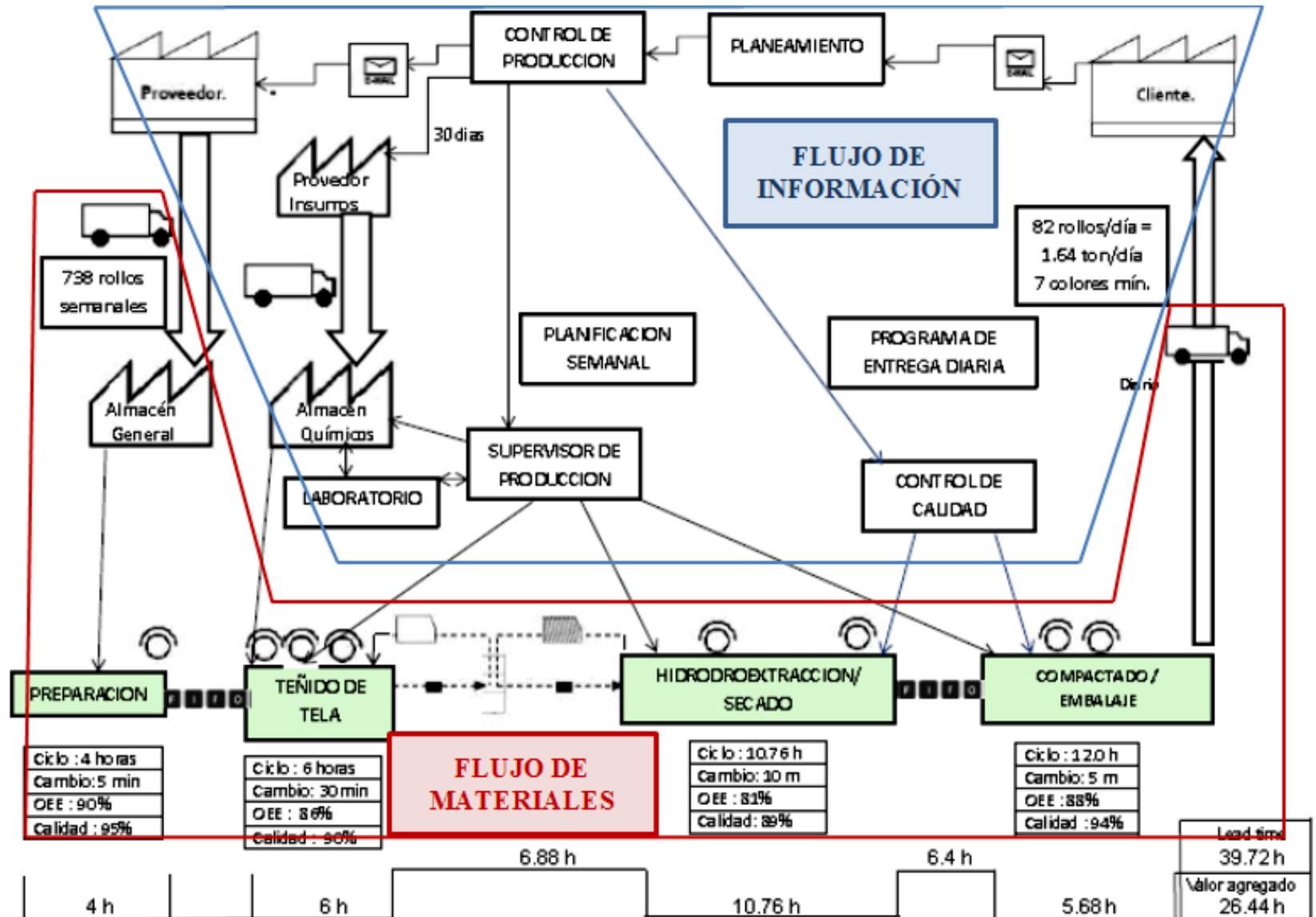


Figura 71. Mapa presente de flujo de valor de la tintorería ST01.

Fuente. Elaboración propia 2015

Finalizadas las actividades del plan maestro se elaboró el mapa presente de flujo de valor, donde se constata el efecto de la eliminación de las “islas de producción”, la reducción de inventarios y disminución de los desperdicios de recursos.

El impacto se refleja en la reducción del tiempo de valor agregado en 16.25%, debido a la reducción e inventarios. El tiempo de fabricación alcanzó una reducción de 26.35%. Mientras la eficiencia de ciclo aumentó 12.05%.

#### **Cuadro 65. Impacto en los indicadores de tiempo**

	<b>V A T (horas)</b>	<b>T L T (horas)</b>	<b>EC (%)</b>
<b>VSM actual 2014</b>	31.57	53.14	59.41
<b>VSM futuro 2014</b>	26.07	38.67	67.42
<b>VSM Agosto 2015</b>	26.44	39.72	66.57

Fuente. Formatos de producción 2014- 2015.Tintorería ST01

donde: EC : eficiencia de ciclo.  
 VAT : tiempo en que el producto recibe valor.  
 TLT : tiempo en que tarda el proceso.

Ulteriormente se logra optimizar el sistema de gestión de operaciones. Es preciso indicar que un factor de inercia fue la resistencia al cambio en operarios y supervisores.

**4.4.3 Efecto de la técnica 5S's.** La implementación de la técnica 5S's impactó en la organización del área de trabajo: lugares ordenados y limpios; aprovechamiento de todo el espacio disponible. La figura 72 muestra los resultados de auditoria 5S's final, los niveles de desempeño alcanzado

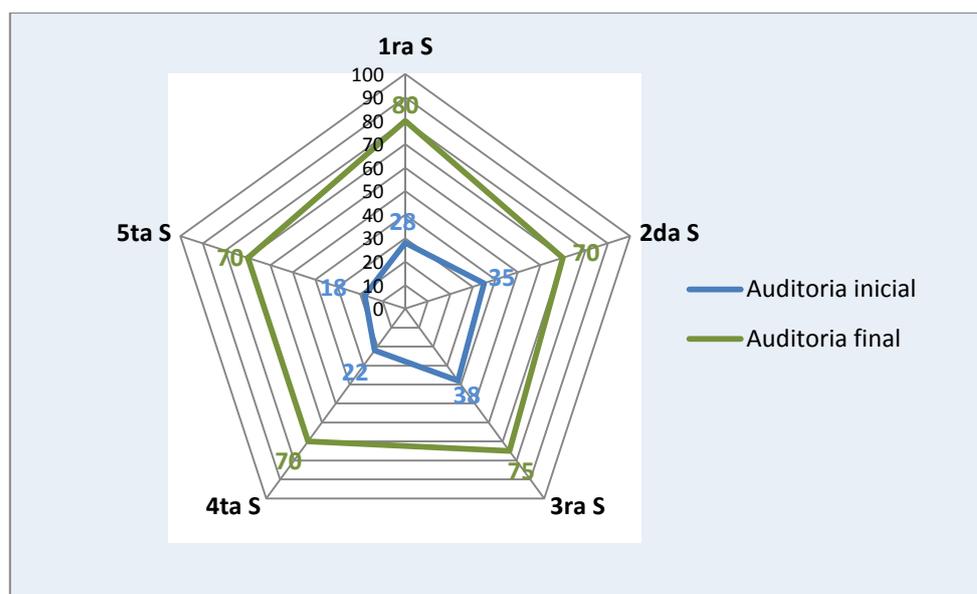


Figura 72. **Comparación de Auditorias 5S's**

Fuente. Elaboración propia – Setiembre 2015

Los operarios de planta elevaron su capacidad y preparación para el mantenimiento de las herramientas y máquinas de trabajo, mediante reglas sencillas de uso común, aumentando su desempeño operativo.

#### Cuadro 66. Impacto de la técnica 5S's.

• Reducción de tiempo en búsqueda de herramientas	45%
• Ahorro de tiempo en reemplazo de lubricante	48%
• Ahorro de tiempo en limpieza de máquinas	55%
• Reducción de tiempo en búsqueda de documentos	65%
• Mejora de espacio en el área de trabajo	35%

Fuente. Elaboración del Equipo de mejora de Tintorería – 2015

El área de trabajo recuperada por el traslado de los elementos innecesarios al almacén temporal alcanzo 15% del área total de la tintorería. Los pasillos de salida se liberaron de obstáculos y los puestos de trabajo aumentaron el espacio disponible para maniobras.

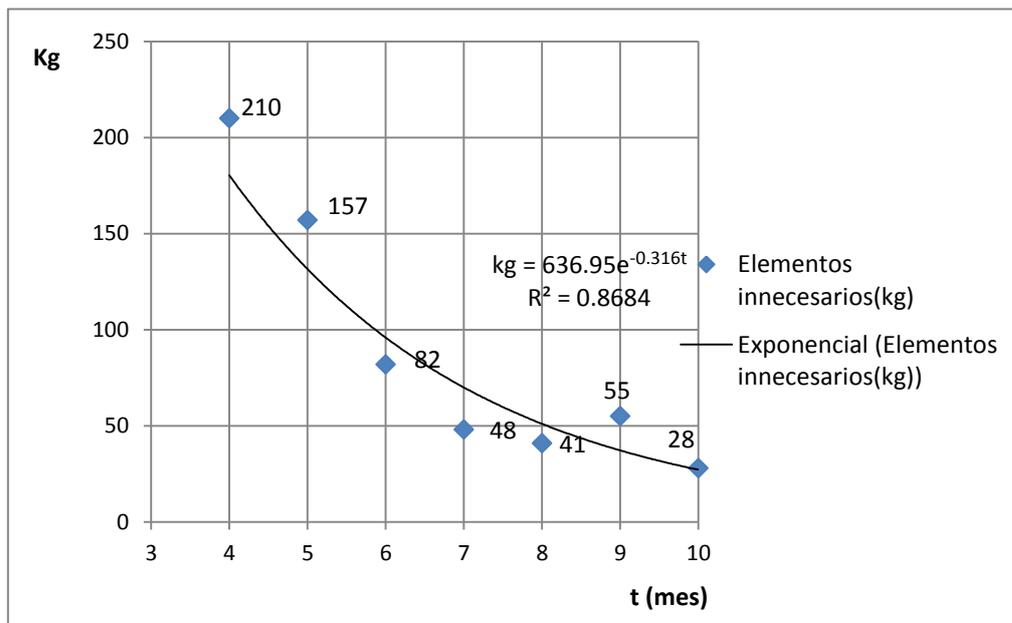


Figura 73. **Elementos innecesarios eliminados**

Fuente. Elaboración propia. Setiembre, 2015.

**4.4.4 Efecto de la técnica kanban.** La técnica kanban establece una secuencia para la ruta de materiales, evitando confusión y acumulación de inventarios. La aplicación de la técnica kanban está vinculada con el despliegue de operaciones combinadas en el proceso productivo. La combinación de operaciones eliminó las “islas de producción”.

La estrategia fue dividir la línea de producción en tres segmentos:

- **Segmento de abastecimiento.** Comprende los almacenes de tela y químicos. Así como la preparación de las partidas a teñir.
- **Segmento “marcapaso”.** Las máquinas de teñido abastecen el “supermercado”. La señal kanban define la secuencia de proceso de órdenes de producción en la hidroextractora.
- **Segmento de acabado.** La compactadora recibe la tela y la plancha. Luego cada rollo es embolsado para su despacho.

El área de planeamiento define el programa e producción, a partir de la realimentación del inventario de las partidas teñidas y los compromisos de despacho. El supervisor de planta verifica el avance del programa, de esta forma “supermercado” define el ritmo de las operaciones.

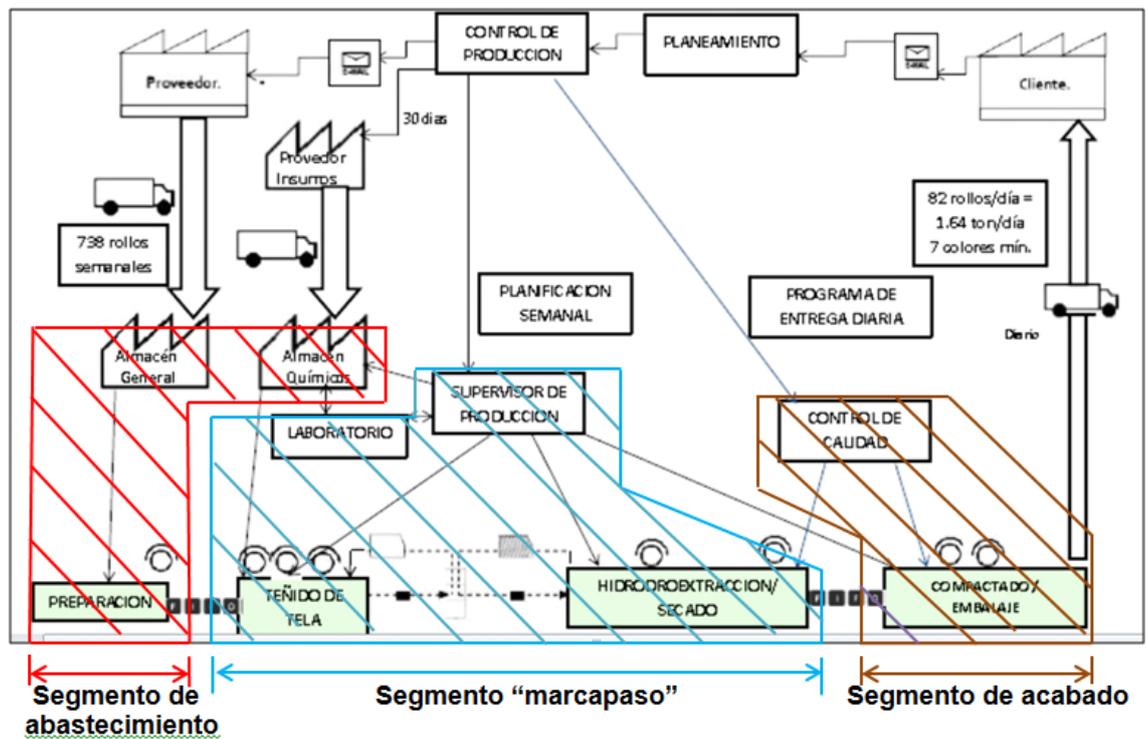


Figura 74. **Segmentos de la línea de producción.**

Fuente. Reportes de producción. Elaboración propia 2015.

El segmento comprendido por las máquinas de teñido y la máquina hidroextractora es denominado segmento marcapaso, pues define la secuencia de operaciones posteriores.

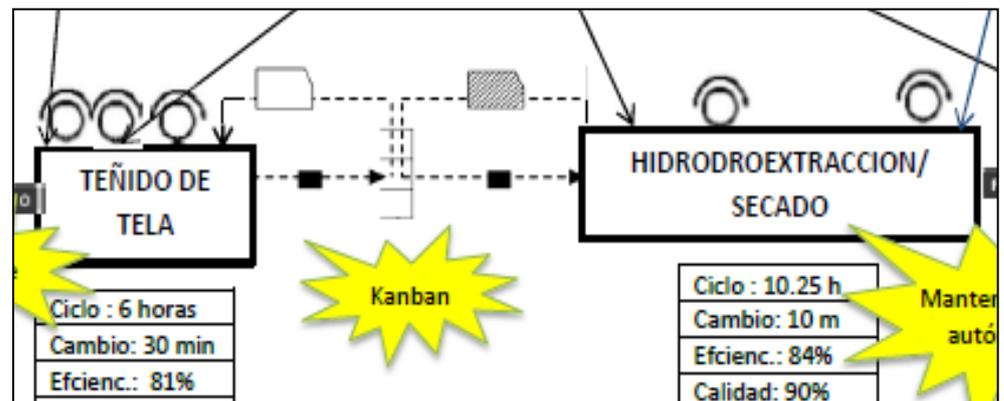


Figura 75. **Segmento "marcapaso".**

Fuente. Formatos de producción. Elaboración propia. 2015

El despliegue de la organización de los segmentos fue secuencial. Al cabo de tres meses se tuvo reacomodadas las operaciones, y combinadas las estaciones de trabajo según el mapa futuro de flujo de valor. Se usó el indicador BTS para el seguimiento.

La administración eficiente de las operaciones logró optimizar el tiempo de proceso. La reducción de los tiempos de proceso valida la técnica kanban aplicado en las operaciones.

- El tiempo de fabricación (Lead time) final es 39.72 horas, se ha reducido en 25.25%. La meta del mapa futuro de valor para el TLT era reducir 27.23%, se logró cumplir 92.73%.
- El tiempo de valor agregado (VAT) final es 26.44 horas, se ha reducido 16.25%, como consecuencia del manejo de la información oportuna y ordenada. Se cumplió 93.28% de la meta del mapa futuro de valor.

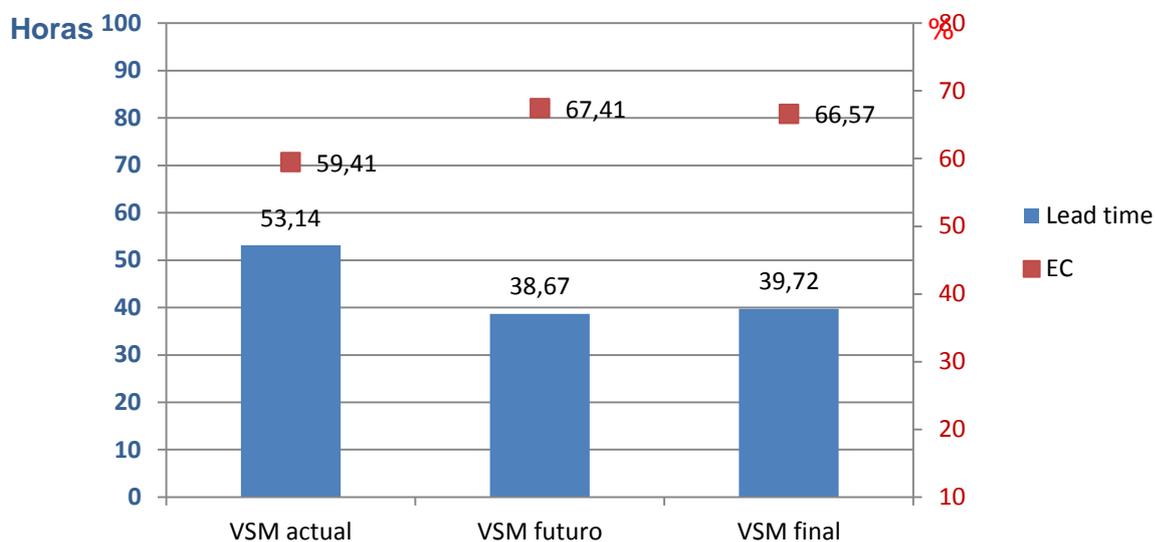


Figura 76. **Impacto en el Lead time y la eficiencia de ciclo.**

Fuente. Formato de la tintorería ST01. Elaboración propia 2015

La implementación de las técnicas de elegidas optimizó la gestión de operaciones, lo que se muestra en el aumento de 12.05% la eficiencia de ciclo, 1.43% menos del proyectado en el mapa futuro de flujo de valor.

Es necesario precisar que la operación de secado espera los primeros 28 rollos–3.5 horas- de la hidroextractora para comenzar a operar de manera continua. Por lo que superponen para este caso 6.34 horas.

Del mismo modo, la compactadora y la secadora tienen similitudes con los sistemas interconectados. La secadora espera 2 partidas de 14 rollos–3.36h-para comenzar a operar. Por lo tanto se superponen 6.48 horas.

**4.4.5 Evaluación económica.** La evaluación económica presenta el cálculo de la inversión económica para la implementación de las técnicas elegidas (5S's, mantenimiento autónomo, kanban), luego realizar el cálculo de los ahorros por aumento de la productividad.

**4.4.5.1 Costos de personal.** La capacitación es indispensable para el éxito de la implantación de las técnicas elegidas. El cálculo del costo de capacitación del personal involucrado en la tintorería se presenta en el cuadro 67.

**Cuadro 67. Costo de capacitación del personal**

	Operario	Mecánico	Supervisor
Sueldo	750	1000	1500
Sueldo-hora (S/.)	3.125	4.167	6.25
Horas capacitadas.	20	15	20
Costo de capacitación.	62. <sup>50</sup>	62	125
N° personas	15	2	2
Total por capacitación.	937. <sup>50</sup>	125	250
<b>Costo total = S/. 1 312.<sup>50</sup></b>			

Fuente. Elaboración propia. 2015

Los costos de capacitación toman en cuenta las reuniones de capacitación industria al plan maestro (4 horas). Así como los costos de reforzamiento al personal supervisor.

**4.4.5.2 Gastos de implementación.** Las actividades de implementación del plan maestro ha requerido la adquisición de mobiliario. El taller mecánico facilito el armado de letreros, el tablero de gestión visual y repisas. En el cuadro 68 detalla los gastos de implementación del plan maestro.

**Cuadro 68. Gastos de implementación plan maestro.**

Descripción	Costo(S/)	Cantidad	Total(S/)
Tablero de gestión visual	100	1	100
Balde de pintura	30	3	90
Papelería (afiches, volantes)	10	2	20
Letreros	20	5	100
Útiles de limpieza	10	5	50
Lecciones de un punto	5	15	45
Equipo de seguridad	100	15	150
Auditoria 1S , 2S y 3S	60	3	180
Capacitador (4 clases)	100	4	400
Organización de charlas	25	20	500
<b>Total = S/. 1 635.=</b>			

Fuente. Elaboración propia. 2015

El cuadro 69 muestra la inversión total utilizada para el desarrollo del plan maestro en la tintorería.

**Cuadro 69. Inversión total**

	Costo (S/.)
Personal ( 20% por horas extra)	1,575.=
Gastos de implementación	1,653.=
<b>Total</b>	<b>3,210.=</b>

Fuente. Elaboración propia. 2015

En el caso de la implementación de la técnica kanban fue necesario rediseñar los modelos de formatos disponibles, desde que es un procedimiento de control.

Los útiles de escritorio fueron los mismos que se utilizan diariamente, solo se le asignan columnas extra para la toma de datos que se utilizarán en el cálculo de los indicadores.

En las tintorerías se identifican los lotes de producción con una tarjeta o un formato de ruta. El detalle fue fomentar el cuidado del documento, para evitar la pérdida o el deterioro del mismo.

**4.4.5.3 Balance costo/beneficio.** La implementación de las técnicas elegidas ha generado ahorros económicos. El más significativo está relacionado con la reducción del tiempo de proceso, que se estima en 13.42 horas.

La familia de productos elegida tiene una producción de 1.64 toneladas por día. En el tiempo ahorrado se produce adicionalmente 2 teñidos de tela pesco, cada partida de 16 rollos equivalente a 320 kilos de tela teñida extra.

El costo de tela jersey 50/50 polycotton teñidas las dos fibras está a S/. 5.00 por kilo, en el mercado local.

$$\text{Beneficio económico} = 320 \text{ kilos} \times \text{S/. } 5 / \text{kilo} = \text{S/. } 1,600$$

El balance final en un horizonte de un año se presenta en el cuadro 70, tomando en cuenta el beneficio económico que representa la venta de tela teñido extra de una semana.

**Cuadro 70. Balance de la implementación del plan maestro**

Tiempo	12 meses
Inversión	S/.3,210
Beneficio	S/.11,200
<b>Balance</b>	<b>+S/ 7,990</b>

Fuente. Elaboración propia. 2015

## CONCLUSIONES

1. La optimización del sistema de gestión de operaciones, de la unidad en estudio, se logra con el rediseño de las operaciones del proceso productivo.
2. La técnica mapa de flujo de valor (VSM), asociada con el análisis de brechas, fue usada para el diagnóstico del estado de las operaciones y la elaboración del plan maestro para aplicar de técnicas operativas alternativas.
3. La primera versión del VSM futuro considera el diseño del producto, la tecnología disponible y la ubicación de los estaciones de trabajo. El propósito fue eliminar los desperdicios de recursos que afectan la productividad.
4. La ejecución del plan maestro de optimización, que desarrolla las técnicas operativas: 5S's, mantenimiento autónomo y kanban, permitió elevar la productividad operativa en 16.30% y reducir el tiempo de fabricación en 25.25%.
5. La técnica 5S's generó condiciones favorables para la organización del área de trabajo. La técnica kanban fijó la secuencia de producción y la combinación de operaciones. El mantenimiento autónomo desarrolló actividades de inspección, lubricación y reparación rápida de las máquinas, fundamentos del mantenimiento productivo total

## RECOMENDACIONES

1. Extender la aplicación del VSM a todo el proceso productivo de la tintorería, involucrando a todas las familias de productos, para la optimización integral del sistema de gestión de operaciones.
2. Desarrollar una nueva versión de estado futuro utilizando un mapa de flujo de valor (VSM) con las premisas: mejora del diseño del producto, tecnología alternativa y la reubicación de las estaciones de trabajo
3. Identificar nuevas oportunidades de mejora y reducción del tiempo producción aplicando nuevos ciclos PHVC de la técnica 5S's, para sostener la organización del área de trabajo.
4. Planificar e implementar talleres de capacitación sobre nuevas técnicas de mejora continua como TPM, SMED, gestión visual para el personal operativo, reforzado con manuales e instructivos.
5. La correcta elaboración del VSM permite formular planes para la optimización de la gestión de operaciones. No es suficiente con la supervisión de los trabajadores y el control documentario del proceso, es necesario observar el proceso con un criterio visionario, de este modo se pueda llegar a las causas raíz de los problemas.

## GLOSARIO

- Actividad que no agrega valor — Cualquier actividad que suma costo sin sumar valor al producto o al proceso.
- Análisis de valor — Evaluación del plazo de entrega total y del tiempo que agrega valor para identificar las actividades que agregan valor.
- Autoformación — Traducción de la palabra "Jidoka", significa conceder inteligencia humana a una máquina para que pueda automáticamente parar frente a un problema.
- Autoridad para parar la línea — Cuando ocurren anomalías, los operadores tienen el poder de interrumpir el proceso e impedir que el defecto o la variación sean pasados adelante.
- Controles visuales — Creación de estándares en el local de trabajo que dejen obvio si algo se encuentra desarreglado.
- Fabrica balanceada — Una fábrica donde toda la capacidad disponible está balanceada exactamente con la demanda de mercado.
- Hoja de combinación de trabajo estándar — Documento que muestra la secuencia de pasos de la producción designados a un único operador. utilizado para ilustrar la mejor combinación de operador y máquina.
- Kanban — Señalización visual. en general, consiste de una tarjeta de petición de pedido u otro método de disparar el sistema de jalar la producción, basado en la utilización actual de materiales, debiendo estar disponible para su uso en el punto de fabricación.
- Operación estándar — La mejor combinación del operador y la máquina, utilizando la menor cantidad de personal, espacio, stock y equipo.
- Reducción de la preparación — Reducción del tiempo ocioso que va desde el cambio de la última pieza hasta la primera pieza buena de la siguiente operación.
- Restricción — Una estación de trabajo o un proceso que limita la capacidad de todo el sistema.

- Secuencia de trabajo — Los pasos correctos que el operador adopta, en el orden en que debieran ser adoptados.
- Stock — En general, inventario, se trata de la categoría de más alto costo; el stock consiste de todas las materias primas, piezas compradas, stock de proceso y productos terminados que aún no han sido vendidos a un cliente.
- Tiempo de ciclo — El tiempo que un operador lleva para completar un ciclo de trabajo.
- Tiempo de ciclo de la máquina — El tiempo que una máquina necesita para producir una unidad, incluyendo el tiempo de carga y descarga.
- Tiempo de ciclo del operador — El tiempo que un operador gasta para completar una secuencia de operaciones predeterminada, incluyendo la carga y descarga, y excluyendo el tiempo de espera.
- Tiempo takt — El tiempo neto total y diario de operación dividido por la demanda total diaria de los clientes.
- Trabajo estándar — Secuencia predeterminada de tareas que deben ser completadas por el operador en el tiempo takt.
- Valor agregado — Cualquier actividad que transforme un producto o servicio para satisfacer la necesidad del cliente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alhama B., Rafael. (2004). *Nuevas formas de organización del trabajo*. Instituto de estudios e investigaciones del trabajo (pp. 85-94). Cuba: Instituto de estudios e investigaciones del trabajo.
2. Álvarez Puente, Hilda. (2014). Elementos básicos de logística. *Revista Cooperativismo y Desarrollo*, 2 (1) , (pp. 7-12). Cuba.
3. Alexander, Alberto. (2002) *Mejora continua y acción correctiva*. 1ra edición (pp. 12-26). México: Editorial Pearson Education.
4. Altelino, José. (2003) Análisis de indicadores de manufactura (pp. 48-65). Monografía MBA. Brasil: Universidad de Taubaté.
5. Álvarez Laverde, Héctor. (2003) *Perspectivas Six sigma*. España. Disponible en [www.mantenimientoplanificado.com/eproductiva.com/6sigma/](http://www.mantenimientoplanificado.com/eproductiva.com/6sigma/)
6. Arión, Jenith; Gómez, Yulimar; Guadarrama, Ana; López, Víctor. (2003) *Justo a tiempo* (pp 1-13). México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
7. Aristizábal, María; Ramírez, Pedro; Sánchez, Mauricio. (2005) *Guía para la elaboración del plan de mantenimiento y mejoramiento* (pp.3-11). Colombia: Universidad de Antioquia.
8. Arrayal, Juan. (2011) *Value Stream Mapping Adapted to High-Mix, Low-Volume Manufacturing Environments* (pp. 11, 22-27). Tesis de maestro. KTH Industrial Engineering and Management. Suecia.
9. Bariani, Leárcio. (2006) *Utilización de la tecnología de información por grupos integrados de manufactura para el control de indicadores de producción ajustada*, (pp. 81-84). Brasil: Universidad de Taubaté.
10. Beltrán Jaramillo, Jesús. (2010) *Indicadores de gestión*. 2da edición, (pp. 33-45,47-57). Colombia: 3R editores.
11. Berlanga S., Vanesa; Rubio H., María (2011). *Clasificación de pruebas no paramétricas: cómo aplicarlas en SPSS*. *Revista de innovación y*

- búsqueda de información. REIRE, Vol. 5, núm. 2, julio 2012. ISSN: 1886-1946. Universidad de Barcelona. España.
12. Bhanu, Tomar; Hath Tiwari, Avinash. (2016) Aplicación del VSM en la mejora de la productividad: caso de estudio de una fundición. Revista IJSRD, 4 (2), (pp. 1281-1289). India.
  13. Cabrera C., Rafael. (2011) *Value Stream Mapping: Análisis del mapeo de la cadena de valor*, (pp. 28-40). México: Consultora Cabrera.
  14. Cadena Pagot, Nury. (2011). Evolución de los sistemas productivos. *Administración y gestión de las operaciones*, (pp. 1-7). México: Instituto Tecnológico de Orizaba.
  15. Carro, Roberto; Gonzales, Daniel. (2012) *Administración de la calidad total*, (pp. 11-19). Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata.
  16. Cervantes García, Ronald. (2009) Gestión de la productividad. EE.UU. Disponible en <https://es.blog.wordpress.com/> [2015, 15 de Diciembre]
  17. Coasaca P, Juan. (2010) Indicadores de desempeño. Revista Mundo textil N° 106, (pp. 48-51). Asociación peruana de técnicos textiles. Perú.
  18. Collantes Bohórquez, Jaime. (2005) Efectividad global de los equipos, (pp. 3-17). IV Foro DATASTREAM de mantenimiento e industria. Chile.
  19. Cuatrecasas, Luís. (2005) Caracterización de la organización del trabajo bajo los principios lean production, (pp. 1-16). España: Universidad Politécnica de Cataluña.
  20. Cuatrecasas, Lluís. (2006) Metodología para la implantación del lean management en una empresa industrial independiente y de tamaño medio, (pp 1-15), Barcelona. España: Instituto Lean Management.
  21. Cuatrecasas, Lluís. (2009) ¿Cómo implantar realmente el Lean Management?: la implantación de los procesos y su nivel lean, (pp. 1-10), Barcelona. España: Instituto Lean Management.
  22. Cuatrecasas, Lluís; Torrell, Francesca. (2010) *TPM en un entorno Lean Management*, (pp 111-127,168-188). 1ra edición. Madrid, España: PROFIT
  23. Cuatrecasas, Lluís. (2010) *Lean management*, (pp. 61-74, 101-126). Madrid, España: PROFIT
  24. Cullen, Laurie. (2006). Aplicaciones de Lean Manufacturing. Revista Journal of Combinatorial Chemistry, 8(5), (pp. 664-669). EE.UU.

25. Cuevas, Jonathan. (2014) Sistema kanban, (pp. 1-40). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México.
26. Cruelles Ruiz, José. (2010). La teoría de la medición del despilfarro. *Productividad industrial*, pp. 3-17. España: Consultora Zadecon.
27. Giorgio Boccardo, Paulina (2014) Guía de Asociación entre variables (Pearson y Spearman en SPSS), (pp. 1, 5 -189). Universidad de Chile.
29. Goldenberg, Javier. (2011) Jornadas de calidad. Sistema de gestión de operaciones. Pan American Energy, (pp. 8-16). Argentina: Instituto Argentino de petróleo y gas.
30. Gutiérrez Pulido, Humberto. (2010). *Calidad total y productividad*, (pp. 19-26), 3ra edición. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A.
31. Harris, Rick; Harris, Chris; Wilson Earl. (2003) *Making materials flow*, (pp. 27-34, 73-87). EE.UU: Lean Enterprise Institute.
32. Hernández, Juan; Vizán, Antonio. (2013) *Lean manufacturing*, (pp. 12-26,91-97). 1ra edición. España Escuela de organización industrial.
33. Iglesias Suarez, Jorge. (2015) Lean manufacturing. *Administración y dirección de empresas*, (pp. 31-39). España: Universidad de Oviedo.
34. Izurieta A., Xavier. (2013). Diagnóstico y diseño de una metodología de manufactura esbelta para la reducción de costos en la producción de pañales, (pp. 19-56) Ecuador: Escuela Superior Tecnológica del Litoral.
35. Jones, Daniel; Womack, Jim. (2003) *Seeing the whole*, (pp. 1-10). Versión 1.1. EE. UU.: Lean Enterprise Institute.
36. Juanes, Bruno. El concepto de OEE y sus componentes. Revista Lean Six Sigma N° 51 (09/2005), N° 52 (01/2006).España
37. Lecuona, María. (2013). Las ventajas de tercerizar, (pp. 1-3). Argentina: Paragraph S.A.
38. Lefcovich, Mauricio. (2005) El efecto Fosbury, (pp. 1-4). Gestipolis. Recuperado de <http://www.gestipolis.com>
39. Lefcovich, Mauricio. (2006). Superando la resistencia al cambio, (pp.1-8). Recuperado de <http://www.degerencia.com>
40. Little, Arthur. (2004). La importancia del tiempo en la industria, (pp.1-2). Recuperado de <http://infomadera.net/>
41. Locher, Drew.(2008) *Value Stream Mapping for Lean Development*. (pp.1-7). EE.UU.: Taylor & Francis Group.

42. López C., Briseida. (2013) Mapeo de la cadena de valor (VSM) como estrategia para la reducción de costos, (pp.17-31). México: Universidad Autónoma de Baja California.
43. Maldonado V., Guillermo. (2008) Herramientas y técnicas Lean manufacturing en sistemas de producción y calidad, (pp. 1-22), Pachuca. México: Universidad de Hidalgo.
44. Martin, Karen; Osterling, Mike. (2014) *Value Stream Mapping*. (pp. 1-8) New York. EE.UU.: MacGraw Hill Education.
45. Mena R, Francisco. (2010). Optimización de la cadena de suministro de big-bag's y carros intermedios en una fábrica de detergentes aplicando VSM, (pp. 18-23). España: Universidad de Sevilla.
46. Moreno Martín, Miguel Ángel. (2009). Filosofía Lean. Universidad de Sevilla. España.
47. Muñiz, Luis. (2012). *Cuadro de mando integral*, (pp 11-14). Barcelona, España: editorial Profit.
48. Nakajima, Seiichi. (1991) *Introducción al TPM*. (pp 59-112). Madrid, España: Tecnología de Gerencia y Producción. S.A.
49. Nash, Mark & Poling, Sheila. (2008) *Mapping the total value stream*, (pp. 29-50 , 79-89), New York. EE.UU.: Taylor & Francis Group.
50. Novoa, Octavio. (2011). Servicios gerenciados. Textil del Valle. Foro Global Crossing Perú - 2011.
51. Octaviano V., Alfonso. (2013) Value Stream Mapping, (pp. 9-10). México: Universidad Autónoma de México.
52. Ohno, Taichy. (1991) *El sistema de producción Toyota*, (pp. 1-20) Barcelona. España: Ediciones gestión 2000.
53. Ortega, Fabián. (2008). Tipos de desperdicios. BOM Consulting Group. pág. 1. Recuperado de [www.bomconsulting.com](http://www.bomconsulting.com).
54. Pancorvo C., Jorge. (2008). Organizaciones de servicios, 3ra edición. Lima. Perú: Universidad de Piura.
55. Padilla Lenin, Ernesto. (2012). Implementación de sistemas integrados de gestión, (pp. 2-10). Facultad de ciencia e ingeniería. Lima, Perú: Universidad Católica del Perú.

56. Pérez, Carlota. (2002). Revoluciones tecnológicas y cambios de paradigmas tecnológicos. *Journal of Economics*, 34, (1), (pp.185-202). Cambridge. Inglaterra.
57. Pérez Campaña, Marisol. (2003). El sistema de control de gestión. *Administración* (pp. 1-8). Cuba: Universidad de Holguín.
58. Pila A., Alberto. (2007). Shigeo Shingo, una revolución en los métodos productivos, (pp.4-7). Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos45>
59. Pineda M., Karla. (2003) Cambio rápido de modelo SMED. *Administración*, (pp. 29-32). Disponible en <https://www.gestiopolis.com>
60. Pizzo, Mariana. (2012). Cómo usar los reclamos de clientes para mejorar el servicio, (pp. 1-2). Argentina: Universidad Nacional de San Luis.
61. Porter, Michael. (1982) *La estrategia competitiva*, (pp. 51-64). 30ava reimpresión 2008. México Grupo editorial Patria.
62. Pujol, Carlos. (2011) Como mejorar la productividad de su empresa: lean manufacturing, (pp. 1-2). Valencia, España: Consultora Confiem.
63. Quintal, Francisco.(2010) *Indicadores*, (pp.1-4).México: Paradigma Shift S.A.
64. Rajadell, Manuel; Sánchez, José. (2010) *Lean Manufacturing*, (pp. 33-44,177-231, 237-244). 1ra edición. España: Ediciones Díaz de Santos.
65. Ramírez Alfaro, José. (2007) Elementos metodológicos para la planificación estratégica en programas de Educación Superior, (pp. 9-17). San José, Costa Rica: Centro de educación y capacitación.
66. Rey Sacristán, Francisco. (2005) *Las 5S, orden y limpieza en el puesto de trabajo*, (pp. 15-53). (1ra ed.) España: Editorial CONFEMETAL.
67. Ruiz Ballén, Xiomara. (2012) Guía para el análisis de brechas, (pp.1-8). Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
68. Reyes A., Primitivo. (2007).*Manufactura Lean*, (pp.4-25). México: Universidad La Salle.
69. Rodríguez Badal, Miguel. (2012) Hacia una empresa integra, (pp. 12-32). España: Bubok Publishing.
70. Rother, Mike, Shook, John. (1999) *Observar para crear valor*, (pp. 17-38, 57-80). Versión 1.2. EE.UU: Lean Enterprise Institute.
71. Rother, Mike; Harris, Rick. (2001) *Creando flujo de valor*, (pp. 1-16, 17-32). Versión 1.0. EE.UU: Lean Enterprise Institute.

72. Rogers, Yuries; Valdivieso, Arelis; Barba, Jennifer; Brin, Alejandro; Barría, Guillermo. (2012) El sistema kanban, (pp. 1-10). Panamá Universidad tecnológica de Panamá.
73. Ruiz Ballén, Xiomara. (2012). Guía de análisis de brechas, (pp. 1-2). Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
74. Salguero A, Amado. (2001) *Indicadores de gestión y cuadro de mando*, (pp. 7-28). España: Ediciones Díaz de santos. S.A.
75. Santiago, Juan. (2008) *Manufactura esbelta*, (pp. 5-15). Puerto Rico: Instituto de Ingenieros Químicos.
76. Serrano L, Ibon. (2007) *Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos*, (pp. 232-263). Tesis doctoral. España: Universidad de Girona.
77. Taype M., Martin. (2015). *Evaluación del desempeño*, (pp.1-10) Administración de Negocios – MBA. Perú: Universidad de Lima.
78. Tejada, Anne. (2011) *Mejoras de lean manufacturing en los sistemas productivos*. Revista Ciencia y sociedad. 16, (2), (pp. 279-284).
79. Vásquez, Diego. (2011). *Estrategias genéricas*. Administración. Recuperado de <http://www.mktdiegovazquez.com>
80. Vega, Marco. (2012). *Aspectos y avances en ciencia, tecnología e innovación*, (pp 7-15). Iquique, Chile: Universidad Santo Tomás.
81. Vergiú, Jorge. (2013) *La cadena de valor como herramienta de gestión para una empresa de servicio*. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial 16(1), (pp. 17-35). UNMSM. Perú.
82. Villadiego, María. (2012). *Diseño Metodológico para la implementación del Value Stream Mapping en una empresa manufacturera colombiana dedicada al mercado de ascensores*, (pp. 26-39). Trabajo dirigido de Grado, UNAL, Medellín. Colombia.

## ANEXOS

### Anexo A. Íconos utilizados en el mapa de flujo de valor.

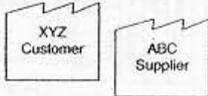
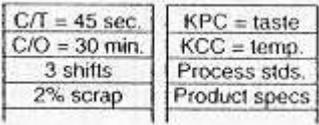
Proceso de manufactura									
Fuentes	 externas								
Caja de datos	 <table border="1" data-bbox="810 600 1129 725"> <tr> <td>C/T = 45 sec.</td> <td>KPC = taste</td> </tr> <tr> <td>C/O = 30 min.</td> <td>KCC = temp.</td> </tr> <tr> <td>3 shifts</td> <td>Process stds.</td> </tr> <tr> <td>2% scrap</td> <td>Product specs</td> </tr> </table>	C/T = 45 sec.	KPC = taste	C/O = 30 min.	KCC = temp.	3 shifts	Process stds.	2% scrap	Product specs
C/T = 45 sec.	KPC = taste								
C/O = 30 min.	KCC = temp.								
3 shifts	Process stds.								
2% scrap	Product specs								
Personal									

Tabla 1. **Íconos de flujo de producción**

Fuente: Elaboración propia. 2014

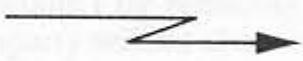
Flujo manual de información	
Flujo electrónico de información	
Tipo de información	
Kanban de producción	
Kanban de movimiento o retiro	
Kanban de señal	
Poste de tarjetas kanban	
Caja de nivelación de carga	

Tabla 2. **Íconos de flujo de materiales.**

Fuente: Elaboración propia. 2014

Movimiento de “empujar” materiales	
Movimiento de “jalar” materiales	
Movimiento automático de materiales	
FIFO (First-in, First-out)	
Envío de camión	
Envío aéreo	
Inventario	
Almacenamiento	

Tabla 3. **Íconos de información**

Fuente: Elaboración propia 2014.

Administración visual	
A Prueba de errores	
Cambio rápido	
Estándares de producto y proceso	
Tableros de desempeño	
Operación limitante o restricción	

Tabla 4. **Íconos de técnicas de manufactura ajustada**

Fuente: Elaboración propia. 2014

## Anexo B. Cuestionario de Diagnóstico organizacional

A1. Los procesos de producción están normalizados y documentados. 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
A2. Para cada tarea está definido el contenido, secuencia, plazo y resultado. 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
A3. Un miembro del equipo ejerce de líder y controla estrictamente el trabajo. 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
A4. Existe un control por un supervisor ajeno al equipo que monitorea varios equipos. 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
A5. Existe coordinación con los equipos de proveedores y clientes internos. 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
A6. Se dan instrucciones explícitas, las comunicaciones sean claras y sin ambigüedades. 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
B1. Se realiza la valoración entre las habilidades de un aspirante y los requisitos de trabajo existentes en las contrataciones de los operarios, supervisores. 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
B2. Valoración de la disposición a aprender en la contratación de operarios, supervisores y trabajadores especializados. 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
B3. Para trabajadores nuevos, tiempo de formación en los primeros 6 meses para operarios, supervisores y trabajadores especializados. 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
B4. Para trabajadores existentes tiempo de formación en un año. 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
B5. Proporción de la plantilla/formatos/manual con conocimientos de control de calidad, para obreros, supervisores y trabajadores especializados. 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
B6. Existe un sistema formal de análisis y resolución de problemas operativos. 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>

C1. Se efectúan reuniones para discutir la solución de conflictos, con participación de los operarios.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
C2. Se organizan grupos de mejora (círculos de calidad) en operaciones críticas.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
C3. Existen canales de comunicación entre los operarios y los trabajadores	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
C4. Existen canales de comunicación entre los obreros y la dirección.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
C5. Número de sugerencias recibidas en un mes por 20 - 50 trabajadores.	1 <input type="checkbox"/> < 5	2 <input type="checkbox"/> <20	3 <input type="checkbox"/> < 35	4 <input type="checkbox"/> <50
C6. Número de trabajadores que han hecho un mínimo de una sugerencia en un mes por 20 - 50.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
C7. Número de sugerencias implantadas por 50 recibidas en un año por 50 trabajadores.	1 <input type="checkbox"/> < 5	2 <input type="checkbox"/> <20	3 <input type="checkbox"/> < 35	4 <input type="checkbox"/> <50
C8. Nivel de responsabilidad de los equipos de control de calidad.	1 <input type="checkbox"/> <5%	2 <input type="checkbox"/> <20%	3 <input type="checkbox"/> < 35%	4 <input type="checkbox"/> <50%
C9. Nivel de participación de los miembros del equipo en el control de calidad.	1 <input type="checkbox"/> <5%	2 <input type="checkbox"/> <20%	3 <input type="checkbox"/> < 35%	4 <input type="checkbox"/> <50%
C10. El trabajador detecta problemas de calidad, identifica y desecha las piezas defectuosas y para la línea.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
C11. El trabajador participa en la determinación de las causas de no-calidad, nivel óptimo exigible y actividades de mejora.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
C12. Los equipos tienen la información diaria sobre los índices de no-calidad del producto.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>

C13. Niveles de responsabilidad de los equipos en el mantenimiento.				
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	
<5%	<20%	< 35%	<50%	
C14. Nivel de participación de los miembros del equipo en el mantenimiento.				
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	
<5%	<20%	< 35%	<50%	
C15. Nivel de responsabilidad de los equipos en la planificación del trabajo.				
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	
<5%	<20%	< 35%	<50%	
C16. Existe información diaria sobre los niveles de productividad alcanzados semanal.				
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	
C17. Existen comunicación/información constante sobre los tiempos-máquina y los ritmos de trabajo alcanzados por los integrantes del equipo en periodos de tiempo (semanal o mensual).				
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	
C18. Los equipos participan en la evaluación y mapas de riesgos de cada puesto de trabajo (atrapamiento i/o entre objetos, golpes, caídas al mismo o distinto nivel, etc.).				
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	
C19. Los equipos participan en las propuestas de medidas correctoras y sistemas de protección individual y colectiva, planes de evacuación y emergencia.				
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	
C20. Existe información visual en la planta sobre índices y causas de siniestralidad laboral (frecuencia, incidencia y gravedad).				
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	
C21. Sistema de elección directa del líder (capataz) dentro del equipo o se realiza por rotación.				
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	
C22. Participación de supervisores en las nuevas contrataciones.				
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	
D1. Existen trabajos programados que se cumplen en equipos formales.				
1 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
D2. Porcentaje de empleados de planta en equipos de trabajo.				
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	
<5%	<20%	< 50%	<75%	

D3. Porcentaje de tareas en la planta que realizan los equipos.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
	<5%	<20%	< 50%	<75%
D4. Actitud de los supervisores a la cooperación entre miembros del equipo.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
	<5%	<20%	< 50%	<75%
D5. Desarrollo de las actividades para fomentar la integración del equipo.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
	<5%	<20%	< 50%	<75%
D6. Área de trabajo común para los equipos (operaciones, mantenimiento).	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
	<5%	<20%	< 50%	<75%
D7. Personalización de los espacios para los equipos.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
	<5%	<20%	< 50%	<75%
D8. Valoración de las actividades interpersonales en la contratación de operarios, supervisores y trabajadores especializados.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
	<5%	<20%	< 50%	<75%
E1. Número de tareas que son capaces de realizar los trabajadores funcionales.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
E2. Número de tareas que se exige que un operario sea capaz de realizar.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
E3. Número mínimo de tareas de producción que se exige a un supervisor que sea capaz de realizar.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
E4. Información visual sobre la funcionalidad de los miembros del equipo (matriz).	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
E5. Frecuencia de cambio de las tareas de los empleados dentro del equipo.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
E6. Valoración de la aceptación de la autoridad (disciplina) en la contratación de los operarios, supervisores y trabajadores especializados.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>

E7. Existen mecanismos de adaptación del número de empleados a los necesarios en cada momento.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
E8. En las descripciones (manual de funciones) de los puestos de trabajo en los equipos, se busca la máxima flexibilidad.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
E9. Número de clasificaciones del trabajo (operativo, control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.).	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
E10. Número de niveles jerárquico en la organización de la producción (organigrama).	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
F1. Existencia de reuniones sobre mejora de las operaciones y tareas/actividades.	1 <input type="checkbox"/> <5%	2 <input type="checkbox"/> <20%	3 <input type="checkbox"/> < 50%	4 <input type="checkbox"/> <75%
F2. Participación de los trabajadores en el diseño de los programas de formación.	1 <input type="checkbox"/> <5%	2 <input type="checkbox"/> <20%	3 <input type="checkbox"/> < 50%	4 <input type="checkbox"/> <75%
F3. Información a los trabajadores sobre la marcha global de la empresa.	1 <input type="checkbox"/> <5%	2 <input type="checkbox"/> <20%	3 <input type="checkbox"/> < 50%	4 <input type="checkbox"/> <75%
F4. Actividades (talleres/folleto/paneles) destinadas a que los trabajadores conozcan los distintos aspectos del negocio de la empresa, más allá de la visión y misión.	1 <input type="checkbox"/> <5%	2 <input type="checkbox"/> <20	3 <input type="checkbox"/> < 50%	4 <input type="checkbox"/> <75%
F5. Mismo uniforme para todas las áreas.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
F6. Misma cafetería para todo el personal.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
F7. Mismo estacionamiento de vehículos para todo el personal.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
F8. Traje formal según función o cargo.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>

F9. Programas de apoyo a la conciliación de la vida laboral y familiar.							
1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>
F10. Enriquecimiento de los puestos de trabajo con el propósito del progreso personal de los trabajadores.							
1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>
	<5%		<20%		<50%		<75%
G1. Premios sobre las ideas aplicadas.							
1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>
	<5%		<20%		<50%		<75%
G2. Remuneración según habilidades.							
1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>

Nota 1. Criterios para la valoración de las respuestas.

- 1 = Muy bajo/ninguno/inexistente.
- 2 = Bajo/poco/ "casi nada".
- 3 = Regular/promedio/"más o menos".
- 4 = Bueno/bastante.

Fuente. Adaptado del cuestionario del artículo Organización del trabajo bajo los conceptos lean producción de L. Cuatrecasas, J. Nadal . Working paper del Departament d'Organització d'empreses de la Universitat Politècnica de Catalunya. (2005)

### Anexo C. Prueba de confiabilidad del cuestionario organizacional.

RELIABILITY (CONFIABILIDAD) 20/07/2015

GET FILE='C:\Users\Juan\Desktop\Ultima Encuesta Organizacional 50 preguntas.sav'.

DATASET NAME Conjunto\_de\_datos1 WINDOW=FRONT.

RELIABILITY

**Scale: ALL VARIABLES**

#### Case Processing Summary

	N	%
Valid	10	90,9
Cases Excluded <sup>a</sup>	1	9,1
Total	11	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

#### Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
0,851	50

Fuente. Programa SPSS 22

## Anexo D. Formatos para Auditorias 5 S's para industrias.

Grupo:	Lider:	Fecha:...../...../.....	Valores asignados				
Item a evaluar							
	1	2	3	4	5		
<b>SEPARAR</b>							
1. ¿Existen objetos Innecesarios, chatarra y basura en el piso?							
2. ¿Existen equipos, herramientas y material Innecesario?							
3. ¿En armarios y estanteria hay cosas Innecesarias?							
4. ¿Hay cables, mangueras y objetos en áreas de circulación?							
Puntaje total							
<b>ORDENAR</b>							
1. ¿Cómo es la ubicación./devolución. de herramientas, materiales y equipos?							
2. ¿Los armarios, equipos, herram, materiales, etc están identificados?							
3. ¿Hay objetos sobre y debajo de armarios y equipos?							
4. ¿Ubicación de máquinas y lugares?							
Puntaje total							
<b>Limpiar</b>							
1. ¿Grado de limpieza de los pisos?							
2. ¿Cuál es el estado de pisos, paredes, techos y ventanas?							
3. ¿Cómo está la limpieza de los armarios, estanteria, mesas y herram?							
4. ¿Cómo está la limpieza de máquinas y equipos?							
Puntaje total							
<b>Estandarizar</b>							
1. ¿Se aplica las tres primeras "S"?							
2. ¿Cómo es el habitud de la planta?							
3. ¿Se hacen mejoras?							
4. ¿Se aplica el control visual?							
Puntaje total							
<b>Mantener</b>							
1. ¿Se aplican las cuatro primeras "S"?							
2. ¿Se cumplen las normas de la empresa y del grupo?							
3. ¿Se usa uniforme de trabajo?							
4. ¿Se cumple con la programación de las acciones 5S's?							
Puntaje total							
<b>Calificación:</b>							

Observaciones:

- Valoración: 5 = excelente; 4 = bueno;  
3 = regular (1 ò 2 problemas);  
2 = Malo; 1 = pésimo (+ de 2 problemas)
- Calificación ( % ) =  $(( \text{Suma de puntos} ) / ( 16 \times 5 )) \times 100$
- Calificación mínima: **75%**

Fuente. Adaptado del libro "La 5S, herramientas de cambio" de José Doberssan. Editorial Universitaria de la U.T.N. (2006)ISBN (Publicación electrónica 2006) 978-950-42-0076-5









**Anexo F. Carta de colores de la familia de teñido disperso/directo.**

A continuación se lista la carta de colores de la familia de teñido disperso/directo, que corresponden a los códigos de teñido ST007 y ST008.

<b>Código de color</b>	<b>Color</b>	<b>Muestra patrón</b>
<b>STDD002</b>	<b>Crema</b>	
<b>STDD005</b>	<b>Amarillo oro</b>	
<b>STDD008</b>	<b>Rojo</b>	
<b>STDD010</b>	<b>Marrón</b>	
<b>STDD012</b>	<b>Azulino</b>	
<b>STDD015</b>	<b>Azul marino</b>	
<b>STDD018</b>	<b>Negro</b>	

Tabla 5. **Carta de colores de códigos de teñido ST007 y ST008.**

Fuente. Registro de laboratorio de tintorería ST01 – 2015.

### Anexo G. Datos de los indicadores de las variables.

Datos HG.sav [Conjunto_de_datos7] - IBM			Base de datos Hipotesis N°1.sav [Conjunto_de			base de datos Hipotesis N°3.sav [Conjunto_de								
Archivo	Editar	Ver	Datos	Transformo	Archivo	Editar	Ver	Datos	Transformo	Archivo	Editar	Ver	Datos	Transformo
			Eficiencia	Productividad				Escala	Eficienciaglobal				RatioDespacho	BTS
1			70,02	68,89	1			2	73,84	1			68,50	73,31
2			75,35	70,41	2			3	75,47	2			70,25	75,06
3			76,14	73,10	3			3	78,35	3			72,75	78,22
4			78,32	74,57	4			3	79,93	4			75,00	82,54
5			82,03	76,14	5			3	81,61	5			77,25	81,03
6			81,20	76,57	6			3	82,07	6			80,25	83,12
7			82,98	77,06	7			3	82,59	7			84,75	86,37
8			85,11	79,58	8			4	85,29	8			86,50	85,66
9			86,01	80,12	9			4	85,87	9			85,75	88,04

Base de datos Hipotesis N°2.sav [Conjunto,			Base de datos Hipotesis N°4.sav [Conjunto_de_datos10] - IB							
Archivo	Editar	Ver	Datos	Transformo	Archivo	Editar	Ver	Datos	Transformar	Analiza
			Reprocesos	FTT				Leadtime	ValorAgreg	EficCiclo
1			26,86	53,01	1			53,14	31,57	59,41
2			25,51	54,33	2			52,62	31,77	60,38
3			24,33	58,02	3			50,56	31,02	61,35
4			23,56	62,51	4			46,05	28,82	62,58
5			21,04	64,60	5			45,10	28,75	63,75
6			20,12	66,00	6			42,61	27,28	63,90
7			17,69	70,53	7			41,91	27,24	65,01
8			15,23	72,21	8			40,66	26,84	66,02
9			12,16	75,01	9			39,72	26,44	66,57