

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MEJORA DEL INDICADOR DEL
RENDIMIENTO DE CALIDAD DEL
PRODUCTO CABLE TIES,
MANUFACTURADO EN HV EN LA EMPRESA
PANDUIT DE COSTA RICA, EN EL PERIODO
JULIO DEL 2020**

**PROYECTO DE GRADUCIÓN PARA OPTAR
POR LICENCIATURA DE INGENIERIA
INDUSTRIAL**

Nombre: ESTIVEN BARRANTES CASTRO

Tutor: ING.MIGUEL RODRÍGUEZ ACOSTA

Heredia, 7 febrero, 2020

Índice

1. INTRODUCCIÓN	20
1.1 Descripción general del proyecto:	20
1.2 Identificación de la empresa	22
A. Antecedentes históricos	22
B. Visión de la empresa	23
C. Misión de la empresa	23
D. Estructura organizativa	24
E. Número de trabajadores	25
F. Tipos de productos y características generales	25
-Mercados de exportación	27
-Descripción general del proceso productivo:	28
1.3 Planteamiento del problema:	30
1.4 Objetivos del proyecto	32
Objetivo General	32
Objetivos específicos	33
1.5 Alcances y limitaciones	33
<i>a. Alcances</i>	33
<i>b. Limitaciones</i>	34
2. Marco teórico	37
2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera	37
Ingeniería industrial	37
2.1.1 Calidad	41
2.1.2 Seis sigma	43
Analizar	48
Mejorar	48
Controlar	49
2.1.3 Moldeo por inyección	50
2.1.3.1 Historia del plástico	51

2.1.3.2 Clasificación de plásticos	52
Termoplásticos	53
Termoestables	53
Elastómeros	54
2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto	54
2.2.1 Metodología DMAIC	55
2.2.2 Diagramas de Pareto	55
2.2.3 Diagrama de flujo	55
2.2.4 Entrevistas	56
2.2.5 Metodología Jidoka	57
“Origen de Jidoka: Jidoka es una metodología ideada por el inventor japonés Sakichi Toyoda; quien creó un dispositivo capaz de detener un telar en el momento justo en el que se rompía uno de sus hilos. De igual forma, dicho dispositivo alertaba mediante una señal visual al operador de la máquina, que esta se había detenido, reduciendo los tiempos perdidos en el proceso, y dotando al mismo de un sistema de autocontrol” (Ingeniería industrial online.com, 2020)	57
Los pasos de la metodología son:	57
• Se localiza un problema. Puede ser localizado automáticamente (por sensores o dispositivos electrónicos), o manualmente (por operarios o inspectores).....	58
• Se para la producción de la línea momentáneamente.	58
• Se establecen soluciones rápidas para corregir los efectos del problema. Así se puede reanudar la producción mientras se busca una solución definitiva. (equipo de trabajo que debe definirse)	58
• Se investigan las causas raíz del problema (esto puede llevar bastante tiempo, enfoque a largo plazo) y se implanta una solución definitiva. (este es el aprender del error, pensar en el futuro).....	58
2.2.6 Modelo Kano	58
2.2.7 Introducción de la voz del cliente en el diseño del Sistema	61
2.2.7.1 Estudio de tiempos	61
2.2.7.2 Cálculos del estudio:	62
2.2.7.3 Lluvia de ideas.....	62
Indicadores clave del proceso	62
2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto	62
2.3.1 Despliegue de la Función de Calidad (QFD, por sus siglas en inglés)	63

2.3.2 El Ciclo Deming	65
2.3.3 Introducción de la voz del cliente en el diseño del Sistema	69
2.3.3.1 Estudio de tiempos	69
2.3.3.2 Análisis de lecturas: Se utilizan gráficos de boxplot, los cuales brindan los puntos considerados fuera de línea.	70
2.3.3.3 Sistema Calificación: Es necesario calificar cada ciclo de trabajo del operario, para esto se utilizó el Sistema Westinghouse2 que considera 4 factores para evaluar el desempeño de un operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.	70
2.3.3.4 Cálculos del estudio:	70
Sistema Westinghouse: El porcentaje de holguras fue asignado de manera subjetiva por parte del estudiante.	70
2.3.4 Lluvia de ideas	71
2.3.5 Matriz de decisión basada en criterios	71
2.3.6 Indicadores clave del proceso	71
2.3.7 Plan de control (Control plan)	71
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes	73
Capitulo III: MARCO METODOLÓGICO	78
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	79
3.1.1 Etapa Medir	81
3.2 METODOLOGÍA DE MEDICIÓN Y RESPALDO CUANTITATIVO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	85
3.2.1 Etapa de Medir	85
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA	88
3.3.1 Etapa de mejora	88
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	91
3.4.1 Etapa de Mejora	91
3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO	93
3.5.1 Etapa de Control	93
CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS	94
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	95

4.2 DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE PROVOCAN EL BAJO NIVEL DE CALIDAD DE HV EN CABLE TIES.....	97
4.2.1 DIAGRAMA S.I.P.O.C. DEL PROCESO DE ELABORACION DE AMARRAS PLASTICAS EN EL PROCESO DE HV.....	97
4.2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PARA EL PROCESO DE HV.....	99
4.2.3 DIAGRAMA DE ISHIKAWA O CAUSA Y EFECTO.....	101
4.3 CLASIFICACIÓN DE LAS CAUSAS QUE REPRESENTAN EL BAJO RENDIMIENTO DEL INDICADOR DE CALIDAD.....	96
4.4.2 Cantidad de producto desechado que se podría recuperar.....	102
4.4.2.2 Muestreo en la máquina 194 de HV.....	103
4.4.3 Cantidad de reportes a mantenimiento por equipos auxiliares.....	104
4.4.4 Equipos auxiliares con más reportes.....	105
4.4.5 Cantidad diaria de caídas de línea por máquina y tiempo promedio entre caída de línea.....	106
4.4.6 Análisis de alarmas provocadas por equipos auxiliares.....	108
4.5 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO.....	112
CAPÍTULO V: DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO.....	114
5.1 DISEÑO DE LA PROPUESTA.....	115
5.1.1 Modo de “scrap detec” en las máquinas de moldeo.....	118
5.1.2 Lista de actividades diarias para los operadores de producción.....	120
5.1.3 Operadores enfocados en sistemas fijos para crear experiencia en fallos comunes- Roles diferenciados de los operadores de producción para mejorar la atención de estas.....	123
5.1.4 Programa de incentivos para con operadores con buenos niveles de yield en sus máquinas a final de cada mes.....	125
5.1.5 Implementación de operador enfocado en medir yield de cada máquina de manera diaria, solución de problemas de forma inmediata.....	126
5.1.6 Implementación de un plan robusto de 6s para el área.....	133
5.1.7 Atención diferenciada para máquinas con niveles bajos de yield. (recuperación de material en las máquinas que se puede hacer).....	136
5.1.8 Lista de tareas para paro inmediato de alarmas para no seguir produciendo producto no conforme de manera innecesaria.....	139
5.1.9 Propuesta económica general.....	142

5.1.10 Retorno de inversión general del proyecto.....	143
5.2 ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA	144
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	146
6.1 CONCLUSIONES	147
6.2 RECOMENDACIONES.....	149
Bibliografía.....	151

ÍNDICE DE IMAGENES

IMAGEN 1, UBICACIÓN DE PANDUIT DE COSTA RICA.....	25
IMAGEN 2 ,ORGANIGRAMA DE PANDUIT DE COSTA RICA	25
IMAGEN 3, PORCENTAJE DE VENTAS PANDUIT DE COSTA RICA.....	28
IMAGEN 4, GRÁFICO DE SCRAP VS SVP	32
IMAGEN 5, GRÁFICO DE YIELD DEL 2019.....	33
IMAGEN 6, MÁQUINA DE MOLDEO.....	52
IMAGEN 7, DIAGRAMA DE PARETO SOBRE MÁQUINAS EMPACADORAS CON MÁS REPORTES DE FALLOS.....	56
IMAGEN 8, DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OPERACIÓN DE CT	57
IMAGEN 9, TRANSFORMACIÓN DEL LENGUAJE DEL CONSUMIDOR A REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	65
IMAGEN 10, CASA DE LA CALIDAD.....	66
IMAGEN 11, CICLO DE DEMING	67
IMAGEN 12, FORMATO DE ISHIKAWA.....	88
IMAGEN 13, CALCULADORA DE MUESTREOS	91
IMAGEN 14, GRAFICO DE CALIDAD (YIELD) 2020 PARA CT.....	97
IMAGEN 15, CALCULADOR DE NIVEL SIGMA, 2019	97
IMAGEN 16, DIAGRAMA DE FLUJO, PROCESO DE HV, CABLE TIES	101
IMAGEN 17, FLUJO DE PROCESO DE LÍNEA DE HV, DETALLADO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE HV.....	102
IMAGEN 18, DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO.....	95
IMAGEN 19, TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS, FORMULA.....	107
IMAGEN 20, GRÁFICO I-MR, TIEMPO QUE TARDAN LOS OPERADORES EN ATENDER ALARMAS.....	110
IMAGEN 21, PRUEBA DE HIPÓTESIS, TIEMPO MEDIO DE OPERADORES DE PRODUCCIÓN PARA ATENDER ALARMAS.....	112
IMAGEN 22, IMAGEN QUE MUESTRA EL SEGUIMIENTO DIARIO AL YIELD PARA EL SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE YIELD.	125
IMAGEN 23, EN LA IMAGEN ANTERIOR SE VE UN EJEMPLO DEL REPORTE VÍA CORREO QUE HACE EL LÍDER DE YIELD.	131
IMAGEN 24, EJEMPLO DE CALENTADOR COLOCADO	138
IMAGEN 25, GRÁFICOS DE YIELD DE LA LÍNEA DE HV	144
IMAGEN 26, GRÁFICO DE YIELD SEMANAL DE LA LÍNEA DE HV.....	145

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1, NÚMERO DE EMPLEADOS DESGLOSADO EN LAS ÁREAS GENERALES DE PANDUIT COSTA RICA.	26
TABLA 2, PRODUCTOS DE PANDUIT, CABLE TIES	27
TABLA 3, PORCENTAJE DE VENTAS DE PANDUIT DE COSTA RICA	29
TABLA 4, EVALUACIÓN DEL MODELO KANO	60
TABLA 5, EJEMPLO DE PLAN DE CONTROL	74
TABLA 6, CUADRO RESUMEN DE ACTIVIDADES SEGÚN METODOLOGÍA DMAIC	82
TABLA 7, ENCUESTA PARA PARTES INTERESADAS.	83
TABLA 8, VALORACIONES DE PREOCUPACIONES DE PARTES INTERESADAS.	84
TABLA 9, PLAN DE COMUNICACIÓN	84
TABLA 10, VOZ DEL CLIENTE Y ASPECTOS CRÍTICOS PARA LA CALIDAD	85
TABLA 11, FORMATO DE SIPOC	86
TABLA 12, MÉTODO LA COLECTAR DATOS EN LA FASE DE MEDIR.	87
TABLA 13, CRITERIOS PARA PRIORIZAR CAUSAS RAÍZ.....	89
TABLA 14, TABULAR CAUSAS PRIORIZADAS	89
TABLA 15, PLAN PARA LA FASE DE ANALIZAR	91
TABLA 16, TABULAR LLUVIA DE IDEAS Y SELECCIÓN DE LAS MÁS IMPORTANTES	93
TABLA 17, CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN DE ACCIONES A IMPLEMENTAR	93
TABLA 18, PLAN DE CONTROL DEL PROYECTO	94
TABLA 19, DIAGRAMA DE SIPOC, PROCESO DE HV.	99
TABLA 20, CRITERIOS DE PONDERACIÓN DE POSIBLES CAUSAS.....	96
TABLA 21, TABLA DE PRIORIZACIÓN DE POSIBLES CAUSAS QUE AFECTAN EL BAJO NIVEL DE CALIDAD.....	98
TABLA 22, DIAGRAMA DE PARETO DE LAS CAUSAS PROBABLES	99
TABLA 23, AGRUPACIÓN DE SUB-CAUSAS CONVERTIDAS A CAUSAS, POSIBLES XS.....	100
TABLA 24, TABLA DE COLECCIÓN DE DATOS, SITUACIÓN ACTUAL.....	101
TABLA 25, MUESTRO DE LA M118, PIEZAS RECUPERABLES	102
TABLA 26, MUESTRO DE LA M194, PIEZAS RECUPERABLES.....	103
TABLA 27, MUESTRO DE LA M194, PIEZAS RECUPERABLES	103
TABLA 28, REPORTES DE EQUIPOS DE LA LÍNEA DE HV, EN LOS PRIMEROS CINCO MESES DEL AÑO 2020	104
TABLA 29, DETALLE DE CANTIDAD DE CORRECTIVOS EN LÍNEA EN LOS PRIMEROS 5 MESES DEL 2020.	104
TABLA 30, DIAGRAMA DE PARETO, EQUIPOS CON MÁS REPORTES EN LA LÍNEA DE HV, PRIMEROS CINCO MESES DEL 2020.....	105
TABLA 31, DIAGRAMA DE PARETO DE SISTEMAS CON REPARACIONES EN LÍNEA ENTRE ENERO A JUNIO DEL 2020.	106
TABLA 32, TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS.....	107
TABLA 33, TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS	108
TABLA 34, TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS.....	108
TABLA 35, PARETO DE CANTIDAD DE ALARMAS EN UN DÍA, LÍNEA DE HV.	109
TABLA 36, PORCENTAJE DE AFECTACIÓN POR CADA CAUSA.....	115
TABLA 37, ACCIONES RESULTANTES DE LLUVIA DE IDEAS PARA ELABORAR PLAN DE ACCIÓN	116
TABLA 38, CRITERIO DE PRIORIZACIÓN PARA ACCIONES DE PLAN DE ACCIÓN	117
TABLA 39, PLAN DE ACCIÓN A IMPLEMENTAR PARA EL PRESENTE PROYECTO	118

TABLA 40, COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE ACCIÓN LLAMADA “SCRAP DETECT”	120
TABLA 41, TAREAS DEFINIDAS PARA CADA OPERADOR DE PRODUCCIÓN.	121
TABLA 42, RUTINA REALIZADA PARA OPERADORES DE TURNOS DE OCHO HORAS.....	122
TABLA 43, PLAN DE ACCIÓN PARA ESTA IMPLEMENTACIÓN.....	124
TABLA 44, TABLA DE PROTOCOLO IMPLEMENTADO EN CASO DE UNA MÁQUINA CON YIELD BAJO	128
TABLA 45, FORMATO DE A3 PARA ANÁLISIS Y SEGUIMIENTOS FUTUROS CASOS DE BAJO YIELD	130
TABLA 46, COSTOS ECONÓMICOS PARA LOGRAR IMPLEMENTAR ESTA PROPUESTA	132
TABLA 47, ANÁLISIS DE RETORNO DE INVERSIÓN DE ESTA IMPLEMENTACIÓN	132
TABLA 48, LISTA DE ACTIVIDADES DEL 6S PROPUESTO PARA LÍNEA DE HV.	135
TABLA 49, NIVELES DE YIELD POR MÁQUINA DE ENERO A JUNIO DEL AÑO 2020.....	137
TABLA 50, COSTOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTACIÓN DE ESTA PROPUESTA.....	138
TABLA 51, ANÁLISIS ECONÓMICO DE IMPLEMENTACIÓN DE CALENTADORES.....	139
TABLA 52, DEFECTOS QUE REQUIEREN PARO INMEDIATO.	140
TABLA 53, CUADRO RESUMEN DEL PLAN DE ACCIÓN IMPLEMENTADO	142
TABLA 54, ANÁLISIS ECONÓMICO DEL GERENTE.....	143
TABLA 55, AHORROS OBTENIDOS AL CIERRE DEL PROYECTO.....	145

DECLARACIÓN JURADA

Yo **Estiven Barrantes Castro** , mayor de edad, portador de la cédula de identidad numero **207130190** egresado de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el tribunal examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de licenciatura en ingeniería industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado:

“MEJORA DEL INDICADOR DEL RENDIMIENTO DE CALIDAD DEL PRODUCTO CABLE TIES, MANUFACTURADO EN HV EN LA EMPRESA PANDUIT DE COSTA RICA, EN EL PERIODO JULIO DEL 2020.”

, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que estos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como un producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. En fe de lo anterior, **firmo en la ciudad de San José, a los días 11 del mes de marzo del año dos mil veinte.**

Firma del estudiante: *Steven Barrantes C.*

Cédula: *207130190*

DEFENSA DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN FORMULARIO DE EVALUACIÓN

Una vez escuchada la exposición y las respuestas de: **Barrantes Castro Estiven**, cédula **2-0713-0190** quien hace defensa pública de su trabajo final de graduación, titulada:

**"MEJORA DEL INDICADOR DEL RENDIMIENTO DE CALIDAD DEL PRODUCTO
CABLE TIES, MANUFACTURADO EN HV EN LA EMPRESA PANDUIT DE COSTA
RICA, EN EL PERIODO JULIO DEL 2020"** Para optar por el grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de Lectora procedo a calificar de la siguiente forma:

Rubro	Porcentaje total	Porcentaje obtenido
1. Originalidad del tema y relación de este con la carrera	10	9
2. Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados de la investigación	15	14
3. Relevancia de las conclusiones y recomendaciones	10	9
4. Calidad y detalle del marco teórico	10	9
5. Exposición (dominio del tema)	20	18
6. Secuencia lógica de ideas en la exposición	10	9
7. Desenvolvimiento (manejo escénico)	5	4
8. Presentación del material de exposición y uso de tecnología	5	5
9. Contestó adecuada y correctamente a las preguntas del Tribunal	15	13
TOTAL	100	90

Nombre Ana Catalina Martínez Matarrita

Firma



De conformidad con la Reglamentación de la Universidad se presenta el estudiante **BARRANTES CASTRO ESTIVEN** Cédula 2-0713-0190 para defender su Trabajo de Graduación titulado **"MEJORA DEL INDICADOR DEL RENDIMIENTO DE CALIDAD DEL PRODUCTO CABLE TIES, MANUFACTURADO EN HV EN LA EMPRESA PANDUIT DE COSTA RICA, EN EL PERIODO JULIO DEL 2020"** para optar al Grado de Licenciatura en la carrera de Ingeniería Industrial y bajo la modalidad de PROYECTO TESIS.

Estando presente los siguientes miembros del Tribunal Calificador:

LEANDRO SANDI ANA CATALINA					
RODRIGUEZ ACOSTA MIGUEL EDUARDO					
MARTINEZ MATARRITA ANA CATALINA					
Una vez concluida la exposición, el periodo de preguntas y efectuada la deliberación, se acordó otorgarle el siguiente resultado:					
Calificación:	91	Aprobado:	x	Reprobado:	
NOTA: La nota mínima de aprobación es de 80% según el reglamento de evaluación.					
Firmas del tribunal Calificador:	Ana Catalina Leandro Sandi	Firmado digitalmente por Ana Catalina Leandro Sandi Fecha: 2021-03-08 20:17:48 -0500'	MIGUEL EDUARDO RODRIGUEZ ACOSTA @RMAA	Firmado digitalmente por MIGUEL EDUARDO RODRIGUEZ ACOSTA @RMAA Fecha: 2021-03-08 20:21:47 -0500'	Fecha: 3/8/21

ORIGINAL EXPEDIENTE - COPIA ESTUDIANTE

De conformidad con la Reglamentación de la Universidad se presenta el estudiante **BARRANTES CASTRO ESTIVEN** Cédula 2-0713-0190 para defender su Trabajo de Graduación titulado **"MEJORA DEL INDICADOR DEL RENDIMIENTO DE CALIDAD DEL PRODUCTO CABLE TIES, MANUFACTURADO EN HV EN LA EMPRESA PANDUIT DE COSTA RICA, EN EL PERIODO JULIO DEL 2020"** para optar al Grado de Licenciatura en la carrera de Ingeniería Industrial y bajo la modalidad de PROYECTO TESIS.

Estando presente los siguientes miembros del Tribunal Calificador:

LEANDRO SANDI ANA CATALINA					
RODRIGUEZ ACOSTA MIGUEL EDUARDO					
MARTINEZ MATARRITA ANA CATALINA					
Una vez concluida la exposición, el periodo de preguntas y efectuada la deliberación, se acordó otorgarte el siguiente resultado:					
Calificación:	91	Aprobado:	x	Reprobado:	
NOTA: La nota mínima de aprobación es de 80% según el reglamento de evaluación.					
Firmas del tribunal Calificador:	Ana Catalina Leandro Sandi	Firmado digitalmente por Ana Catalina Leandro Sandi Fecha: 2021-03-08 20:38:20 -0500'	MIGUEL EDUARDO RODRIGUEZ ACOSTA @RMAA	Firmado digitalmente por MIGUEL EDUARDO RODRIGUEZ ACOSTA @RMAA Fecha: 2021-03-08 20:37:15 -0500'	Fecha: 3/8/21

ORIGINAL EXPEDIENTE - COPIA ESTUDIANTE




Acta de Graduación

Ante el Tribunal Calificador de la Universidad Hispanoamericana, integrado por: **Ing. Ana Catalina Leandro Sandi**, representante dirección de carrera, **Ing. Miguel Rodríguez Acosta** tutor y **Ing. Ana Catalina Martínez Matarrita** lectora, se presenta al postulante **Barrantes Castro Estiven** Cédula n° **2-0713-0190** quien hace defensa pública de su trabajo final de graduación, titulado: **"MEJORA DEL INDICADOR DEL RENDIMIENTO DE CALIDAD DEL PRODUCTO CABLE TIES, MANUFACTURADO EN HV EN LA EMPRESA PANDUIT DE COSTA RICA, EN EL PERIODO JULIO DEL 2020"**. Para optar por el grado académico de **Licenciatura en Ingeniería Industrial**.

Una vez escuchada la exposición del postulante y habiendo procedido al período de preguntas por parte de los miembros del Tribunal, se procede en privado a la deliberación de rigor y se concluye que al estudiante: **Barrantes Castro Estiven**, ha aprobado su requisito de graduación con un puntaje de **91** en la escala de 0 a 100.

Firmado en la Universidad Hispanoamericana el día: **lunes 08 de marzo del 2021**.

Director(a) de Carrera:	Ana Catalina Leandro Sandi	Firmado digitalmente por Ana Catalina Leandro Sandi Fecha: 2021.03.08 20:17:14 -05'00'
Tutor(a):	MIGUEL EDUARDO RODRIGUEZ ACOSTA (FIRMA)	Firmado digitalmente por MIGUEL EDUARDO RODRIGUEZ ACOSTA (FIRMA) Fecha: 2021.03.08 20:20:59 -05'00'
Lector(a):		
Estudiante:	<u>09 Mar 2021</u>	

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 11 - Mayo 2021

Señores:

Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Estiven Barrantes Castro con número de identificación 207130190 autor (a) del trabajo de graduación titulado **"MEJORA DEL INDICADOR DEL RENDIMIENTO DE CALIDAD DEL PRODUCTO CABLE TIES, MANUFACTURADO EN HV EN LA EMPRESA PANDUIT DE COSTA RICA, EN EL PERIODO JULIO DEL 2020."** presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar por el título de Licenciatura en ingeniería industrial; (/NO) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Steven Barrantes C. ced: 207130190
Firma y Documento de Identidad

CARTA DEL TUTOR

San José, 25 de agosto de 2020....

**Departamento de Registro
Escuela de Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana**

Estimado señor:

El estudiante **Estiven Barrantes Castro**, cédula de identidad número **207130190**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **MEJORA DEL INDICADOR DEL RENDIMIENTO DE CALIDAD DEL PRODUCTO CABLE TIES, MANUFACTURADO EN HV EN LA EMPRESA PANDUIT DE COSTA RICA, EN EL PERIODO JULIO DEL 2020**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de **LICENCIATURA EN INGENIERIA INDUSTRIAL**.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	19%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL	100%	97%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

MIGUEL EDUARDO RODRIGUEZ
Firmado digitalmente por MIGUEL EDUARDO RODRIGUEZ ACOSTA (FIRMA)
Fecha: 2020.08.25 14:33:57 -06'00'
Tutor: ACOSTA (FIRMA)
Ing. Miguel Eduardo Rodríguez Acosta
Cédula identidad N 109820603
Carné Colegio Profesional N II-31581 CFIA

CARTA DEL LECTOR

San José, 05 Octubre 2020

Destinatario
Carrera Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

En mi calidad de lector del proyecto de graduación presentado por el estudiante **ESTIVEN BARRANTES CASTRO**, cédula de identidad número **207130190**, titulado **"MEJORA DEL INDICADOR DEL RENDIMIENTO DE CALIDAD DEL PRODUCTO CABLE TIES, MANUFACTURADO EN HV EN LA EMPRESA PANDUIT DE COSTA RICA, EN EL PERIODO JULIO DEL 2020."**, para optar por el grado académico de **Licenciatura** en Ingeniería Industrial, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso y he evaluado aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

Debido a lo anterior considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser trasladado al proceso de revisión por el filólogo.

Atentamente,



Ana Catalina Martinez Matarrita
Cédula identidad: 111510151

RESUMEN

Barrantes Castro, Estiven. Universidad Hispanoamericana, agosto, 2020. MEJORA DEL INDICADOR DEL RENDIMIENTO DE CALIDAD DEL PRODUCTO CABLE TIES, MANUFACTURADO EN HV EN LA EMPRESA PANDUIT DE COSTA RICA, EN EL PERIODO JULIO DEL 2020, Tutor: Ing. Miguel Rodríguez Acosta

El presente trabajo de investigación trata sobre la mejora del indicador de calidad en la línea de HV de Cable ties en la empresa Panduit de Costa Rica. Durante los últimos años la línea de producción de HV ha presentado niveles bajos en el indicador antes mencionado.

El desarrollo de la línea base se determina mediante datos históricos de la empresa, se evidencia que el indicador tiene un promedio de 91.4% durante el todo el 2019. Lo cual deja pérdidas a la compañía de alrededor de 917 945 dólares estadounidenses al año y para la línea de HV el valor es cerca de 351 450 dólares.

Se realiza el proyecto por medio de la metodología DMAIC, donde se desarrolla cada etapa.

Las soluciones pretenden dar una amplia gama de mejoras al indicador de Calidad de la línea de HV, se espera una mejora paulatina pero sostenida en el tiempo para el indicador mencionado. Se quiere dar alternativas de soluciones desde evitar que se produzca el producto no conforme desde la fuente, hasta la recuperación del material ya catalogado con no conforme, todo esto para dar aportes positivos al indicador.

En conclusión, se puede decir que la aplicación del plan de acción de este proyecto reducirá la cantidad de producto no conforme que sale de la línea de HV, además de dar mejor visualización del problema presentado e impulsar una cultura de mejora del indicador de calidad en el área de HV, también se promueve la recuperación del material ya catalogado como no conforme. Esto ayudará de manera económica al área por medio la mejora continua del indicador de Calidad.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción general del proyecto:

Este proyecto se desarrollará en la empresa Panduit® Costa Rica, localizada en La Argentina, Grecia. Consistirá en elaborar una propuesta integral para mejorar el porcentaje de calidad de las órdenes, mejor conocido como “yield”.

El diagnóstico de situación, propuesta de mejoras e implementación, se llevará a cabo bajo la metodología DMAIC.

El estudio, como lo indica la metodología, consistirá en cinco etapas clave donde se debe completar la anterior, para poder continuar con la siguiente, las etapas son definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

El proyecto consistirá en definir la situación actual en sus primeras etapas, además de verificar cuáles son las necesidades actuales del área productiva y de las partes interesadas, que en este caso sería la gerencia en su gran mayoría. Esto se hará en la etapa de DMAIC conocida como “definir”, por medio de encuestas a las partes interesadas, como por ejemplo a la gerencia y algunos departamentos de soporte como ingeniería, calidad y algunos supervisores de producción además de operadores.

En la segunda etapa, debemos definir las posibles causas que están afectando que el porcentaje de calidad “yield” no se encuentre en los niveles deseados por la gerencia, y que el porcentaje de producto que sale defectuoso en el proceso sea tan elevado. Esto se hará en la etapa de “medir”. Las posibles causas se determinarán por medio de herramientas de ingeniería como por ejemplo Ishikawa, Pareto, despliegue de la casa de la calidad, entre otras.

En la tercera etapa, se analizará si estas posibles causas detectadas, verdaderamente afectan el proceso productivo en su parte de calidad, y qué porcentaje de producto defectuoso se le puede achacar a cada una de ellas, esto por medio de estudios estadísticos, como capacidad del proceso, anova, y algunos otros análisis de datos; seguidamente, se identificarán posibles acciones que ayuden a solventar los problemas detectados. Se arribará a dichas acciones, por medio de lluvia de ideas de personal experto en el proceso, los cuales serán de los mismos operadores y supervisores del área de producción y departamentos de soporte, quienes, dentro de las posibilidades de recurso y tiempo, implementarán a su vez las mismas.

Por último, se dará un periodo de tiempo cercano a un mes calendario, para controlar que las acciones implementadas se sigan y estén cumpliendo el objetivo previsto, y para el cual fueron implementadas. Se realizará un plan de control y se le dará seguimiento al mismo.

1.2 Identificación de la empresa

A. Antecedentes históricos

La Corporación Panduit, fue fundada en marzo de 1955 por Jack Caveney, con el fin de fabricar productos para la industria eléctrica y de comunicaciones. Luego de la creación del primer producto, nació el nombre Panduit, que significa PANel de control y conDUIT. En 1960, inició la construcción del edificio en Tinley Park, Illinois, Estados Unidos, donde actualmente se ubica la casa matriz y la división de componentes de cableado. Actualmente la Corporación Panduit, consta de siete divisiones de producto y tiene presencia en África, Asia, Australia, Europa, América del Norte, Centroamérica y Sudamérica.

Todas las plantas de manufactura de Panduit, están certificadas por la Organización Internacional de Normalización del Estándar de Calidad ISO 9000 y la Organización Internacional de Normalización ISO 14000. Además, Panduit ha implementado exitosamente las filosofías Seis Sigma y LEAN dentro de sus procesos productivos y administrativos. Cada producto que se diseña se produce y se comercializa dentro de Panduit sigue una ruta estructurada de aprobaciones y controles para asegurar la máxima calidad. Los productos se diseñan en la casa matriz y se transfieren a Costa Rica siguiendo un proceso estructurado de Transferencia de Tecnología. Toda la planeación, los documentos de soporte, los equipos necesarios para el proceso

productivo, el establecimiento de los controles de proceso y el entrenamiento requeridos, se traen hacia las áreas de producción dentro del marco de la Transferencia de Tecnología. Una vez que los procesos son transferidos adecuadamente, se mantienen registros de todas las órdenes de trabajo que se fabrican dentro de Panduit, de acuerdo con lo establecido en la Norma ISO 9001.

B. Visión de la empresa

Evolucionar de forma constante y eficiente para brindar la experiencia más confiable a nuestros clientes. Panduit 2019

C. Misión de la empresa

Panduit y nuestros socios trabajan con usted para resolver retos de negocios e implementar soluciones en el mundo real que crean una ventaja competitiva de negocios. Panduit ofrece la más amplia gama de soluciones, desde los centros de datos y edificios inteligentes hasta operaciones de fabricación, para ayudarlo a construir una. Panduit 2019.

Ubicación geográfica de la planta: La empresa está ubicada en el sector de La Argentina, Puente Piedra, Grecia Alajuela 521-4100 Costa Rica, 154, según la siguiente imagen.



Imagen 1, Ubicación de Panduit de Costa Rica

Fuente: Google Maps

En la imagen anterior se observa la ubicación y la forma del edificio de la compañía Panduit de Costa Rica para hacer constar que la empresa realmente existe y que tiene un edificio físico.

D. Estructura organizativa

Panduit Costa Rica se divide en cuatro distintas Áreas de producción: Cable Ties, Moldeo, Fibra y Cobre. Además, los departamentos de Calidad, Recursos Humanos, Mantenimiento, Tecnología de la Información y Finanzas, se consideran un Área de Soporte. El proyecto será desarrollado en el Área de Cable Ties, cuya estructura organizativa se muestra en la imagen 2:

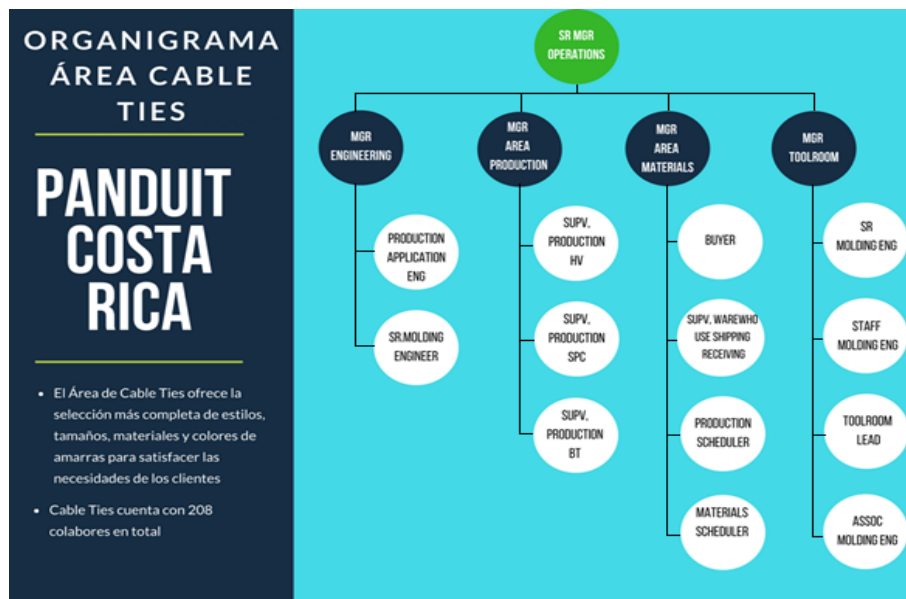


Imagen 2 ,Organigrama de Panduit de Costa Rica

Fuente: Elaboración propia

E. Número de trabajadores

A continuación, se muestra un cuadro desglosado por Área, con la información correspondiente al número de trabajadores que laboran para la empresa Panduit Costa Rica según la tabla 1.

Área de la empresa	Cantidad de trabajadores
• Cable Ties	208
• Moldeo	224
• Fibra	461
• Cobre	370
• Soporte (Calidad, RH, Mantenimiento, Finanzas, IT)	122
Total	1385

Tabla 1, Número de empleados desglosado en las Áreas Generales de Panduit Costa Rica.

Fuente: Elaboración propia

F. Tipos de productos y características generales

En el área de Cable Ties, el producto que se elabora de manera principal, son amarras plásticas denominadas Pan-Ty Cable Ties. Son diseñadas para su uso en numerosas aplicaciones, gran variedad de estilos, materiales y tamaños. Las mismas son construidas en una sola pieza, para mejorar su rendimiento y fiabilidad.

En la tabla No. 2, se observan los productos generales producidos en Cable Ties:

Catálogo de productos que ofrece Cable Ties, Panduit®		
N°	Producto	Característica
1	Cable ties	Se encuentran en variedad de materiales, tamaños y colores. Son adecuadas a diferentes ambientes según el tipo de material.
2	XMR ties	Amarras plásticas de aplicación automática. Facilita la aplicación ya que la misma es muy rápida.
3	Accesorios	Accesorios diseñados para instalación de mayor velocidad y con menores costos asociados.

*Tabla 2,
Panduit, Cable
Fuente: Panduit*

Productos de
ties
Costa Rica

-Mercados de exportación

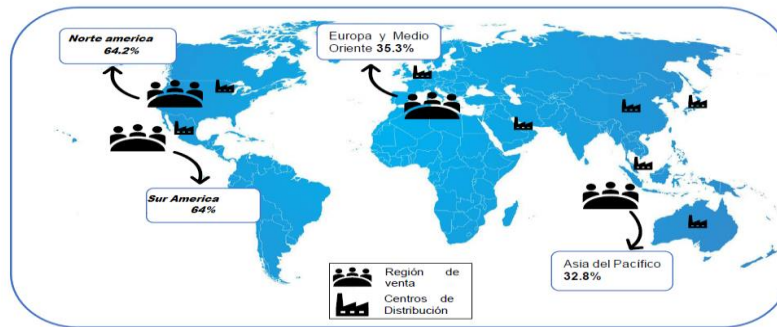


Imagen 3, Porcentaje de ventas Panduit de Costa Rica

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por Panduit Costa Rica

Como se puede observar en la imagen No.3, Panduit cuenta con 4 regiones de venta a nivel mundial: Norte América, Latinoamérica, Europa-Medio Oriente y Asia del Pacífico. Cada región de ventas tiene centros de distribución encargados de distribuir el producto a los diferentes clientes. En el Cuadro No. 3, se muestran los lugares donde se encuentran los centros de distribución a nivel mundial.

Área de Cable Ties		
Región de ventas	Porcentaje de ventas aportado por Costa Rica	Centro de distribución
Norteamérica	64.20%	Estados Unidos
Latinoamérica	64%	México
Europa y medio oriente	35.30%	Dubái Holanda

Asia Pacifico	32.80%	Australia China Singapur Japón
---------------	--------	---

Tabla 3, Porcentaje de ventas de Panduit de Costa Rica

Fuente: Elaborado con datos de Panduit Costa Rica

En el Cuadro No. 3, se puede observar el porcentaje en ventas que aporta el área de Cable Ties en Panduit Costa Rica, a las distintas regiones de venta a nivel mundial. Panduit exporta sus productos a los centros de distribución mencionados anteriormente, los cuales se encargan de comercializarlo con el cliente en forma directa, por ejemplo: Boeing, BMW, Airbus, First Solar, Cummins, Kawasaki entre otros.

-Descripción general del proceso productivo:

En esta sección se describe de manera general, el proceso productivo que involucra un lote de producto terminado y como se puede producir el producto no conforme que hace que se afecte el yield, es decir, lotes de piezas que se sospecha están afectados por uno o más defectos. Se presenta una breve descripción de cada etapa y posteriormente, un diagrama de flujo que ayuda a la comprensión global del proceso.

Fuentes de bajo yield en el área de Cable ties: Existen distintas razones para que estos lotes no tengan un yield de 100%, por ejemplo:

- Fallas de equipos y máquinas: En Cable ties se trabaja tanto con máquinas inyectoras, como con moldes y equipos auxiliares. Estos, debido al desgaste o por diferentes problemas, pueden provocar producto no conforme lo que hace que el Yield baje.
- Caídas de línea: El área de Cable ties trabaja con una máquina de moldeo por inyección y tres equipos auxiliares que conforman una línea completa, desde su moldeo hasta su empaque, todo de manera automática, más estas máquinas funcionan de manera independiente, lo que hace que si uno de los equipos falla la máquina de inyección continúa trabajando, por lo que todo lo que se produce mientras el equipo se reestablece es material que va al desecho.
- Falla en las inspecciones operativas: Cada dos horas los operarios deben revisar que las piezas fabricadas estén libres de defectos. Si en una inspección se encuentra producto no conforme, se notifica al supervisor y este valora si envía o no el lote a ser revisado 100%, pero si estas inspecciones fallan, se produce mucho más producto que el que debería ser no conforme.

-Definiciones operacionales y equipos utilizados en Cable ties:

- **Producto no conforme:** Este es el producto que presenta algún fallo o no conformidad de calidad, que afecte su desempeño, o que podría causar una queja de cliente.
- **Equipos auxiliares:** Son los equipos periféricos a la máquina de inyección de plástico, que se requieren para terminar de empaquetar el producto.
- **Inserter:** Equipo auxiliar de BT que inserta la cuña de metal en la amarra.

- **Bagger/loader:** Equipos auxiliares que empaquetan de manera automática las amarras en los empaques previamente establecidos en el seteo.
- **Runner:** Canal del molde por donde se inyecta el plástico a las cavidades de molde.
- **Trimmer:** Equipo auxiliar que se encarga de cortar las amarras del runner y contar la cantidad de amarras correctas.
- **Shots de partes:** En el moldeo de plásticos, la producción de un ciclo completo de moldeo se le llama shot, incluidos los desperdicios y el runner.

1.3 Planteamiento del problema:

Se detectaron altos niveles de desecho “scrap” durante el año 2019, específicamente desecho por línea caída. El porcentaje de desecho meta es un 6.4%, alcanzada únicamente en el mes de enero del año 2019, y en el caso del YTD es de un 7.96%. Cerca del 60% de ese desecho, ocurre por problemas durante el empaque del producto, por lo que el proyecto se enfocará en esa parte del proceso. El nivel de calidad de los productos “yield”, está visiblemente afectado, ya que al haber mucho producto no conforme, hace que el indicador de “yield” baje de manera considerable. El scrap (desecho), es la mayor fuente de variación de manufactura para Cable Ties Costa Rica y es un importante indicador competitivo que tiene alta visibilidad a nivel corporativo.

El 80% del desecho total de Panduit Costa Rica, es generado en Cable Ties, por lo que resulta necesaria la realización del proyecto, mismo que tendría un alto impacto a nivel de área. La reducción esperada es de al menos un 20%.

El nivel de yield del área de CT no ha estado en los niveles deseados, por lo que se requiere controlar la cantidad de desecho reportado en el área.

Durante el 2019, según fuentes de Panduit de Costa Rica, el “scrap” fue cerca de 917 945 dólares de los Estados Unidos de América, lo cual está muy por debajo del desempeño esperado.

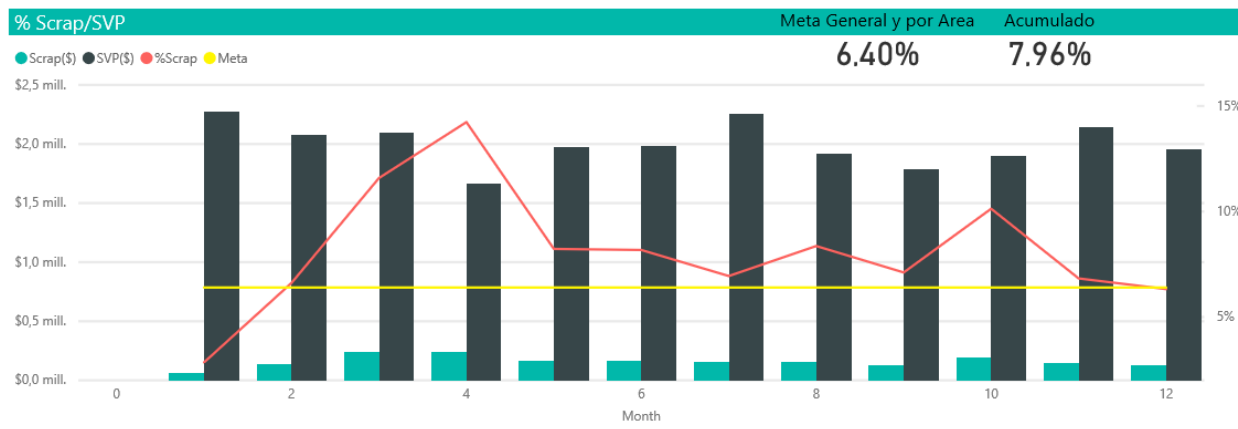


Imagen 4, Gráfico de Scrap vs SVP

Fuente: Indicadores internos de Panduit de Costa Rica

En el gráfico anterior tomado de las bases de datos de Panduit, se observa el costo del producto no conforme del área de Cable ties durante todo el año 2019, también se compara con el total del costo de los productos manufacturados en Cable ties (SVP).

Problemas de baja calidad (yield) del área: El nivel de calidad, entiéndase “yield” del área de Cable ties de Panduit de Costa Rica, no ha alcanzado los niveles planteados por la gerencia del área. Durante el 2019, la meta planteada fue de un 95%, la cual solo la semana doce, se logró superar los resultados esperados.

Quality CT 2019

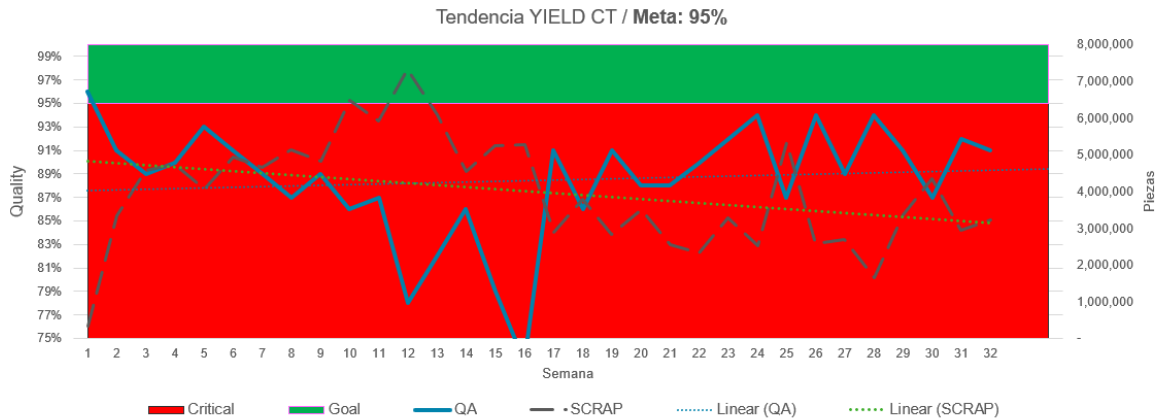


Imagen 5, Gráfico de Yield del 2019

Fuente: Indicadores internos de Panduit de Costa Rica

En el gráfico anterior se observa que, durante todo el año, el porcentaje de yield nunca fue el deseado, siendo esta la constante. También se muestran en el gráfico la tendencia a la baja que tienen los niveles de calidad en Cable ties. Los datos semanales por lo general se comportan de manera muy fluctuante, esto debido a la cantidad de órdenes que se cierran de manera semanal no es constante, ya que depende de la demanda y los tamaños de los mismos.

1.4 Objetivos del proyecto

Objetivo General

Desarrollar un plan que permita mejoramiento del rendimiento de calidad del producto de Cable ties de Panduit de Costa Rica, por medio de un proyecto desarrollado bajo la metodología DMAIC para impulsar el rendimiento del área, para el periodo de los meses de enero a julio del año 2020.

Objetivos específicos

- Recolectar información sobre las oportunidades de para mejorar del indicador de calidad (yield) de Cable ties.
- Analizar el comportamiento del proceso de Cable ties según la información recolectada de los últimos 12 meses.
- Identificar el fallo de calidad(yield) que representa la mayor cantidad en el proceso de HV de Cable ties en Panduit de Costa Rica.
- Determinar los factores del proceso están ocasionando fallas en el producto y yield bajo.
- Proponer mejoras en el proceso de manufactura de HV en Cable ties de Panduit de Costa Rica.

1.5 Alcances y limitaciones

a. Alcances

La finalidad del proyecto consiste en mejorar el desempeño del yield, específicamente para el proceso de HV en Cable ties de Panduit de Costa Rica. El sistema propuesto, pretende proporcionar las herramientas necesarias para facilitar la gestión eficiente del área en cuanto a “Yield”, generando un impacto positivo sobre la productividad.

El proyecto puede ser emulado a distintas necesidades de la empresa donde se requiera. Los resultados obtenidos pretenden generar conocimiento que actualmente no se

maneja, como por ejemplo focos principales de desperdicio de producto, cantidad de alarmas por máquina, principales equipos con yield bajo.

El punto de partida consiste en determinar la voz del cliente, de manera que se obtengan las necesidades que deben ser introducidas a lo largo del diseño del proyecto y de la propuesta. Se pretende finalizar con una implantación parcial del sistema, desarrollando los prototipos necesarios que permiten las corridas de las pruebas piloto y con ello la verificación del cumplimiento exitoso de los requerimientos captados.

El proyecto podría incluir la disminución de material que no se empaca, por medio de la evitación de caídas de línea, pero también podría darse, por medio de la recuperación de ese material que los equipos automatizados descartan. Se acordó con la Gerencia, tomar las opciones que generen resultados más rápidamente, siempre debido a la situación presentada. La empresa está comprometida a facilitar el recurso que se necesita para elaborar una propuesta factible de implementar.

Las pruebas piloto y la implementación de las acciones se realizarán únicamente en el Área de Alto Volumen HV de Cable ties, Panduit de Costa Rica. Las mismas se realizarán durante alrededor de cuatro semanas, esto para garantizar la confiabilidad de los datos. Posteriormente se tomarán decisiones sobre la efectividad y viabilidad de las mismas.

La expectativa es que el proyecto dure en su totalidad alrededor de cinco a seis meses.

b. Limitaciones

El proceso y la empresa presentan algunas limitantes que dificultan el desarrollo del estudio, se enumeran a continuación:

-Cantidad de operarios disponibles para el estudio:

La representatividad de la muestra se ve limitada debido a que, durante el desarrollo del proyecto, la mayoría de los datos fueron obtenidos por los dos operarios con mayor disponibilidad.

-Representatividad de la muestra:

La cantidad de datos utilizada para determinar la productividad actual es reducida, únicamente hay cierta información, los datos de equipos con bajo “yield” y la cantidad de alarmas por máquina no se cuenta. El trabajo de recolección de datos se realiza en un mes según el planeamiento y se trabaja con la información obtenida para cuantificar y diseñar el proyecto como tal.

-Confidencialidad de equipos automatizados y del área productiva:

El área de Cable ties de Panduit de Costa Rica, es una de las pocas empresas en el mundo donde las amarras plásticas se producen y se empacan de inicio a fin de manera automática. Estos equipos son diseñados y elaborados por ingenieros de Panduit, por lo que es un secreto de la compañía, que impedirá la toma de fotografías de los equipos y descripción de estos de manera explícita, lo que podría complicar la explicación del proceso productivo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. Marco teórico

En la siguiente sección se evidenciará toda la parte teórica necesaria para llevar a cabo este proyecto de mejora del rendimiento de la calidad para la línea HV de Cable ties en Panduit de Costa Rica. El presente capítulo es el marco teórico en el cual se fundamenta esta investigación, proporcionará al lector una visualización de cuál es el contexto general en el que se está desarrollando el presente trabajo.

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

Ingeniería industrial

La ingeniería industrial es una rama de la ingeniería que se encarga de analizar, interpretar, analizar con el fin último de optimizar los procesos ya sean de servicios o manufactura. El fin principal es llevar los procesos al punto donde se pueda sacar el máximo rendimiento de este. La ingeniería industrial es una herramienta que abarca muchas disciplinas, estas se integran para beneficiar los métodos productivos.

“Se puede hablar de ingeniería desde el primer instante en que se dio forma a una piedra para convertirla en una herramienta, o cuando los primeros seres humanos usaron la energía de forma consciente para encender una hoguera. Desde entonces, el desarrollo de la ingeniería ha caminado en paralelo con el de la humanidad” (Marchán, 2014)

Muchos autores concuerdan que la ingeniería industrial empezó a dar sus primeros pasos luego de la revolución industrial a finales de la década de 1770, con la introducción de la máquina a vapor.

Posteriormente Frederick Taylor se conoce como el padre de la ingeniería industrial, Taylor hizo grandes aportes a lo que hoy en día conocemos como ingeniería industrial.

Entre los principales aportes del señor a la Ingeniería Industrial tenemos:

Determinación científica de los estándares de trabajo (Estudio de Movimientos, Tiempos temporales y estandarización de herramientas)

Sistema diferencial de primas por pieza

Mando funcional

La "revolución mental" que Taylor describió como precedente para el establecimiento de la "Dirección científica".

“El mismo Taylor explicaba las etapas para poner en funcionamiento su nueva organización científica del trabajo:

1. Hallar de diez a quince obreros (si es posible en distintas empresas y de distintas regiones) que sean particularmente hábiles en el trabajo a analizar.
2. Definir la serie exacta de movimientos elementales que cada uno de estos obreros lleva a cabo para ejecutar el trabajo analizado, así como los útiles y materiales que emplean.
3. Determinar con un cronómetro el tiempo necesario para realizar cada uno de estos movimientos elementales y elegir el modo más simple de ejecución.
4. Eliminar todos los movimientos mal concebidos, los lentos o inútiles.

5. Tras haber suprimido así todos los movimientos inútiles, reunir en una secuencia los movimientos más rápidos y los que mejor permiten emplear los mejores materiales y útiles”

(Prada, 2014)

A pesar de que Taylor vivió y publicó lo anterior a finales del siglo XVIII e inicios del siglo XIX mucho de su filosofía sigue vigente hoy en día, tanto que la mayoría de las empresas siguen estos principios para mejorar sus procesos. Además de Taylor, a inicios del siglo XIX otros pensadores tuvieron grandes aportes a la ingeniería industrial. Entre la historia de la época dorada de la ingeniería industrial tenemos.

“Así, en el periodo comprendido entre 1890 y 1920 surgieron los primeros administradores de la producción en Estados Unidos de América. Las operaciones poseían ya un alto grado de complejidad fuera del alcance de la mayoría de los dueños; así, surgieron las técnicas “científicas” de manejo de las compañías con Frederick Taylor, cuya principal aportación fue el análisis de las operaciones mediante su división en sus distintos elementos básicos.

Otras necesidades de administración técnica de plantas surgidas en esta época incluyen la coordinación de líneas de producción diversificadas y la creación de programas dinámicos de producción. Otras personas, como Henry Gantt y los esposos Gilbreth, entre otros, también contribuyeron al desarrollo de la AO, con técnicas que permitían mejorar las operaciones dentro de las empresas de aquel entonces.

Se considera a los años comprendidos entre 1920 y 1960 como la “era dorada” del desarrollo industrial de Estados Unidos de América y de Europa del oeste. Gracias a la

movilidad de la mano de obra, las condiciones laborales mejoraron considerablemente y los métodos científicos encontraron tierra fértil para posibles aplicaciones industriales. En las décadas de 1950 y 1960 se mejoraron de manera extensa las herramientas de la investigación de operaciones, como la simulación, la teoría de líneas de espera, la teoría de decisiones, la programación matemática y las diversas técnicas de programación de proyectos; estas aplicaciones tuvieron un catalizador muy poderoso con la introducción comercial de las computadoras, a inicios de la década de 1960. De esta forma, se comenzaron a crear modelos matemáticos para los pronósticos, control de inventarios, control de calidad, programación de la producción, administración de proyectos y planeación de los requerimientos de los materiales (MRP), todo con el afán de encontrar, continuamente, mejoras en los niveles de producción y de calidad.”

(Baca, 2014, pág. 136)

“La ingeniería industrial en la actualidad se entiende como el conjunto de principios, reglas, normas, conocimientos teóricos y prácticos que se aplican profesionalmente para disponer de las bases, recursos y objetos, materiales y los sistemas hechos por el hombre para proyectar, diseñar, evaluar, planear, organizar, operar equipos y ofrecer bienes, y servicios, con fines de dar respuesta a las necesidades que requiere la sociedad. Como consecuencia no puede estar aislada a los cambios en los procesos generados por la globalización e internacionalización, caracterizados por el cambio de los estándares que de alguna forma afectan las realidades del país y por ende las realidades locales” (ACOFI, 1999)

Descripción de procesos de manufactura

Proceso es el conjunto de actividades relacionadas y ordenadas con las que se consigue un objetivo determinado, puede comprender desde una o varias actividades que se hace de manera consecutiva o una después de la otra.

Manufactura: "Obra hecha a mano o con el auxilio de máquina. Lugar donde se fabrica" (diccionario de la lengua española de la real academia de la lengua).

En un proceso industrial, se delimita la definición de proceso de manufactura al evento que hace siempre que existan y se transformen elementos como materias, energía y que a partir de la relación de estos se origine un producto tangible, esto implica que los procesos de manufactura se den productos y esto es lo que la diferencia de las empresas de servicio.

2.1.1 Calidad

La calidad es una propiedad propia de cada objeto o proceso, para que la condición de calidad se cumpla, se debe comparar con otro de la misma especie usado como patrón o característica deseable.

Según (W. Deming 1988) determina el concepto calidad como ese grado predecible de uniformidad y fiabilidad a un bajo coste. Este grado debe ajustarse a las necesidades del mercado. Según Deming la calidad no es otra cosa más que "una serie de cuestionamiento hacia una mejora continua".

Por otro lado (M. Juran 1993) supuso que la calidad es el conjunto de características que satisfacen las necesidades de los clientes. Además, según Juran, la calidad consiste en no tener deficiencias. La calidad es “la adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente”.

Debido a lo anterior en las empresas sale la necesidad de controlar el nivel de calidad de sus procesos por lo que las empresas implementan el control de calidad de sus procesos.

El control de calidad es un mecanismo que las empresas han aplicado con el tiempo para detectar errores en sus procesos, con el tiempo ha ido evolucionando, pero el objetivo final se mantiene, evitar que partes defectuosas lleguen hasta el cliente, ya sea un cliente interno en un proceso, o bien el cliente final.

“En términos del uso dado al producto y del nivel de satisfacción logrado. A raíz de este cambio radical en el concepto de calidad, es necesario definir el término desde dos ángulos: el del productor y el del consumidor. Es así como nacen los conceptos de calidad absoluta o de concordancia y calidad relativo de diseño”.

(Acuña, 1996, p. 16)

Por otro lado (Acuña, 1996, p. 31) también menciona como parte de los Beneficios del Control de calidad los siguientes:

- Mejoramiento de la calidad del diseño y por consiguiente del producto, gracias al estudio de las causas de los problemas.
- Reducción de los costos de operación, al detectar los defectos y defectuosos en el momento preciso en que ocurren y no en etapas posteriores.
- Reducción de pérdidas económicas y materiales debido a una utilización más adecuada de materiales y máquinas.
- Mejoramiento de la moral del trabajador al producir con un nivel más alto de calidad.
- Reducción de tropiezos en las líneas de producción, al ejecutarse un control más preventivo que correctivo.
- Mejoramiento de los métodos de inspección, al existir guías más claras y procedimientos que ayuden a los inspectores a tener un criterio unificado en la toma de decisiones.
- Establecimiento racional de verdaderas razones de producción, al tomar en cuenta los defectuosos encontrados.
- Oportunidad para acumular datos verídicos que pueden ser utilizados para propaganda veraz.
- Cálculo más objetivo de costos de reproceso y desperdicio que ayudan a determinar un costo más real de producción y por ende un precio más cercano a la realidad.
- Mejoramiento de la organización del trabajo.

2.1.2 Seis sigma

Esta es una metodología centrada en la mejora de variación de procesos, consiste básicamente en mejorar la variación existente en los procesos, puede ser aplicada para manufactura o para procesos de servicios. La idea es reforzar los procesos, eliminando defectos para llegar a una tasa de 3.4 defectos por millón. Este sería el nivel óptimo de seis sigma.

“El Seis Sigma es una herramienta de mejoramiento que permite obtener organizaciones eficaces y eficientes, continuamente alineadas con las necesidades de los clientes. Se fundamenta en el trabajo en equipo como estrategia para generar las capacidades competitivas de la organización y de las personas involucradas. Para lograr estos objetivos el Seis Sigma está basado en cinco etapas que en su orden son:

- Definir el problema de calidad
- Obtener la información adecuada de cada una de las variables críticas del proceso evaluando de igual forma sus sistemas de medición.
- Utilizar herramientas estadísticas que permitan analizar en forma adecuada cada una de las variables críticas identificadas en el proceso.
- Optimizar el proceso para su mejora.
- Un efectivo control que nos permita realizar el seguimiento a estas mejoras.”

(Roberto José Herrera Acosta 2. , 2001)

“Seis Sigma (6s) es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; esto lleva a encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del

negocio, tomando como punto de referencia en todo momento a los clientes y sus necesidades”. (Pulido H. G., 2010, pág. 280)

El Seis Sigma es una herramienta que permite el mejoramiento continuo a las organizaciones de forma óptima y compuesta por cinco etapas fundamentales, lo que permite como equipo el éxito estrategias competitivas para lograr metas. Por esta razón podemos definir Seis Sigma como:

“SEIS SIGMA es un método de gestión de la calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes” (Herrera y Fotalvo, 20, (Seis Sigma, Métodos estadísticos y sus aplicaciones, 2011).

Para entender de manera correcta el seis sigma, debemos mencionar los “defectos por millón de oportunidades” DPMO. Estos se calculan de la siguiente manera:

$$DPMO = (1.000.000 \times \text{Número de defectos}) / (\text{Número de unidades} \times \text{Número de oportunidades})$$

- Número de defectos: Son las partes no conformidades, es decir fuera de especificación que se encuentran al hacer un muestreo determinado.
- Número de unidades: Es el total de piezas producidas o servicios dados en un lote de producción o un intervalo de tiempo.
- Número de oportunidades: Es la cantidad de defectos posible dentro de una misma pieza o unidad. Una sola pieza puede tener tan solo una oportunidad de

defecto u error, pero también podría tener cientos de oportunidades de fallo, entre más sofisticada sea la parte como tal, más posibilidades de fallo podría tener.

Los DPMO determinan la “Capacidad” de un proceso. Es decir, las posibilidades presentes y futuras de que una oportunidad se salga de especificación y de como resultado piezas no conformes. Puede ser no-conformidades de un producto manufacturado o de un servicio otorgado.

Del seis sigma nace una metodología de gestión de proyectos nace la metodología DMAIC. Conocida así debido a que consta de 5 etapas claves, las mismas tienen como objetivo llevar la mejora paso a paso y en un orden lógico para alcanzar la meta propuesta.

DMAIC es un acrónimo de las cinco fases que componen el proceso:

- **Defina el problema**, la actividad de mejora, la oportunidad de mejora, los objetivos del proyecto y los requisitos del cliente (interno y externo).

Definir

En esta etapa son definidos los objetivos del diseño del sistema, su justificación y alcance. Se deben utilizar herramientas necesarias de manera que se asegure que los objetivos son consistentes con los requerimientos del cliente y la estrategia de la empresa.

Según (Fotalvo, 2011) “ Criterios de la Etapa de Definición

En esta etapa la organización establece los siguientes pasos para la implementación de esta filosofía de gestión:

1. A través de un diagnóstico preliminar, la organización debe conocer e identificar las áreas susceptibles de mejora, definir las metas, objetivos y alcance del proyecto.

2. Se debe identificar y evaluar la percepción tanto de los clientes activos como de los potenciales, para mantener una respuesta acorde con sus necesidades y expectativas en todo cuanto se refiere a la fiabilidad del producto, impacto ambiental, disponibilidad, tiempo de entrega, costo y seguridad comprender las necesidades y expectativas de los clientes es un elemento fundamental para el éxito de una organización.

3. De acuerdo con el análisis realizado en el diagnóstico se seleccionan los proyectos potenciales

y se estiman los ahorros, el alcance razonable de tiempo que cada uno genera.

4. La caracterización de los procesos (ver cuadro 2) es de suma importancia para comprender de caracterizar el proceso radica en comprender cada una de las fases o de las diversas actividades que lo conforman, pues de el la depende el grado de confiabilidad del análisis para la toma de decisiones.

5. Selección del Líder y el equipo del Proyecto: el líder debe ser un empleado de la organización con conocimientos y experiencia en el área involucrada en el proyecto, con una comprensión suficiente de la filosofía Seis Sigma y la aplicación de las diversas herramientas que exige el DMAMC, y lo más importante es la capacidad para transmitir al equipo sus ideas, motivaciones y encausar lo hacia los resultados que la organización espera del proyecto.

Los miembros restantes del equipo son seleccionados con base en la experiencia y el conocimiento del área implicada.”

Medir

“En esta etapa se llevan a cabo los estudios correspondientes que conllevan al entendimiento de las necesidades del cliente o del consumidor.” (Control estadístico de calidad y Seis sigma, 2009) . Entrevistas e investigación de mercados pueden ser importantes fuentes de información para detectar los requerimientos de cliente. Es importante utilizar herramientas como Diagramas de Afinidad que sistematicen la información brindada por el cliente.

Analizar

“Se traducen los requerimientos del cliente en especificaciones técnicas que puedan ser desarrolladas. Se deben analizar las mejores opciones disponibles para el cumplimiento exitoso de los objetivos.” (Pyzdek-Keller, The Six Sigma Handbook, 2003). Es importante generar conceptos innovadores que promuevan la satisfacción al cliente, además es clave predecir si las opciones en análisis cumplirán las expectativas del cliente.

Mejorar

En esta etapa se implementan acciones generadas en las fases anteriores y que venga a mejorar las conocidas posibles Xs, las mismas son las que pueden dar vulnerabilidad del proceso. Las soluciones potenciales se seleccionan y priorizan, la idea principal es aplicar las mejores prácticas de mejora de procesos usando metodologías lean y six Sigma.

“En esta etapa la organización debe mejorar continuamente en términos de la eficacia de sus procesos, de tal manera que permita llevar a cabo nuevas técnicas o formas más efectivas de optimización.

Para lograr este mejoramiento la organización debe comprometerse a determinar las tendencias del producto y a establecer el nivel de satisfacción del cliente, a la vez que debe realizar estudios comparativos de su desempeño y nivel de competitividad con respecto a otras organizaciones”

(Fotalvo, 2011)

Controlar

El fin último de esta etapa es para garantizar que las mejoras implementadas en el proceso se mantengan con el tiempo. En esta etapa lo que se busca es realizar un plan de control donde se incluyan todos los controles necesarios y sus respectivos planes de contingencia, lo anterior en caso de que algo no se esté siguiendo de manera adecuada o no se estén presentando los resultados deseados.

El proceso DMAIC se presta fácilmente al enfoque del proyecto para mejorar la calidad promovido y promovido por Juran.

Según el artículo web de la página Cicero comunicación “DMAIC corresponde a las siglas de define, mide, analiza, mejora (improve en inglés) y controla. Se trata de una metodología de resolución de problemas sobre procesos ya creados que fue desarrollada por el ingeniero de Motorola Bill Smith en 1984 y forma parte del sistema de gestión Six Sigma. Existe además otra metodología para la creación de nuevos procesos llamada DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Validate). Con la

metodología DMAIC se busca mejorar procesos, además se trata de un proceso que se puede repetir de forma constante para estar continuamente evolucionando y mejorándolo” (Cicero comunicación, 2020)

“Esta etapa permite verificar la efectividad y la eficacia de los diversos cambios que sufre el proceso no a través de las diversas etapas de mejora. Es indispensable entonces definir unos indicadores que nos muestre el nivel de desempeño de la organización. Las ciencias estadísticas permiten utilizar un sinnúmero de aplicaciones para conocer el estado de un proceso bajo los eventos que ofrece la información recolectada en la organización.

Entre los métodos o procedimientos aplicados para realizar el control a un proceso se encuentran herramientas tales como los Gráficos de Control Univariada por variables y Capacidad del proceso; las anteriores herramientas son aplicadas cuando las variables son cuantitativas, Gráficas Univariadas por atributos cuando las variables son cualitativas, las Gráficas de Control Multivariadas y el Diseño de Experimentos.” (Fotalvo, 2011)

2.1.3 Moldeo por inyección

El moldeo por inyección consiste en inyectar un polímero de manera fundida, esto en un molde cerrado, el mismo entra en estado líquido o semilíquido que se endurece dentro del molde cerrado a presión, posteriormente el mismo se solidifica y es expulsado, teniendo como resultado final un producto moldeado.

Existen varios tipos de moldeo por inyección:

1. Moldeo por inyección

2. Moldeo por extrusión

3. Moldeo por soplado

4. Moldeo por compresión

La siguiente imagen muestra un ejemplo de una máquina común de moldeo por inyección.



Imagen 6, máquina de moldeo

Fuente: (<http://www.yizumi.com>, 2020)

2.1.3.1 Historia del plástico

Según (Leal, 2014) la historia inicia de la siguiente manera "En 1868, John Wesley Hyatt desarrolló un material llamado «celulosa» que es un polímero natural, este material es uno de los primeros plásticos que existió, su primera aplicación fue el recubrimiento de bolas de billar. En 1872 se hizo la primera patente de una máquina inyectora de plástico y en 1937 se fundó la sociedad de plásticos para la industria. Ya para 1940 existía una amplia demanda para los productos de plástico y, en esos

momentos James Hendry iniciaba la comercialización de la recién patentada “máquina en inyección con tornillo”. Con la segunda guerra mundial, se dio una enorme demanda de piezas moldeados por inyección, debido a la necesidad de productos a gran escala y de bajo costo (1). Para 1955 se inició la comercialización del policarbonato, un termoplástico que ha tenido amplia aceptación en el mercado por su gran resistencia al impacto y sus propiedades ópticas extraordinarias. En 1959 DuPont introduce los primeros mono-polímeros y para 1979 la producción de plástico sobrepasaba la producción de metal. Si observamos la rápida evolución que tuvo el desarrollo de este mercado desde los años 1800 hasta nuestros días, podemos observar que este tipo de producto logró una aceptación sin precedentes, tanto en los mercados industriales como en los domésticos, y para 1995, ya existían más de 18,000 diferentes tipos de materiales para moldear y a partir esa fecha se continuaron incrementando a una velocidad de 750 nuevos materiales por año.” (Leal, 2014)

2.1.3.2 Clasificación de plásticos

Los plásticos pueden clasificarse de muchas maneras, una de las primeras clasificaciones que se aplican a estos materiales es si son termoplásticos o termoestables. Otra clasificación son los materiales amorfos, aquellos que tienen una estructura molecular aleatoria; estos materiales se pueden suavizar a un amplio rango de temperaturas, debido a que en realidad nunca se derriten, sino que sólo se suavizan, usualmente suavizan tan pronto como entran en contacto con la fuente de calor. El material cristalino tiene una estructura molecular en una cadena bien ordenada. Cuando este material se calienta y llega a su punto de fusión, lo que realmente ocurre es que no pasa por la etapa de suavizado, sino que se va

directamente a la etapa de endurecimiento. Cuando este material se sobrecalienta puede degradarse por el calor absorbido. También existen los elastómeros, que son polímeros que tienen un amplio espectro de elasticidad.

Termoplásticos

Se conocen como termoplásticos aquellos plásticos que se funden a altas temperaturas, por lo que pueden moldearse con distintas formas cuando están sometidos a ellas. Cuando se enfrían, se endurecen, conservando la forma que se les ha dado.

Su principal peculiaridad es que pueden moldearse y fundirse más de una vez, la cual los hace muy adecuados para el reciclaje. Eso sí, si se hace muchas veces, sus propiedades físicas irán cambiando, por lo que disminuyen sus posibilidades de reutilización.

La mayoría de los materiales plásticos que se usan en el día a día son termoplásticos. Pertenecen a este grupo el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el policloruro de vinilo (PVC), el poliestireno (PS), el tereftalato de polietileno (PET) , el nylon, el teflón...

Termoestables

La principal diferencia de los termoestables con los termoplásticos es que los primeros solamente pueden fundirse y moldearse una vez (en el momento de la fabricación). Una vez enfriados, al calentarse de nuevo se queman en lugar de fundirse, imposibilitando trabajarlos de nuevo.

Esto se debe a que, al aplicar temperatura para moldearlos la primera vez, las moléculas se enlazan permanentemente. Los termoestables son rígidos y muy resistentes al calor.

Algunos ejemplos de plásticos termoestables son el poliuretano, algunos tipos de resinas, la baquelita, la melanina...

Elastómeros

Como su nombre indica, la principal característica de los elastómeros es su elasticidad, que les permite recuperar su forma inicial después de ser deformados.

Las moléculas de los elastómeros se denominan monómeros, y se enlazan entre sí de forma desordenada y formando grandes cadenas. Cuando el material se estira, las moléculas se alinean, y cuando se suelta vuelven rápidamente a su estado original.

Los elastómeros rara vez se pueden disolver o derretir, dada su tendencia a regresar a su estado original. Son elastómeros el caucho (natural y sintético), el neopreno y las siliconas. (Envaselia, 2018)

2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

En esta sección se presentan los conceptos teóricos que dan sustento y validez al estudio desarrollado. Es importante realizar una explicación clara y concisa acerca de las diferentes herramientas y conocimientos aplicados en cada etapa de la metodología, con

el fin de justificar su uso y su aporte para el desarrollo de una propuesta integral de solución.

2.2.1 Metodología DMAIC

La metodología DMAIC es utilizada cuando el objetivo del proyecto es el análisis y la mejora de un proceso o servicio.

2.2.2 Diagramas de Pareto

“Es una herramienta utilizada para organizar problemas, errores o defectos con tal de enfocar los esfuerzos y así encontrar soluciones al problema”. Utiliza el principio de Pareto, es decir, el 20% de los elementos generan el 80% del efecto. Esta herramienta se utiliza para definir los tamaños de amarras y defectos que serán incluidos en el diseño del sistema. En la siguiente imagen se observa un ejemplo de una gráfica de Pareto.

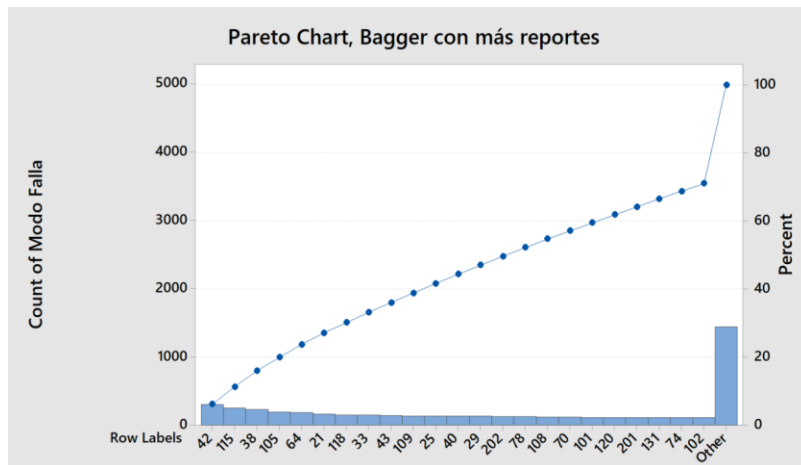


Imagen 7, diagrama de Pareto sobre máquinas empacadoras con más reportes de fallos

Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Diagrama de flujo

Según (Render, 2009) un diagrama de flujo es un esquema o dibujo utilizado para describir el movimiento de personas o materiales. El uso de esta herramienta permite tener un conocimiento integral sobre el proceso bajo el cual actúa el Sistema, facilitando la identificación de los responsables del mismo. En la siguiente imagen se observa un ejemplo de un Diagrama de Flujo.

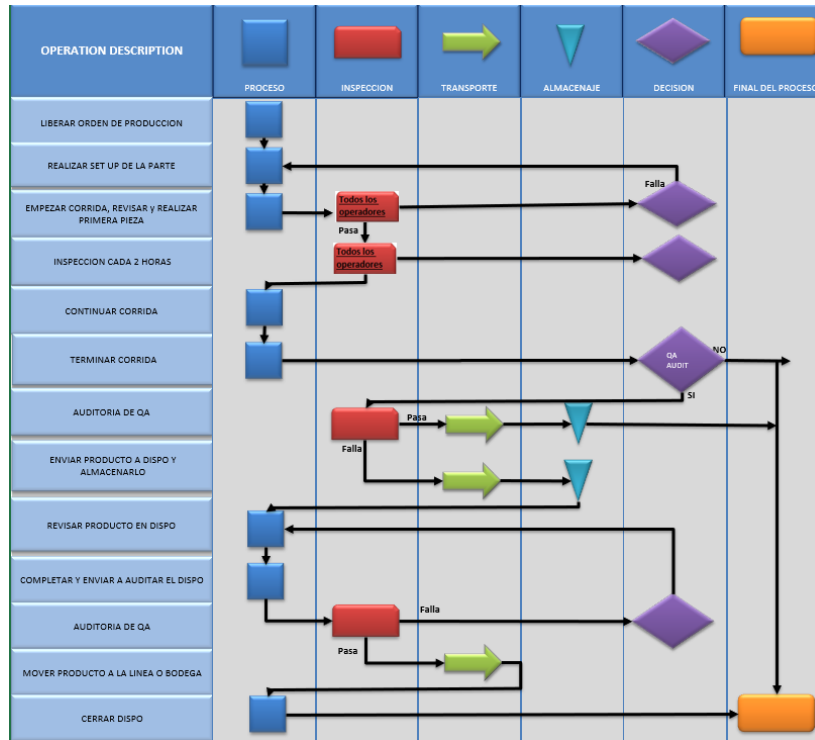


Imagen 8, Diagrama de flujo para la operación de CT

Fuente: Elaboración propia

2.2.4 Entrevistas

Una entrevista es un intercambio de ideas u opiniones mediante una conversación que se da entre dos o más personas. Todos las personas presentes en una entrevista dialogan sobre una cuestión determinada.

Dentro de una entrevista se pueden diferenciar dos roles:

- Entrevistador: Cumple la función de dirigir la entrevista y plantea el tema a tratar haciendo preguntas. A su vez, da inicio y cierre a la entrevista.
- Entrevistado: Es aquel que se expone de manera voluntaria al interrogatorio del entrevistador.

(Raffino, 2010)

En una entrevista se desea conocer los requerimientos del cliente que deben ser incluidos en el diseño del sistema de monitoreo. Se aplicará personalmente una entrevista donde los clientes puedan transmitir qué esperan del sistema.

2.2.5 Metodología Jidoka

Jidoka es una metodología Japonesa que significa: Autonomización de los defectos o Automatización con enfoque humano. Lo que quiere decir autocontrol humano de calidad, define un sistema de control autónomo sugerido por la metodología Lean Manufacturing.

“Origen de Jidoka: Jidoka es una metodología ideada por el inventor japonés Sakichi Toyoda; quien creó un dispositivo capaz de detener un telar en el momento justo en el que se rompía uno de sus hilos. De igual forma, dicho dispositivo alertaba mediante una señal visual al operador de la máquina, que esta se había detenido, reduciendo los tiempos perdidos en el proceso, y dotando al mismo de un sistema de autocontrol”
(Ingenieria industrial online.com, 2020)

Los pasos de la metodología son:

- Se localiza un problema. Puede ser localizado automáticamente (por sensores o dispositivos electrónicos), o manualmente (por operarios o inspectores).
- Se para la producción de la línea momentáneamente.
- Se establecen soluciones rápidas para corregir los efectos del problema. Así se puede reanudar la producción mientras se busca una solución definitiva. (equipo de trabajo que debe definirse)
- Se investigan las causas raíz del problema (esto puede llevar bastante tiempo, enfoque a largo plazo) y se implanta una solución definitiva. (este es el aprender del error, pensar en el futuro)

2.2.6 Modelo Kano

El modelo desarrollado por Noritaki Kano plantea una relación entre la satisfacción del cliente y calidad (Pyzdek-Keller, The Six sigma Handbook, 2003)

El modelo Kano, muestra que existen 3 niveles diferentes de calidad definidos por el cliente:

Calidad básica: Son los aspectos básicos que los clientes asumen que ya están incluidos en el producto o proceso, los cuales no despiertan ningún tipo de interés. Sin embargo, si no están presentes el cliente estará insatisfecho.

Calidad esperada: Representa las expectativas del cliente. Si las mismas no son cumplidas el cliente estará insatisfecho. Entre más expectativas se logren cumplir, más satisfecho estará el cliente.

Calidad valiosa: Sale a la luz proveniente de conceptos innovadores. Los clientes reciben más de los que ellos esperaban. Genera un interés extra por el producto o servicio, es una de las herramientas necesarias para mantener la competitividad.

El objetivo de utilizar el método Kano, consiste en clasificar los requerimientos del cliente mediante la aplicación de un cuestionario Kano, donde el cliente selecciona la opción con la que más se sienta identificado. En la siguiente tabla se logra identificar como se usa el modelo Kano.

Pregunta No. 1 Metas de producción y OEE	¿Cómo se siente si el atributo no existe?						
	1	2	3	4	5		
	Me gusta	Debe estar	Me da igual	Lo tolero	No lo tolero		
¿Cómo se siente si el atributo existe?	1	Me gusta	Dudoso	Atractivo	Atractivo	Atractivo	Obligatorio
	2	Debe estar	Reverso	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Obligatorio
	3	Me da igual	Reverso	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Obligatorio
	4	Lo tolero	Reverso	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Obligatorio
	5	No lo tolero	Reverso	Reverso	Reverso	Reverso	Dudoso

Tabla 4, Evaluación del Modelo Kano

Fuente elaboración propia.

Según (Yacuzzi, 2003) los requerimientos clasificados por el Método Kano son los siguientes:

1. Obligatorios: Son los requerimientos que el cliente asume que son incluidos en el diseño, no aumentan la satisfacción, pero su ausencia provoca una alta insatisfacción.
2. Unidimensionales: El grado de satisfacción del cliente aumenta de manera proporcional a la funcionalidad del requerimiento.
3. Atractivos: Son los que el cliente no espera, poseen altos índices de satisfacción y bajos de insatisfacción.
4. Indiferentes: Su presencia o ausencia es indiferente para el cliente
5. Reversos: El efecto esperado es contrario a lo que se esperaba
6. Dudosos: La pregunta no ha sido entendida por el cliente, se presenta una contradicción.

Cada requerimiento puede obtener distintas respuestas, algunos clientes establecerán una combinación que lo define como necesario, otros como obligatorio. Es necesario la aplicación de las ecuaciones para que permitan determinar los coeficientes de satisfacción en insatisfacción de manera que se obtenga una idea más clara sobre la importancia de cada uno de ellos.

Es importante hacer un análisis detallado de los requerimientos técnicos obtenidos en la casa de calidad y cómo obtenerlos, de manera que ayude a la elaboración de la

propuesta para el diseño del sistema. En la siguiente etapa, se brinda una explicación de la herramienta utilizada para analizar y detallar los requerimientos técnicos obtenidos en el despliegue de la Función de Calidad.

2.2.7 Introducción de la voz del cliente en el diseño del Sistema

Una vez que se han incluido todos los detalles necesarios para la elaboración de la propuesta en el Diagrama de Árbol, se procede establecer los criterios y herramientas necesarias que permiten llevar a cabo la etapa de Diseño. Los mismos se explican a continuación.

2.2.7.1 Estudio de tiempos

Esta técnica establece un estándar de tiempo permitido para llevar a cabo una determinada tarea, con base en mediciones del trabajo prescrito, y la debida consideración de fatiga, retardos inevitables, condiciones de trabajo entre otros. Nievel y Freivalds (2009) afirman que “los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible incrementar la eficiencia del equipo y el personal operativo” (p.327). A continuación, se detallan los elementos a considerar en el estudio de tiempos.

Análisis de lecturas: Se utilizan gráficos de boxplot, los cuales brindan los puntos considerados fuera de línea.

Sistema Calificación: Es necesario calificar cada ciclo de trabajo del operario, para esto se utilizó el Sistema Westinghouse² que considera 4 factores para evaluar el desempeño de un operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

2.2.7.2 Cálculos del estudio:

ANOVA: Se utiliza para comprobar si las medias de duración entre las familias representan diferencia significativa

Método Tukey: Permite comparar cuales familias se comportan igual estadísticamente y cuáles no.

2.2.7.3 Lluvia de ideas

La lluvia de ideas consiste en equipos de trabajo que proponen un número elevado de ideas, donde todas son bien recibidas y registradas. Es una herramienta de gran ayuda para empezar a investigar un problema o dar una solución. Se utiliza en el proyecto para generar ideas sobre posibles mejoras a los puestos de trabajo.

Indicadores clave del proceso

Los indicadores clave del proceso se refieren a indicadores de rendimiento y productividad. Suelen ser parámetros de comparación eficientes cuando se desea evaluar el estado de un proceso. Estos indicadores surgen como una necesidad del cliente por tener información oportuna sobre el “yield” de Cable ties.

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

Transformación de las necesidades del cliente

Una vez que las necesidades del cliente han sido plenamente identificadas, deben buscarse maneras inmediatas que permitan solventar cada una de ellas. La utilización del Despliegue de la Función de Calidad permite transformar el lenguaje del consumidor, a requerimientos técnicos que permitan el diseño del nuevo Sistema.

2.3.1 Despliegue de la Función de Calidad (QFD, por sus siglas en inglés)

(Salazar, 2009) afirman que el QFD “es una herramienta de planeación que introduce la voz del cliente en el desarrollo de un producto o un proyecto” (p.160). Transforma los requerimientos del cliente en requerimientos técnicos que pueden ser desarrollados. La construcción de del Despliegue de la Función de Calidad está compuesta de los siguientes pasos.

Paso 1: Realizar una lista de los requerimientos del proyecto (¿qués?) y asignarle la puntuación correspondiente.

Paso 2: Realizar una lista de requerimientos técnicos (¿cómo?) de manera que se atienda de manera inmediata cada una de las necesidades del cliente.

Paso 3: Cuantificar el grado de relación existente entre cada qué y cada cómo. Los tipos de relaciones son: Muy fuertes, fuertes y débiles.

Paso 4: El Análisis competitivo compara los requerimientos del cliente respecto a los principales competidores.

Paso 5: Se debe generar una matriz de correlaciones entre cada uno de los requerimientos técnicos. De esta manera se obtiene una visión integral sobre cada uno de los aspectos que permiten atender las necesidades del cliente.

Paso 6: Se deben establecer prioridades para los requerimientos técnicos, multiplicando el grado de importancia de cada “qué” con el tipo de relación que mantiene con cada “cómo”.

Según (Yacuzzi, 2003) es aconsejable trabajar artesanalmente el Despliegue de la Función de Calidad, es decir, utilizar el papel y lápiz para sus primeras etapas de construcción.

En la imagen No. 8 se muestra un ejemplo de la transformación de las necesidades del cliente a un lenguaje de diseño.

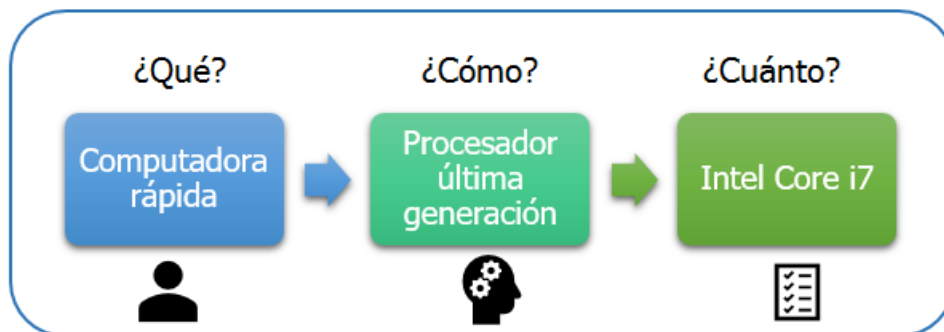


Imagen 9, Transformación del lenguaje del consumidor a requerimientos técnicos

Fuente: Elaboración propia

El objetivo final de la aplicación del Despliegue de la Función de la Calidad es definir claramente las herramientas o métodos que deben ser desarrollados en la propuesta de diseño, con el fin de construir el Sistema de Monitoreo. En la imagen No. 10 se muestra un ejemplo de la estructura de una casa de calidad.

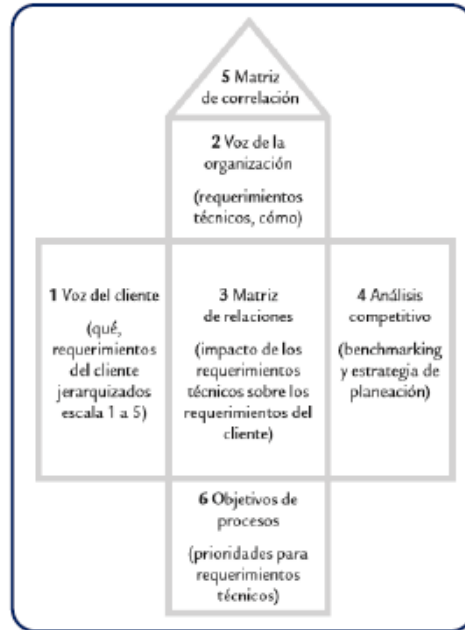


Imagen 10, Casa de la calidad.

Fuente: Imagen 6 de Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma

Es importante hacer un análisis detallado de los requerimientos técnicos obtenidos en la casa de calidad y cómo obtenerlos, de manera que ayude a la elaboración de la propuesta para el diseño del sistema. En la siguiente etapa, se brinda una explicación de la herramienta utilizada para analizar y detallar los requerimientos técnicos obtenidos en el despliegue de la Función de Calidad.

2.3.2 El Ciclo Deming

Es una metodología enfocada en la mejora de procesos, la misma es muy utilizada en sistemas de gestión de calidad, pero se puede usar en cualquier proyecto de mejora. Esta metodología permite a las organizaciones una mejora integral mejorando

continuamente la calidad, reduciendo costos, mejorando productividad y por ende aumentando la rentabilidad de las compañías.

El ciclo de Deming está basado en cuatro etapas.

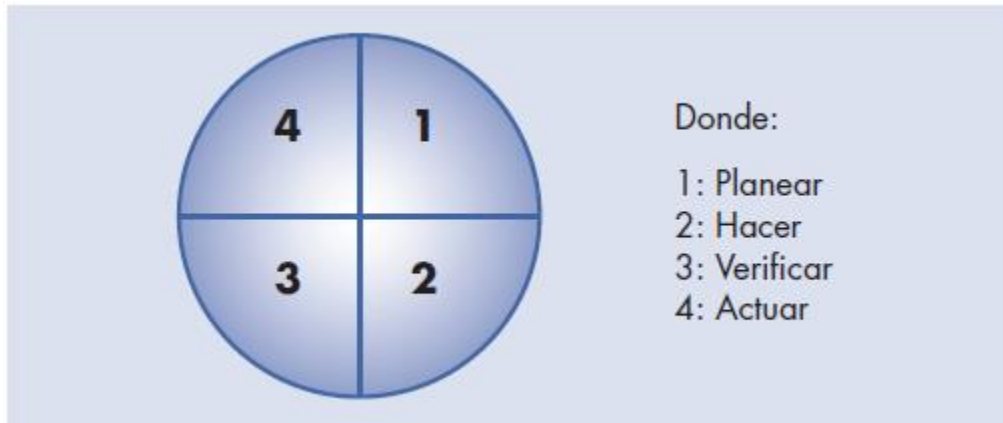


Imagen 11, Ciclo de Deming

Fuente: (Baca, 2014, p. 103)

Por otro lado, (Baca, 2014, p. 103) menciona los 14 puntos de Deming

Los 14 puntos de Deming

1. Crear constancia en el propósito de mejorar el producto y el servicio.
2. Adoptar la nueva filosofía.
3. No depender de la inspección para alcanzar la calidad.
4. Acabar con la práctica de hacer negocios sobre la base del precio.
5. Mejorar constantemente y siempre el sistema de producción y servicio.
6. Implantar la formación en el trabajo.
7. Instituir el liderazgo.
8. Desechar el miedo.

9. Derribar las barreras existentes entre los departamentos.
10. Eliminar los slogan, exhortaciones y metas numéricas para la fuerza laboral.
11. Eliminar las cuotas numéricas (estándares y gestión por objetivos).
12. Derribar las barreras que impiden el orgullo de hacer un buen trabajo.
13. Instituir un programa vigoroso de educación y automejora.
14. Tomar medidas para lograr la transformación.

También (Pulido H. G., 2010, pp. 121,123), menciona que los proyectos de mejora sigan siempre el ciclo PHVA (PDCA en inglés) junto con los ocho pasos que a continuación se describen:

“1. Definir, delimitar y analizar la magnitud del problema: En este primer paso se debe definir y delimitar con claridad un problema importante, de tal forma que se entienda en qué consiste el problema, cómo y dónde se manifiesta, cómo afecta al cliente y cómo influye en la calidad y la productividad. Además, se debe tener clara la magnitud del problema: con qué frecuencia se presenta y cuánto cuesta. Para averiguar todo esto, las herramientas básicas, como el diagrama de Pareto, la hoja de verificación, el histograma, una carta de control o directamente las quejas de un cliente interno o externo, son de gran utilidad.

2. Buscar todas las posibles causas: En este segundo paso, los miembros del equipo deben buscar todas las posibles causas del problema, preguntándose al menos cinco veces el porqué de éste. Es importante profundizar en las verdaderas causas y no en los síntomas. Una herramienta de utilidad en esta actividad es la técnica de lluvia de ideas

y el diagrama de Ishikawa, para así considerar los diferentes puntos de vista y no descartar de antemano ninguna posible causa.

Investigar cuál es la causa o el factor más importante: Dentro de todos los posibles factores y causas considerados en el paso anterior, es necesario investigar cuál o cuáles se consideran más importantes. Para ello se puede sintetizar la información relevante encontrada en el paso anterior y representarla en un diagrama de Ishikawa, y por consenso seleccionar las causas que se crean más importantes. También es posible hacer un análisis con base en datos, aplicando alguna herramienta como el diagrama de Pareto, la estratificación o el diagrama de dispersión, o bien, se pueden tomar datos mediante una hoja de verificación.

4. Considerar las medidas remedio para las causas más importantes: Al considerar las medidas remedio se debe buscar que éstas eliminen las causas, de tal manera que se esté previniendo la recurrencia del problema, y no deben llevarse a cabo acciones que sólo eliminen el problema de manera inmediata o temporal.

5. Poner en práctica las medidas remedio: Para llevar a cabo las medidas remedio se debe seguir al pie de la letra el plan elaborado en el paso anterior, además de involucrar a los afectados y explicarles la importancia del problema y los objetivos que se persiguen.

6. Revisar los resultados obtenidos: En este paso se debe verificar si las medidas remedio dieron resultado. Para ello es importante dejar funcionar el proceso un tiempo suficiente, de tal forma que los cambios realizados se puedan reflejar y luego, mediante una técnica estadística, comparar la situación antes y después de las modificaciones.

7. Prevenir la recurrencia del problema: Si las soluciones dieron resultado se deben generalizar las medidas remedio y prevenir la recurrencia del problema o garantizar los avances logrados; para ello, hay que estandarizar las soluciones a nivel proceso, los procedimientos y los documentos correspondientes, de tal forma que el aprendizaje logrado mediante la solución se refleje en el proceso y en las responsabilidades.

8. Conclusión: En este último paso se debe revisar y documentar el procedimiento seguido y planear el trabajo futuro. Para ello se puede elaborar una lista de los problemas que persisten y señalar algunas indicaciones de lo que puede hacerse para resolverlos. Los problemas más importantes se pueden considerar para reiniciar el ciclo.”

2.3.3 Introducción de la voz del cliente en el diseño del Sistema

Una vez que se han incluido todos los detalles necesarios para la elaboración de la propuesta en el Diagrama de Árbol, se procede establecer los criterios y herramientas necesarias que permiten llevar a cabo la etapa de Diseño. Los mismos se explican a continuación.

2.3.3.1 Estudio de tiempos

Esta técnica establece un estándar de tiempo permitido para llevar a cabo una determinada tarea, con base en mediciones del trabajo prescrito, y la debida consideración de fatiga, retardos inevitables, condiciones de trabajo entre otros. (Nievel & Freivalds, 2009, p. 327) afirman que “los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible incrementar la eficiencia del equipo y el personal operativo”

2.3.3.2 Análisis de lecturas: Se utilizan gráficos de boxplot, los cuales brindan los puntos considerados fuera de línea.

2.3.3.3 Sistema Calificación: Es necesario calificar cada ciclo de trabajo del operario, para esto se utilizó el Sistema Westinghouse2 que considera 4 factores para evaluar el desempeño de un operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

2.3.3.4 Cálculos del estudio:

ANOVA: Se utiliza para comprobar si las medias de duración entre las familias representan diferencia significativa

Método Tukey: Permite comparar cuales familias se comportan igual estadísticamente y cuáles no.

Métodos de tamaño de muestra: Existen dos métodos para determinar el tamaño de muestra, el estadístico o la aplicación de la tabla de General Electric.

Sistema Westinghouse: El porcentaje de holguras fue asignado de manera subjetiva por parte del estudiante.

2.3.4 Lluvia de ideas

La lluvia de ideas consiste en equipos de trabajo que proponen un número elevado de ideas, donde todas son bien recibidas y registradas. Es una herramienta de gran ayuda para empezar a investigar un problema o dar una solución. Se utiliza en el proyecto para generar ideas sobre posibles mejoras a los puestos de trabajo.

2.3.5 Matriz de decisión basada en criterios

Según (Rodríguez, 2013) los criterios introducidos a una matriz son los que los clientes han identificado como los más importantes para la solución. El equipo de trabajo puntúa cada resultado para determinar la opción con un potencial más alto. Se utiliza para puntuar las opciones de mejora en los puestos de trabajo.

2.3.6 Indicadores clave del proceso

Los indicadores clave del proceso se refieren a indicadores de rendimiento y productividad. Suelen ser parámetros de comparación eficientes cuando se desea evaluar el estado de un proceso. Estos indicadores surgen como una necesidad del cliente por tener información oportuna para el área de Alto volumen en Cable ties.

2.3.7 Plan de control (Control plan)

El Plan de Control conocido en inglés como Control Plan es una metodología documentada de APQP para ayudar en la documentación de procesos de manufactura de productos de calidad enfocados en la especificaciones y los requerimientos del cliente. Esta

metodología ayuda al proceso a tener un enfoque estructurado para el diseño, selección e implementación de métodos de control que se mantengan en el tiempo y generen valor agregado a los procesos. Esto también ayuda a que se generen planes de contingencia en caso de que algo no esté saliendo de acuerdo con lo planeado. El plan de control y la metodología APQP se originan siguiendo el ciclo de Deming (Planear, hacer, verificar y actuar)

El plan de control debe ser desarrollado por un equipo multidisciplinario, todos los departamentos de soporte como producción deben estar involucrados.

Algunas herramientas que se pueden utilizar son:

- AMEF de diseño, AMEF de proceso
- Diagramas de flujo
- SIPOC
- Métodos de optimización (QFD, DOE, KAIZEN)

lado, revisando estos proyectos, ninguno se ha enfocado en la mejora de calidad “yield” como tal. Estos proyectos si se han realizado utilizando la metodología DMAIC y con el cumplimiento de algunas herramientas de seis sigma, por lo peculiar de este proyecto, la poca información que existe hasta el momento sobre el “yield” y el análisis que corresponde al mismo, hace la información muy variada con respecto a los proyectos anteriores realizados en la empresa. Por lo que los proyectos anteriores no generarían mayor beneficio al desarrollo de este, excepto el correcto uso de la metodología DMAIC. A nivel externo, hay varios proyectos que tratan sobre mejora de yield.

(RODRIGUEZ, 2019) “Un producto mal cotizado con un “yield” bajo en fase de producción tiene graves impactos financieros para las empresas, sobre todo si este no fue considerado en la cotización.

Durante la etapa de inicio de producción de ensamblajes electrónicos, se encuentra que algunos productos tienen un alto nivel de defectos. Esto genera desperdicios, tiempos muertos y costosos re-trabajos. Durante la cotización se utiliza generalmente un porcentaje fijo de yield o eficiencia, sin embargo, al ser esta menor en la producción a la cotizada, se tiene entonces un proyecto con pérdida.

Con el objetivo de considerar estas pérdidas inherentes al diseño del producto dentro de la cotización, se presenta un modelo de predicción del índice de falla de tarjetas electrónicas basado en los factores del diseño del producto y su proceso de ensamble y prueba. Este se determina mediante el desarrollo y uso de una base de datos de DPMO (Defectos por millón de oportunidades) de los diferentes tipos de componentes utilizados en el producto, así como de los procesos, maquinaria, estrategia de pruebas y factores

de diseño. Mediante estas consideraciones se encuentra que el modelo de predicción es factible y se pueda alcanzar un nivel de confianza del 95%.

La inclusión del análisis de manufacturabilidad (DFM) al modelo ayuda a considerar impactos en el índice de fallas real que afectan los costos de manufactura. La integración de este modelo en el sistema de cotizaciones permite que, desde esa etapa temprana de gestión de los proyectos, se identifiquen y consideren los recursos y aspectos financieros adecuados para el proyecto.

Palabras Clave: DFM, DPMO, Modelo de cotización, Predicción de yield.”. Como menciona el artículo anterior, identificar y mantener un buen control del “yield” es vital para que cualquier compañía tenga éxito en sus indicadores. Por otro lado, (Flores, 2017) menciona en su proyecto lo siguiente.

“La intervención documentada en el presente Trabajo de Obtención de Grado se basa en la investigación de herramientas de calidad, tanto de solución de problemas, como de metodologías de prevención de fallas y métodos de control, para aplicar dichas herramientas en la planta de Continental Periférico, división de Interiores, al proyecto que representa la mayor cantidad de ventas y por lo tanto, el más significativo para medir resultados. El proyecto se basó en la mejora del rendimiento o yield, por medio de la aplicación de un proyecto DMAIC. Se plantean objetivos de aumento de productividad y reducción de desperdicios (es decir aumentar la ganancia). Se plantea la introducción a la metodología KATA para la mejora continua y seguimiento de fallas en el equipo seleccionado. Posteriormente se analiza el proceso con herramientas como diagrama de flujo, Mapeo de cadena de valor, SIPOC y matriz causa-efecto con la finalidad de acotar el problema y proponer soluciones pertinentes a dicho problema. En la etapa de análisis

se identificaron las oportunidades de mejora de las fallas principales de manera que durante la etapa de Mejora se desarrollaron soluciones efectivas para los problemas encontrados; se realizó un mantenimiento constructivo a las Fixturas del equipo ya que se encontraron discrepancias en el sistema de medición, se desarrolló e implemento una aplicación local para solucionar la necesidad de evitar intermediarios en fallas de comunicación, esta solución superó la barrera de la inversión proporcionando no solo la solución al problema de comunicación sino también a problemas de trazabilidad y flujo que afectan continuamente no solo al proyecto en cuestión, sino a toda la planta. Se estandarizaron formatos de seguimiento como: mantenimientos, listas de verificación de auditorías y documentos de entrega de fixturas con la finalidad de mantener las soluciones encontradas y prevenir estos modos de falla en otros productos. Así mismo se incorpora la matriz de lecciones aprendidas el mantenimiento a las fixturas y la implementación de la aplicación de trazabilidad y flujo. Es un trabajo de intervención concluido y exitoso con la recomendación de replicar en el resto de los proyectos que apliquen dichas soluciones.” Este es otro ejemplo claro que con la mejora de yield se pueden conseguir mejoras grandes de rendimiento y también demuestra que la calidad tanto de productos y servicios es clave en cualquier compañía. El siguiente es otro ejemplo de cómo la mejora de los niveles de calidad hace que los niveles de productividad de una compañía aumenten. “La presente investigación está enfocado en la elaboración de un modelo de gestión por procesos para la empresa Distribuciones A & B. La empresa está dedicada a la producción de agua de mesa embotellada en bidones con capacidad de 20 litros, y cuenta con pocos años dedicándose a este rublo del agua de mesa. El objetivo principal de esta investigación es elaborar la propuesta de un plan de mejoras basado en gestión por procesos, para incrementar la productividad. Esto se realiza utilizando,

el mapa de proceso de la empresa, los diagramas de flujo, y los diagramas causa efecto correspondiente a los procesos de la empresa.

El proceso metodológico se basa en el recopilar la información mediante el análisis de documentos, utilizando archivos, documentos, y cuestionarios y la entrevista, cuya finalidad es obtener datos e información a partir de fuentes documentales y observar los hechos a través de la valoración por parte de los encuestados y entrevistado, con el fin de ser utilizados dentro de los límites de nuestra investigación.

El principal resultado de esta investigación es que la empresa Distribuciones A & B, mejoraría en el proceso de producción, las estrategias de ventas de la empresa y un posible aumento de la satisfacción de los colaboradores y clientes. La productividad se incrementaría en un 22.18%, se reduciría el desperdicio de agua en el lavado de bidones, se eliminaría un puesto de trabajo que no generaría valor y la empresa tendría un ciclo de mejora continua anual para una constante evaluación y desempeño de los procesos.

La inversión para la implementación del sistema se recuperará en el transcurso del primer año, el resultado del análisis beneficio – costo es de 1.39, es decir que la propuesta es económicamente viable, en donde se recupera la inversión y se obtienen ganancias.”

Capitulo III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el siguiente apartado se muestra la metodología que se utilizó para la definición del problema, a su vez se explica una de las herramientas ingenieriles que permiten determinar la hipótesis del caso investigativo.

Etapa DMAIC	N°	Actividades	Herramientas	Entregable
Definir	1.1	Reunión para acordar términos generales del proyecto. Elaboración de la justificación, objetivos del estudio, alcance y plan de trabajo.	Diagramas de Pareto	Cierre de fase Definir
	1.2	Elaboración de actividades del proyecto	Cuadros resumen	
	1.3	Ejecutar entrevistas Identificar Voz del cliente, SIPOC	Entrevistas	
Medir	2.1	Sintetizar la información obtenida en las entrevistas	Diagrama de Afinidad y cuadros resumen	Cierre de fase Medir
	2.2	Transformar las necesidades del cliente a requerimientos técnicos que permiten atenderlas de manera inmediata.	Despliegue de la Función de Calidad	
	2.3	Elaborar mapeo de información importante a recolectar	Cuadros resumen	
	2.4	Clasificar requerimientos del sistema	Calculadora de nivel sigma	
	2.5	Medir nivel Sigma		

	2.6 2.7	Transformar las necesidades del cliente a requerimientos técnicos que permiten atenderlas de manera inmediata. Definir posibles Xs (causas raíces) Priorizar posibles Xs	Lluvia de ideas Ishikawa	
Analizar	3.1	Tabular forma de validar causas probables y verificación de información necesaria de causas con mayor aporte al problema en estudio.	Diagramas de árbol Diagrama de Pareto	Cierre de fase de Analizar
	3.2	Validar que las causas probables verdaderamente influyan en el problema en estudio.	Análisis de capacidad, muestreos. Herramientas estadísticas varias (pruebas de hipótesis, Anova)	
	3.3	Listar causas validadas Lista de mejoras rápidas que se pueden realizar	Cuadros resumen	
Mejorar	4.1	Lluvia de ideas para ideas sobre posibles mejoras para cada Xs. (posibles causas raíz)	Lluvia de ideas	
	4.2	Priorizar acciones que salen de la lluvia de ideas para cada X.	Matrix de priorización PUGH	

	4.3	Realizar plan para implementar acciones por medio de planes Piloto	Cuadro resumen	Cierre de fase Mejorar
	4.4	Implementar planes piloto		
Controlar	5.1	Definir indicadores del proceso, metas y planes de reacción Realizar un plan de seguimiento a los resultados.	Plan de control	Cierre de fase Controlar

Tabla 6, Cuadro resumen de actividades según metodología DMAIC

Fuente: Elaboración Propia

La tabla anterior hace referencia al resumen de la metodología DMAIC y las actividades a seguir en las diferentes etapas, esto da una mejor visualización de lo que se espera para el presente proyecto. La tabla pretende mostrar las diferentes herramientas y entregables de cada etapa de la metodología.

3.1.1 Etapa Medir

En esta etapa se recopiló información importante de las partes afectadas por este proyecto, conocido en inglés como “stakeholders”, enfocándonos en el área de HV de Cable ties de Panduit de Costa Rica, con esta información se valora la perspectiva del entorno para así robustecer el análisis de las causas y verificar apoyo al proyecto, además de verificar la voz del cliente, posibles metas y preocupaciones de las partes interesadas. Se midió por medio de encuestas enfocadas, estas entrevistas consisten en preguntas cerradas y puntuales de forma tal que permitan una retroalimentación de acuerdo con la experiencia y relación con el tema de investigación.

Cada uno de los stakeholder aportará su opinión en relación con el proyecto y sobre la necesidad de este. Es importante contar con esta entrevista, ya que ellos son los involucrados directos en la toma de decisiones y aprobación de acciones.

A continuación en la tabla 7, se muestra el machote de encuesta a utilizar y las preguntas.

Posición del stakeholder:		
A favor	Neutral	En contra
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1- ¿Porque considera usted que la organización necesita este proyecto y como describiria el exito del proyecto?		
2-¿Qué problemas ve usted actualmente en el proceso? ¿Cuales ve usted más recurrentes?		
3-¿Qué se ha hecho anteriormente para solucionar este problema?		
4-¿Cómo describiría usted el éxito del proyecto? Porcentaje de mejora esperado ? Tiempo de entrega de proyecto?		
5-¿Quiénes cree que se vean impactados por este Proyecto (tanto positivo como negativamente)? ¿Como?		
6-¿Qué frustraciones ha tenido con proyectos terminados anteriormente?		
7-En su opinión, ¿cuáles son los riesgos del proyecto? ¿Cuáles son las posibilidades de éxito versus fracaso? ¿Porque?		
8-¿Qué información de este proyecto usted desea que se le informe? ¿Qué tan seguido le gustaría recibir la información? ¿Por cuales medios?		

Tabla 7, encuesta para partes interesadas.

Fuente: Elaboración propia.

Un entregable de las encuestas a las partes interesadas son las preocupaciones, estas son las posibles situaciones o factores que podrían comprometer los entregables del proyecto.

Tabla de preocupaciones de partes involucradas (Stakeholders)						
Categoría	Preocupaciones	Gerencia (x3)	Supervisores (x3)	Dep de Ingeniería de proceso y Dep Calidad (x2)	Producción (x3)	Total

Tabla 8, valoraciones de preocupaciones de partes interesadas.

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior se realiza debido para dar priorización a las preocupaciones de los stakeholder y así expresar numéricamente los comentarios realizados.

La idea de tabular y valorar las preocupaciones de las partes interesadas es realizar un plan de riesgo, el mismo consiste en generar acciones que mitiguen los posibles riesgos que comprometan los entregables del proyecto y por ende su correcta ejecución.

Por otro lado, la encuesta también tiene como objetivo en la pregunta número ocho generar un plan de comunicación para todas las partes interesadas y comunicar de manera general los avances del proyecto. El formato que se utilizará será el siguiente:



Plan de comunicación

Nombre del proyecto	Numero de Proyecto	Dueño del proyecto	Fecha de elaboración
Tutor			Fecha de cierre esperada

Que?	Mensaje Clave	Comunicador	Audiencia	Frecuencia	Fecha	Medio de comunicación
Plan para enviar comunicaciones:						

Tabla 9, Plan de comunicación

Fuente: Elaboración propia

Este plan de comunicación es clave para el seguimiento y apoyo del proyecto, ya que acá se brindará el estatus de acciones, complicaciones presentadas durante la ejecución

del proyecto y cualquier ayuda necesaria que se requiera, sea por parte de la gerencia o de cualquier otro departamento de soporte.

Otro fin de la encuesta es que de acá se pueda conseguir los aspectos críticos de la calidad, conocido en inglés como “critical to quality o CTQs por sus siglas”, los “CTQs”. Los criterios críticos para la calidad son atributos o características de calidad claves de un producto o un servicio. Los mismos salen de la voz de cliente, según (Armetrics, 2020)

“La voz del cliente (VOC) es un término que se utiliza en los negocios y en tecnología de la información para describir en profundidad el proceso de la captura de las expectativas, preferencias y aversiones de un cliente. En concreto, la voz del cliente es una técnica de investigación de mercado que produce un conjunto detallado de los deseos y necesidades, organizados en una estructura jerárquica, y luego se priorizó en términos de importancia relacionada y satisfacción con las alternativas actuales.” Como lo indica el texto anterior, la voz del cliente sale como resultado de un análisis de la información obtenida de la encuesta a las partes interesadas o “stakeholders”.

Cliente	Voz del cliente	CTQs
Gerencia		
Supervisores		
Ingeniería		
Producción		

Tabla 10, Voz del cliente y aspectos críticos para la calidad

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se tabularán los datos de la voz del cliente y los aspectos críticos para la calidad.

3.1.2 Para dar una perspectiva general del proceso se utilizará un SIPOC, el mismo ayudará a mapear de un alto nivel el proceso en estudio. La idea con esto es ayudar a entender aspectos generales e información importante para evaluar el proceso.

SIPOC				
Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente

Tabla 11, Formato de SIPOC

Fuente: Elaboración propia

3.2 METODOLOGÍA DE MEDICIÓN Y RESPALDO CUANTITATIVO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Etapa de Medir

Para el este proyecto de mejora es importante discutir la definición del problema mediante mediciones del desempeño de la situación actual, apoyándose en herramientas básicas de ingeniería, para así construir bases sólidas, esta etapa corresponde a la de medir en la metodología DMAIC.

Método para coleccionar datos													
Objetivo: ¿Por qué? _____ ¿Para qué? _____													
¿Qué vamos a medir?						¿Cómo lo vamos a medir?							
Ref #	Pregunta a contestar	Nombre del indicador	Tipo de dato: ¿Cualitativo cuantitativo?	Herramienta a usar	Área	Definición operacional		Muestreo				Recopilación de datos	
						Letras	Formula	Qué	Dónde	Cuándo	Cuántos	¿Donde se colecta?	¿Quien los colecta?
1													
2													
3													
4													

Tabla 12, método la coleccionar datos en la fase de medir.

Fuente: Elaboración propia.

El formato anterior ayudará a organizar ideas, además de hacer un plan estructurado para recolectar la información, tanto cualitativa como cuantitativa para medir el proceso actual y poder generar una idea más clara del proceso actual y los indicadores clave para el proceso que se quiere mejorar.

Después obtener la información anterior y presentarlas a las partes interesadas de este proceso, se presentará y posteriormente se iniciará el proceso para encontrar las posibles causas del proceso de “yield bajo” en el proceso de HV del área de Cable ties. El método de definición de causa raíz se hará por medio de un Ishikawa.

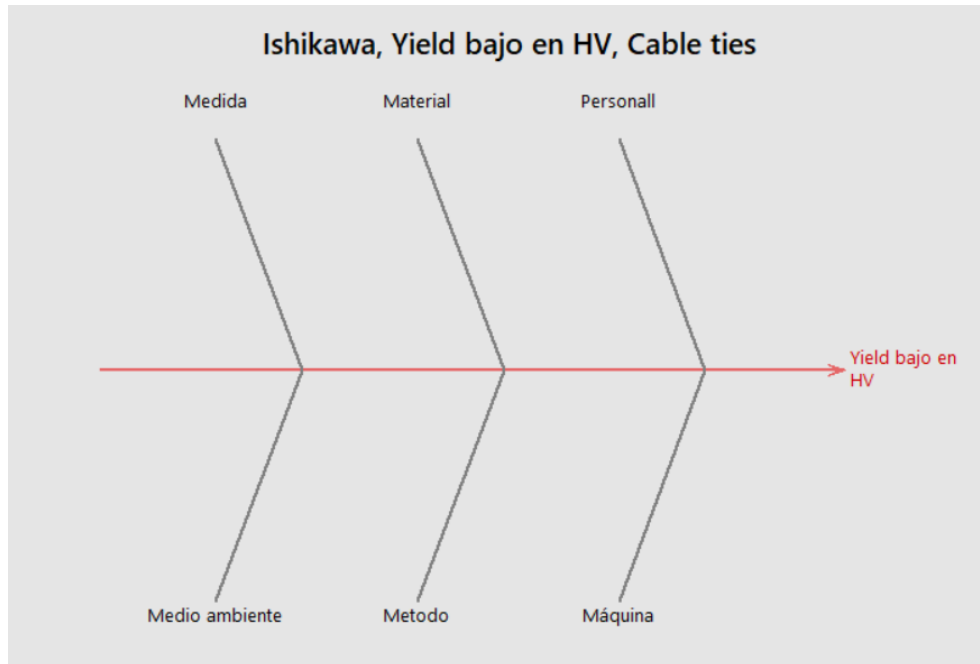


Imagen 12, Formato de Ishikawa

Fuente: Programa Minitab, elaboración propia

Luego del proceso donde las partes influyentes realizan un análisis de lluvia de ideas siguiendo el método de Ishikawa, se tabularán los datos y deben seguir un método de priorización y análisis de estas. Esto se hará con el fin de obtener las causas con un mayor efecto en el problema principal que en este caso es el bajo nivel de calidad del proceso de HV en Cable ties de Panduit de Costa Rica.

Para esto se definieron los siguientes criterios en conjunto de la gerencia de Cable ties, con el fin de alinear criterios y con el fin de contar con el apoyo de las partes interesadas o “stakeholders”

Los criterios de priorización de las posibles causas que salieron del Ishikawa son:

Ocurrencia	Beneficio(nivel de afectación en pcs)
1-Mensual	1= Bajo(Menos de 5000 pcs al turno)
3-Semanal	3=Medio(Mas de 5000 pcs al turno)
5-Diario	5=Más de 10000 pcs al turno

Tabla 13, Criterios para priorizar causas raíz.

Fuente: Elaboración de grupo de trabajo de este proyecto

Con la información del cuadro anterior se realizará el análisis de las posibles causas con el objetivo de priorizar y analizar con mayor detalle las causas que salgan con un puntaje más alto según la multiplicación entre la ocurrencia y beneficio. El formato para tabular los datos será el siguiente:

#	Posibles causas y mejoras rapidas(QW)	Ocurrencia	Beneficio	Total

Tabla 14, tabular causas priorizadas

Fuente: Elaboración propia.

Con el proceso anterior, apegado al cuadro donde sale un total y posteriormente los valores más altos serían las posibles causas probables que contribuyen al problema en estudio, como lo es el bajo yield en la línea de HV en Cable ties de Panduit.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA

3.3.1 Etapa de mejora

El presente trabajo de investigación se respaldará mediante la metodología de propuesta de mejora del nivel de calidad para el área de HV.

En esta fase de la metodología del DMAIC el objetivo primordial es el análisis de impacto de las causas que obtuvieron mayor ponderación con relevancia al problema. Este análisis responde a la utilización de las herramientas que permitan un análisis cuantitativo y detallado en cada una de las causas probables en estudio. La información que se obtuvo en la fase de medir permitirá hacer un estudio sobre el impacto sobre el nivel de calidad tanto económico.

Con base en la utilización de cuadros comparativos, estadística, diagramas de distintos aspectos, indicadores y el impacto económico, se asigna un valor a cada una de las causas actuales. La idea principal de esta etapa es tener una perspectiva de mejora más transparente que permita hacer la correcta elección de la propuesta, y enfocarlas en los elementos que generan pérdida de tiempo y atrasos en el cumplimiento de entregas.

En esta etapa de Analizar se validará si las causas que salieron en la fase de medir son las que verdaderamente aportan al problema y que dando solución a las mismas se podrían tener mejoras significativas al problema de bajo nivel de calidad de la línea de HV en Cable ties. El siguiente formulario de datos es el que se usará para tabular la información y se realizará el planeamiento sobre la validación de las posibles causas en estudio (posibles Xs).

Colecta de datos para la fase de Análisis									
Ref.	Teoría a ser testeada (Selecciones Diagramas, FMECA, análisis de capacidad, pruebas de hipotesis)	Pregunta a ser contestada para cada teoría	Donde corresponda, indique las hipótesis nula y alternativa		Herramienta a utilizar	Numero de muestra	Donde se colectan los datos	Quién colectan los datos	Resultado
			H ₀	H _A					

Tabla 15, plan para la fase de analizar

Fuente: Elaboración propia

Como resultado del análisis anterior, se dará una validación de cada causa y se confirmará el aporte de cada una de ella al problema en estudio.

Para la definición de la muestra a estudiar se utilizará una calculadora de muestreo con la que cuenta la compañía Panduit, la cual fue adquirida desde hace algunos años atrás, la misma se le ingresa información como población total, desviación estándar y nivel de confianza deseado y el resultado de la herramienta es la población que debe utilizarse.

The image shows a software interface titled "JURAN'S SAMPLE SIZE CALCULATOR". It is divided into two sections: "Continuous data sample size" and "Discrete data sample size".

Continuous data sample size:

1. Confidence	95%
2. Delta	2
3. Std. Dev.	5

Sample: 24

INSTRUCTIONS FOR CONTINUOUS DATA:

1. Enter the desired level of confidence (commonly 95%).
2. Enter the desired precision (Delta) in units of the data being collected. For example if you want the statistic to estimate the population average temperature within 2 degrees, enter 2.
3. Enter an estimate of σ , the population standard deviation.

Discrete data sample size:

1. Confidence	95%
2. Delta	0.025
3. P	0.1

Sample: 553

INSTRUCTIONS FOR DISCRETE DATA:

1. Enter the desired level of confidence (commonly 95%).
2. Enter the desired precision (Delta) in decimal proportion. For example if you want the statistic to estimate the proportion defective of the population within 0.025, enter 0.025.
3. Enter an estimate of the proportion of interest (usually proportion defective) in the population as a decimal. If unknown, enter 0.5.

Imagen 13, Calculadora de muestreos

Fuente: Herramienta interna de Panduit Co.

La herramienta anterior es la oficial para definir muestreos y la recomienda el departamento de mejora continua en Panduit, por lo que para este proyecto se utilizará la misma para este proyecto en cuestión.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En esta etapa del proyecto se harán las propuestas necesarias con la finalidad de asegurar la mejora del proceso y así la solución del problema.

3.4.1 Etapa de Mejora

En esta etapa se propone las soluciones a las causas identificadas de manera tal que permita la minimizar el problema o quitarlo de raíz. En este proyecto de mejora es necesario encontrar soluciones que permitan mejorar el nivel de Calidad “yield” para la línea de HV en Cable ties de Panduit de Costa Rica. Las propuestas de esta etapa del proyecto contemplarán variables que van desde el punto de origen del problema que permitan su correcta mitigación.

Para esta etapa se debe buscar un excelente método que permita optimizar el proceso actual integrando las acciones necesarias y pruebas piloto para asegurar que el problema sea solucionado, con el fin de mejorar este indicador tan importante para Cable ties.

El mecanismo para encontrar las posibles acciones a implementar será la lluvia de ideas, la misma se hará en varias sesiones con un equipo interdisciplinario de diferentes departamentos de soporte de Cable ties, entre ellos Departamento como el de Producción, Ingeniería, Mantenimiento, Calidad y Tool Room, este último es el que se encarga de la reparación, mantenimiento de moldes y algunos equipos auxiliares vistos anteriormente es este proyecto.

Para las sesiones de lluvia de ideas se presentará información básica y relevante del proyecto con el fin de que los miembros del equipo tengan claro el objetivo en cuestión y una a una se irán sugiriendo soluciones a cada causa validada en la fase anterior.

Matriz de priorización simple											
Califique cada uno de los criterios (Bueno = 3, Regular = 2, Malo = 1)											
#	Acción	X's que afecta	Valor	Tiempo de implementación	Dificultad	Costo	Total	% de aporte al problema	% acumulado de aporte al problema	Encargado	Estatus
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
Total											

Tabla 16, Tabular lluvia de ideas y selección de las más importantes

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente a la lluvia de ideas se realizará una selección de acciones que impactaran de manera significativa al proyecto y cuales se descartan ya sea por el alto costo que representa implementar la acción, también podrían descartarse debido al largo tiempo de implementación que podrían comprometer la meta del proyecto, por otro lado, la dificultad y el valor que aporte la acción al problema en cuestión también van a ser tomados en cuenta. Los criterios de priorización que se usarán para las acciones serán los siguientes:

Criterio de priorización de plan de acción
Valor: 3- Alto impacto a la solución, 2- Impacto medio a la solución, 1- Bajo impacto a la solución
Tiempo de implementación: 3-Menos de 2 semanas, 2-Entre 2 y 4 semanas, 1-Más de 4 semanas
Dificultad: 3-Puede ser realizado por los miembros del equipo, 2- Se necesita recurso de otros departamentos, 1-Necesita recursos externos a Panduit
Costo: 3- Menos de \$1000, 2-Entre \$1000 y \$5000, 1-Más de \$5000

Tabla 17, criterios de priorización de acciones a implementar

Fuente: Criterios definidos por “stakeholder” y gerencia de Cable ties

Los criterios anteriores se aplicarán para cada acción sugerida, las principales según estos criterios serán las acciones para implementar.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

3.5.1 Etapa de Control

Es la etapa final del DMAIC, por lo cual su objetivo primordial es diseñar un sistema que permita evidenciar las mejoras al proceso se mantienen y han sido efectivas, a la vez que permita tomar las medidas necesarias para fallas y errores, de esta manera garantizar el control del proceso. Debido a lo anterior es necesario realizar procedimientos para documentar estos controles.

Para documentar este seguimiento, se realizará un plan de control que debe estimar la utilización de los indicadores que se definan durante este proyecto y además que faciliten el análisis de los procesos y el cumplimiento de la meta del nivel de calidad (yield) para la línea de HV. Con esto se controlará adecuadamente la implementación de mejora. Para ello se utilizará gráficos que permitan una mayor visualización del comportamiento del yield de Cable ties, también se apoyará en herramientas tecnológicas para hacer análisis comparativos que permitan la toma de decisiones convenientes como por ejemplo Power BI.

Plan de control				Fecha:			Revisión:			Aprobado por:		
Acción a controlar	Meta	Unidad de medida	Gráfico	Frecuencia	Muestreo	Registro de medición (tipo de gráfico de control u otra herramienta)	Quién se encarga de la medición	Criterios para tomar medidas (es decir, cuándo tomar)	Acción a tomar	Quién decide	Quién actúa	Registro de acción tomada

Tabla 18, Plan de control del proyecto

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Con el objetivo de conocer algunos de los datos que faciliten describir la situación que provoca el problema, o bien cuál es la situación actual que se presenta en el área de HV, se realiza el diagnóstico de las actividades que se involucran en el problema actual conocido como bajo desempeño del indicador de calidad. Por ello se utiliza técnicas de captura de información, entre ellas la observación, entrevistas, toma de datos y lluvia de ideas, todo esto ayudado al criterio experto de un equipo interdisciplinario de Cable ties.

Con base en la utilización de las herramientas anteriormente descritas se logra identificar las causas más relevantes del problema, gracias a las reuniones con los funcionarios que se encuentran laborando directa e indirectamente en el área de HV de Cable ties, esto ayudado de un análisis de información profundo y una explicación clara del objetivo que se quiere lograr.

Así se forman los criterios necesarios para determinar cuáles de las causas se deben erradicar o bien minimizar, además, la colaboración de los empleados involucrados de Cable ties es clave para lograr obtener información clara y relevante para determinar las causas principales del bajo nivel de calidad de HV.

Recordando la línea base de este proyecto, se presenta en el siguiente gráfico.

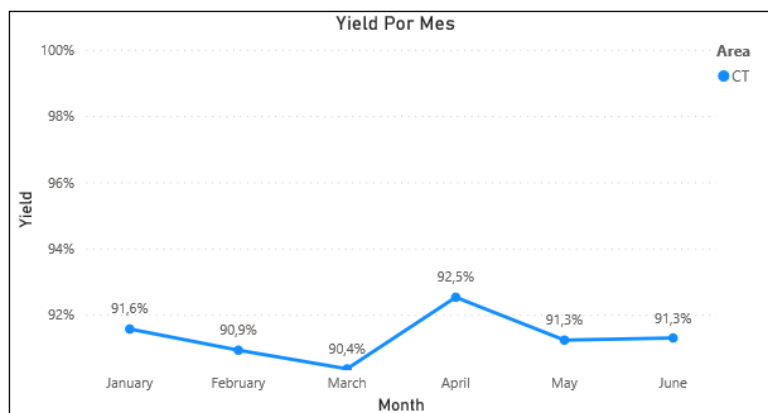


Imagen 14, Grafico de Calidad (yield) 2020 para CT.

Fuente: Indicadores internos de Cable ties.

En el gráfico anterior podemos observar como el nivel de calidad es muy fluctuante, pero nunca anda arriba del 95%. El 2019 cerró con un nivel de calidad de un 90.3%, lo cual está muy por debajo de la meta planteada y en el 2020 se lleva un promedio hasta junio de un 91.4%. Por lo que fue necesario la creación de este proyecto para intentar mejorar este indicador.

Se detectaron altos niveles de scrap (desecho) durante el año 2019, específicamente desecho por línea caída. El porcentaje de desecho meta es un 6.4%, alcanzada únicamente en el mes de enero del año 2019, y en el caso del YTD es de un 8.17%. Cerca del 60% de ese desecho ocurre por problemas durante el empaque del producto, por lo que el proyecto se enfocará en esa parte del proceso.

Measure Process Capability, Sigma level

Calculating Process Sigma : Method 1		
1. Determine number of defect O pportunities per unit Opportunity - <i>insert operational definition</i>	O =	1
2. Determine N umber of units processed Unit = <i>insert operational definition</i>	N =	951504250
3. Determine total number of D efects made Defect = <i>insert operational definition</i>	D =	92189606
4. Calculated D efects P er O ppportunity $DPO = D / (N \times O)$	DPO =	0.09689
5. Calculated Y ield $Y = (1-DPO) \times 100$	Y =	90.311%
6. Resultant Process Sigma Value	PS =	2.80

Imagen 15, Calculador de nivel sigma, 2019

Fuente: Indicador interno de Cable ties

El scrap (desecho), es la mayor fuente de variación de manufactura para Cable Ties Costa Rica y es un importante indicador competitivo que tiene alta visibilidad a nivel corporativo.

El 80% del desecho total de Panduit Costa Rica, es generado en Cable Ties, por lo que resulta necesaria la realización del proyecto, mismo que tendría un alto impacto a nivel de área.

El nivel de yield del área de CT no ha estado en los niveles deseados, por lo que se requiere controlar la cantidad de desecho reportado en el área.

4.2 DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE PROVOCAN EL BAJO NIVEL DE CALIDAD DE HV EN CABLE TIES.

Parte fundamental para la obtención de información sustentable en el presente trabajo de investigación es la utilización de herramientas seguras y confiables que permitan captarla, por ende y como punto de partida se procede a utilizar un diagrama SIPOC para conocer cuál es el proceso general, para posteriormente detallarlo.

4.2.1 DIAGRAMA S.I.P.O.C. DEL PROCESO DE ELABORACION DE AMARRAS PLASTICAS EN EL PROCESO DE HV.

En esta sección se procede a la elaboración de un gráfico de alto nivel (diagrama SIPOC) el cual nos facilita la visualización a un nivel macro del proceso de HV.

Diagrama de SIPOC

SIPOC				
SUPLIDOR	ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Control de produccion	Orden liberada	Preparar materia prima para manufacturar la orden	Materiales preparados para producir	Producción
Produccion	Materiales preparados para producir	Manufactura de partes	Partes completas	Indexer
Indexer	Shots completos	Extraccion de los shots del molde	Linea de prooducto fuera de la maquina	Trimmer
Trimmer	Shots de piezas	Separacion de las piezas del runner	Piezas individuales y contadas en loader	Loader
Loader	Piezas individuales y contadas en loader	Deposito de piezas en bolsa	Piezas depositadas en la bolsa	Bagger
Bagger	Piezas depositadas en la bolsa	Deposito de agua y sellado de bolsa	Bolsas de producto terminado	Operador
Operador	Bolsas de producto terminado	Etiquetado y empaquetado de bolsas y cajas	Tarima de producto terminado	Shipping

Tabla 19, Diagrama de SIPOC, proceso de HV.

Fuente: Elaboración propia

El proceso inicia cuando el departamento de control de producción recibe un requerimiento y libera una orden de producción, esto lo ve el departamento de material, los cuales alistan lo necesario para correr esta orden de producción y los pone cerca de la maquina donde se manufacturará la orden.

El departamento de producción debe manufacturar el número de parte y la cantidad de piezas que indique la orden. Esto empieza por inyectar resina en la máquina y una vez moldeada pasa por el indexer, el cual se encarga de sacar las piezas del molde para empezar el proceso de los equipos auxiliares.

El primer equipo auxiliar al cual llegan los shots moldeados es el trimmer, este el equipo que se encarga de separar las amarras plásticas del runner, mencionado anteriormente en las definiciones operacionales. El trimmer también tiene un sensor que se encarga de asegurar que la cantidad de piezas por cada empaque sea la correcta.

Luego, que las piezas fueron separadas del runner son colocadas al siguiente equipo auxiliar llamado loader, la función de este equipo es acomodar las piezas y acumular la cantidad de piezas cortadas por el trimmer. El loader al recibir la cantidad de piezas correcta recibe la señal y deposita las piezas en el siguiente equipo auxiliar.

El siguiente y ultimo equipo auxiliar es la bagger. Este equipo recibe las piezas y termina el empaquetado y sellado de las bolsas ya empacadas. El operador posteriormente toma las bolsas una por una y las deposita en las cajas. Una vez que todas las cajas están completas son entarimadas. Las mismas son llevadas por el departamento de materiales y posteriormente al departamento de recibo para ser enviadas al cliente o la bodega principal.

4.2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PARA EL PROCESO DE HV

En este apartado se demuestra, por medio de otra herramienta utilizada de la metodología D.M.A.I.C., el proceso actual de la línea de HV, desde que se libera una orden hasta que sale empacada de la línea de producción. Para ello se utilizará el diagrama de flujo, el cual permite visualizar de manera accesible cada uno de los procesos y equipos auxiliares involucrados en el desarrollo de amarras plásticas por parte de HV en Cable ties, además de la interrelación que existe en cada uno de ellos para la ejecución final del producto.

Este diagrama muestra los procesos y la relación que cada uno de ellos tiene con el producto, esto es muy importante ya que de este proceso propiamente es donde sale el desperdicio de cada una de las máquinas de moldeo de inyección de HV.

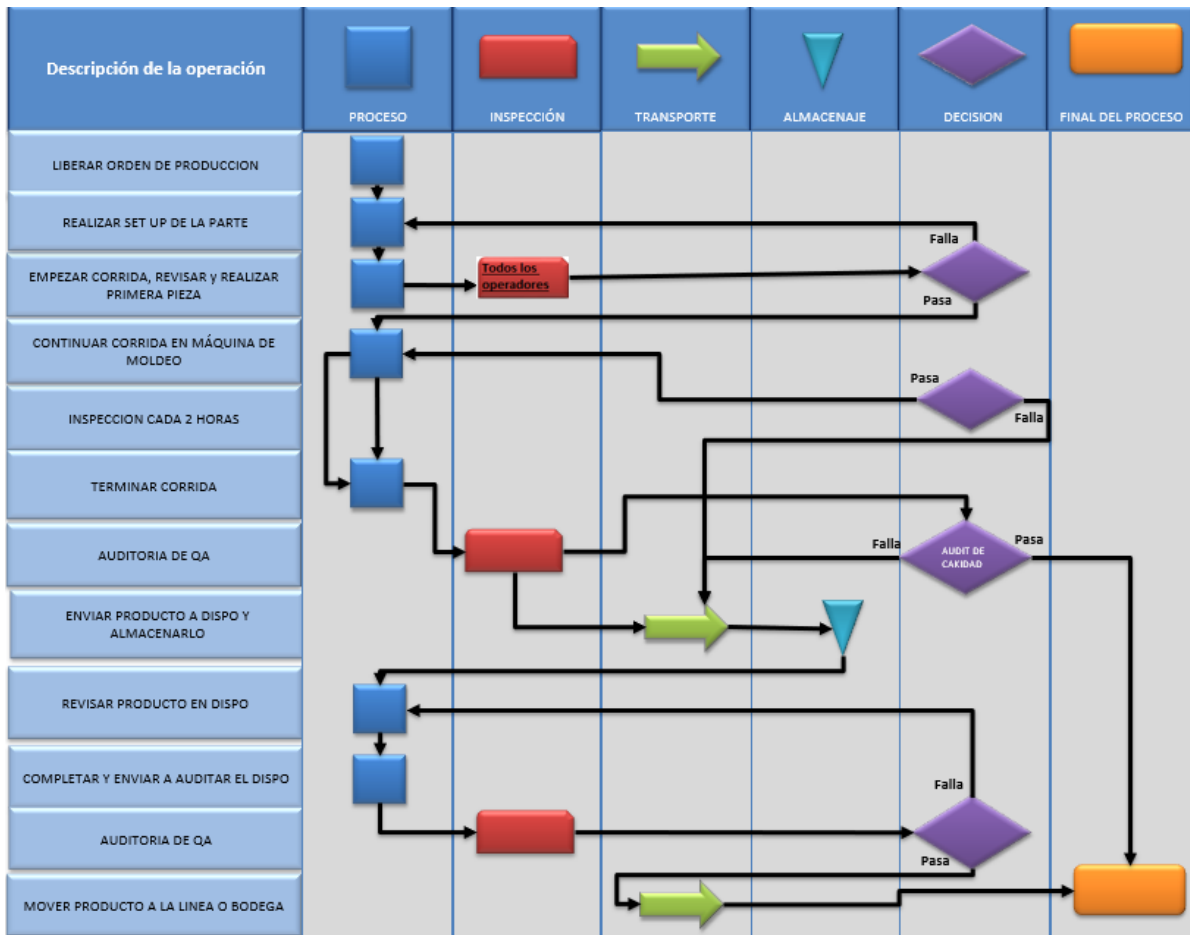


Imagen 16, Diagrama de flujo, proceso de HV, Cable ties

Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de flujo anterior corresponde a todo el proceso de manera general de la operación de elaboración de amarras plásticas en Cable ties, pero para efectos de este proyecto debemos hondar más profundamente en el proceso como tal de la elaboración de amarras y de la línea de producción por lo que el siguiente flujo mostrara con mayor detalle el funcionamiento de los distintos equipos auxiliares que intervienen en el proceso y ayudar a dar una mejor idea de los distintos tipos de fallos que podrían darse en el proceso.

Proceso detallado de Moldeo por inyección de amarras plásticas en la línea de HV, Cable ties.

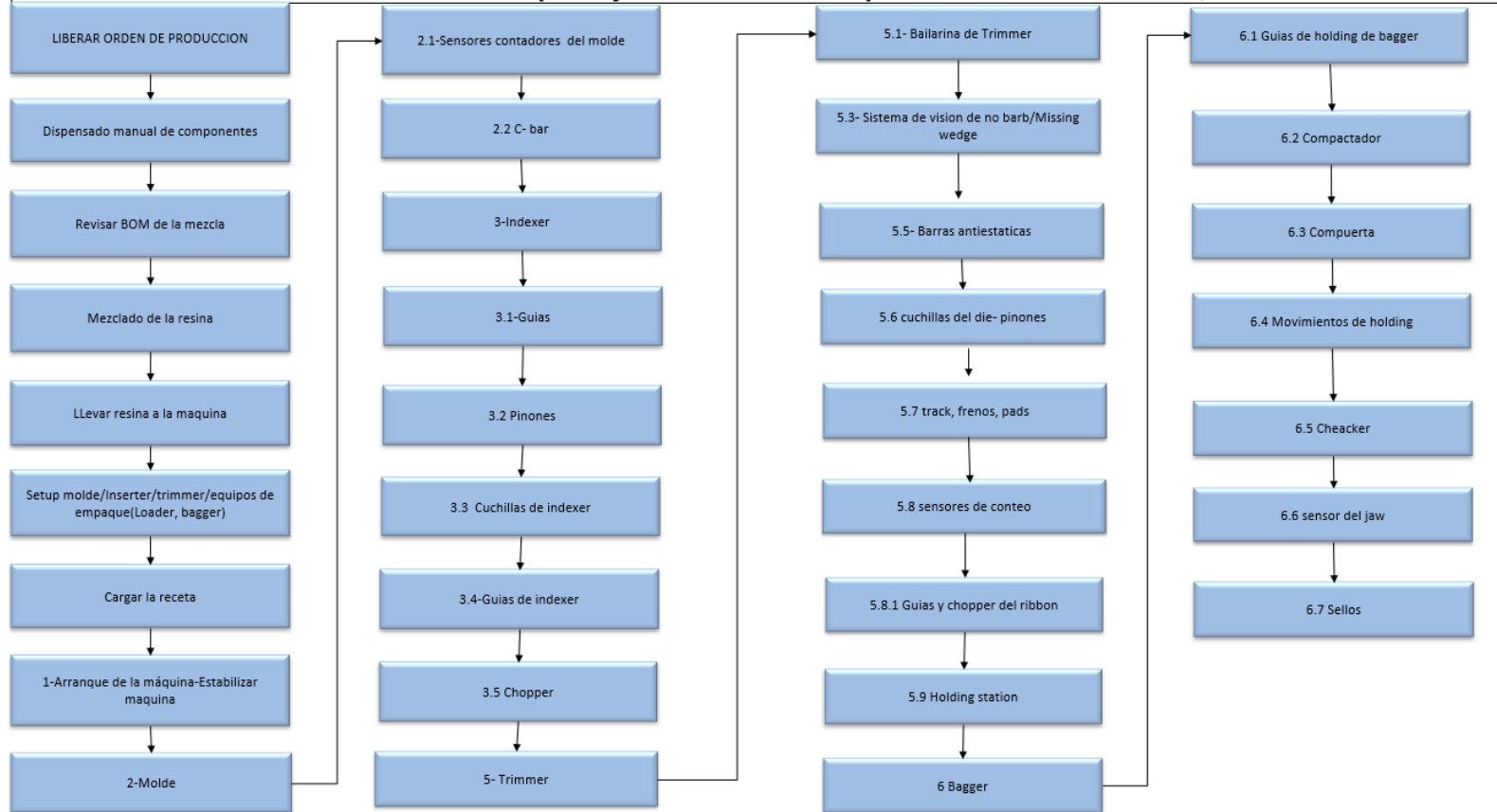


Imagen 17, Flujo de proceso de línea de HV, detallado en la línea de producción de HV.

Fuente, elaboración propia con observación detallada del proceso.

4.2.3 DIAGRAMA DE ISHIKAWA O CAUSA Y EFECTO

Con base en la información que se obtuvo de las sesiones de lluvia de ideas con los funcionarios de las partes interesadas y el personal experto del área, se identificaron cada una de las causas y sub-causas que provocan el desperdicio en el área de HV, el cual es el responsable del bajo rendimiento del indicador de calidad. Gracias a esta herramienta, se pudo clasificar cada una de acuerdo con las operaciones básicas del trabajo “6 M”. Las causas se colocarán al lado derecho de cada una de las espigas y al lado izquierdo se

ubicarán las sub-causas, de esta manera se visualizará la mayor cantidad de causas agrupadas.

A continuación, se muestra el diagrama de Ishikawa o diagrama de causa y efecto.

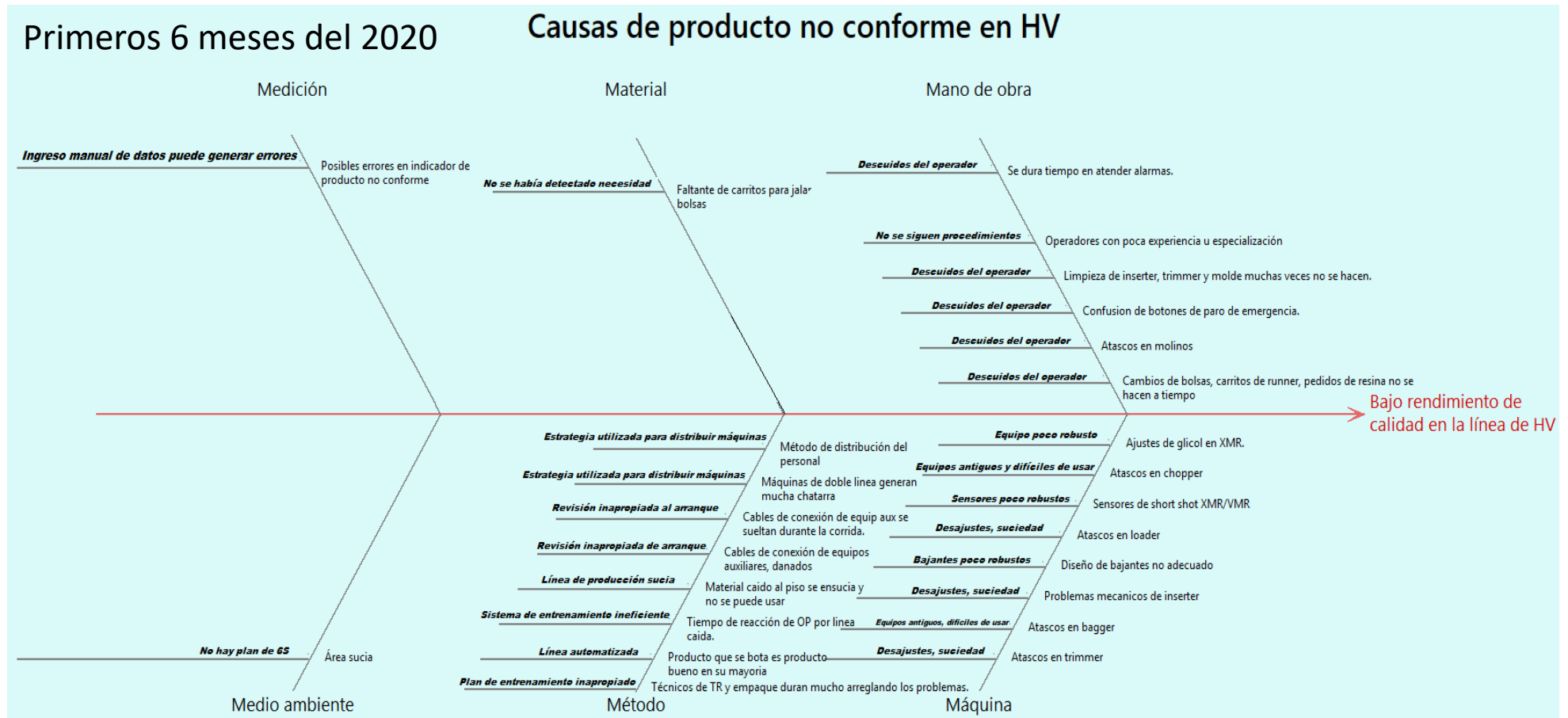


Imagen 18, Diagrama causa y efecto

Fuente, elaboración propia

Como se ve en el diagrama anterior, en las sesiones de lluvia de ideas se obtuvieron cerca de 25 posibles causas que podrían estar contribuyendo al problema en estudio. Por recomendación de la gerencia y por experiencia en proyectos anteriores realizados en problemas similares, además de seguir la recomendación de la metodología DMAIC se hará una priorización de las sub-causas que salieron en la sesión de lluvia de ideas, para lo anterior de usar los criterios colocados en el capítulo anterior.

La priorización de las causas se realiza con la formulación de criterios, las causas priorizadas y a investigar se presentan en el siguiente cuadro.

4.3 CLASIFICACIÓN DE LAS CAUSAS QUE REPRESENTAN EL BAJO RENDIMIENTO DEL INDICADOR DE CALIDAD

En esta etapa del diagnóstico se presenta los resultados que se obtuvieron con el análisis de cada una de las causas y asignación de valores de ponderación en la segunda sesión de lluvia de ideas con personal experto.

Para recordar los criterios para la priorización y ponderación de causas, se usaron los siguientes criterios

Ocurrencia	Beneficio
1-Mensual	1= Bajo(Menos de 5000 pcs al turno)
3-Semanal	3=Medio(Mas de 5000 pcs al turno)
5-Diario	5=Mas de 10000 pcs al turno

Tabla 20, criterios de ponderación de posibles causas

Fuente: Elaboración del grupo de trabajo del problema en estudio

La priorización de las causas es muy importante para la buena ejecución del proyecto, ya que esto ayuda a poder enfocarse en las causas verdaderamente importantes y no en mejorar que podrían no influir de manera significativa en el meta final del proyecto.

El proceso de priorización de causas estuvo involucrado directamente las partes interesadas en el proceso lo cual comprende el 100% del equipo de trabajo de este proyecto además de personal de mucha experiencia en las áreas. La información obtenida se clasificó de acuerdo con la secuencia de causas y sub-causas, para tal efecto se elaboró una tabla en Excel que permite cuantificar y trasladar la información a un diagrama de Pareto.

A continuación, se muestra la clasificación de las causas principales que generan el problema en mención, con la siguiente tabla de análisis general.

También en este proceso se quieren identificar las sub-causas que podrían ser mejoras rápidas que pueden salir del proyecto, estas mejoras pueden no ayuda de manera substancial en el resultado final del proyecto, pero son acciones que no requieren mucho esfuerzo y que se pueden implementar de manera rápida, además que representan bajo costo de implementación. Esta se representará al final del cuadro y se catalogaron en mejoras rápidas si el tiempo de implementación es menor a una semana.

Las causas priorizadas se representan en el siguiente cuadro:

Posibles Xs	Ocurrencia	Beneficio	Total
Scrap que se bota es producto bueno, no existe metodo de recuperar ese material	5	5	25
Máquinas des atendidas, se dura tiempo en atender alarmas.	5	5	25
No hay plan de 6s en el área de HV, Piezas se ensucian y se desechan	5	5	25
Entrenamiento y experiencia de personal de empaque.	4	5	20
Diseño de bajantes no adecuado	3	3	9
En algunos turnos recurso de empaque limitado.	3	3	9
Atascos en trimmer	3	3	9
Atascos en molinos	3	2	6
Atascos en bagger	3	2	6
Ajustes de sensores de inserter tardan mucho. No hay estandar	2	2	4
Atascos en loader	2	2	4
Sensores de short shot XMR/VMR	2	2	4
Atascos en chopper	2	2	4
Ajustes de glicol en XMR.	1	3	3
Envío de información a la bagger	1	2	2
			155

Tabla 21, Tabla de priorización de posibles causas que afectan el bajo nivel de calidad

Fuente, elaboración del equipo de trabajo

Como se ve en cuadro anterior se identificaron diez mejoras rápidas que se van a ir trabajando durante el desarrollo del proyecto.

Con base en la tabla anterior se observa la ponderación de los puntajes en las causas, las mismas, permiten trasladar la información para la interpretación de un Diagrama de Pareto.

Diagrama de Pareto de las causas probables que contribuyen al problema.

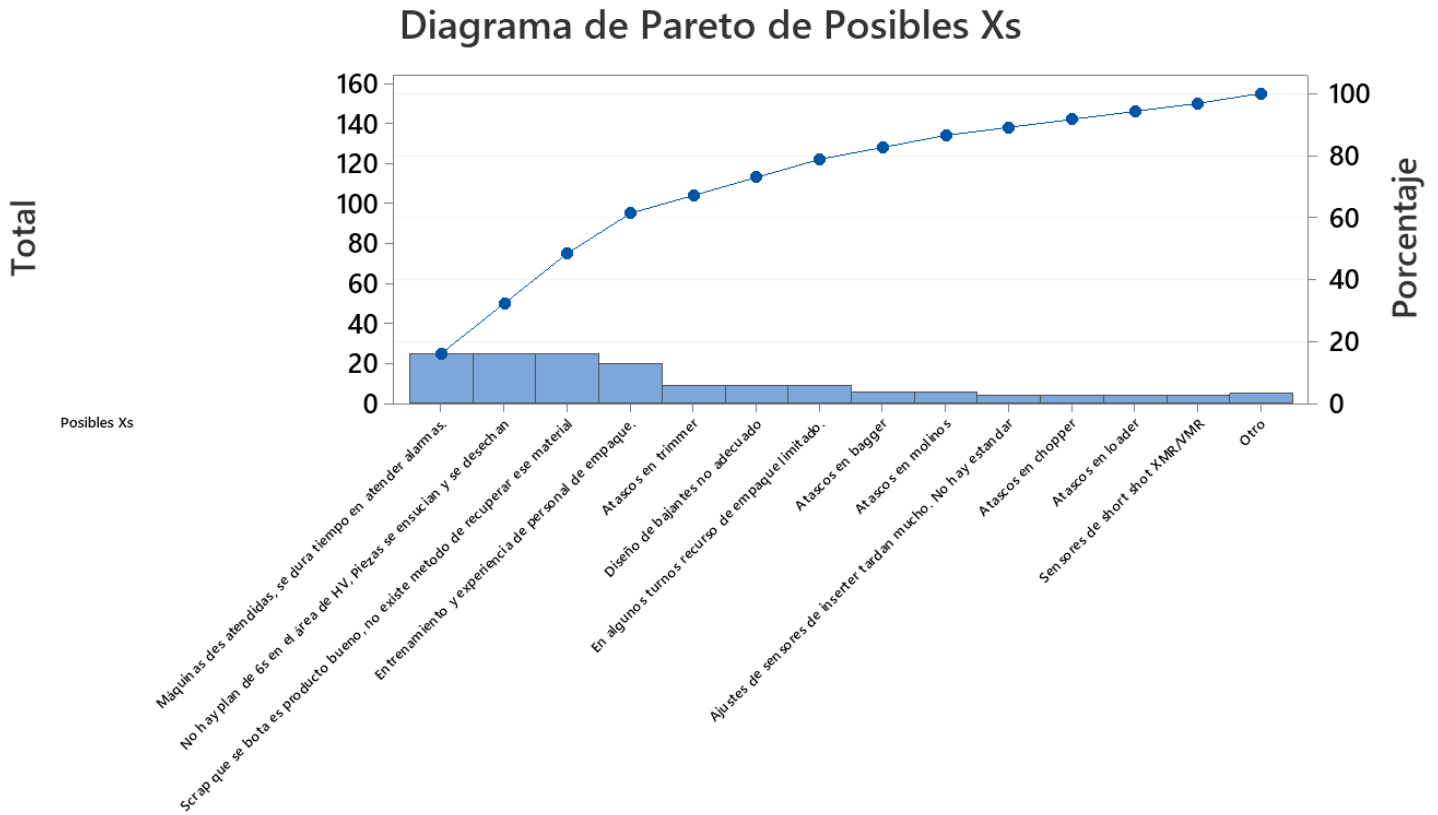


Tabla 22, Diagrama de Pareto de las causas probables

Fuente, elaboración propia

Como se ve en el Pareto anterior el 80% llega hasta la sub-causa número siete, por lo que con la ayuda del equipo de trabajo se procede a realizar una categorización para tratar de llevarlo a causas más exactas. Las cuales se muestran a continuación:

Posibles Xs
Scrap que se bota es producto bueno, no existe metodo de recuperar ese material
Máquinas desatendidas, se dura tiempo en atender alarmas.
No hay plan de 6s en el área de HV, Piezas se ensucian y se desechan
Entrenamiento y experiencia de personal de empaque
Diseño de bajantes no adecuado
En algunos turnos recurso de empaque limitado.
Atascos en trimmer
Atascos en molinos



Categoría	Posibles Xs	Porcentaje de afectación
#1	Producto que se bota es producto bueno. (No hay método de recuperación de material)	65.20%
#2	Maquinas desatendidas, se dura mucho en atender alarmas	
#3	Suciedad en el área (no hay programa de 6s en el área)	
#4	Entrenamiento y experiencia de personal de producción	11.60%
#5	Fallos de equipos auxiliares	23.20%

Nota: Los colores están significan la agrupación por categorías.

Tabla 23, Agrupación de sub-causas convertidas a causas, posibles Xs

Fuente, elaboración propia.

En la tabla anterior se ve como se realizó una unificación de las posibles Xs para dar mayor enfoque y claridad a las causas que se deben trabajar para buscar una mejora, también se determinó el porcentaje en que aporta cada una al total de producto no conforme total de la línea de HV en Cable ties.

El porcentaje más alto esta divididos en las tres primeras causas, estas alcanzan más de 65% del total de producto no conforme que afecta el indicador de yield de Cable ties.

4.4 REGISTRO DE DATOS IMPORTANTES

La siguiente información es clave para lograr entender la verdadera situación actual del Área de HV. Estos datos son propios de la fase de “Medir”, esto ayudar a tener una idea un poco

más clara de la cantidad real de producto que se está desechando, además de algunos datos importantes para continuar con el proyecto.

4.4.1 Plan de recolección de datos

En el siguiente cuadro se observa la tabulación de datos que se realiza para conocer de una manera más amplia la situación actual de Cable ties y de la línea de HV.

Plan de colección de datos													
Objetivo: Conocer datos importantes para el proyecto													
¿Qué medir?						¿Cómo medir?							
Ref	Pregunta a responder	Nombre de medida	Tipo de datos	Herramientas a usar	Estratificación	Definición		Muestreo				¿Dónde se colectan los datos?	
						En palabras	Fórmulas	¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Cuántos?	Método	¿Quién?
1	Cantidad de scrap recuperable por area.	Cantidad de scrap recuperable	Continuo	Recoleccion de datos	CT	Cantidad de producto bueno que se bota, scrap recuperable	Total bueno/total scrap	Muestreo	HV	Una semana	Segun pareto de scrap	Hojas de datos	CARA/SBC
2	Cantidad de reportes a manto y TR por equipo auxiliar	Cantidad de reportes de equipos auxiliares	Continuo	Sistime	CT	Cantidad de reportes diarios a equipos auxiliares	Cantidad de reportes diarios	Todos los reportes de equipos auxiliares	HV	Todo 2019	Todos	Sistime	CARA
3	Equipos con más reportes	Equipos auxiliares más problematicos	Continuo	Sistime	CT	Equipos auxiliares con más reportes por turno	Cantidad de reportes por equipo.	Todos los reportes de equipos auxiliares	CT	Todo 2019	Todos los equipos	Hojas de datos	CARA
4	Cantidad diaria de caidas de linea por máquina	Cantidad diaria de caidas de linea por máquina	Continuo	Hojas de recoleccion de datos	HV/BT	Cantidad de caidas de linea diarios por maquina	Cantidad de caidas de linea por maquina por turno	Cantidad de caidas de linea	Máquinas con mayor scrap	Todo 2019	Segun pareto	Hojas de datos	CARA/SBC/J PRF
5	T.P.E.F de caidas de linea de equipos con más eventos	T.P.E.F de caidas de linea de equipos más problematicos	Continuo	Hojas de recoleccion de datos	HV/BT	Tiempo entre caidas de linea	Tiempo Promedio entre fallos	Tiempo entre caidas	Máquinas con mayor scrap	Todo 2019	Según pareto indicador #5	Hojas de datos	CARA/SBC/J PRF

Tabla 24, Tabla de colección de datos, situación actual

Fuente, elaboración propia

Como se ve en el cuadro anterior, hay cinco indicadores de situación actual que se necesitan revisar para entender de manera más adecuada la situación que vive Cable ties con respecto al problema en estudio, se van a revisar el detalle de cada una a continuación.

4.4.2 Cantidad de producto desechado que se podría recuperar

Con respecto a la meta alcanzable es importante saber cuánto producto del total de chatarra que se produce en HV, podría ser producto en buenas condiciones y que simplemente se desecha debido a lo automatizado de la línea de producción. Por lo que tomaron datos usando como muestreo alguna máquina del área de HV. Esta maquinas fueron recomendación del supervisor de área, debido a que tenían alta demanda de producción, lo cual ayudaba para que la misma corriera varios días seguidos y tomar los datos necesarios para conseguir esta información.

Las máquinas seleccionadas fueron: M118, M194, M125.

Los resultados se presentan a continuación:

4.4.2.1 Muestreo en la máquina 118 de HV

6 Días, M118	
Total piezas	39494
Costo de la parte	0.014695652
Scrap TOTAL	\$ 909.00
Total scrap recuperable	\$ 580
Possible recuperacion	63.8%

Tabla 25, Muestro de la M118, piezas recuperables

Fuente, elaboración propia

4.4.2.2 Muestreo en la máquina 194 de HV

7 DÍAS, M194	
Total de Piezas	166,700
Costo de la parte	\$ 0.00261
Costo de piezas recuperables \$	\$ 434.87
Costo piezas total	\$ 792.04
Posible recuperacion \$	54.9%

Tabla 26, Muestro de la M194, piezas recuperables

Fuente, elaboración propia

4.4.2.3 Muestreo en la máquina 125 de HV

Muestreo de 7 DÍAS, M125	
Total piezas	58303
Costo de la parte	\$ 0.01
Costo piezas total	\$ 1,337.28
Costo de piezas recuperables	\$ 856.80
Posible recuperacion \$	64.07%

Tabla 27, Muestro de la M194, piezas recuperables

Fuente, elaboración propia

Como se ve en los cuadros anteriores, más del 54% del total de producto no conforme que se cuentan en el indicador de calidad (yield) de área de HV es producto que no está en malas condiciones, si no producto que se podría considerar como bueno pero las máquinas empacadoras de las líneas automatizadas lo descartan al tener algún error de empaque o

conocidas en el área de Cable ties como alarmas, el operador al no tener la posibilidad de meter el este producto a la línea nuevamente, lo desecha.

4.4.3 Cantidad de reportes a mantenimiento por equipos auxiliares

Los equipos auxiliares como lo vimos en el 4.4.2, colaboran con una gran parte del producto que se desecha en la línea de HV, por lo que se considera importante conocer las cantidades de reportes por esta clase de equipos al departamento de mantenimiento, esto dará una idea de la cantidad de problemas que dan esta clase de equipos de empaque automático. A continuación, se muestra un diagrama de Pareto de por reporte de equipos durante el 2019.

Tipo de reporte	Cantidad
Correctivo por equipos detenidos	6216
Correctivo por equipos en línea	11916
Preventivo por trabajos programado	554
Solicitudes de servicios varios	527
Total	19213

Tabla 28, reportes de equipos de la línea de HV, en los primeros cinco meses del año 2020

Fuente, elaboración propia de datos históricos de Panduit

Según la información anterior se muestra la gran cantidad de reportes de equipos en Cable ties, filtrado en el área de HV, solo en esta área de estudio son más de 19000 reportes, para un equipo de mantenimiento reducido. Esto está relacionado directamente a problemas en la parte final del proceso y por ende a producto que se desecha en el área.

Tipo de reporte	Cantidad
Correctivo por equipos en línea	11916

Tabla 29, Detalle de cantidad de correctivos en línea en los primeros 5 meses del 2020.

Fuente, elaboración propia

La información anterior es muy importante debido a que los correctivos en línea son problemas que se resuelven mientras la máquina moldeadora está corriendo y algún equipo auxiliar falla, lo que quiere decir que cada uno de estos reportes es una gran cantidad de producto en buenas condiciones que se desecha.

4.4.4 Equipos auxiliares con más reportes

Para conocer con un mejor detalle cuales son los equipos que generan mayor problema, se elabora el siguiente diagrama de Pareto.

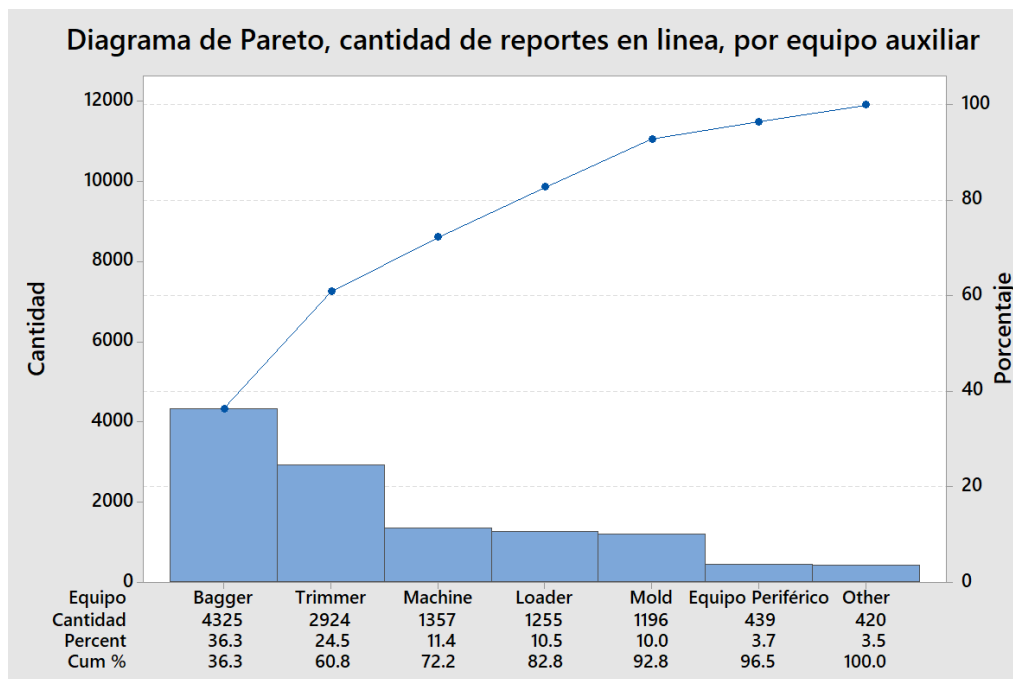


Tabla 30, Diagrama de Pareto, equipos con más reportes en la línea de HV, primeros cinco meses del 2020

Fuente, elaboración propia

Como muestra el diagrama de Pareto anterior, máquina empacadora llamada "bagger" es la fuente de más reportes de todos lo equipos auxiliares, por lo que es muy necesario prestar atención a este tipo de reportes y la gran cantidad que se atienden diariamente. Esto también refuerza la teoría que se tiene, la misma es que la mayoría de producto que se desecha es

producto bueno pero que no llega al empaque final debido a la gran cantidad de fallos de los equipos periféricos de empaque.

Diagrama de Pareto de Sistema en la línea de HV, de Enero a Junio del 2020

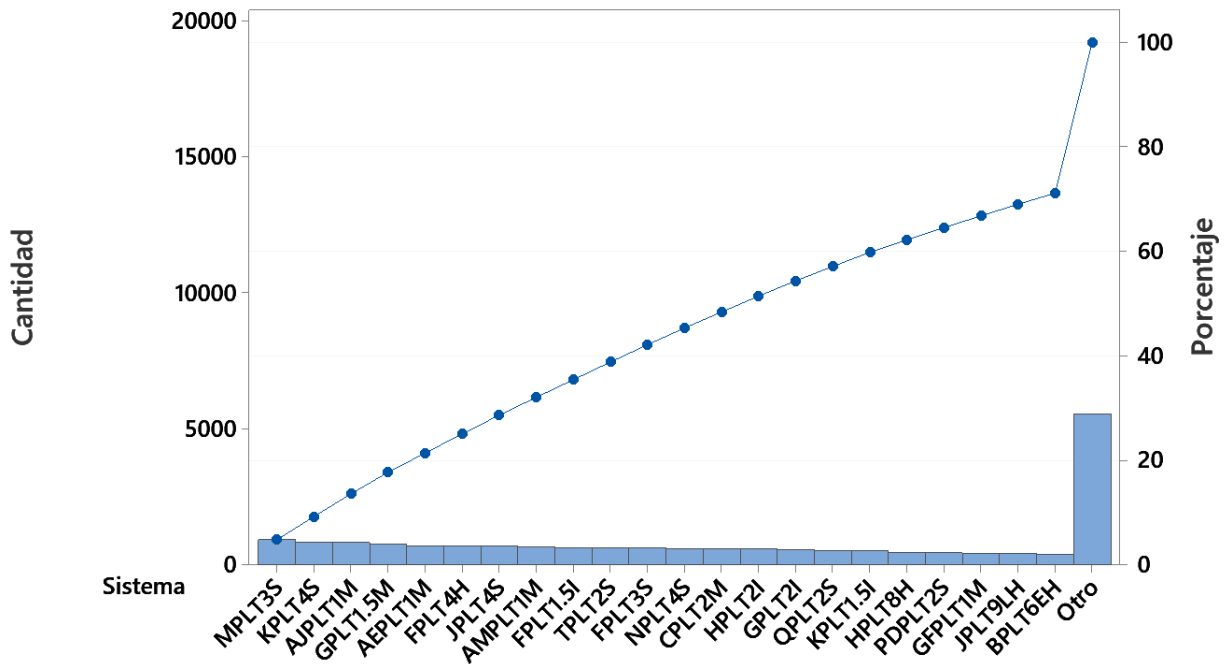


Tabla 31, Diagrama de Pareto de sistemas con reparaciones en línea entre Enero a Junio del 2020.

Fuente, elaboración propia

La información anterior muestra los sistemas que tienen mayor cantidad de piezas desechadas, lo que da la idea de donde iniciar a trabajar para mejorar el indicador de yield en la línea de HV.

4.4.5 Cantidad diaria de caídas de línea por máquina y tiempo promedio entre caída de línea

Para poder tener una idea clara de la cantidad de alarmas o paros de línea que se viven en la línea de HV de manera diaria, se realizó un muestreo diario durante siete días. Para esto se seleccionaron las mismas máquinas que para el apartado 4.4.2.

En los siguientes cuadros veremos el tiempo promedio entre fallas o MTBF conocido en sus siglas en ingles por su nombre” Mean time between failures”. Para esto se aplica la formula siguiente.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo Total de Trabajo} - \textit{Tiempo de Avería}}{\textit{Número de Fallos}}$$

Imagen 19, Tiempo promedio entre fallos, formula.

Fuente, elaboración propia

4.4.5.1 Máquina 194, para este muestreo el resultado se muestra en el siguiente cuadro.

M194 MTBF	
Tiempo de corrida (min)	1860
Total fallos	22
Resultado MTBF	84.5454545

Tabla 32, tiempo promedio entre fallos

Fuente, elaboración propia

Como se muestra en el cuadro anterior se demuestra según la fórmula de arriba que esta máquina tenemos tiempo promedio entre fallos o alarmas de 84.54 minutos, esto quiere decir que cada casi hora y media presentamos una alarma que puede generar producto que se vaya al desecho.

M118, MTBF	
Tiempo de corrida min	1440
Cantidad de fallas	35
Resultado MTBF	41.14285714

Tabla 33, tiempo promedio entre fallos

Fuente, elaboración propia

Con respecto a la máquina 118, se observa una situación un poco más grave. Esta vez cada 41.14 minutos tenemos alarmas.

M125, MTBF	
Corrida Min	660
Cantidad de fallos	15
Resultado MTTB	44

Tabla 34, tiempo promedio entre fallos

Fuente, elaboración propia

Para la máquina 125 la situación es muy similar a la anterior máquina. Cada 44 minutos el operario debe atender una alarma en promedio. Por estas razones es muy importante que el operador este cerca de la máquina, ya que la misma se puede alarmar en cualquier momento, lo cual si no se atiende a la brevedad provoca muchas piezas que no llegan al final de la línea para ser empacadas.

4.4.6 Análisis de alarmas provocadas por equipos auxiliares

Como se ha visto en las tomas de datos anteriores, las alarmas de los equipos auxiliares son una de las causas principales del bajo nivel de calidad que enfrenta la línea de alto volumen, pero su impacto se ve incrementado si las mismas no son atendidas a tiempo. Por lo que es importante entender el comportamiento de estas como se vio en los datos anteriores, pero también es importante ver la distribución de estas y las causas principales, además del tiempo que dura el personal de producción en atender las mismas.

El siguiente Pareto de alarmas que producen caída de la línea y producto no conforme se realizó en un muestreo de 24 horas con todas las máquinas de la línea de HV.

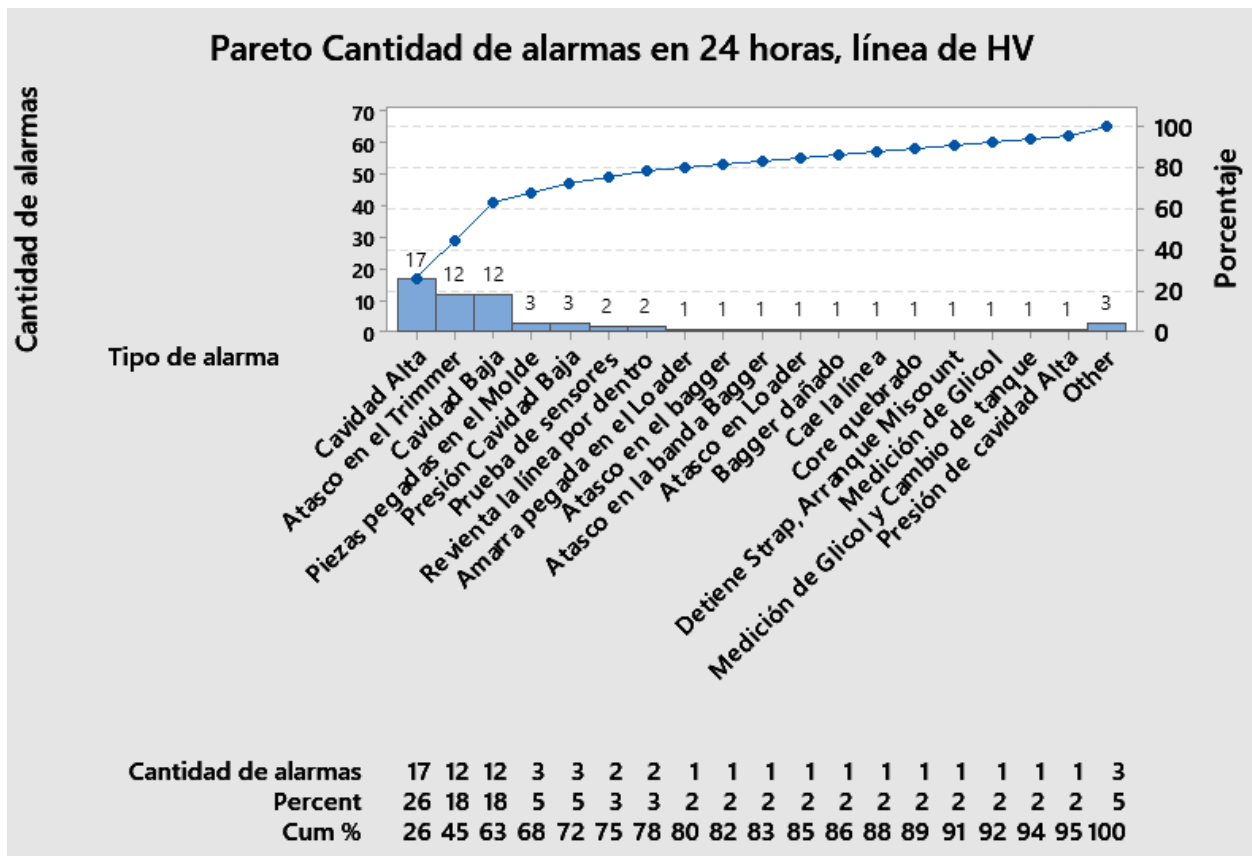


Tabla 35, Pareto de cantidad de alarmas en un día, línea de HV.

Fuente, elaboración propia

Es importante mencionar que las alarmas tabuladas en el Pareto anterior no corresponden al total de alarmas de la línea de HV, si no solo de las que producen producto que hacen que la línea se detenga y producen que piezas vayan a la chatarra. Es importante mencionar que los atascos de trimmer están directamente relacionados al diseño de los bajantes, lo cual es una posible causa del problema, ya que los mismos se les hace un atasco al bajar el material y hace que el trimmer se atasque. Esto también podría ser por una mala limpieza de estos.

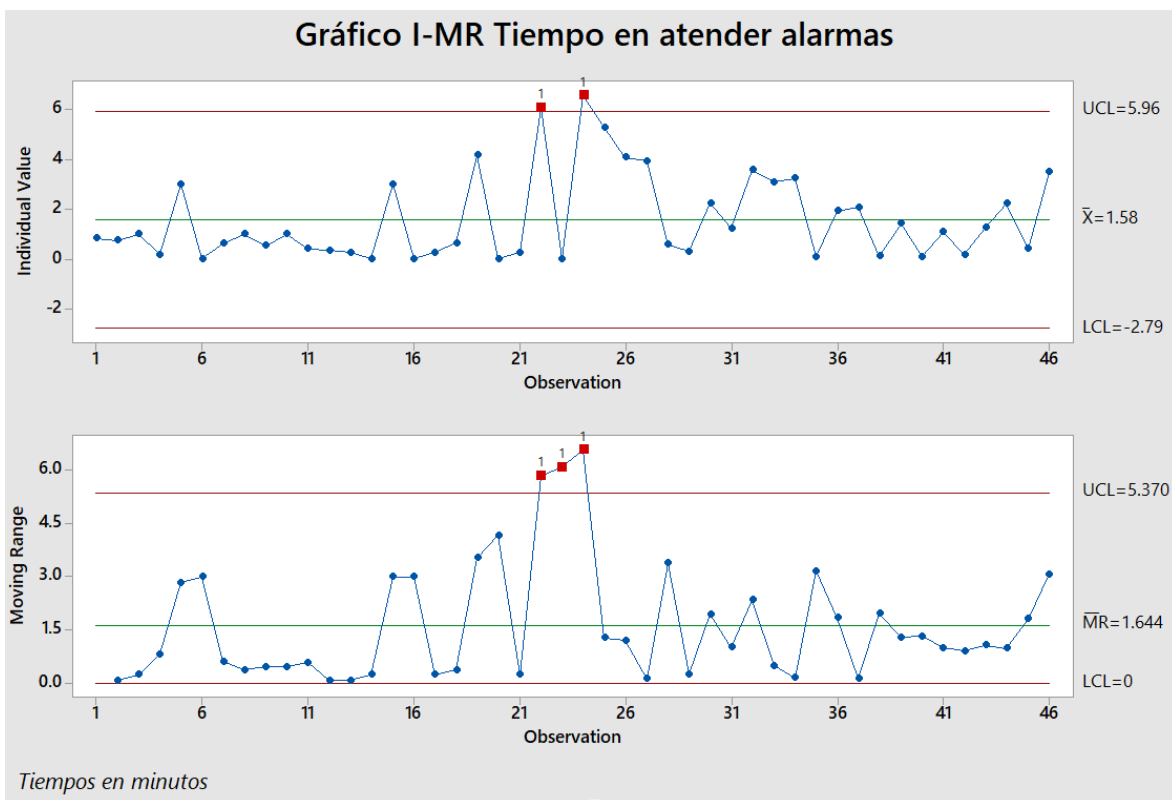


Imagen 20, Gráfico I-MR, tiempo que tardan los operadores en atender alarmas.

Fuente, elaboración propia

Como se ve en el gráfico de control anterior, la media de tiempo para que los operadores atiendan una alarma es 1.58 minutos, lo cual quiere decir que por cada alarma que produce caída de línea se está desechando cerca de 1.58 minutos de material mientras el operador se percata del problema y logra atender la línea de producción. Esta información, está directamente correlacionada a la Xs de mala distribución de los operadores en máquina, ya que debido a que un operador normalmente atiende dos máquinas al mismo tiempo y muchas veces la línea se cae y el mismo debido a la distancia entre las máquinas no se percata de la situación.

Prueba de hipótesis, tiempo medio de operadores de producción para atender alarmas.

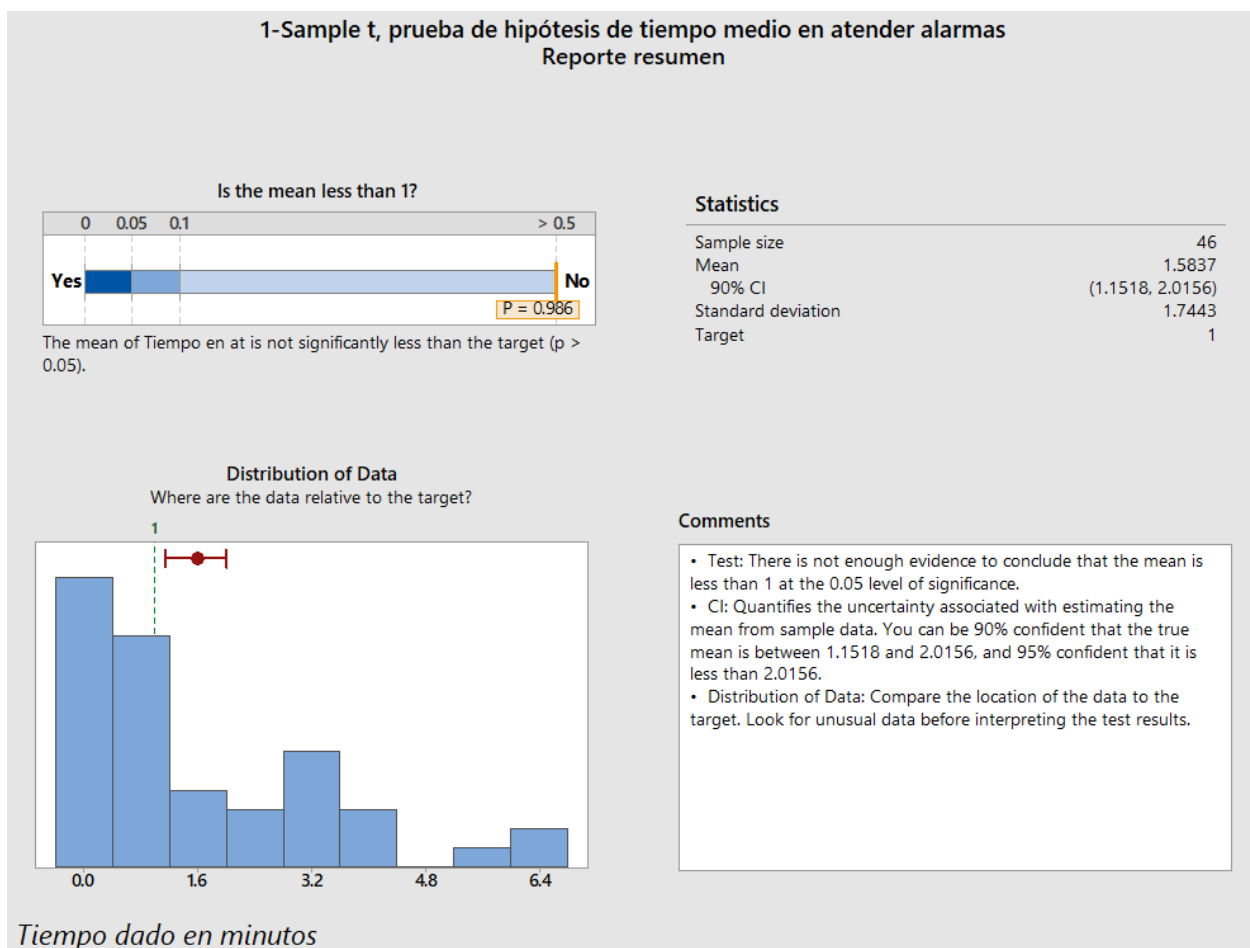


Imagen 21, Prueba de hipótesis, tiempo medio de operadores de producción para atender alarmas

Fuente, elaboración propia

Tomando un minuto de tiempo meta para la atención de alarmas, el mismo definido por la gerencia de Cable ties, se realiza una prueba de hipótesis, la cual da como resultado que se rechaza la hipótesis nula, dando como buena la hipótesis alternativa que en este caso planteado es si los operadores tardan más de un minuto en atender las alarmas de HV. El tiempo promedio que arroja el estudio es 1.58 minutos.

4.5 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO

Con base en el diagnóstico se procede con diferentes conclusiones importantes que identifican las causas más relevantes que ocasionan el bajo rendimiento del indicador del nivel de calidad de la línea de HV.

Se identificaron 19 causas por medio de la sesión de lluvia de ideas que podrían provocar el bajo nivel de calidad del HV, de esta manera se cumple con el primer objetivo específico del presente proyecto de investigación.

Una vez identificadas y clasificadas el 100% de las causas según la ponderación e impacto sobre el problema principal, se logra identificar las causas más relevantes, por lo tanto, se cumple el segundo objetivo específico. El mismo es “Recolectar información sobre las oportunidades de para mejorar del indicador de calidad (yield) de Cable ties”

Las posibles Xs que salieron después del análisis y ponderación son

- No existe método de recuperar material por línea caída.

- Distribución de personal en máquina no es adecuado.
- Conocimiento técnico de personal de Tool Room y empaque.
- Diseño de bajantes no adecuado.
- Plan de 6s no definido.

También se realiza un diagnóstico de la situación actual y el comportamiento del área lo cual hace que se cumpla el segundo objetivo específico “Analizar cómo ha sido el comportamiento del proceso según la información recolectada de los últimos 6 meses.”

Posteriormente, una vez identificadas y clasificadas el 100% de las causas según la ponderación e impacto sobre el problema principal, se logra identificar las causas más relevantes, por lo tanto, se cumple el tercer objetivo específico, “Identificar cual modo de falla representa la mayor cantidad de fallos de calidad (yield) en el proceso de HV de Cable ties en Panduit de Costa Rica.”

Con la información que se presentó en este capítulo de las posibles causas se generó una mejor imagen de la situación actual. Entre esta información la cantidad de afectación de producto no conforme que corresponde a cada causa encontrada.

Con la información presentada hasta acá, se cumplen 3 de los 5 objetivos planteados para este proyecto, los demás se completarán conforme el resto del proyecto se vaya realizando.

Los avances obtenidos hasta ahora del presente trabajo de investigación se lograron bajo la metodología Seis Sigma, la utilización de herramientas ingenieriles y de estadística, se obtienen importantes resultados para la toma de decisiones para la siguiente etapa de estudio.

CAPÍTULO V: DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 DISEÑO DE LA PROPUESTA

En este apartado se realiza la propuesta de mejora que permite erradicar o bien minimizar las causas de mayor impacto que fueron identificadas en la etapa anterior. Se diseña la propuesta planteada con tres posibles Xs o causas que aportan la mayor cantidad de producto no conforme.

En el siguiente cuadro se muestra el porcentaje que afecta cada una de las causas determinadas en la parte previa de este trabajo.

Categoría	Posibles Xs	Porcentaje de afectación
#1	Producto que se bota es producto bueno. (No hay método de recuperación de material)	65.20%
#2	Maquinas desatendidas, se dura mucho en atender alarmas	
#3	Suciedad en el área (no hay programa de 6s en el área)	
#4	Entrenamiento y experiencia de tecnicos de TR y empaque.	11.60%
#5	Fallos de equipos auxiliares	23.20%

Tabla 36, porcentaje de afectación por cada causa

Fuente: Elaboración propia

El resultado del impacto es el resultado que se obtiene de la gráfica de Pareto, donde se evidencia según el porcentaje de afectación los valores individuales y acumulados de cada una de las causas.

A continuación, se muestra la metodología del diseño de la propuesta.

En el siguiente cuadro se muestra la lluvia de ideas con todas las acciones que el equipo de trabajo y algunas personas de mucha experiencia de diferentes departamentos como

ingeniería, mantenimiento, calidad y producción sugirieron para dar solución al problema planteado es este proyecto.

#	Acción a implementar	X's que afecta	Valor	Tiempo de implementación	Dificultad	Costo	Total	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Evaluar opción de scrap detect para todo HV	2	3	2	3	3	108	8.50%	8.50%
2	Carritos de runner llenos, cambios de bolsas, bolsas en los molinos, limpiezas de trimmer, cambios de material, buscar forma de controlar este tipo de situaciones, evitar alarmas.(checklist de actividades para operadores)	2	2	3	3	3	108	8.50%	17.01%
3	Operadores dedicados a sistemas fijos para crear experiencia en fallos comunes.	2	3	2	3	3	108	8.50%	25.51%
4	Programa de incentivos para operadores con buen Yield al final de mes.	2	2	3	3	3	108	8.50%	34.02%
5	Definir un rol más participativo de los yield leader (pedir cuentas)	2	3	3	2	3	108	8.50%	42.52%
6	Implementar plan robusto de 6S en el área de HV	2	3	2	3	3	108	8.50%	51.02%
7	Colocar calentadores en PLT1M, M193, M194, re TRABAJAR material que sale catalogado como scrap	2	3	2	2	3	72	5.67%	56.69%
8	Proponer que hayan operadores haciendo inspecciones y otra persona empacando. Roles bien definidos y con rotación adecuada.	2	3	2	2	3	72	5.67%	62.36%
9	Atención diferenciada para máquinas con mayores problemas de yield	2	3	2	2	3	72	5.67%	68.03%
10	Definir problemas que requieren paro inmediato por sistema para evitar máquinas corriendo scrap. Cuando detener máquinas? Plan de acción por tipo de alarmas	2	1	3	3	3	54	4.25%	72.28%
11	Certificaciones para trabajar sistemas críticos	2	3	1	3	3	54	4.25%	76.54%
14	Seleccionar horas y personal que recoja el scrap para evitar que le operador se aleje de la máquina. Operador que recoje sería de auditor para ver que se esta botando.(evaluar personal de otros departamentos de soportes)	2	2	3	2	2	48	3.78%	80.31%
8	Sistema para crear experiencia en los SP2. Bitacorras de cambios y como se arreglan los problemas. Lecciones aprendidas.	2	1	2	3	3	36	2.83%	83.15%
13	Ubicar personal por cuadrantes en el piso, evitar el tiempo de llegada tardía a las máquinas durante una alarma, generar una métrica de cumplimiento de yield por cuadrante	2	3	1	2	3	36	2.83%	85.98%
25	Material recuperable cortarlo en shots para facilitar almacenamiento y evitar que se doblen las piezas.	1	3	3	2	2	36	2.83%	88.82%
6		2	3	1	2	3	36	2.83%	91.65%
1	Evaluación y entrenamiento para los operadores en resolución de alarmas y manejo de los equipos. Curvas de aprendizaje para evaluar conocimiento. Cambios de bolsa, enhebrado de trimmers, problemas en general.	2	2	1	2	3	24	1.89%	93.54%
2	Revisar estructura de entrenamientos. Revisar si hay lógica y diseño apropiado.	2	2	1	2	3	24	1.89%	95.43%
23	Mostrar en tiempo real en un monitor cuando una máquina se alarme y desautomatización.	2	3	1	2	2	24	1.89%	97.32%
3	Diseño de entrenamiento por medio de mentores para facilitar entrenamiento de los operadores.	2	2	1	2	2	16	1.26%	98.58%
17	Buscar manera que cuando se cae la línea el material no caiga al piso o no se contamine.	1	3	1	2	2	12	0.94%	99.53%
20	Trimmer móvil por sistema, centro de recuperación.	2	3	1	1	1	6	0.47%	100.00%

Tabla 37, Acciones resultantes de lluvia de ideas para elaborar plan de acción

Fuente, elaboración propia

Como se ve en el cuadro anterior las acciones resultantes fueron cerca de veinte, por lo que se decide pasar todas ellas por un proceso de priorización, ya que como es bien sabido en un proceso de lluvia de ideas hay diferentes niveles de impacto para cada acción, por lo que

se quiere implementar solo las acciones con un impacto significativo para el proyecto, para así tener un plan de implementación y por ende una solución rápida y robusta.

Cabe destacar que, debido a la necesidad de una mejora rápida en el área, la mayoría de las acciones son para buscar una mejora integral del área y no tanto para sistemas específicos, lo que se apuesta en este proyecto es en una mejora que permita tener un desahogo rápido en los niveles de yield. Lo anterior fue un requerimiento de la gerencia de Cable ties de Panduit de Costa Rica.

Como se vio en el capítulo tres. Los criterios de priorización son los siguientes:

Criterio de priorización de plan de acción
Valor: 3- Alto impacto a la solución, 2- Impacto medio a la solución, 1- Bajo impacto a la solución
Tiempo de implementación: 3-Menos de 2 semanas, 2-Entre 2 y 4 semanas, 1-Más de 4 semanas
Dificultad: 3-Puede ser realizado por los miembros del equipo, 2- Se necesita recurso de otros departamentos, 1-Necesita recursos externos a Panduit
Costo: 3- Menos de \$1000, 2-Entre \$1000 y \$5000, 1-Más de \$5000
X que se afectan: 3- Más tres posibles causas, 2- Dos de las posibles causas, 1-Solo una de las posibles causas

Tabla 38, Criterio de priorización para acciones de plan de acción

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente la primera lluvia de ideas donde los presentes fueron los integrantes del equipo de trabajo de este proyecto más un equipo extendido de trabajo se realizó otra sesión con la gerencia de Cable ties para realizar la priorización y aprobación del plan de acción del plan propuesto. Las acciones a implementar resultantes son las siguientes y se muestran en el cuadro:

#	Acción a implementar	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Evaluar opción de scrap detect para todo HV	9.02%	9.02%
2	Carritos de runner llenos, cambios de bolsas, bolsas en los molinos, limpiezas de trimmer, cambios de material, buscar forma de controlar este tipo de situaciones, evitar alarmas.(checklist de actividades para operadores)	9.02%	18.03%
3	Operadores dedicados a sistemas fijos para crear experiencia en fallos comunes.	9.02%	27.05%
4	Programa de incentivos para operadores con buen Yield al final de mes.	9.02%	36.06%
5	Definir un rol más participativo de los yield leader (pedir cuentas)	9.02%	45.08%
6	Implementar plan robusto de 6S en el área de HV	9.02%	54.09%
7	Colocar calentadores en PLT1M,M193, M194, re TRABAJAR material que sale catalogado como scrap	6.01%	60.10%
8	Atención diferenciada para máquinas con mayores problemas de yield (recuperación de material en la máquinas que se puede hacer)	6.01%	66.11%
9	Definir problemas que requieren paro inmediato por sistema para evitar máquinas corriendo scrap. Cuando detener máquinas? Plan de acción por tipo de alarmas	4.51%	70.62%
10	Certificaciones para trabajar sistemas críticos	4.51%	75.13%

Tabla 39, Plan de acción a implementar para el presente proyecto

Fuente, elaboración del grupo de trabajo del presente proyecto.

En el cuadro anterior se muestra el plan de acción que se implementara en este proyecto, a continuación, se detallara de una manera detallada cada una de las acciones a implementar.

5.1.1 Modo de “scrap detec” en las máquinas de moldeo

Esta primera opción llamada “scrap detect” o detección de producto no conforme en español, la aplicación va enfocada directamente en aumentar los niveles de yield. Esta acción consiste en activar una opción en el PLC de la máquina, cuando la misma esta alarmada por más de dos minutos seguidos y ningún operador llega a atender esta alarma, la máquina se detendrá automáticamente. Lo anterior para evitar que la línea de producto se caiga y botar piezas de manera innecesaria. Como lo vimos en el capítulo anterior, el tiempo de reacción al atender alarmas es un poco tardío. Con esto se obliga de cierta manera al operador a estar cerca de la máquina y muy pendiente de lo que sucede en su línea de producto. Además,

garantizamos de manera automática no tener alarmas que provoquen producto no conforme de manera prolongada.

Funcionalidades del Sistema

A continuación, se presentan algunas de las funcionalidades del sistema:

- 1- La máquina se alarma por problemas de equipos auxiliares (Cualquier alarma que detecte problemas en la línea de producción de los equipos auxiliares)
- 2- El operador deberá llegar a presionar el botón de “reseteo” a la inyectora en un tiempo máximo de 2 minutos (Antes de atender la alarma de los equipos auxiliares)
- 3- Si el operador no llega en 2 minutos, la maquina quedara con la prensa abierta y no continuara su ciclo.
- 4- Si el operario llega antes de los 2 minutos y presiona “reseteo”, y la alarma fue por equipo auxiliar, la maquina no se alarmará más por 5 minutos (tiempo definido de atención de alarmas en estudio de este presente proyecto)
- 5- Posterior a los 5 minutos, la maquina volverá a la normalidad.
- 6- El tiempo para quitar cada alarma solo aplicara para los equipos auxiliares, y solo los equipos auxiliares activaran este modo.

Las máquinas bajo este método actualmente son: M137, M125, M120, M90, M112, M160.

Esto se aplicará como plan piloto durante el mes de agosto.

Esta es una de las acciones dirigidas a evitar la generación de producto no conforme, para mejorar los niveles de yield.

5.1.1.2 Costo económico de implementación.

Actividad necesaria	Recurso Necesario	Costo
Programación de software de máquina	18 horas de ingeniero electromecánico	₪ 199,386.00
Colocación accesorios para funcionamiento	Botoneras, cables de conexión	₪ 44,100.00
	Total	₪ 243,486.00

Tabla 40, Costo de implementación de acción llamada “Scrap detect”

Fuente, elaboración propia.

Como se ve en el cuadro anterior el costo de implementación es bastante bajo, en el capítulo anterior de este proyecto se analizó el gran impacto que tiene el tiempo de duración para atender alarmas en el yield de HV. Con esta acción se garantiza no tener las máquinas produciendo producto con la máquina alarmada durante mucho tiempo.

Esta acción se implementó de manera exitosa desde la semana 32 del año 2020.

5.1.2 Lista de actividades diarias para los operadores de producción.

Durante el periodo de análisis de la situación actual se determinó que una gran cantidad de alarmas eran por situaciones como alarmas por cambios de material, cambios de bolsas de empaque en la bagger, atascos de trimmer por ausencia de limpiezas. Todo lo anterior es por descuidos del operador ya que no se revisa estas situaciones se causan alarmas innecesarias, ya que revisar esto y realizar estas tareas son responsabilidades directamente del operador de la máquina que está atendiendo. (Anexo 24)

Junto con los supervisores de producción se definieron una lista de tareas para realizar una especie de rutina al operador para ayudarlo a evitar olvidos en sus tareas diarias.

Actividades	Frecuencia
Inspecciones de producto	Cada 2 horas
6s de máquina nuevo programa(presente proyecto)	Diaria
Cambios rollo de bolsa	Diaria
Cambios de material	Diaria
Empaque de producto	Cada 12 minutos
Limpiezas de trimmer	Diaria
Cambiar carrito de runner	Depende la máquina
Limpieza de máquina asignada	Diaria
Purgar máquina apenas se detiene	Cada que sea necesario

Tabla 41, tareas definidas para cada operador de producción.

Fuente, elaboración propia.

En el cuadro anterior se ve la lista de tareas que deben realizar normalmente los operadores de producción.

Posteriormente, se realiza una lista de tareas para los operadores con horas de revisión definidas, esto les ayudara a distribuir de mejor manera su tiempo y poder recordar todo lo que tienen que realizar durante el día laboral. Vale la pena resaltar que los turnos actualmente en el área de Cable ties son de ocho horas.

Rutina de actividades	Horario	Realizó la tarea
Nivel de material	6:05am	
Nivel de bolsa		
Niveles de carritos de runner		
Empacar producto	6:10am	
Limpieza del trimmer	6:25am	
Iniciar inspección completa de producto	6:30am	
Empacar producto, dejar tinas sin producto pendiente de empacar antes de ir a desayunar	7:15am	
Desayuno		
Empacar producto		
Cubrir desayunos		
Inspeccion horaria de producto	8:30am	
Nivel de material	9:00am	
Nivel de bolsa		
Niveles de carritos de runner		
Empacar producto	9:10am	
6s de máquina nuevo programa	9:40am	
Empacar producto	9:50am	
Niveles de carritos de runner	10:10am	
Empacar producto	10:15am	
Inspeccion horaria de producto	10:30am	
Empacar producto	11:10am	
Almuerzo	11:30am	
Cubrir almuerzos		
Inspeccion horaria de producto	1:00pm	
Botar scrap, purga	1:35pm	
Barrer y ordenar área	1:40pm	
Empacar producto	1:50pm	
Contact tracer	1:58pm	
Hora de salida	2:00pm	

Tabla 42, rutina realizada para operadores de turnos de ocho horas.

Fuente, elaboración de grupo de trabajo

Como se ve en el cuadro anterior, se realiza una lista con horas sugeridas para realizar las siguientes labores, esta lista no pretende dar una estructura rígida a las labores de los operadores, si no servir de ayuda para los mismos tengan una ayuda de cuando realizar cada una de las tareas que ya tenían que hacer durante el día. En el área de Cable ties y

por lo tanto en la línea de HV se cuenta con tres horarios de producción. El ejemplo de la rutina anterior es del turno 5. En los anexos quedara como se haría en turno 4 y 6. (Anexo 24)

5.1.2.1 Costo económico de implementación

Esta acción no tuvo ningún costo económico para la empresa, ya que lo único que se hizo fue estandarizar tareas para evitar olvidos por parte de los operadores de producción.

5.1.3 Operadores enfocados en sistemas fijos para crear experiencia en fallos comunes- Roles diferenciados de los operadores de producción para mejorar la atención de estas.

La idea con esta acción es crear experiencia a nivel de los sistemas más difíciles, esto para tener una mejor noción de los problemas a los que se enfrentara con la atención de la máquina asignada. Es importante recalcar que esta petición fue realizada por los mismos operadores de producción. Los mismo indican que se le hace mucho más fácil resolver los problemas que presenta los equipos auxiliares cuando ya tienen varios días en el mismo sistema de trabajo. Con esto lo que se pretende es crear operadores expertos en sistemas particulares y difíciles de controlar.

La propuesta principal es la siguiente:

Por turno en la línea de HV, hay diez operadores por cada turno. Se propones que el 70% del personal sea personal experimentado en sistemas fijos y un 30% sea personal que puede rotar en las diferentes máquinas. El 70% del personal será ubicado en los sistemas con más problemas de alarmas por lo que son más complicados. El restante 30% serán personas que rotarán en el resto de los procesos para así dar flexibilidad al piso de producción. El piso de producción se va a dividir en cinco zonas diferentes.

En el siguiente cuadro se detalla el plan de implementación de esta acción en específico.

Plan de Acción	
Acción-Operadores enfocados en sistemas fijos para crear experiencia en fallos comunes- Roles diferenciados de los operadores de producción para mejorar la atención de alarmas	
Objetivo de la acción	
Crear experiencia en los operadores para dar mejor respuesta a las alarmas de los equipos	
Plan de acción	
Dividir el 70% de los operadores por zonas de trabajo y 30% en operadores rotativos	
Zona #1 M193-M170-M199-M119	70% de los operadores
Zona #2 M198-M107-M130-M118	
Zona #3 M164-M123-M128	
Zona #4 M194-M89-M116-M171	
Operadores rotativos El 30% de los operadores restantes Zona Libre M120-M125-M137-M141-M90-M192-M113-M136-M190	30%
Forma de medición de experiencia:	
Los datos se tomaran del oracle para verificar la cantidad de horas que ha estado cada operador en cada máquina, esto para certificar conocimiento (horas vuelo)	
Los supervisores de produccion van a realizar listas del personal para dividir el 70%- 30%.	
Puntos importantes:	
Los operadores nuevos entraran a ser parte del 30% de las máquinas denominadas sencillas.	
Para pasar del 30% al 70%(sistemas complicados) se debera certificar que el operador cuenta con las horas de experiencia requeridas para trabajar en esos sistemas (150 horas)	
Como se va a controlar:	
Difinir una pizarra electronica donde cada supervisor controlara su lista del personal (fijo y rotativo)	

Tabla 43, plan de acción para esta implementación

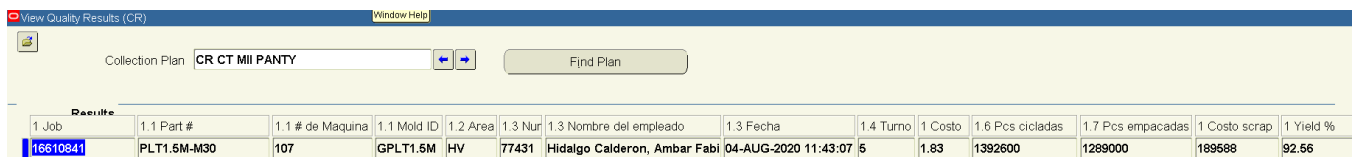
Fuente, elaboración del grupo de trabajo

5.1.3.1 Costo económico de implementación

Esta acción no tuvo ningún costo económico para la empresa, se usaron recursos internos de la empresa.

5.1.4 Programa de incentivos para con operadores con buenos niveles de yield en sus máquinas a final de cada mes.

El programa de incentivos para los operadores consiste en premiar a los operadores que durante cada mes cuenten con los mejores niveles de yield. Para elaborar esta acción se colocó un seguimiento al yield de cada dos horas. Cuando los operadores realizan sus inspecciones horarias deberán anotar la cantidad de producto que hay empacado y el producto que deberían llevar según el contador de la máquina, con esto se sacaran los niveles de yield de cada uno de los operadores, con esta información se le dará un mayor seguimiento al yield de manera diaria y se medirá el desempeño de los operadores también.



1 Job	1.1 Part #	1.1 # de Maquina	1.1 Mold ID	1.2 Area	1.3 Nur	1.3 Nombre del empleado	1.3 Fecha	1.4 Turno	1 Costo	1.6 Pcs cicladas	1.7 Pcs empacadas	1 Costo scrap	1 Yield %
16610841	PLT1.5M-M30	107	GPLT1.5M	HV	77431	Hidalgo Calderon, Ambar Fabi	04-AUG-2020 11:43:07	5	1.83	1392600	1289000	189588	92.56

Imagen 22, imagen que muestra el seguimiento diario al yield para el sistema de reconocimiento de yield.

Fuente, registro de Oracle de Panduit

La premiación se realizará todos los meses luego de analizar los datos por operador. El encargado de dar esta premiación será el gerente de producción del área de cable ties y el premio será de cuarenta dólares para el empleado con mejor yield durante el mes y de veinte dólares para el segundo.

5.1.4.1 Costo económico de implementación

Esta acción no tuvo costo económico para Panduit, debido a que ya la empresa cuenta con un programa de premiación llamado “Bravo”. El mismo cuenta con un presupuesto y hay disponibilidad para usarse por parte de la gerencia.

5.1.5 Implementación de operador enfocado en medir yield de cada máquina de manera diaria, solución de problemas de forma inmediata.

Esta acción está enfocada en una persona que este revisando los datos de manera diaria sobre los indicadores de yield, el mismo será responsable de reportar de manera inmediata si alguna máquina tiene niveles de yield bajos, este puesto será llamado “yield leader” en Panduit, en español líder de yield.

Para hacer esta implementación se toma como base la metodología Jidoka, siguiendo los siguientes pasos para lograr el objetivo final.

- 1- Se debe localizar el problema, el líder de yield da la voz de alerta sobre una máquina con bajo nivel de yield.
- 2- Se para la producción de la línea momentáneamente.
- 3- Se establecen soluciones rápidas para corregir los efectos del problema. Así se puede reanudar la producción mientras se busca una solución definitiva. Se debe convocar a un equipo de trabajo ya predefinido para buscar estas soluciones rápidas para seguir corriendo.
- 4- Se investigan las causas raíz del problema (esto puede llevar bastante tiempo, enfoque a largo plazo) y se implanta una solución definitiva. (este es el aprender del error, pensar en el futuro). Esto requiere un plan de acción para cada sistema. Se recomienda el uso de la herramienta A3 para cada problema detectado para documentar y llevar a cabo el plan.

5.1.5.1 Las funciones del yield leader se explicarán a continuación:

Esta persona hace rondas de seguimiento en las máquinas y si encuentra alguna con niveles de yield por debajo de 92% deberá notificar y en una reunión rápida en la máquina con el departamento de soporte responsable del problema definir un pequeño plan de acciones inmediatas para mejorar los niveles de yield rápidamente. Los departamentos que van a estar involucrados serian: Ingeniería, mantenimiento, Tool room (mantenimiento de moldes), calidad y producción como líder de la iniciativa.

La implementación se llevará a cabo por medio de un entrenamiento a los tres líderes de yield y al equipo multidisciplinario sobre cada una de las responsabilidades que tendrán en el rol que se les esta asignando.

Las responsabilidades de esta figura llamada “yield leader” son las siguientes:

- Verificación del Yield en las máquinas de HV
- Revisión de causas de yield bajo (producto no conforme)
- Registro de problemas específicos por los que las máquinas corren con bajo Yield
- Ingreso de cantidad de producto no conforme en las AIP (AIP es el programa que usa Cable ties para registrar el producto no conforme) deben ser datos reales de Yield por turno
- Ejecución de protocolo de yield en máquinas con niveles bajos.
- Gestión de problemas de yield bajo con el departamento correspondiente (levantar la mano y dar visibilidad al problema)
- Proceso Jidoka en máquinas con yield muy bajo, tomar acción sobre el problema (detenerla, colaborar, reportar, poner en marcha las acciones y documentar plan a futuro y dar seguimiento al mismo)

Una vez entrenados en cada una de las siguientes responsabilidades el líder de yield y el equipo de trabajo deben seguir el siguiente protocolo.

El “yield leader” debe seguir el siguiente protocolo establecido por este proyecto:

PROTOCOLO DE YIELD EN MÁQUINA POR EL YIELD LEADER, HV

Situación del Yield	Escenarios	Tema a valorar	Acción del operario	Acción de Yield leader
Yield (96% a 99%)	Yield se mantiene o aumenta	N/A	N/A	N/A
	Yield disminuye.	¿Es el problema recurrente.? (Molde, equipos auxiliares, proceso, máquina).	Reportar al Supervisor de Producción.	Yield leader debiera dar seguimiento en la próxima revisión para ver si la tendencia a la baja continua
		¿Es un arranque?	No requiere acción	No requiere acción
		¿Es la primera vez que se presenta el problema durante la orden?	Reportar al Supervisor de Producción.	Contacte al área de soporte responsable, para corregir el problema
Yield (90% a 95%)	Yield se mantiene	¿Se ha mantenido igual a la ultima revisión?	N/A	N/A
		¿Se ha mantenido igual las ultimas 2 revisiones?	Reportar al Supervisor de Producción	Valorar necesidad de tomar acciones para subir yield
		¿Es un arranque?	No requiere acción	No requiere acción
	Yield aumenta	NA	NA	NA
	Yield disminuye	¿Es la primera vez que se presenta el problema durante la orden?	Reportar al Supervisor de Producción.	Contacte al área de soporte involucrado en el problema
		¿Es el problema recurrente? (Molde, equipos auxiliares, proceso, máquina). Yield baja de 92%	Reportar al Supervisor de Producción.	1-Detener la máquina 2-Convocar a una reunion con todos los departamentos de soporte 3-Utilizar una herramienta de analisis causa raiz 4-Implementar acciones para realizar un plan de contención antes de seguir corriendo 5-Documentar un plan para realizar una mejora a largo o mediano plazo (A3)
Yield (89% o menos)	Yield se mantiene	¿Se ha mantenido igual a la ultima revisión?	Reportar al Supervisor de Producción	1-Convocar a una reunion con todos los departamentos de soporte 2-Utilizar una herramienta de analisis causa raiz 3-Implementar acciones para realizar un plan de contención antes de seguir corriendo 4-Documentar un plan para realizar una mejora a largo o mediano plazo (A3) Nota: Detener máquina no es requisito, valorar si es necesario
		¿Es un arranque?	No requiere acción	No requiere acción
	Yield aumenta	NA	NA	NA
	Yield disminuye	¿Es el problema recurrente? (Molde, equipos auxiliares, proceso, máquina).	Reportar al Supervisor de Producción	1-Detener la máquina 2-Convocar a una reunion con todos los departamentos de soporte 3-Utilizar una herramienta de analisis causa raiz 4-Implementar acciones para realizar un plan de contención antes de seguir corriendo 5-Documentar un plan para realizar una mejora a largo o mediano plazo (A3)

Tabla 44, tabla de protocolo implementado en caso de una máquina con yield bajo

Fuente, elaboración propia por el equipo de trabajo

Como se ve en el cuadro anterior el líder de yield debe seguir las siguientes acciones, este plan anterior tiene como fin una mejora a largo plazo y sostenida en el tiempo. La gerencia tenía como una de sus preocupaciones principales es la sostenibilidad de las mejoras que se implementen. Este protocolo tiene como fin crear una cultura de mejora continua y sostener las mejoras y mantener fresco la importancia del yield. Otra cosa importante es que esta acción fortalece el trabajo en equipo y el enfoque sobre el yield que la gerencia ve como una necesidad.

También como parte del proceso de documentación se realizó un formato de A3 y se entrenó al personal involucrado sobre el uso de A3, además del método de análisis de causa raíz. Los entrenamientos se enfocaron básicamente en los métodos “5 por qué” e “Ishikawa”

En el siguiente cuadro se ve un el machote con el cual se realizó el entrenamiento sobre el uso de A3 y análisis causa raíz.

PANDUIT®		Formulario A3 protocolo de yield				
# de A3						
Máquina:	Preparado por: CR-SBC	Miembros involucrados:				
	Fecha:					
Situación Actual / Información del Proceso, mayor problema presentado hasta ahora:		Plan de contingencia: (corto plazo para poder seguir corriendo)				
		Tarea / Acción	Responsable	Calendario/Comentario		
				Fecha	Estatus	Comentarios
Análisis de Causa Raíz: (usar Ishikawa 5 por qué? lluvia de ideas) Problema: #1 Por qué? u Máquina #2 Por qué? u Mano de obra #3 Por qué? u Material #4 Por qué? u Método #5 Por qué? u Medio ambiente #6 Medida: Causa Raíz:		Plan de acción a largo plazo				
		Tarea / Acción	Responsable	Calendario/Comentario		
				Fecha	Estatus	Comentarios
Resultados y Seguimiento: Se realizaran reuniones mensuales de seguimiento.						

Tabla 45, Formato de A3 para análisis y seguimientos futuros casos de bajo yield

Fuente, elaboración propia

Cada vez que el yield leader hace su ronda de medición, debe levantar la mano y activar el protocolo visto anteriormente. El yield leader al final de su turno debe enviar un informe de lo que sucedió en el turno y documentar las acciones en el A3 anterior.

De manera quincenal la alta gerencia de Cable ties realizaran una revisión de las acciones y se le dará un seguimiento muy cercano al plan para verificar el avance de estas.

A continuación, se ve un informe de final de turno de uno del líder de yield.

Reporte del scrap T6



Estiven Daniery Ramírez Valenciano

To [Marlon Garcia Bermudez](#); [Eduardo Antonio Rojas Alfaro](#); [Steven Saenz Reyes](#); [Ambar Fabiola Hidalgo Calderón](#); [ELI JIMENEZ](#); [Gerson Ramos](#); [Johan Rojas Alfaro](#); [CR-CT-MFG-SUPS](#); [Geisel Vasquez Rojas](#); [Anthony David Rojas Oviedo](#); [Antonio Cordero Brais](#)

Retention Policy Default 3 year move to Deleted (3 years)

Expires 8/6/2023

Buenas noches, Compañeros este sería el dato de las máquinas más críticas a seguir.

Seguimiento por costo:

MAQUINA	PROBLEMAS	Costo Scrap	Piezas
194	Del turno anterior se reporta problemas con punta quebrada de lo cual ING interviene y golpe en la CAV100, al cambiar de material maquina no logra estabilizar el short shot OP le reporta a ING y ellos ajusta.	€446 166	140 209
123	Se desecha material por short shot que se le paso a la OP del Turno 5, de lo cual el reeler no descarto... En este turno se termina de desechar y se reporta scrap, además al arrancar le reportan reeler a MTO para que lo revisaran	€347 298	123 260
152	Problemas de línea quebradiza y fuga la máquina, inicio orden además de 2 arranque op limpia inserter del lado operario por alarma de short wire y no barb falso	€253 455	69 728

Seguimiento por Yield diario bajo:

Maquina	PROBLEMAS	YIELD
123	Se desecha material por short shot que se le paso a la OP del Turno 5, de lo cual el reeler no descarto... En este turno se termina de desechar y se reporta scrap, además al arrancar le reportan reeler a MTO para que lo revisaran	24.5%
148	Scrap de arranque por inicio de orden, problemas con el bagger, empaque de 100, donde holding queda abajo y no cicla más... MTO interviene	51.2%
194	Del turno anterior se reporta problemas con punta quebrada de lo cual ING interviene y golpe en la CAV100, al cambiar de material maquina no logra estabilizar el short shot OP le reporta a ING y ellos ajusta.	58.8%

Las 5 máquinas con más scrap del año:

MAQUINA	PROBLEMA
147	Finaliza orden de MP, en la nueva orden se realizan 2 arranque uno de esos fue por un problema en la fibra del sistema de contador de amarras del trimmer del lado abajo...
148	Scrap de arranque por inicio de orden, problemas con el bagger, empaque de 100, donde holding queda abajo y no cicla más... MTO interviene
119	Maquina no corre, molde en TR
107	Se pega 2 cavidades distintas en 2 ocasiones y después queda la bolsa pegada en el teflón (bagger cicla con normalidad), no se alarma (amarras caen al suelo)
194	Del turno anterior se reporta problemas con punta quebrada de lo cual ING interviene y golpe en la CAV100, al cambiar de material maquina no logra estabilizar el short shot OP le reporta a ING y ellos ajusta.

Imagen 23, en la imagen anterior se ve un ejemplo del reporte vía correo que hace el líder de yield.

Fuente, correo tomado de reporte enviado por líder de yield en Cable ties

Como se ve en la imagen anterior el líder que se colocó de yield gracias a este proyecto se encarga de llevar un monitoreo diario y muy cercano del yield, diariamente este persona busca las máquinas con mayores problemas de yield y convoca a una reunión con un equipo establecido para tratar de atacar el problema antes que se haga el problema más grande, el mayor beneficio de esto es el seguimiento diario del yield, anteriormente a esto, en la línea de HV debíamos esperar a que las ordenes se cerraran para ver el comportamiento, cuantas piezas de producto bueno y cuantas de producto no conforme, con eso se sacaba el yield,

pero en ese momento ya no había nada que hacer y el por qué se botaban las piezas no estaba del todo claro. Por lo que este es un beneficio más de esta implementación.

5.1.5.2 Costo económico de la implementación

Esta implementación se realizó con recursos internos de Panduit, se tomaron 3 operadores de producción y se les capacito en su nuevo rol, por lo que no requirió ninguna inversión adicional de mano de obra. Pero de igual manera se presentan los posibles gastos debido a valorar el costo/beneficio de esta, además de justificar la acción con la gerencia de Panduit.

Actividad necesaria	Recurso Necesario	Costo Anual
Un recurso por turno para la medición de yield	3 recursos (operadores de producción)	₡ 12,635,395.20

Tabla 46, costos económicos para lograr implementar esta propuesta

Fuente, elaboración propia.

Retorno de inversión calentadores	100%	Ahorros	₡ 37,924,250	Inversión	₡ 12,635,737.20	100%	Periodos	10			
Valores dados en colones Costarricenses											
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Periodos	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión requerida:											
Calentadores para retrabajo de material, costo	(12,635,737)										
Costos de producción evitados											
Total de ahorros esperados		37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250
Flujo neto de efectivo antes de impuestos	(12,635,737)	37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250	37,924,250
COSTA RICA, Impuesto sobre la renta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EEUU, Impuesto sobre la renta	0	871,108	774,318	677,528	580,738	483,949	387,159	290,369	193,579	96,790	(0)
Impuestos de efecto de depreciación	0	0	0	0	189,536	189,536	189,536	189,536	379,072	379,072	379,072
USA INCOME TAX ON REPATRIATED INCOME	0	0	0	0	0	(76,391,652)	0	0	0	0	(75,109,125)
Flujo neto de efectivo despues de impuestos	(12,635,737)	38,795,358	38,698,568	38,601,778	38,694,525	(37,793,917)	38,500,945	38,404,155	38,496,902	38,400,112	(36,805,803)
Tasa interna de retorno =	31.9%										
Valor presente neto (14.6% del capital) =	\$126,219,276										
Plazo de pago de inversión =	0.33 Años										
Retorno del capital empleado %	386.8%										

Tabla 47, análisis de retorno de inversión de esta implementación

Fuente, elaboración propia

Como se muestra en el cuadro anterior, se cuenta con una tasa interna de retorno (TIR) de 31.9%, además de un valor presente neto de 126 219 276 colones, un retorno de la inversión en un periodo bastante corto de tan solo 0.33 años, por lo que se nota una buena factibilidad para poder realizar esta acción de mejora y así contribuir de manera exitosa al indicador de yield.

5.1.6 Implementación de un plan robusto de 6s para el área.

El área de HV y Cable ties en general cuenta con máquinas muy viejas en su mayoría, las mismas debido a su antigüedad son máquinas hidráulicas, lo que quiere decir que necesitan gran cantidad de aceite para funcionar, debido a su principio de funcionamiento hidráulico es muy común que se les haga fugas. Esto ocasiona regueros de aceite.

El plan de 6s es algo muy necesario en esta área y en general la limpieza es algo muy necesario, por lo que se creó un plan muy robusto. Donde se repartieron los operarios por máquina y se le asignó una persona de mantenimiento a cada uno. (ver lista en anexos). Los operadores van a ser dueños de la máquina que se les asignó y deberán hacer una revisión diaria. Si existe alguna anomalía con el plan previsto, se debe informar de inmediato a la persona asignada de mantenimiento para la máquina en cuestión. El mismo deberá reparar el problema y el operador deberá asegurar de mantener su lugar de trabajo limpio.

5.1.6.1 Benéficos del nuevo programa de 6s

Esto evitara que si la línea se cae por alguna razón el material no se ensucie y se pueda retrabajar, así ayudando a mantener un buen nivel de yield en las máquinas. Este es el

beneficio principal por lo cual se implementa esta acción, pero como bien se sabe, el programa de 6S tiene muchos beneficios más ya conocidos.

Las ventajas de la metodología 6S se reflejan tanto en el rendimiento de los empleados como en los espacios de trabajo.

- Organización
- Sistematización
- Categorización
- Mejoras en la gestión de tiempo
- Mejoras en la productividad
- Optimización de las tareas
- Mejoras en la gestión del material, evitando pérdidas.
- Un ambiente de trabajo más seguro

La forma en que se va a controlar este nuevo 6S es la siguiente.

Primero se pasó por todas las fases de 6s como tales, posteriormente viene la fase que siempre cuesta más a nivel general que es la de mantener. Para esto se realizó una lista de tareas para que diariamente cada operador dueño de máquina realice lo siguiente que se ve en la imagen:

PANDUIT		GEMBA 6s' Cable Ties		Fecha _____
Producción _____				Máquina _____
Soporte _____				
		Observaciones Producción		Observaciones Dept Soporte
Fugas de aceite				
Fugas de aceite en el piso				
Nivel del reservorio de aceite				
Nivel de aceite hidráulico				
Organización				
Cable organizados				
No hay objetos extraños alrededor				
Cables de cañón organizados				
Cobertores del cañón en posición				
No hay cables o conectores dañados				
Cables de tierra en posición				
Equipo de seguridad y kit de limpieza				
Pizarra walkaround (Yield y notas)				
Artículo necesarios producción				
Equipos auxiliares				
No hay fugas de aire identificadas en los equipos				
Candado de molde en su lugar				
Probeta en su lugar				
TARA empacada				
Verificar que los bushings del molde estén engrasados				
Verificar presencia de cuerpos extraños en wear pads y bujes.				
Realizar limpieza del trimmer				
Verificar el estado de la cuchilla				
Verificar alineamiento del Trimmer con la salida de la maquina				
Limpieza de inserter				
Verificar nivel de wire				
Revisar el aire en la bolsa				
Ajsute de centrado de clamps				
Nivel de bolsa				
Eliminar amarras del interior de la bagger				
Limpieza				
ties...				
Panel de control limpio y libre de polvo				
Filtro de la tolva/dryer libre de polvo				
No hay suciedad debajo de las máquinas				
Observaciones (indique condiciones particulares de los equipos)				

Tabla 48, lista de actividades del 6s propuesto para línea de HV.

Fuente, elaboración del equipo de trabajo del presente proyecto

Los operadores de producción y el resto del personal administrativo de Cable ties, ya contaban con un entrenamiento de 6s, esto ya que es parte de sus planes de entrenamiento,

esto ayudo a que la implementación de esta acción fuera mucho más fácil de realizar, lo que no existía un plan detallado de como implementarlo.

5.1.6.2 Costo económico de la implementación

Debido a que el personal ya contaba con el entrenamiento básico de 6s y esta acción se realizó con recursos internos de Panduit, el mismo no requirió ninguna inversión económica por parte de la empresa.

5.1.7 Atención diferenciada para máquinas con niveles bajos de yield. (recuperación de material en las máquinas que se puede hacer)

El objetivo de esta acción es recuperar material el cual sale producto de las alarmas provocadas por los equipos auxiliares, como se vio al inicio de este proyecto la mayoría del material que se desecha en la línea de HV es producto bueno pero que es descartado por los equipos auxiliares, por lo que se quiere poder recuperar ese material como plan de contención mientras se van corrigiendo las causas raíz de los problemas principales. Colocar calentadores en los trimmer para recuperar material en los sistemas PLT1M es el primer paso que se realiza. Se trabajará un plan piloto en las máquinas M194, M193 debido a que son máquinas con alto volumen de producto no conforme y que aportan de manera significativa al yield, como se ve el cuadro siguiente.

Máquina	Producto bueno	Producto no conforme	Yield
CR2-M141	17816	570	96.9%
CR2-M130	7175124	236886	96.8%
CR2-M136	22114575	781780	96.6%
CR2-M113	73278927	3054220	96.0%
CR2-M112	71927191	4394459	94.2%
CR2-M83	5405729	349175	93.9%
CR2-M118	23781574	1549194	93.9%
CR2-M90	5613632	391322	93.5%
CR2-M120	44178220	3316720	93.0%
CR2-M192	11611584	872328	93.0%
CR2-M128	29781940	2283620	92.9%
CR2-M125	18520352	1520368	92.4%
CR2-M89	105351920	8956808	92.2%
CR2-M170	19579252	1730620	91.9%
CR2-M164	23587580	2087806	91.9%
CR2-M107	51062190	4722200	91.5%
CR2-M190	433072	40976	91.4%
CR2-M123	23727013	2531216	90.4%
CR2-M198	16502800	2117903	88.6%
CR2-M137	3710105	484110	88.5%
CR2-M119	24518050	3248206	88.3%
CR2-M171	74192760	9978800	88.1%
CR2-M194	53048738	7363820	87.8%
CR2-M193	17227560	2668800	86.6%

Tabla 49, Niveles de yield por máquina de enero a Junio del año 2020

Fuente, datos tomados de registros de Panduit

Estas son las dos máquinas con más producto desechado en los últimos dos meses en la línea de HV, por otro lado, por solicitud de la gerencia y debido al costo económico de algunos números de parte se procede a analizar colocar estos calentadores en algunos otros sistemas que serán detallados más adelante.

El colocar calentadores en las máquinas llamadas trimmer es debido a que para que las piezas sean cortadas exitosamente, deben estar calientes ya que al ser descartadas al ser plástico las mismas se enfrían. Los calentadores son colocados por la entrada del trimmer y posteriormente pasarían por el proceso de cortado para luego ser empacado el producto. Con esta acción se podría recuperar cerca del 50% del material defectuoso de estas máquinas.



Imagen 24, Ejemplo de calentador colocado

Fuente, imagen tomada de una máquina de Panduit

5.1.7.1 Análisis económico de esta acción

Como parte del análisis económico de esta acción, se presentan a continuación los gastos que se necesitan para llevar a cabo la implementación de la acción propuesta anteriormente.

Actividad necesaria	Recurso Necesario	Costo
Comprar calentadores	Calentadores	₡ 7,006,440.00
Comprar dispositivos varios	Dispositivos de instalacion	₡ 291,935.00
Colocar calentadores	Mano de obra de instalación	₡ 199,683.54

Tabla 50, Costos necesarios para implementación de esta propuesta

Fuente, elaboración propia

En el siguiente cuadro se ve el análisis económico de la acción de colocar calentadores.

Como plan inicial se planea colocar en Seis sistemas. Estos enfocados en costo de piezas y

cantidad de producto no conforme que producen, además de facilidad de implementación.

Los sistemas a implementar esta acción serían: M194, M193, M89, M90, M130, M141.

Retorno de inversión calentadores		100%	Ahorros	17,516,100.00	Inversión	7,498,058.54	100%	Periodos	10		
Valores dados en Colones Costarricenses											
Periodos	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Inversión requerida:											
Calentadores para retrabajo de material, costo	(7,498,059)										
Costos de producción evitados											
Total de ahorros esperados		17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100
Flujo neto de efectivo antes de impuestos	(7,498,059)	17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100	17,516,100
COSTA RICA, Impuesto sobre la renta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EEUU, Impuesto sobre la renta	0	516,916	459,481	402,046	344,611	287,176	229,741	172,305	114,870	57,435	(0)
Impuestos de efecto de depreciación	0	0	0	0	112,471	112,471	112,471	112,471	224,942	224,942	224,942
Flujo neto de efectivo después de impuestos	(7,498,059)	18,033,016	17,975,581	17,918,146	17,973,182	(17,862,756)	17,858,311	17,800,876	17,855,912	17,798,477	(17,276,408)
Tasa interna de retorno =	30.6%										
Valor presente neto (14.6% del capital) =	\$56,755,261										
Plazo de pago de inversión =	0.42 Años										
Retorno del capital empleado %	298.1%										

Tabla 51, Análisis económico de implementación de calentadores

Fuente, elaboración propia

En el cuadro anterior se muestran los resultados del análisis económico de esta propuesta. Estos resultados verifican la factibilidad de la iniciativa, ya que la tasa interna de retorno conocida como “TIR” refleja un resultado de 30.6%, además de un valor presente neto “VAN” de 56 755 261 colones y un retorno de inversión bastante bajo de tan solo 0.42 años. Por políticas de Panduit, una inversión debe recuperarse en menos de dos años. Por lo que con los datos anteriores la implementación sería factible.

5.1.8 Lista de tareas para paro inmediato de alarmas para no seguir produciendo producto no conforme de manera innecesaria

Con esta acción o que se pretende es que las máquinas no corran largos periodos de tiempo con problemas difíciles de arreglar, la idea principal es que cuando un operador con el

permiso avalado del supervisor se le presente alguno de los defectos vistos en la siguiente lista, detenga la máquina de inmediato para que el problema sea reparado con la máquina detenida. Estos fallos fueron catalogados por el personal experto como fallos difíciles de reparar y que se requiere gran cantidad de tiempo para ser arreglado completamente. Esta iniciativa se validó con personal experto del área.

Defectos críticos por los cuales la máquina se debe de detener de inmediato en el área de HV.
1. Missing Wedge.
2. Broken Core.
3. Partial Wedge.
4. Partes quebradas.
5. Fit suave (se devuelve).
6. Fit duro.
7. Partes llenas (sin lectura de CPM).
8. Pin del molde quebrado. (KO pin).
9. Puntas Quemadas.
10. Flash.
11. Ventanas tapadas.
12. Tickness fuera de spec (según FP).
13. Mismatch (Previamente rechazado por QA).

Tabla 52, defectos que requieren paro inmediato.

Fuente, elaboración del grupo de trabajo del presente proyecto.

Como se ve en cuadro anterior, los defectos anteriores fueron notificados a los operadores de producción, ellos cada vez que se encuentre con defecto de estos deben de detener la máquina de inmediato y posteriormente notificar a su supervisor sobre lo encontrado.

5.1.8.1 Análisis económico de la acción

Para esta acción no fue necesario realizar ninguna inversión económica.

5.1.9 Propuesta económica general

Se presenta a continuación un resumen general de las acciones y sus respectivas propuestas, además del costo de cada una y el tiempo de recuperación de inversión de las acciones que requirieron algún gasto económico.

#	Acción a implementar	Causa al que afecta	Encargado	Costo	Recuperación de inversión (años)	Fecha de implementación
1	Evaluar opción de scrap detect para todo HV	Tiempo de atención de alarmas	CR-CARA CR-SBC	₡ 243,486.00	0.1	Monday, July 6, 2020
2	Carritos de runner llenos, cambios de bolsas, bolsas en los molinos, limpiezas de trimmer, cambios de material, buscar forma de controlar este tipo de situaciones, evitar alarmas.(checklist de actividades para operadores)	Tiempo de atención de alarmas (evitar alarmas)	CR-SBC CR-JSD	₡ -	0	Thursday, July 9, 2020
3	Operadores dedicados a sistemas fijos para crear experiencia en fallos comunes.	Tiempo de atención de alarmas	CR-ECM, CR-JSD, CR-ASAP	₡ -	0	Monday, August 3, 2020
4	Programa de incentivos para operadores con buen Yield al final de mes.	Tiempo de atención de alarmas-Producto que se bota es producto bueno	CR-JPSR, CR-GSG	₡ -	0	Saturday, August 1, 2020
5	Definir un rol más participativo de los yield leader (pedir cuentas)	Tiempo de atención de alarmas-Producto que se bota es producto bueno	CR-SBC, CR-GSG, CR-CARA	₡ 12,635,737.00	0.33	Monday, July 20, 2020
6	Implementar plan robusto de 6S en el área de HV	Suciedad en el área	CR-JPSR, CR-GSG, CR-SBC, CR-CRM	₡ -	0	Monday, July 6, 2020
8	Atención diferenciada para máquinas con mayores problemas de yield (recuperación de material en la máquinas que se puede hacer), Colocar calentadores en PLT1M, M193, M194, retribajar material que sale catalogado como scrap	Producto que se bota es producto bueno	CR-CARA	₡ 7,498,058.54	0.42	Tuesday, August 18, 2020
9	Definir problemas que requieren paro inmediato por sistema para evitar máquinas corriendo scrap. Cuando detener máquinas? Plan de acción por tipo de alarmas	Tiempo de atención de alarmas-Producto que se bota es producto bueno	CR-SBC CR-JSD	₡ -	0	Monday, July 13, 2020
10	Certificaciones para trabajar sistemas críticos	Tiempo de atención de alarmas-Producto que se bota es producto bueno	Supervisores de producción	₡ -	0	Monday, August 10, 2020

Tabla 53, cuadro resumen del plan de acción implementado

Fuente, elaboración del grupo de trabajo

5.1.10 Retorno de inversión general del proyecto

En el siguiente cuadro se muestra el análisis económico general del proyecto, se muestran todas las inversiones realizadas, además de los ahorros esperados de manera anual. Este análisis una proyección que se hizo con los datos del proceso y la mejora presentada, además fueron validados con la parte financiera de la empresa y el gerente de ingeniería del área.

Retorno de inversión calentadores		100%		Ahorros	€ 42,525,450.00	Inversión	€ 20,133,453.74	100%		Periodos	10
Valores dados en Colones Costarricenses											
Periodos	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Inversión requerida:											
Calentadores para retrabajo de material, costo	(20,133,454)										
Costos de producción evitados											
Total de ahorros esperados		42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450
Flujo neto de efectivo antes de impuestos	(20,133,454)	42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450	42,525,450
COSTA RICA, Impuesto sobre la renta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EEUU, Impuesto sobre la renta	0	1,388,000	1,233,778	1,079,556	925,334	771,111	616,889	462,667	308,445	154,222	0
Impuestos de efecto de depreciación	0	0	0	0	302,002	302,002	302,002	302,002	604,004	604,004	604,004
USA INCOME TAX ON REPATRIATED INCOME	0	0	0	0	0	(87,438,019)	0	0	0	0	(85,394,474)
Flujo neto de efectivo despues de impuestos	(20,133,454)	43,913,450	43,759,228	43,605,006	43,752,785	(43,839,456)	43,444,341	43,290,119	43,437,898	43,283,676	(42,265,020)
Tasa interna de retorno =	30.1%										
Valor presente neto (14.6% del capital) =	\$135,999,881										
Plazo de pago de inversión=	0.46 Años										
Retorno del capital empleado %	268.3%										

Tabla 54, Análisis económico del gerente

Fuente, elaboración propia

El retorno de inversión del proyecto es de tan solo 0.46 años, por lo que el proyecto es viable a nivel económico, además la tasa interna de retorno es de 30.1% y un retorno del capital empleado de 354% de manera anual.

5.2 ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA

En esta etapa se realiza un comparativo del antes y después en relación con el indicador de yield, una vez implementados los planes piloto de la propuesta anteriormente expuesta, para evidenciar la mejora de manera clara se presenta una comparación del indicador de yield oficial de Cable ties en Panduit.

Los planes piloto se iniciaron a implementar a mediados de julio del año 2020 y aún se encuentran en ejecución, pero ya se nota una mejora substancial en el indicador de yield en la línea de HV en Cable ties. El promedio del indicador del Yield en la línea de HV es de un 91.4% de Enero a junio del 2020, pero en los dos últimos dos meses de julio y agosto el promedio es 92.75%, por lo que se ve una mejoría de un 1.35% y con una tendencia al alza.

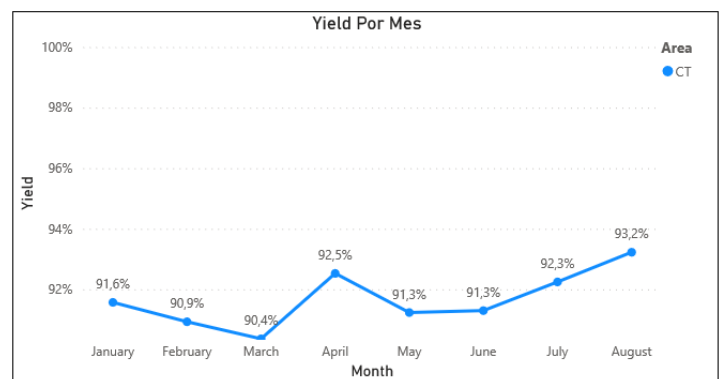
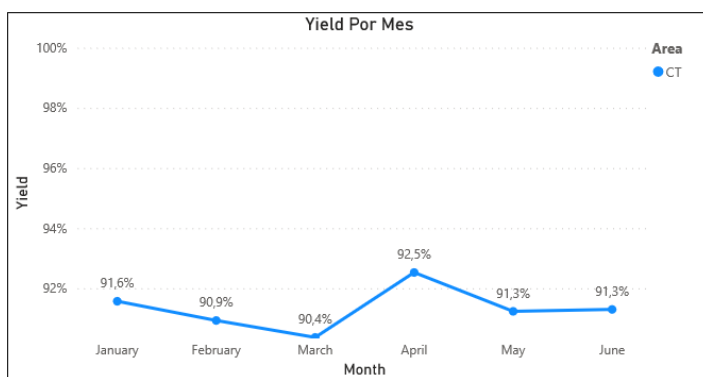


Imagen 25, gráficos de yield de la línea de HV

Fuente, Gráficos tomados de documentos internos de Panduit

Para presentar más gráficamente la mejora antes mencionada se presentan los datos de manera semanal desde la semana 25 hasta la semana 34 del año 2020.

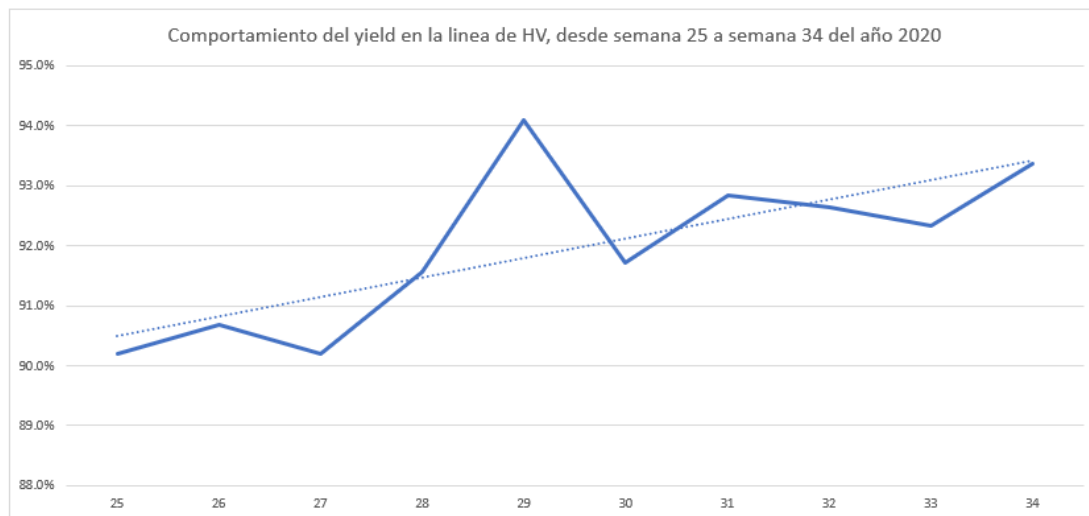


Imagen 26, Gráfico de yield semanal de la línea de HV.

Fuente, elaboración propia

Se ve una tendencia a la mejora en el indicador de yield desde el mes de julio del 2020. Se espera que esta mejora sea mayor cuando toda el área de HV tenga todas las acciones implementadas, ya que de momento se implementaron solamente los planes piloto. Hasta el cierre del proyecto el producto de desecho se disminuyó a un 15.6%.

Ahorros obtenidos		
Total desechado para línea de HV al año	₡	212,626,449.00
Ahorros esperados	₡	42,525,289.80
Meta del proyecto		20%
Porcentaje de avance al cierre del proyecto		15.60%
Ahorros hasta el cierre de las pruebas piloto	₡	33,169,726.04

Tabla 55, Ahorros obtenidos al cierre del proyecto

Fuente, elaboración propia

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

La Metodología DMAIC ha orientado el proyecto sobre un hilo conductor definido, donde se inició determinando las necesidades del cliente que serían incluidas en el diseño del sistema. Las mismas fueron clasificadas y traducidas a requerimientos técnicos que se desarrollaron en las primeras etapas del proyecto, culminando con las corridas de pruebas piloto que permitieron garantizar el exitoso cumplimiento de las necesidades captadas al inicio del proyecto.

6.1.1 Conclusiones generales

- Se cumple de manera exitosa con el objetivo general del proyecto al desarrollar un plan para la mejora del indicador de calidad. Se logró diseñar una propuesta de sistema de monitoreo que abarca nueve acciones, de esta manera se facilita la mejora del proceso.
- En el presente proyecto se cumplen con los cinco objetivos específicos que se plantearon al inicio de este, desde la búsqueda de información de las posibles causas, hasta el desarrollo de una propuesta de mejora del indicador de yield.
- El dar énfasis y visualización del yield hace que el personal de Cable ties sienta mayor responsabilidad por el rendimiento del indicador de yield del área.
- El área pasa de un estado de incertidumbre, a un estado cuantificable por medio de los indicadores y seguimiento diario del proceso.

- El diseño del nuevo sistema elimina el manejo subjetivo del área por parte de los supervisores y gerencia de Cable ties.
- Se lograron construir los planes necesarios para las corridas de pruebas piloto, las cuales permitieron verificar el cumplimiento de las necesidades del cliente.
- Se evidencia un impacto positivo del indicador de Yield del área de HV, debido a que los resultados de las pruebas piloto reflejaron un incremento promedio de 1.35%.
- Se logró bajar el porcentaje de producto no conforme de la línea de HV un 15.69% con la puesta en marcha de las pruebas piloto del plan de acción planteado.
- Se logró evaluar el impacto económico de la implantación del sistema, mediante un análisis económico, dando como resultado un retorno de inversión de tan solo 0.46 años, lo que indica que el proyecto es viable económicamente.
- El seguimiento de protocolo de Yield es el plan de control de las acciones implementadas y la mejora continua del proceso como tal. El buen seguimiento del protocolo planteado garantizará la mejora sostenida en el tiempo.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la organización impulsar mayor protagonismo de los supervisores de producción en su rol de yield, ya que antes de este proyecto eran muy ajenos con el proceso.
- Es importante dar un seguimiento muy cercano al correcto seguimiento al protocolo de Yield planteado en este proyecto, por lo que se recomienda a la gerencia de Cable ties programar sesiones de seguimiento a las acciones de largo plazo colocadas en los A3. En estas sesiones deberían estar todos los dueños de acciones. El seguimiento de este protocolo es el plan de control de las acciones implementadas y la mejora continua del proceso como tal.
- Se recomienda la mejora del proceso de entrenamiento para los operadores de producción y personal técnico de tool room y mantenimiento. A pesar de que, si existe un plan de entrenamiento como tal, si el mismo tiene una lógica apropiada es cuestionable, además no existe una figura de entrenador, por lo que hay muchas debilidades en el proceso y no está estandarizado.
- Es recomendable fortalecer habilidades sobre análisis causa raíz, y manejo de prioridades y toma de decisiones basadas en estadística a los supervisores de producción, esto para fomentar el análisis y mejorar el manejo de proyectos.
- Se recomienda elaborar un plan para la mejora de la tecnología de los equipos auxiliares de las máquinas de producción. La mayoría de las alarmas es debido a fallos de equipos que por antigüedad y dificultad de uso provocan fallos muy recurrentes.
- Es recomendable revisar la carga de trabajo que poseen los operarios de máquinas para verificar que puedan cumplir con la cantidad de inspecciones a realizar en el

tiempo determinado, para garantizar la calidad del producto y también la buena atención a cada máquina.

- Se recomienda aplicar un modelo del proyecto similar orientado en el monitoreo de tiempos muertos, debido a que la planta cuenta con algunos problemas de disponibilidad de equipos y por ende no se está cumpliendo la meta de OEE planteada a inicio de año.
- Es muy conveniente para el área implementar un plan de acción para las causas que no están incluidas en este proyecto, esto debido a que hay porcentaje de mejora pendiente de explorar.

Bibliografía

- ACOFI. (1999). *Ingeniería industrial*. Bogotá: ACOFI.
- Acuña, J. (1996). *Control de Calidad, un enfoque integral y estadístico*. Cartago: Editorial tecnológica de Costa Rica.
- Arimetrics. (2020, Mayo 7-Mayo-2020). *Arimetrics*. Tratto da www.arimetrics.com/glosario-digital: <https://www.arimetrics.com/glosario-digital/voice-of-customer>
- Baca, G. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. Mexico: Grupo editorial Patria.
- Cicero comunicación. (2020, Septiembre 23). *cicerocomunicacion*. Tratto da [cicerocomunicacion](http://www.cicerocomunicacion.es/metodologia-dmaic/): <https://www.cicerocomunicacion.es/metodologia-dmaic/>
- Flores, G. V. (2017). MEJORA EN EL RENDIMIENTO DE ICT PROYECTO NISSAN.
- Fotalvo, H. Y. (2011). *Seis Sigma, Métodos estadísticos y sus aplicaciones*. utec.
- <http://www.yizumi.com>. (2020, Marzo 30). Tratto da <http://www.yizumi.com/en/product>: <http://www.yizumi.com/en/product>.
- Ingeniería industrial online.com. (2020, Agosto 8). *Ingeniería industrial online.com*. Tratto da Ingeniería industrial online.com: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/jidoka-autonomizacion-de-los-defectos/>
- Leal, J. M. (2014, Diciembre 04). MEJORA DE VIDA UTIL DE MOLDES DE INYECCION QUE UTILIZAN EL POLIMERO PPE+PS+PA. *MEJORA DE VIDA UTIL DE MOLDES DE INYECCION QUE UTILIZAN EL POLIMERO PPE+PS+PA*. Aguascalientes, Mexico: CIATEO.
- Marchán, N. S. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. Caracas: Universidad Nacional abierta.
- Nievel, F. N., & Freivalds, N. (2009).
- Nouvelles, A. (2015). *Alpha Nouvelles*.
- Prada, M. R. (2014). Introducción a la ingeniería industrial. *Introducción a la ingeniería industrial*, Cap 10.
- Pulido, H. G. (2010). *Calidad total y productividad*. España: McGRAW-HILL.
- Pulido, H. G. (2010). *Calidad Total y Productividad*. España: McGRAW-HILL.
- Pyzdek-Keller. (2003). *The Six sigma Handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Pyzdek-Keller. (2003). *The Six Sigma Handbook*. New York.: McGraw-Hill.
- Raffino, M. E. (2010, Junio 18). *Concepto.de*. Tratto da [Concepto.de](http://concepto.de): <https://concepto.de/entrevista/>
- Render, H. y. (2009).
- Roberto José Herrera Acosta. (2001). *Seis Sigma, Métodos Estadísticos y Sus Aplicaciones*. San Salvador: Biblioteca Utec.
- Roberto José Herrera Acosta, 2. (2001).

RODRIGUEZ, J. A. (2019). METODOLOGÍA PARA LA PREDICCIÓN DE YIELD.

S.L., E. (2018). *Envaselia*. Tratto da Envaselia: <https://www.ensavelia.com/blog/tipos-de-plasticos-termoplasticos-termoestables-y-elastomeros-id14.htm>

Salazar, H. G. (2009). *Control estadístico de calidad y Seis sigma*. Ciudad de Mexico: McGraw-Hill.

Yacuzzi, E. (2003). *Los costos de la calidad: conceptos y aplicaciones en la industria farmacéutica*. Buenos Aires: C.E.M.A., 2003.

Anexos

Anexo 1, entrevista de stakeholder

Entrevista a Stakeholder

Posición del stakeholder:	A favor	Neutral	En contra
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1- ¿Porque considera usted que la organización necesita este proyecto y como describiria el exito del proyecto?			
2-¿Qué problemas ve usted actualmente en el proceso? ¿Cuales ve usted más recurrentes?			
3-¿Qué se ha hecho anteriormente para solucionar este problema?			
4-¿Cómo describiría usted el éxito del proyecto? Porcentaje de mejora esperado ? Tiempo de entrega de proyecto?			
5-¿Quiénes cree que se vean impactados por este Proyecto (tanto positivo como negativamente)? ¿Como?			
6-¿Qué frustraciones ha tenido con proyectos terminados anteriormente?			
7-En su opinión, ¿cuáles son los riesgos del proyecto? ¿Cuáles son las posibilidades de éxito versus fracaso? ¿Porque?			
8-¿Qué información de este proyecto usted desea que se le informe? ¿Qué tan seguido le gustaría recibir la información? ¿Por cuales medios?			

Anexo 2, resumen de stakeholders

Rol	Stakeholder	Encargado
Gerente de planta	Jose Alvarez	Steven Barrantes
Gerente de producción	Oscar Rodriguez	Alvaro Sandoval
Gerente de producción	Giany Solano	Francisco Rodriguez
Supervisor de producción	Darling Gaitan	Steven Barrantes
Supervisor de producción	Joseph Salas	Francisco Rodriguez
Supervisor de producción	Ericka Chaverri	Steven Barrantes
Supervisor de producción	Alvaro Sandoval	Francisco Rodriguez
Gerente de Tool Room	Olger Barrantes	Carlos Rojas
Gerente de ingenieria	Pablo Solorzano	Carlos Rojas
Gerente de Manto	Cesar Rios	Francisco Rodriguez
Técnico	Rudy Rodriguez	Josue Lara
Gerente de área de Calidad	Susana Morales	Steven Barrantes
Ingeniero de proceso	Francisco Rodriguez	Alvaro Sandoval
	Operario de Produccion HV	Steven Barrantes
	Operario de Produccion HV	Jean Carlo Suarez
Técnico de producción	Ronnys Ramirez	Jean Carlo Suarez
Técnico de producción	Mainor Rodriguez	Jean Carlo Suarez
Gerente de materiales	Juan Serrano	Josue Lara

Anexo 3, resumen de resultado de las entrevistas

Customer	Voice of the customer	CTQs
Gerencia	Disminuir el scrap es importante para ganar competitividad y rentabilidad. Debería ser un proyecto estrategico debido al impacto que tiene. Se espera un alto porcentaje de reduccion. La percepcion que hay es que la mayor parte del scrap es producto bueno que debemos disminuir.	Scrap vs SVP(-15%) - Manufacturing variance. ATF.
Supervisores	Es importante lograr la meta de scrap, el negocio debe ser competitivo y reducir el yield loss.	Scrap vs SVP
Ingenieria	Necesidad de competir con otros sites, ya que estamos perdiendo rentabilidad y esto nos hace ver mal, es necesario tener mas controlado el desperdicio que generamos. El scrap es un problema grave que debe ser controlado.	Scrap vs SVP(-15%) Manufacturing variance. Piezas producidas mensualmente, Yield.
Producción	Es importante ya que la cantidad de scrap recuperable es significativa, les preocupa la poca informacion que se recibe. Se debe prestar atencion a los equipos auxiliares. Se espera una solucion robusta para recuperar material.	Alta mejora en scrap vs SVP

Anexo 4, plan de comunicación del proyecto

Plan de comunicación

Project Name	Project Reference Number	Project Manager	Date Prepared
Mejora de indicador de Yield	N/A	CR-SBC	10/Mar /2020
Champion			Expected Close Date
Jose Pablo Solorzano			31/ Ago/2020

What (Topic)	Key Messages	Sender (Who is the most appropriate person to send this to each audience?)	Audience (Specify each audience to receive this message)	Frequency	Release Date (Plan dates in italics, final dates in normal font)	Media (Face-to face, phone, teleconference, e-mail)
Plan for sending communications:						
Avance general del Proyecto	Cierre de fase	TEAM	JPSR Gerentes de Área Supervisores de Producción Principales Stakeholder	Al final de cada fase	Al final de cada fase	Meeting
Avance general del Proyecto	Estatus general del proyecto	SBC/CARA/	Operarios Inspectores de Calidad Técnicos	Gembas, Reunión semanal con demás turnos.	Octubre, 2019	Face-to-face
Cambios a los procesos actuales	Revisar con los "process owners" sobre algún cambio que se requiera y las implementaciones	Team	Process Owners Departamento de entrenamiento	Según se requiera	Improve	Face-to-face



Plan de manejo de riesgo del proyecto

Project Name	Project Reference Number	Project Manager	Date Prepared
Reducción de scrap por caída de línea			
Champion			
Jose Pablo Solorzano	NA	CR-SBC	8/Mar/2020

Risk #	Risk Description	Impact On Objective (High, Medium, Low)	Probability Of Occurrence (High, Medium, Low)	Risk Score	Action Plan (Prevention / Mitigation / Contingency)	Residual Risk Score	Owner	Target Date	Action Taken? (Y/N)	Effective? (Y/N)
1	Falta de seguimiento a acciones implementadas	6	6	36	1- Meter acciones implementadas en plan de auditorias de mejora si aplica. 2- Meter implementaciones claves de este proyecto en las auditorias Gemba. Implementar auditorias Gemba	18	CR-SBC	30-Mar-20	YES	
2	Falta de apoyo al proyecto	9	1	9	N/A	9				
3	Rotación del personal	6	5	30	1-Actualizar de forma inmediata lo entrenamientos o cambios en los procesos que se hagan durante el proyecto y definir entrenamientos críticos para que se den antes de que el operario quede trabajando solo en máquina.	16	Team	Según se requiera	Yes	

Anexo 5, Observaciones del proceso, producto no conforme

Fecha 31/Mar/20

# Maquina	Tiempo en ser atendida	Tiempo en resolver alarma	Problema	Hora	Scrap?
89	1min 14 seg	15 seg	Cavidad Baja	6:11	no
128	5 seg	5 min	Cavidad Baja	6:16	si
120		1min 36 seg	Atasco en el tambores	6:25	si
128		3 min	Cavidad Baja	6:35	si
89	1 min	15 seg	Cavidad Baja	6:50	no
119		2 min	Atasco frimmer	6:55	si
89	3 min 30 seg	15 seg	Cavidad Alta	7:06	no
89	2 min 15 seg	7 min	Bajo nivel de material	7:18	si
112		8 min	Bajo nivel de material	7:46	si
89	10 s	10 s	Cavidad Alta	9:09	no
89		40 s	Cavidad alta	9:13	no
120	35 s	3 min 12 seg	Atasco en el chopper	9:20	si
89	5 s	10 s	Cavidad alta	9:32	no
130	5 s	5 min 20 seg	Atasco de parte del motor	9:42	si
116	15 seg	6 min	Atasco en el chopper	9:50	si
125	13 s	5 s	Bajo nivel de material	10:00	no
89	42 s	5 s	Cavidad Alta	10:05	no
119		25 seg	Cavidad Baja	10:25	no
119	15 seg	5 s	Cavidad Baja	10:38	no
119		40 seg	Cavidad alta	10:50	no
130	15 seg	8 min 46 seg	Nivel bajo de material	11:05	no
130	5 seg	5 min	Atasco en la molienda	11:51	si
137	1 min 56	3 min	Falta de rotación de la línea	12:08	si
137	5 seg	1 min 35 seg	Atasco en los tambores	12:16	si
119		20 seg	Cavidad baja	12:25	no
89	6 seg	20 seg	Cavidad alta	12:26	no
119		43 seg	Cavidad Baja	12:33	no
119		25 seg	Cavidad alta	1:30	no
117	2 min	15 seg	Cavidad Baja	1:51	no
120	7 seg	1 min	Resorte de línea	2:00	si
119	3 min	10 s	Cavidad Baja	2:20	no
116		30 s	Cavidad Baja	2:26	no
89		1 min 6 seg	En la línea	2:40	no
119	5 s	10 s	Cavidad Baja	3:30	no
116	25 s	6 min 42 seg	Atasco en el tambores	3:47	si
M119		19 seg	Prueba sensores	4:41	No
M119		30 seg	Prueba sensores	4:43	No
M119		30 seg	Prueba cavidad Alta	4:49	No

Anexo 6, Observaciones del proceso, producto no conforme

31-Mar-20
 Fecha XXXXXXXXXX

# Maquina	Tiempo en ser atendida	Tiempo en resolver alarma	Problema	Hora	Scrap?
M119			Molde bajo	5:14 a.m.	No
M116		7 min 23 seg	Atasco	5:20	Si
M118		10 min 12 seg	Tir que defiene	5:29	Si
M090	1 min 06 seg			5:56	No
118	1 min	15 seg	Cara quemado	6:04	Si
112	10s	29 seg	Atasco	6:15	Si
128	3 min	1 min 50 seg	Pulsa / Abast. abast. helio	6:20	Si
128	37 seg	1 min 45 seg	"	6:30	no
M89	2 min	20 seg	Cavidad alta	6:36	no
M89		3 min 30 seg	Impulso trimeros	6:38	Si
M128		4 min 13 seg	medicacion digital / Cambio de tar	6:55	Si
M89		22 seg	Cavidad alta	7:05	no
M89		22 seg	Cavidad alta	7:08	no
M89	2 min	15 seg	"	7:35	no
M89	2 min 30 seg	15 seg	"	8:02	no
M112	1 min	1 min 40 seg	Atasco en el count	8:13	no
M128	55 seg	1 min	Kubi cambio de R/roll	8:25	no
M83	32 seg	4 min	Disturbio ^{arranque} stop / arranque	9:14	Si
M83	1 min	9 min	Shot de gas de arranque	9:34	Si
M107	25 seg	1 min 47 seg	Atasco en el trimeros	10:00	Si
M112	20 seg	24 min / 3 min	Atasco en el count / arranque	10:16	Si
M125	15 seg	2 min	Atasco trimeros	10:50	Si
128		3 min 30 seg	medicacion digital	11:11	Si
112	3 min	3 min TR	Shot de gas de arranque	11:25	Si
89		4 min 40s	arranque x fallo	12:04	Si
171	15s	35s	Operacion de una herramienta	12:12	no
89	2 min 50s	30s	Cavidad Alta	12:17	no
137	15s	1 min 25 seg	Atasco en la bandeja Bigger	12:31	Si
137	38s	1 min 37	Atasco en loader	12:38	Si
137		4 min 16.5	Atasco en la bandeja del trimeros	12:41	Si
128		4 min	Arranque por fallo	1:47	Si
89	42 seg	15 seg	Cavidad alta	1:58	no
"	1 min 24 seg	15 seg	"	2:05	no
M170	15 seg	2 min 37 seg	Atasco en el Bigger	2:20	Si
137	6 min	10 min	Shot de gas de arranque	3:20	Si
M170	00 seg	23 seg	Atasco	4:12	Si
M89	32 seg	35 seg	Presion cavidad Alta	4:13	no
M89	31 seg	16 seg	Presion cavidad Alta	4:20	no

-> no hay que

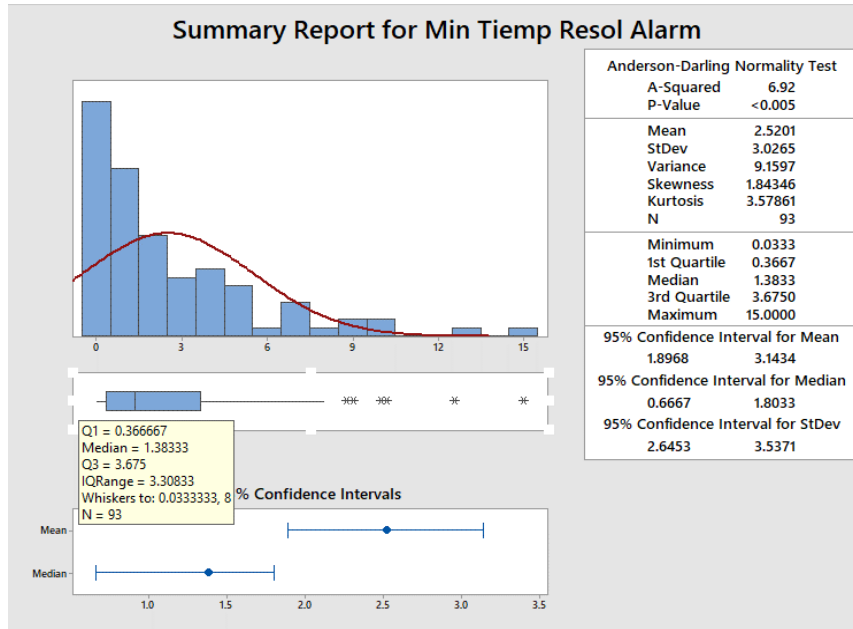
Anexo 9, observaciones de alarmas

Fecha	25-Mar-20
-------	-----------

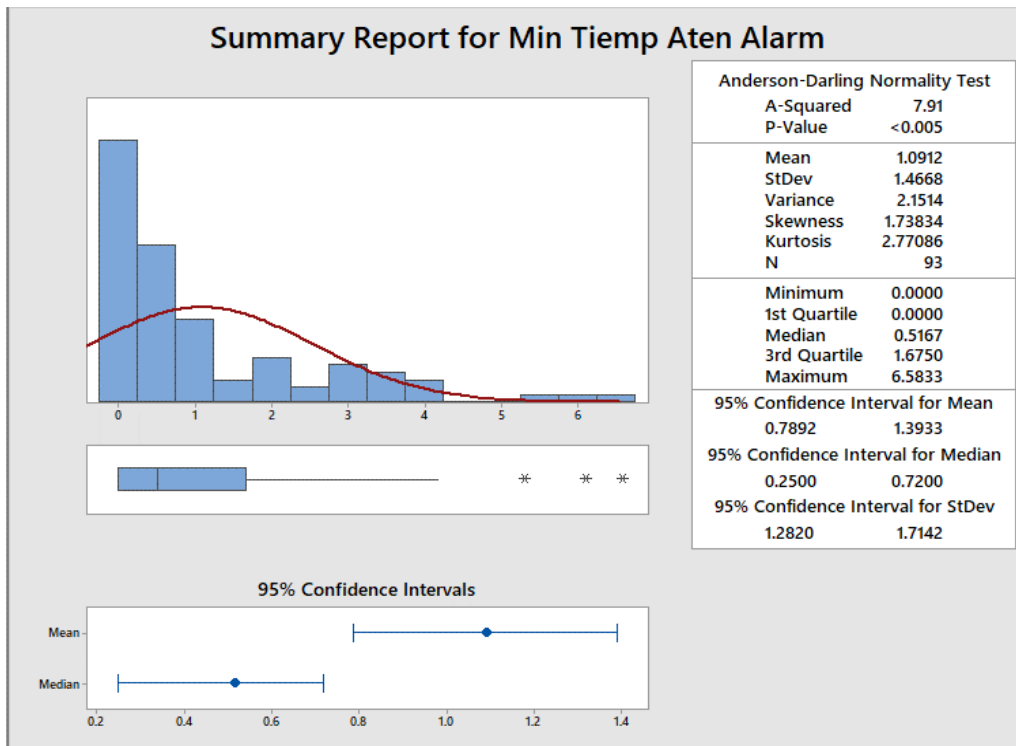
#Máquina	Tiempo en ser atendida seg	tiempo en resolver alarma	Problema	Hora	Scrap
M89	20	1087.8	gula trimer	6:40	si
M118	83	1145.4	contando una amarra de menos	7:05	si
M120	105	87	se abre puerta, se detiene bagger	7:30	si
M119	102	1114.2	fuga de material	7:32	si
M116	56	691.2	no expulso material	7:50	si
M116	107	20	Presión de cavidad	8:11	no
M89	10	21	Presión de cavidad	8:12	no
M120	10	301.8	se quedo sin material	9:05	si
M116	60	144.6	Atasco traken e trimer	9:55	si
M89	10	91.2	atasco en bagger	10:50	no
M116	9	75.6	se cae línea- piezas cortas	10:55	si
M136	30	60	se reventó línea	10:57	no
M118	0	126.6	runner se pega (molino)	11:03	si
M89	10	20	no llego material al hopper	11:09	si
M123	315	667.2	cambio de material	11:11	si
M89	0	30	presión de cavidad alta	11:52	no
M89	12	20	presión de cavidad alta	12	no
M89	20	60	atasco runner	2.25	si
M89	22	53	presión de cavidad alta	2.27	no
M89	22	12	presión de cavidad alta	2:34	no
M89	38	15	presión de cavidad alta	2.36	no
M89	91	390	presión de cavidad alta	2.4	no
M116	70	386.4	Atasco	3:00	si
M118	60	20	presión de cavidad alta	3:07	no
M125	0	134.4	amarra en trimer	3.15	si
M89	6	14	corte de shot	6:38	no
M90	0	2700	amarra tascada en tolva	6:00	si
M137	48	600	amarra tascada en tolva	6:48	si
M112	10	364.2	shot pegado	7:45	si
M112	100	5	presion baja	7:46	no
M112	7	94.8	shot pegado	7:54	si
M118	24	213	se cae línea	8:00	si
M112	0	1404	problemas de presión	8:10	si
M112	25	5	presion baja	7:46	no
M112	7	94.8	shot pegado	7:54	si
M118	240	213	se cae línea	8:00	si
M112	0	1404	presion baja	8:10	si
M116	0	1021.8	cambio de material/missing wege	9:53	si
M89	65	366	cambio de receta	10:10	si
M116	0	140	presion alta	10:18	si
M116	250	14	presion baja	10:19	si
M116	300	104	presion alta	10:20	si

M116	44	480	presion en cavidad	10:25	si
M89	11	616.8	cambio de receta	10:43	si
M118	36	246	atasco en trimmer	11:28	si
M118	55	62.4	presion alta	11:34	no
M89	26	30	presion alta	11:36	no
M89	10	29	presion alta	1:05	no
M137	11	1022.4	se quedo sin material	1:07	si
M89	24	13	presion baja	1:24	no
M89	60	15	presion baja	1:25	no
M89	60	10	presion baja	1:35	no
M170	30	250.2	shot pegado	1:54	si
M136	100	307.2	fallo sensor en sist de empaque	2:00	si
M116	155	127.2	se quedo sin material	2:15	si
M116	144	614.4	se quedo sin material	2:23	si
M116	169	50	cambio de bolsa	2:49	no

Anexo 9, tiempo en atender alarmas, gráfico



Anexo 10, tiempo en resolver alarmas
















Anexo 11, sistemas donde se puede recuperar material


Máquina	Sistema	Se puede recuperar material frio?	Comentarios
M90	KPLT6-10LH	TBD	
M83/M141	BPLT2-3-5-6EH	No	Evaluar calentador
M125	NPLT4S	Si	
	ACBR3-4I	Si	
M136	FPLT4H	Si	
M118	JPLT4S	Si	
	MPLT3S	Si	
M112	TPLT2S QPLT2S	Si	
M137	JPLT7-9LH	Si	
	AHV9150	TBD	
	AHV9250		
M130	HPLT5-6-8H	Si	
M107	GPLT1.5M	Si	
M113	KPLT1.5I	Si	
M119	CPLT2M	Si	
M194	AMPLT1M	No	Evaluar calentador
M171	AEPLT1M	Si	
M89	AJPLT1M	Si	
M170	KPLT4S	Si	
M120	HPLT2I	Si	
M198	GPLT2I	Si	
M123 M128	XMR	No	No aplica
M116		TBD	
M193	AHPLT1M	No	
M190	EPLT4H	Si	Evaluar calentador
M192	LPLT3S	TBD	Problemas de corte alto, e inclusive cabezas majadas, evaluar calentador

Anexo 12, lluvia de ideas realizada con personal experto de Cable ties



Lluvia de ideas improve. GB mejora de yield por línea caída

 Estiven Barrantes Castro

Required  Susana Morales Arroyo;  Ricardo Emilio Carranza Alvarado;  Gianni Solano Gutierrez;  Joseph Salas Diaz;  Jean Carlo Suárez Gómez;  Francisco Rodriguez Solis;  Carlos Rojas Arroyo;  Darling Gaitan Obando;  Mainor Rodriguez Carvajal;  Ericka Chaverri Morales;  Nelson Perez Abarca;  Cesar Rios Mora

Optional  Sergio Bonilla Rojas

Retention Policy Default 3 year move to Deleted (3 years) Expires 7/14/2023

 ~~Wednesday, July 15, 2020 9:00 AM-10:00 AM~~ (Tuesday, July 14, 2020 2:30 PM-3:30 PM)  CR-Arenal; cr-irazu


Buenas












Puse las 2 salas para guardar la distancia requerida.


Gracias

Anexo 13, lluvia de ideas realizada con personal experto de de Cable ties



FW: Lluvia de ideas improve. GB mejora de yield por línea caída

 Estiven Barrantes Castro

Required  Nelson Perez Abarca;  Susana Morales Arroyo;  Ricardo Emilio Carranza Alvarado;  Gianni Solano Gutierrez;  Joseph Salas Diaz;  Jean Carlo Suárez Gómez;  Francisco Rodriguez Solis;  Carlos Rojas Arroyo;  Darling Gaitan Obando;  Mainor Rodriguez Carvajal;  Ericka Chaverri Morales

Optional  Sergio Bonilla Rojas

Retention Policy Default 3 year move to Deleted (3 years) Expires 7/14/2023

 Tuesday, July 14, 2020 2:30 PM-3:30 PM  CR-Arenal; cr-irazu

-----Original Appointment-----

From: Estiven Barrantes Castro

Sent: Monday, July 13, 2020 7:41 AM

To: Estiven Barrantes Castro; Susana Morales Arroyo; Ricardo Emilio Carranza Alvarado; Gianni Solano Gutierrez; Joseph Salas Diaz; Jean Carlo Suárez Gómez; Francisco Rodriguez Solis; Carlos Rojas Arroyo; Darling Gaitan Obando; Mainor Rodriguez Carvajal; Ericka Chaverri Morales

Cc: Sergio Bonilla Rojas

Subject: Lluvia de ideas improve. GB mejora de yield por línea caída

When: Tuesday, July 14, 2020 2:30 PM-3:30 PM (UTC-06:00) Central America.

Where: CR-Arenal; cr-irazu

Buenas







Puse las 2 salas para guardar la distancia requerida.

Gracias






Anexo 14, imagen de un ejemplo de una máquina de la línea de HV



Anexo 15, plan de 6s implementado en la línea de HV

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		Título:	Área: (Ejemplo Shipping)	Página 1 de 3
<i>Connect contains the current revisions of documents. Printed copies should be checked for current date prior to use.</i>				
Paso	Acción	Foto, si aplica		
Inspección de niveles de aceite Hidráulico y Lubricación				
1	<p>Máquinas Arburg Nivel de Aceite Hidráulico:</p> <p>En las máquinas Arburg el nivel de aceite se puede observar desde la pantalla de la máquina. Para ingresar se debe presionar en los siguientes iconos marcados en Rojo:</p> <p>Paso 1 </p> <p>Paso 2 </p> <p>Paso 3 </p>			
2	<p>Luego de concluir los pasos anteriores, aparecerá en los interruptores/entradas: Circuitos de mando:</p> <p>Cada uno indica si esta activado o no con el punto negro.</p> <p>Cuando la máquina posee el nivel de aceite bajo el S925 se va a desactivar</p>			
3	<p>Máquinas Arburg Nivel de Aceite de Lubricación:</p> <p>En las máquinas Arburg el tanque de aceite de lubricación se encuentra en la parte trasera.</p> <p>En el tanque se puede observar los niveles (Mínimo y máximo) y el nivel en el que se encuentra.</p>			

Anexo 15, plan de 6s implementado en la línea de HV

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO	Título:	Área: (Ejemplo Shipping)	Página 2 de 3
4	<p>Máquinas Yizumi Nivel de Aceite Hidráulico:</p> <p>Para las máquinas Yizumi, el visor de aceite se encuentra en la parte delantera de la máquina.</p> <p>Cuando el nivel de aceite (la parte blanca) este hasta abajo se deberá rellenar.</p> <p>El nivel ideal sería cuando el flotador de aceite se encuentre en la parte superior.</p> 		
5	<p>Máquinas Yizumi Nivel de Aceite de Lubricación:</p> <p>En las máquinas Yizumi el tanque de aceite de lubricación se encuentra en la parte trasera.</p> <p>En el tanque se puede observar los niveles (Mínimo y máximo) y el nivel en el que se encuentra.</p>		
6	<p>Máquinas HPM Nivel de Aceite Hidráulico:</p> <p>Para las máquinas New HPM, Old HPM y New Britan, el visor se puede localizar del lado del operador o del lado contrario.</p> <p>Cuando el aceite no se visualice por el visor se deberá informar a mantenimiento para que se rellene.</p>		
7	<p>Máquinas HPM Nivel de Aceite de Lubricación:</p> <p>En las máquinas HPM el tanque de aceite de lubricación se encuentra en la parte trasera.</p> <p>En el tanque se puede observar los sensores (Anaranjados) los cuales indican el nivel de lubricación.</p>		

Anexo 15, plan de 6s implementado en la línea de HV

GEMBA 6s' Cable Ties Fecha 19 Agosto -20

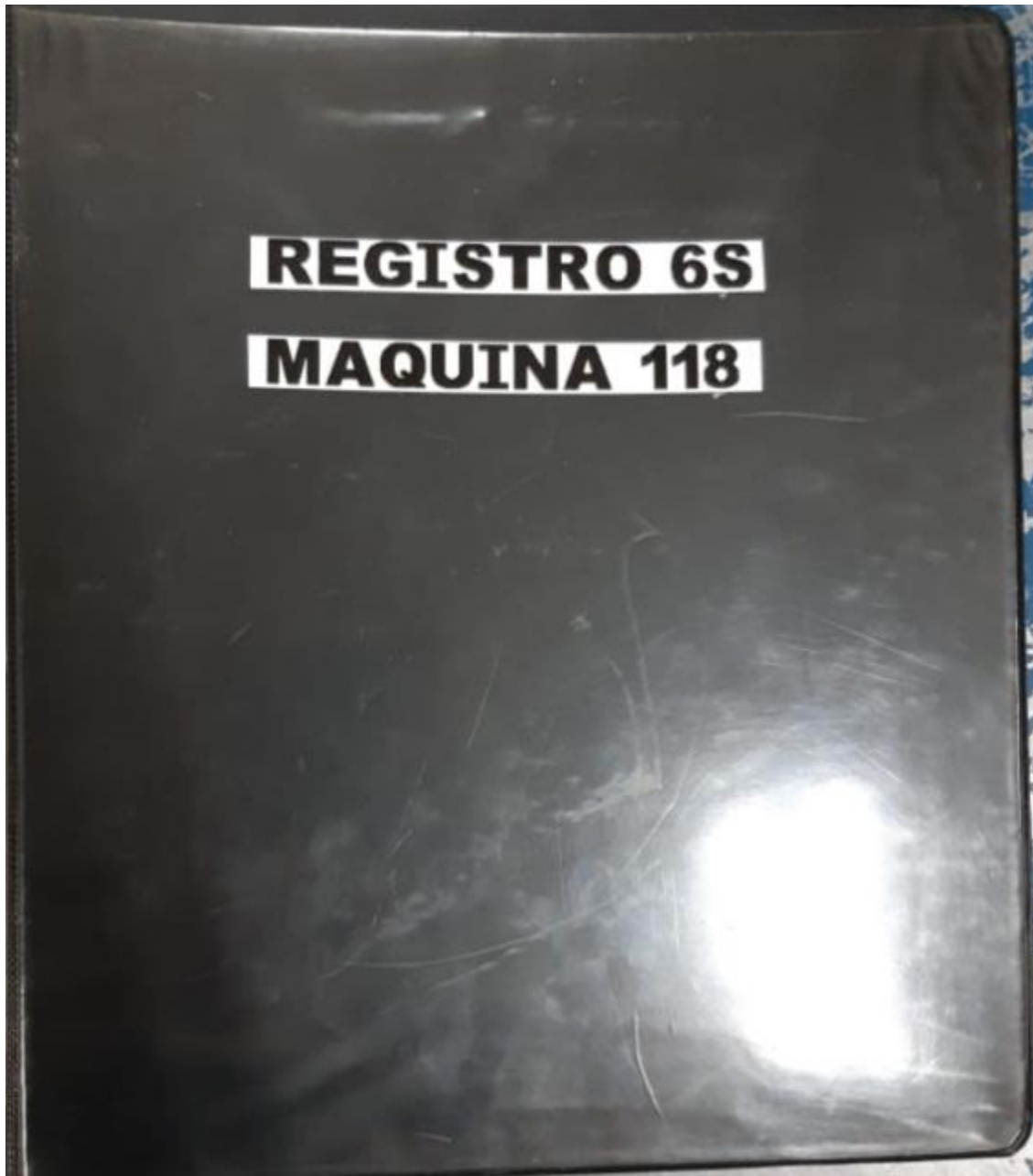
Producción 73521 Soporte 124

Instrucciones: Producción debe marcar con un "check" los puntos que cumplen y con una "x" los que no, en la

	Observaciones Producción							Observaciones Dept Soporte	
	D	L	K	M	J	V	S	Anotar el número de Orden de Trabajo asignado	
Fugas de aceite									
Fugas de aceite en el piso	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Nivel del reservorio de aceite	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Nivel de aceite hidráulico	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Organización									
Cable organizados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
No hay objetos extraños alrededor	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Cables de cañón organizados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Cobertores del cañón en posición	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
No hay cables o conectores dañados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Cables de tierra en posición	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Equipos auxiliares / Molde									
No hay fugas de aire identificadas en los equipos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Verificar que los bushings del molde estén engrasados (SOLO MAQUINA DETENIDA)	N/A	✓	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
Verificar presencia de cuerpos extraños en wear pads y bujes (SOLO MAQUINA DETENIDA)	N/A	✓	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
Realizar limpieza del trimmer	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Verificar el estado de la cuchilla (SOLO MAQUINA DETENIDA)	✓	✓	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
Verificar alineamiento del Trimmer con la salida de la máquina	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Limpieza de inserter	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
Verificar nivel de wire	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Revisar el aire en la bolsa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Ajuste de centrado de clamps	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Nivel de bolsa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Eliminar amarras del interior de la bagger	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Limpieza									
Piso alrededor está libre de pellets, ties	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Panel de control limpio y libre de polvo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Filtro de la tolva/dryer libre de polvo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
No hay suciedad debajo de las máquinas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Observaciones (indique condiciones particulares de los equipos / ruidos extraños, piezas flojas, etc)									
Se solicita supervisar al supervisor ordenar los cables del trimmer para mayor ordenado. Algunas suciedad en el piso y al rededor, se limpia (19 Agosto)									
Se solicita ajuste al operador de máquina con la limpieza									
Suciedad de niveles debajo de la máquinas (se limpia) (21 Agosto)									
Documento Nuevo									
La revision que hace del libro es un honor, se hizo el martes									

CT-WI-0597-SP Area Producción Aprob: CR-JPSR Fecha: 7 May.20 2

Anexo 16, pizarra implementada en cada máquina para el plan de 6s y mejora de yield



MÁQUINA #178

NUESTRA MÁQUINA

FECHA	INICIO TURNO	FIN TURNO	CERRE TURNO	NOMBRE TURNO	
24 Agosto				Rogel	5
YIELD%	71,68%				
DISPONIBILIDAD%					
EFICIENCIA%					
CEE (YIELD-EFIC-DISP)					
PROBLEMAS DURANTE EL TURNO: - Máquina toma shots constantemente. - Umas					
SOLUCION AL PROBLEMAS PENDINGES/COMENTARIOS: Se le reportó al SP2 y a Ingeniería.					
AUDITORIA ES:					
FECHA:					

MAGINA#178

NUESTRA MÁQUINA

FECHA	INICIO TURNO	FIN TURNO	CERRE TURNO	NOMBRE TURNO	
YIELD%	97.23%	—	97.23%	79099	5
DISPONIBILIDAD%					
EFICIENCIA%					
CEE (YIELD-EFIC-DISP)					
PROBLEMAS DURANTE EL TURNO:					
SOLUCION AL PROBLEMAS PENDINGES/COMENTARIOS:					
AUDITORIA ES:					
FECHA:					

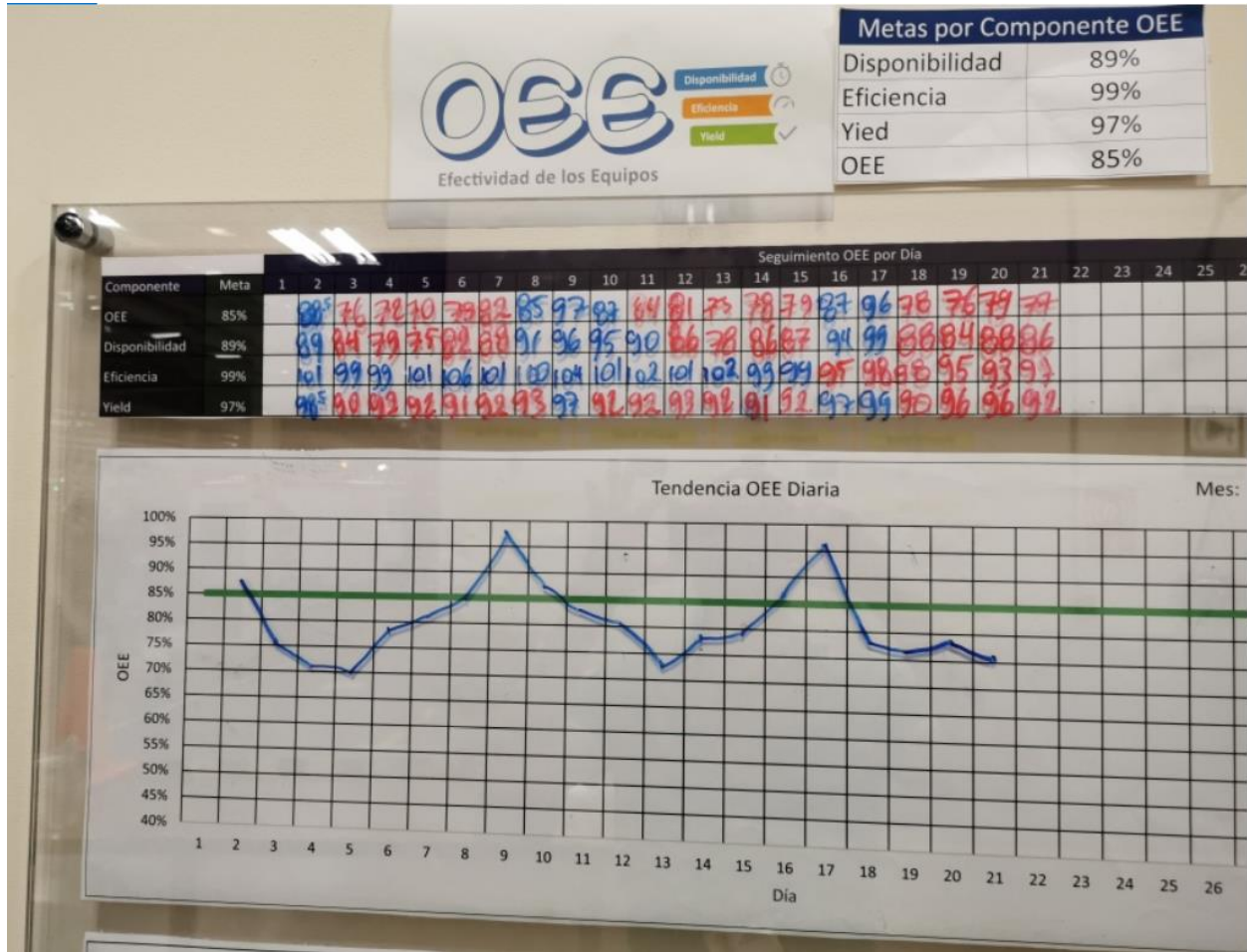
Standard 25
SCORE + 2500
649,800

MAGINA#178

NUESTRA MÁQUINA

FECHA	INICIO TURNO	FIN TURNO	CERRE TURNO	NOMBRE TURNO	
YIELD%	97.23%	—	97.23%	79099	5
DISPONIBILIDAD%					
EFICIENCIA%					
CEE (YIELD-EFIC-DISP)					
PROBLEMAS DURANTE EL TURNO:					
SOLUCION AL PROBLEMAS PENDINGES/COMENTARIOS:					
AUDITORIA ES:					
FECHA:					

Anexo 17, pizarra de seguimiento diario de yield y OEE, por parte de todo el equipo



Anexo 18, pizarra de seguimiento diario de líder de yield en Cable ties

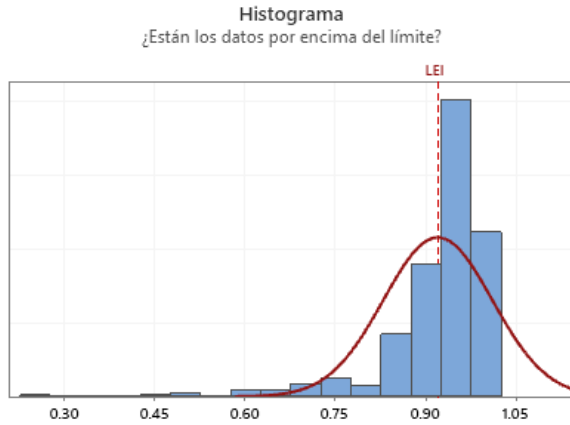


Anexo 19, pizarra de protocolo de yield para máquinas críticas

Protocolo Yield Máquinas Críticas					
MÁQUINA	YIELD T4	YIELD T5	YIELD T6	↓/↑	PROBLEMA
M 147	83.8 86.5	90%		↑	
M 148	—	0%	0%	—	FM Insertor
M 112	76.5 80.3	86%		↑	Atascos trimmer TS abn. A3 Puntas quemadas (P97-P98) //
M 119	—	—	—	—	Nolde TR
M 193	89.6 89.3	89%		↓	Contadores Missing W. // Alto Torque X5 → ojo Posible A3
M 107	74.6 82.6	89%		↑	M. Wura // Atascos trimmer, mal corte.
M 89	76.1 86	87%		↓	Missing W 000 // Parcial Wedge. (T.R)
M 171	—	—	—	—	
M 194	—	76%		—	Revisor AIP // Sin Registrar datos Torque x2, descuentos por pesajes bajos, canchales
				FECHA	21 / 8 / 2020

Anexo 20, estudio de porcentaje de máquinas por debajo del 93% de yield

Momentánea de la capacidad para Yield Informe de resumen



Requerimientos del cliente		
Espec. inferior	Objetivo	Espec. superior
0.92	*	*

Caracterización del proceso	
N Total	391
Media	0.91916
Desviación estándar	0.090599

Estadísticos de capacidad	
Pp	*
Ppk	-0.00
Nivel Z	-0.01
% fuera espec. (observado)	35.29
% fuera espec. (esperado)	50.37
PPM (DPMO) (observado)	352941
PPM (DPMO) (esperado)	503711




Prueba de normalidad (Anderson-Darling)

Resultados	No pasa
Valor p	0.005

Comentarios

Las medidas de capacidad utilizan la desviación estándar general. Sin embargo, el método de recolección de datos utilizado pudiera no captar todas las fuentes de variación que pueden aparecer durante un período de tiempo más largo. Por lo tanto, la interpretación habitual de que las medidas de capacidad representan el rendimiento a largo plazo podría no aplicarse.

Anexo 20, protocolo de yield, M112.

 Formulario A3 protocolo de yield						
# de A3	1					
Máquina: 112	Preparado por: CR-SBC	Miembros involucrados: Steven Senz				
	Fecha: 8 19 2020					
Situación Actual / Información del Proceso, mayor problema presentado hasta ahora: <u>Atascos en la guía del runner (incremento de scrap por los atascos continuos)</u>		Plan de contingencia: (corto plazo para poder seguir corriendo)				
Máquina estaba en 95% de yield y bajo de manera abrupta a 78% de yield, por lo que se activa el protocolo.		Tarea / Acción	Responsable	Calendario/Comentario		
				Fecha	Estatus	Comentarios
		Revisión de retenciones de track y de la tapa (verificar que no maje) el shot)	Freddy Muñoz (T.R)	8/21/2020	78%	
		Herramienta para correr el runner mas adentro (esto para los operarios que no llegan al trimmer)				
		Pulida al track (se encuentran deformaciones en la guía)				
Analisis de Causa Raiz: (usar ishikawa, 5 por qué?, lluvia de ideas) (lluvias de idea)		Plan de acción a largo plazo				
Problema: verificar posicion del track//limpieza en la guía//retroalimentacion en forma de enhebrar la línea// poca fuerza de empuje del runner		Tarea / Acción	Responsable	Calendario/Comentario		
#1 Por qué? u Máquina				Fecha	Estatus	Comentarios
#2 Por qué? u Mano de obra	limpieza de molde//revisión material (no quebradizo)//No socar demas la guía donde pasa el runner	Cambiar la posición de la guía del track (que quede recta)				
#3 Por qué? u Material		Revisión de unión de c-bar				
#4 Por qué? u Método						
#5 Por qué? u Medio ambiente						
#6 Medida:						
Causa Raiz:						
Resultados y Seguimiento: Se realizaron reuniones mensuales de seguimiento.						

Anexo 21, grupos de contacto para el protocolo de yield en cada turno

Turno 5			
Departamento	Miembro	Backup	Asistencia
Ingeniería (técnico u ingeniero)	Josue Lara	Jean Carlos Suarez	Obligatoria
Calidad (técnico u ingeniero)	Ronald Ulate	Steven/Ricardo	Obligatoria
Tool Room (técnico)	Bryan Carvajal	Freddy Muñoz	Obligatoria
Manto empaque (técnico)	Yostin Murillo	Daniel Sandi	Obligatoria
Producción (Operador de máquina)	Según el caso		Obligatoria
Gerente de producción	Gianny Solano	Pablo Gamboa	Altamente recomendada
Gerente de Calidad	Susana Morales		Opcional
Gerente/Ingeniero de TR/Manto	Cesar Rios		Opcional
SMMO	Nelson Pérez		Opcional
Supervisor Prod en turno	Ericka Chaverri	Ronnys Ramirez	Obligatoria
Yield leader	Steven Saenz		Obligatoria
Materiales			Opcional
Supervisor TR/Manto	En turno		Opcional

Turno 6			
Departamento	Miembro	Backup	Asistencia
Ingeniería (técnico u ingeniero)	Starling Arrieta	NA	Obligatoria
Calidad (técnico u ingeniero)	Alex Hidalgo	Steven/Ricardo	Obligatoria
Tool Room (técnico)	Roberto Campos	Marco Chaves	Obligatoria
Manto empaque (técnico)	Fred Sandoval	Olman Ramirez	Obligatoria
Producción (Operador de máquina)	Según el caso		Obligatoria
Gerente de producción	Gianny Solano	Joseph Salas	Altamente recomendada
Gerente de Calidad	Susana Morales		Opcional
Gerente/Ingeniero de TR/Manto	Cesar Rios		Opcional
SMMO	Nelson Pérez		Opcional
Supervisor Prod en turno	Joseph Salas	Raúl Chacón	Obligatoria
Yield leader	Estiven Ramirez		Obligatoria
Materiales			Opcional
Supervisor TR/Manto	En turno		Opcional

Turno 4			
Departamento	Miembro	Backup	Asistencia
Ingeniería (técnico u ingeniero)	Jose Miguel Vargas	NA	Obligatoria
Calidad (técnico u ingeniero)	Jose Mora	NA	Obligatoria
Tool Room (técnico)	Marco Arguedas	Kenneth Perez	Obligatoria
Manto Empaque (técnico)	Cristian Rodriguez	Alexander Gonzalez	Obligatoria
Producción (Operador de máquina)	Según el caso		Obligatoria
Supervisor Prod en turno	Alvaro Sandoval	Johan Reyes	Obligatoria
Yield leader	Gerson Ramos		Obligatoria
Supervisor TR/Manto	En turno		Opcional

Máquinas donde se debe activar el protocolo
M194
M107
M193
M89
M112
M119(BACKUP solo si hay menos de 3 máquinas titulares corriendo)
M171 (BACKUP solo si hay menos de 3 máquinas titulares corriendo)
M147
M148

Anexo 22, plan de operadores fijos en máquinas difíciles para crear experiencia en fallos

Plan de Acción

Acción-Operadores enfocados en sistemas fijos para crear experiencia en fallos comunes- Roles diferenciados de los operadores de producción para mejorar la atención de alarmas

Objetivo de la acción

Crear experiencia en los operadores para dar mejor respuesta a las alarmas de los equipos

Plan de acción

Dividir el 70% de los operadores por zonas de trabajo y 30% en operadores rotativos

Zona #1	70% de los operadores
M193-M170-M199-M119	
Zona #2	
M198-M107-M130-M118	
Zona #3	
M164-M123-M128	
Zona #4	
M194-M89-M116-M171	

Operadores rotativos (zona libre)	30%
El 30% de los operadores restantes	
M120-M125-M137-M141-M90-M192-M113-M136-M19	

Forma de medición de experiencia:

Los datos se tomarán del oracle para verificar la cantidad de horas que ha estado cada operador en cada máquina, esto para certificar conocimiento (horas vuelo)

Los supervisores de producción van a realizar listas del personal para dividir el 70%- 30%.

Puntos importantes:

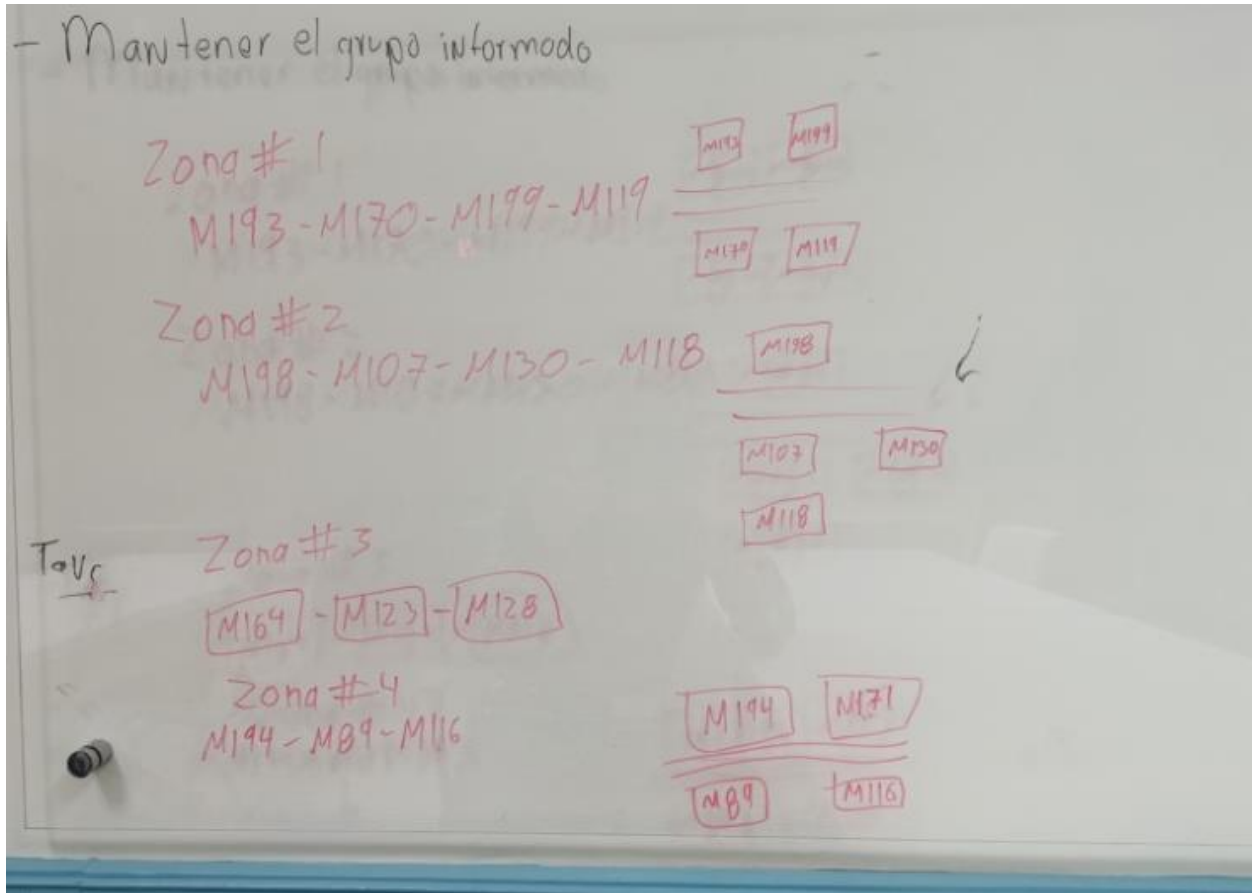
Los operadores nuevos entrarán a ser parte del 30% de las máquinas denominadas sencillas.

Para pasar del 30% al 70%(sistemas complicados) se deberá certificar que el operador cuenta con las horas de experiencia requeridas para trabajar en esos sistemas (150 horas)

Como se va a controlar:

Difinir una pizarra electronica donde cada supervisor controlara su lista del personal (fijo y rotativo)

Anexo 23, desarrollo de plan de zonas por dificultad de atención de máquinas



Anexo 24, rutinas para evitar olvido de tareas por parte de operadores, turno 5

Turno 5		
Rutina de actividades	Horario	Realizó la tarea
Nivel de material	6:05am	
Nivel de bolsa		
Niveles de carritos de runner		
Empacar producto	6:10am	
Limpieza del trimmer	6:25am	
Iniciar inspección completa de producto	6:30am	
Empacar producto, dejar tinas sin producto pendiente de empacar antes de ir a desayunar	7:15am	
Desayuno		
Empacar producto		
Cubrir desayunos		
Inspeccion horaria de producto	8:30am	
Nivel de material (Resina)	9:00am	
Nivel de bolsa		
Niveles de carritos de runner		
Empacar producto	9:10am	
6s de máquinas asignadas	9:25am	
Empacar producto	9:40am	
6s de máquina nuevo programa	9:50am	
Niveles de carritos de runner	10:10am	
Empacar producto	10:15am	
Inspeccion horaria de producto	10:30am	
Empacar producto	11:10am	
Almuerzo	11:30am	
Cubrir almuerzos		
Inspección horaria de producto	1:00pm	
Botar scrap, purga	1:35pm	
Barrer y ordenar área	1:40pm	
Empacar producto	1:50pm	
Contact tracer	1:58pm	
Hora de salida	2:00pm	

Actividades	Frecuencia
Inspecciones de producto	Cada 2 horas
6s de máquina nuevo programa(presente proyecto)	Diaria
6s de máquina	Diaria
Cambios rollo de bolsa	Diaria
Cambios de material	Diaria
Empaque de producto	Cada 12 minutos
Limpiezas de trimmer	Diaria
Cambiar carrito de runner	Depende la máquina
Limpieza de máquina asignada	Diaria
Purgar máquina apenas se detiene	Cada que sea necesario

Anexo 24, rutinas para evitar olvido de tareas por parte de operadores, turno 6

Turno 6		
Rutina de actividades	Horario	Realizó la tarea
Nivel de material	2:05pm	
Nivel de bolsa		
Niveles de carritos de runner		
Empacar producto	2:10pm	
Limpieza del trimmer	2:25pm	
Iniciar inspección completa de producto	2:30pm	
Empacar producto, dejar tinas sin producto pendiente de empacar antes de ir a desayunar	3:15pm	
Hora de café		
Empacar producto		
Cubrir cafés		
Inspeccion horaria de producto	4:30pm	
Nivel de material (Resina)	5:00pm	
Nivel de bolsa		
Niveles de carritos de runner		
Empacar producto	5:10pm	
6s de máquinas asignadas	5:25pm	
Empacar producto	5:40pm	
Inspeccion horaria de producto	6:20pm	
Cena	7:00pm	
Cubrir cenas	8:30pm	
Inspección horaria de producto	9:00pm	
6s de máquina nuevo programa	9:25pm	
Niveles de carritos de runner	9:30pm	
Empacar producto	9:35pm	
Botar scrap, purga	9:45pm	
Barrer y ordenar área	9:45 a 10 pm	
Empacar producto		
Contact tracer		
Hora de salida		

Anexo 24, rutinas para evitar olvido de tareas por parte de operadores, turno 4

Turno 4		
Rutina de actividades	Horario	Realizó la tarea
Nivel de material	10:05pm	
Nivel de bolsa		
Niveles de carritos de runner		
Empacar producto	10:10pm	
Limpieza del trimmer	10:25pm	
Iniciar inspección completa de producto	10:30pm	
Empacar producto, dejar tinas sin producto pendiente de empacar antes de ir a desayunar	11:15pm	
Hora de café		
Empacar producto		
Cubrir cafés		
Inspeccion horaria de producto	1:30am	
Nivel de material (Resina)	2:00am	
Nivel de bolsa		
Niveles de carritos de runner		
Empacar producto	2:10am	
6s de máquinas asignadas	2:25am	
Empacar producto	2:45am	
Inspeccion horaria de producto	3:00am	
Cena	3:25am	
Cubrir cenas	4:10am	
Inspección horaria de producto	4:15am	
6s de máquina nuevo programa	4:50am	
Niveles de carritos de runner	4:55am	
Empacar producto	5:00am	
Botar scrap, purga	5:30am	
Barrer y ordenar área	5:45 a 6 am	
Empacar producto		
Contact tracer		
Hora de salida		