

UNIVERSIDAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA PARA
REDUCIR EL PORCENTAJE DE PRODUCTOS
DEFECTUOSOS EN LA PRODUCCIÓN DE
CHOMPAS EN LA EMPRESA JORY MAKY SAC**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR(ES)

Yasmin Areana Apari Muñoz (ORCID: 0000-0002-1129-8119)

Luis Fernando Gaspar Pérez (ORCID: 0000-0001-9704-0508)

ASESOR(ES)

Mirtha Rosario Nazario Ramírez (ORCID: 0000-0001-7243-5036)

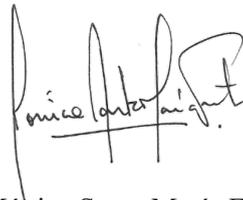
Lima – Perú
2022

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Mónica Cecilia Santa María Fuster identificada con DNI No 18226712 en mi condición de autoridad responsable de validar la autenticidad de los trabajos de investigación y tesis de la UNIVERSIDAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA, DECLARO BAJO JURAMENTO:

Que la tesis denominada “IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA PARA REDUCIR EL PORCENTAJE DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN LA PRODUCCIÓN DE CHOMPAS EN LA EMPRESA JORY MAKY SAC” ha sido elaborada por la señorita Yasmin Areana Apari Muñoz y el señor Luis Fernando Gaspar Pérez, con la asesoría de Mirtha Rosario Nazario Ramírez, identificada con DNI N°40460095 , y que presentan para obtener el título profesional de Ingeniero industrial, ha sido sometida a los mecanismos de control y sanciones anti plagio previstos en la normativa interna de la universidad, encontrándose un porcentaje de similitud de 0%.

En fe de lo cual firmo la presente.



Dra. Mónica Santa María Fuster
Directora de Investigación

En Barranco, el 26 de enero de 2023

Dedicatoria de Yasmin Apari

A mis padres y hermanas por su constante apoyo y seguimiento en cada paso dado a lo largo de mi vida. A mi fiel mascota Osita por estar a mi lado en cada amanecida. Y sobre todo a mi tía Mercedes, el ángel que siempre guiará mi camino.

Dedicatoria de Luis Gaspar

Agradezco a mis padres por haberme apoyado hasta el final de mis estudios y en lo posible en la continuidad de los mismo. Asimismo, a las personas que tuvimos contacto en la empresa que desarrollamos el trabajo de investigación, ya que gracias a su compromiso y fácil acceso a los datos de la empresa se logró completar correctamente.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	3
INDICE DE IMÁGENES.....	7
INDICE DE TABLAS.....	8
INDICE DE ANEXOS	9
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO I.....	16
MARCO TEÓRICO	16
1.1. INDUSTRIA TEXTIL.....	16
1.1.1. Aportes en el PBI	16
1.1.2. Empleos generados.....	17
1.1.3. Exportaciones	18
1.2. Gestión de la calidad.....	21
1.2.1. Gestión de la calidad en la industria textil	23
1.3. Filosofía Lean	25
1.3.1. Lean en gestión de calidad	26
1.3.2. Productos defectuosos en una producción.....	26
1.3.3. Herramientas Lean	27
1.4. Filosofía Six Sigma.....	31
1.4.1. Nivel Sigma.....	32
1.4.2. Objetivos de Lean y Six Sigma	33
1.4.3. Herramientas Lean Six Sigma.....	33
1.5. Comparación con metodologías extra	36
1.6. Enfoque DMAIC	39
1.7. Implicancias de Lean Six Sigma.....	39

1.7.1.	Factores de éxito durante la implementación de Lean Six Sigma.....	39
1.7.2.	Retos, desafíos y barreras durante la implementación de Lean Six Sigma.....	41
1.8.	Antecedentes en investigaciones de mejora en la industria textil.....	42
CAPITULO II.....		44
EMPRESA.....		44
2.1.	JORY MAKY SAC	44
2.2.	Modelo de negocio	44
2.3.	Cadena de negocio	44
2.3.1.	Proveedores	44
2.3.2.	Clientes.....	44
2.4.	Procesos internos	45
2.5.	Desempeño operativo	46
2.6.	Ventas	46
CAPITULO III		47
METODOLOGÍA.....		47
3.1.	Despliegue de la investigación y de la metodología a aplicar	47
3.2.	Alcance de investigación	47
3.3.	Tipo de diseño de investigación	49
3.4.	Unidad de análisis.....	49
3.5.	Población de estudio	49
3.6.	Tamaño de muestra.....	50
3.7.	Selección de la muestra	50
3.8.	Técnicas de recolección de datos.....	50
3.8.1.	Observación:.....	50
3.8.2.	Análisis de contenido cuantitativo:	50

3.9.	Análisis e interpretación de la información	50
3.10.	Limitaciones	51
CAPITULO IV		52
RESULTADOS		52
4.1.	Fase Definir	52
4.1.1.	Descripción del problema.....	52
4.1.2.	Limitantes.....	53
4.1.3.	Herramientas usadas en esta fase	53
4.2.	Fase Medir	63
4.2.1.	Diagnostico 5'S	63
4.2.2.	Definición de la Variable	66
4.3.	Fase Analizar	68
4.3.1.	Análisis 5'S	68
4.3.2.	Análisis de Ishikawa.....	69
4.3.3.	Análisis de AMEF	69
4.3.4.	Análisis con Pruebas de WILCOXON.....	70
4.4.	Fase Mejorar	74
4.4.1.	Mejora #1	75
4.4.2.	Mejora #2	76
4.4.3.	Mejora #3	78
4.4.4.	Análisis de Resultados.....	82
4.5.	Fase Control.....	86
4.5.1.	Datos Obtenidos	87
4.5.2.	Análisis de Resultados.....	87
CONCLUSIONES.....		95

RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFIA	99
ANEXOS	105

INDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1: EVOLUCIÓN PBI NACIONAL VS. PBI TEXTIL Y CONFECCIONES 2010 - 2019	17
IMAGEN 2: EVOLUCIÓN DEL EMPLEO EN EL SECTOR TEXTIL Y CONFECCIONES.	17
IMAGEN 3: EMPLEO EN EL SECTOR TEXTIL Y CONFECCIONES SEGÚN INFORMALIDAD 2015 VS 2019	18
IMAGEN 4: EXPORTACIONES DE PRODUCTOS TEXTILES Y CONFECCIONES 2015 - 2020.....	19
IMAGEN 5: MUNDO: RANKING DE EXPORTADORES DE CONFECCIONES, 2019.....	19
IMAGEN 6: EXPORTACIONES TEXTILES SEGÚN PAÍSES DE ORIGEN Y DESTINO POR PRODUCTOS (\$ MILLONES Y PORCENTAJES, 2017)	20
IMAGEN 7: EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD	22
IMAGEN 8: TIPOS DE AMEF Y SU APLICACIÓN	29
IMAGEN 9: EJEMPLO DEL USO DE UN DIAGRAMA BIMANUAL	31
IMAGEN 10: RATIO DE DEFECTO (DPMO) VS. NIVEL SIX SIGMA	32
IMAGEN 11: VENTAS AL CLIENTE BIRLA HOUSE	46
IMAGEN 12: DIAGRAMA ISHIKAWA	62
IMAGEN 13: MEJORA DE LAYOUT	79
IMAGEN 14: DETALLE DE NUESTRA VARIABLE DEPENDIENTE DURANTE LA MEJORA	82
IMAGEN 15: RATIO DE DEFECTO (DPMO) VS. NIVEL SIX SIGMA	88
IMAGEN 16. EVOLUCIÓN DE % PRODUCTOS DEFECTUOSOS POR SEMANA POR CAMPAÑA	91
IMAGEN 17. EVOLUCIÓN DE % PRODUCTOS DEFECTUOSOS POR CAMPAÑA.....	92

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. MADUREZ DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD	25
TABLA 2. APLICACIÓN DE LAS 5 S	27
TABLA 3. RATIO DE DEFECTO (DPMO), NIVEL SIX SIGMA Y EL RENDIMIENTO	33
TABLA 4. EJEMPLO DE DIAGRAMA SIPOC - PRODUCCIÓN DE ENVASES EN CARTÓN	34
TABLA 5. COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS LEAN // SIX SIGMA // LEAN SIX SIGMA.....	37
TABLA 6. COMPARATIVO DE METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA // LEAN MANUFACTURING	37
TABLA 7. RESUMEN DE LOS FACTORES DE ÉXITO EN EL DESPLIEGUE DE LSS [38]	39
TABLA 8. DESPLIEGUE Y FASES DE LA METODOLOGÍA DMAIC.....	48
TABLA 9. DIAGRAMA SIPOC	54
TABLA 10. ANÁLISIS Y MEDICIÓN DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS– AMEF.....	57
TABLA 11. CHECK-LIST PARA EVALUACIÓN 5’S	63
TABLA 12. RESULTADOS OBTENIDOS DEL KPI AÑO 2020 - 1	66
TABLA 13. RESUMEN DE DIAGNÓSTICO 5’S (AS IS)	68
TABLA 14. PORCENTAJE DE PRODUCTOS REPROCESADOS POR PROCESO EN LA MEJORA #2.....	77
TABLA 15. PORCENTAJE DE PRODUCTOS REPROCESADOS EN LA MEJORA #3	81
TABLA 16. PORCENTAJE DE PRODUCTOS REPROCESADOS EN LA CONTINUACIÓN DE LA MEJORA #3.....	81
TABLA 17. EVALUACIÓN DPMO Y NIVEL SIGMA	83
TABLA 18 EVALUACIÓN DESVIACIÓN ESTÁNDAR DPMO X SEMANA	83
TABLA 19. EVALUACIÓN 5s INICIAL	84
TABLA 20. EVOLUCIÓN DE PORCENTAJE DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS 2020 - 2021	87
TABLA 21. EVALUACIÓN 5S INICIAL	89
TABLA 22. CÁLCULO DE COSTO ADICIONAL PARA SEGUIMIENTO DE MEJORAS.....	93
TABLA 23. CÁLCULO DE LUCRO CESANTE REDUCIDO.....	93

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 - DATOS RECOPIADOS EN LA 1ERA CAMPAÑA DEL 2020	106
ANEXO 2 – CHECK-LIST DE ORDEN.....	116
ANEXO 3 – MEJORA DE LAYOUT.....	117
ANEXO 4 – CARTILLA PARA LA BUENA INSPECCIÓN.....	118
ANEXO 5 – MANUAL.....	119
ANEXO 6 – EMPRESA	122
ANEXO 7 – TABLA VACÍA - LLENADA CON EL PORCENTAJE DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS POR TRABAJADOR IN-SITU	126
ANEXO 8 – DATOS RECOPIADOS EN LA 2DA CAMPAÑA DEL 2020	127
ANEXO 9 – DATOS RECOPIADOS EN LA 1ERA CAMPAÑA DEL 2021.....	131
ANEXO 10 – DATOS RECOPIADOS EN LA 2DA CAMPAÑA DEL 2021	137
ANEXO 11 – PRUEBAS DE WILCOXON EN CAMPAÑA 1	142
ANEXO 12 – PRUEBAS DE WILCOXON EN CAMPAÑAS 2, 3 Y 4	144
ANEXO 13 – DEFECTOS ENCONTRADOS POR EL CLIENTE DE LOS PRODUCTOS ENVIADOS EN LAS CAMPAÑAS 2020	146

RESUMEN

La tradición textil en el Perú se remonta desde la época preincaica y ha sido sustentada con la alta calidad en sus insumos empleados, como el algodón Pima y la fibra de alpaca. Jory Maky S.A.C. es una empresa familiar del sector textil dedicada a la fabricación de chompas. En el año 2019 tuvo una producción aproximada de 10000 unidades, lo cual representó un 15% de incremento frente a las ventas del año anterior. Sin embargo, en este mismo año, 553 chompas presentaron defectos en términos de daño físico y tamaño, lo cual significó un lucro cesante de \$ 7 742. Esta tesis lleva a cabo la implementación de propuestas para reducir el porcentaje de productos defectuosos en cada uno de los subprocesos de la producción de chompas. Se emplea la metodología Lean Six Sigma en conjunto con DMAIC, partiendo de un diagnóstico para identificar las posibles causas que influyan en los productos defectuosos. Para luego en base a ello, desarrollar propuestas e implementarlas. Finalmente, se valida el impacto que tendrán estas en el tiempo.

PALABRAS CLAVES:

Mejoras de procesos; Lean Six Sigma; DMAIC, Sector textil, Producción

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF A PROPOSAL TO REDUCE THE PERCENTAGE OF DEFECTIVE PRODUCTS IN THE PRODUCTION OF SWEATERS IN THE COMPANY JORY MAKY SAC.

The textile tradition in Peru dates back to pre-Inca times and has been sustained with high quality in its inputs used, such as Pima cotton and alpaca fiber. Jory Maky S.A.C. is a family business in the textile sector dedicated to the manufacture of sweaters. In 2019 it had an approximate production of 10,000 units, which represented a 15% increase compared to the sales of the previous year. However, in this same year, 553 sweaters presented defects in terms of physical damage and size, which meant a loss of profit of \$ 7,742. This thesis carries out the implementation of proposals to reduce the percentage of defective products in each of the subprocesses of the production of sweaters. The Lean Six Sigma methodology is used in conjunction with DMAIC, based on a diagnosis to identify the possible causes that influence defective products. And then, based on this, develop proposals and implement them. Finally, the impact that these will have over time is validated.

KEYWORDS:

Process improvement; Lean Six Sigma; DMAIC, Textile industry, Production

INTRODUCCIÓN

La industria textil y confecciones encierra distintas ocupaciones que van a partir del procedimiento de las fibras textiles para la preparación de hilos, hasta la confección de prendas de vestir y otros artículos[1]. Las organizaciones involucradas en esta industria, agregan valor a sus productos uniendo diferentes procesos productivos.

La tradición textil en el Perú se remonta desde la época preincaica y ha sido sustentada con la alta calidad en sus insumos empleados, como el algodón Pima y la fibra de alpaca. Con el tiempo, ha ido evolucionando en cuanto a diseños y técnica, por lo tanto, las prendas han llegado a ser unas de los mejores cotizados en sus respectivas categorías a nivel internacional, siendo la fibra de alpaca la principal de ellas. [2]

Esta proviene de los Andes peruanos y es exportada a las tiendas de lujo de Estados Unidos, Asia y Europa, donde se encuentra muy cotizada. Casi medio kilo de este producto se cotiza en los escaparates de tiendas de mercados internacionales a 300 dólares. [3]

En el año 2019, la producción del sector textil y confecciones benefició a más de 800,000 familias peruanas. "El sector textil-confecciones es muy importante para el país. Representa hoy el 10% del total de la industria manufacturera y genera alrededor de 400,000 puestos de trabajo, de cuales 170,000 son directos", así recalcó la directora general de la Feria Expo textil Perú en el mismo año, durante la ceremonia de inauguración de la XIII edición del mencionado evento. La mayor parte de este empleo es generada por las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes), cuyo número ha aumentado considerablemente desde el 2009 (+38.3%) hasta el 2019. La participación de este sector durante el 2019 fue de un 1.9% en el producto bruto interno del país.[4]

De acuerdo a la comisión de producción del congreso de la república del Perú, el país se ha convertido en el primer productor de fibra de alpaca en el mundo. "Durante el año 2018 alcanzó poco más de 6 600 toneladas, incrementándose en 6% respecto al año anterior.

Asimismo, en el 2018, nuestro país exportó \$ 308 millones (Valor FOB) de lana de alpaca, un 22% más que en el 2017. Su actual demanda se centra en colores naturales representativos de la cultura peruana, compitiendo con cotizadas prendas en tiendas de todo el mundo” [5].

Jory Maky S.A.C. es una empresa familiar del sector textil dedicada a la fabricación de chompas. Inició sus actividades en el año 2010 confeccionando prendas hechas de lana alpaca, ovino, y algodón pima. En el año 2019 tuvo una producción aproximada de 10000 unidades, lo cual representó un 15% de incremento frente a las ventas del año anterior. Para el año 2019, 553 chompas presentaron defectos en términos de daño físico y tamaño. Este porcentaje de defectos (7.4%) se traduce a un nivel de calidad sigma de 3 considerando que 6 sigmas es el nivel máximo de calidad.

Los procesos llevados a cabo dentro de este taller conforman el proceso de producción. Estos procesos comprenden el almacenamiento de materia prima, tejido, remallado, armado, acabado, etiquetado, crochet, vaporizado, empaquetado y almacenado.

El proceso de producción que se lleva a cabo en la empresa es considerado un proceso inestable, ya que la fluidez del proceso se ve interrumpido por diversos tipos de desperdicios, tales como, tiempos de espera, movimientos innecesarios y defectos en los productos. Estos tipos de desperdicios hacen que el proceso sea más complejo y difícil de gestionar. Lo que finalmente repercute en la calidad del producto que el cliente solicita como requisito, además de una penalidad económica como consecuencia de los productos defectuosos, puesto que se pierde el 100% del precio de venta por cada producto defectuoso. El precio promedio de cada unidad en el 2019, fue de \$ 14. Con lo cual se calculó un lucro cesante de \$ 7 742, lo cual representa la devolución del dinero por las 553 prendas con defectos reportadas por cliente (no existe penalidades extras).

Por otro lado, debido a la naturaleza de la empresa y al decrecimiento en el sector comercial, el alcance de la presente investigación se delimitó siendo el objeto de estudio el proceso de producción de chompas de las Campañas 2019-1 y 2019-2 otorgadas por la empresa, y la Campaña 2020-1 analizada por nosotros. Es así como el objetivo general de la presente tesis es reducir el porcentaje de productos defectuosos (y con ello reducir

el lucro cesante) en proceso de producción de chompas en un taller textil para la campaña 2020-2 y en adelante.

Además, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico para la identificación de posibles causas que influyen en los productos defectuosos (Fase Analizar, Pág. 67).
- Desarrollar una propuesta de mejora antes las causas identificadas (Fase Mejorar, Pág. 73).
- Implementar mejoras en base a resultados del análisis, e identificar sus limitaciones (Fase Mejorar, Pág. 73).
- Validar el impacto que tienen las mejoras implementadas (Fase Control, Pág. 85).

Para los enfoques de mejoras de procesos existentes, las técnicas de Lean y Six Sigma son las técnicas más eficaces y de fácil desarrollo hoy en día, ya que resaltan con resultados significativos en reducción de costos, y esto mediante lo que es reducción de tiempos y reducción de defecto del producto o servicio. Tanto Six Sigma como Lean han sido aplicados en procesos de todo tipo de industria y su efectividad ha sido constantemente afirmada por las muchas investigaciones del uso de esta herramienta en diferentes rubros de la industria. El objetivo de Lean es reducir sistemáticamente el desperdicio para agilizar los procesos, mientras que Six Sigma se enfoca en comprender los cambios en los procesos mediante la identificación de las causas fundamentales de los problemas, y en ese sentido mejorar el proceso eliminando las causas raíz y controlándolo para asegurarse de que las causas del problema no vuelvan a producirse [6] [7] [8] [9].

Al principio del proyecto, la empresa no había asignado recursos para mejorar el flujo del proceso de la producción, ni para validar sus propios sistemas de medición respecto a la calidad. Se había identificado posibles causas que estaban influyendo al problema de productos defectuosos, por ejemplo, la procedencia de la materia prima, como hilos cortados o desteñidos, el porcentaje de personal sin experiencia por proceso, la cantidad de trabajadores eventuales, entre otros. Por lo tanto, se validó estas posibles causas a través de la metodología Lean Six Sigma y de esta manera se aseguró que el

proceso se encuentre listo a principios del 2021, año durante el cual se medirán los resultados obtenidos.

Por lo tanto, el planteamiento y desarrollo de la tesis responderá la siguiente cuestión: ¿Cuáles son los factores de calidad que influyen en el porcentaje de productos defectuosos en el proceso de producción de chompas aplicando la metodología Lean Six Sigma?

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. INDUSTRIA TEXTIL

1.1.1. Aportes en el PBI

La industria textil representa uno de las industrias más importantes del país, contribuyendo durante el 2019 con el 10% del PBI manufacturero y el 1.9% del PBI nacional [10].

Durante su evolución hasta la actualidad, ha experimentado significativos cambios. Como se observa en la Imagen 1, según el INEI, las significativas tasas de crecimiento en 2010 y 2011 fueron impulsadas por mayores ingresos del ciclo de los *commodities* en economías desarrolladas como emergentes, particularmente en países latinoamericanos como Brasil, Argentina y Venezuela (un mercado de destino importante para las exportaciones de textiles y prendas de vestir de Perú). Después de la crisis financiera, la industria comenzó a recuperarse, incluso creció un 25,7% en 2010, pero esta recuperación fue de corta duración, y en los siguientes tres años se vio otra fuerte caída.

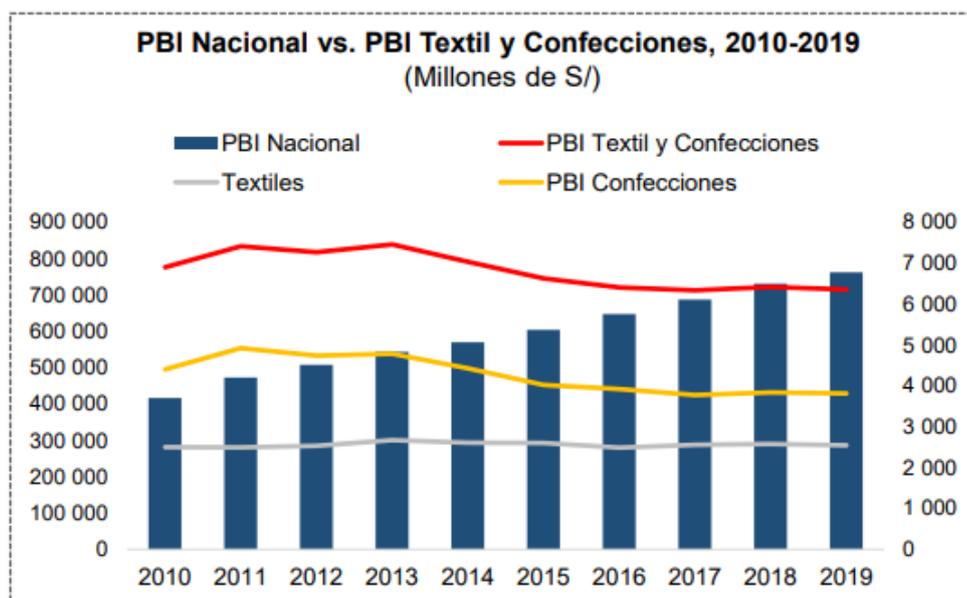


Imagen 1: Evolución PBI Nacional vs. PBI Textil y Confecciones 2010 - 2019

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [11]

1.1.2. Empleos generados

Esta industria agrupa a 46,000 empresas aproximadamente, generando así alrededor de 400,000 empleos directos y 300,000 indirectos durante el 2019 [12] . Cuya cifra fue la más baja de los últimos cinco años (2015-2019) antes de la pandemia, cuando el empleo cayó un 2,8% anual.

Como se muestra en la Imagen 2, en el tercer trimestre de 2020 perdieron su empleo 67.000 personas, un 16,7% menos que en el mismo periodo de 2019 (401.000 puestos de trabajos registrados).



Imagen 2: Evolución del empleo en el Sector textil y Confecciones.
Fuente: INEI y Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) [13]

A esta caída en el empleo se suma una problemática relacionada con la informalidad. El nivel de informalidad aumentó del 72% en 2015 al 78,1% de los empleados registrados en 2019 (Ver Imagen 3). Las microempresas (de 1 a 10 empleados) representan el 80% del empleo en el sector y tienen un 88,7% de empleo informal. (Ver Imagen 4)



Imagen 3: Empleo en el Sector Textil y Confecciones según informalidad 2015 vs 2019
Fuente: Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) 2014 [13]



Imagen 4: Empleo en el Sector Textil y Confecciones según Tamaño de empresa e informalidad 2019
Fuente: Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) 2014 [13]

1.1.3. Exportaciones

De acuerdo con el Banco Central de Reserva del Perú, en 2020, se exportaron \$1,019 millones del sector textil (Ver Imagen 4), frente a los 1,395 millones \$ (-21.5%) del año anterior. Las exportaciones de textiles han disminuido desde el 2018 debido a la débil demanda internacional y la mayor competencia de países de bajo costo como India y China.



Imagen 4: Exportaciones de productos Textiles y Confecciones 2015 - 2020
Fuente: BCRP y SUNAT [13]

En 2016-2019, China, Bangladesh e India fueron los principales proveedores del mercado de prendas de vestir de Perú, representando alrededor del 90% de las importaciones totales durante el período (Ver Imagen 5).

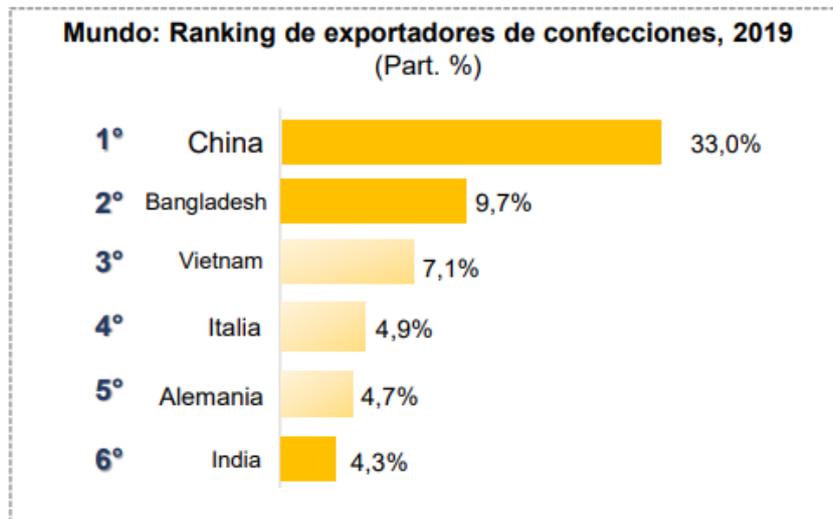


Imagen 5: Mundo: Ranking de exportadores de confecciones, 2019.
Fuente: Análisis de las exportaciones del sector textil peruano 2020 [14]

La Imagen 6 muestra un cuadro de doble entrada con los principales países compradores o de destino de los textiles peruanos y los países de fabricación u origen con los que compete directamente el Perú.

La competitividad comercial de países como Vietnam, Bangladesh y China es muy fuerte en comparación con Perú, dejándonos una pequeña parte de la demanda mundial, esto no significa que nuestra competitividad comercial en el subsector textil sean bajas, ya que somos un país muy competitivo a nivel internacional en cuanto a calidad de telas, cubriendo la mayor parte de la demanda de este subsector en Norteamérica y Europa.

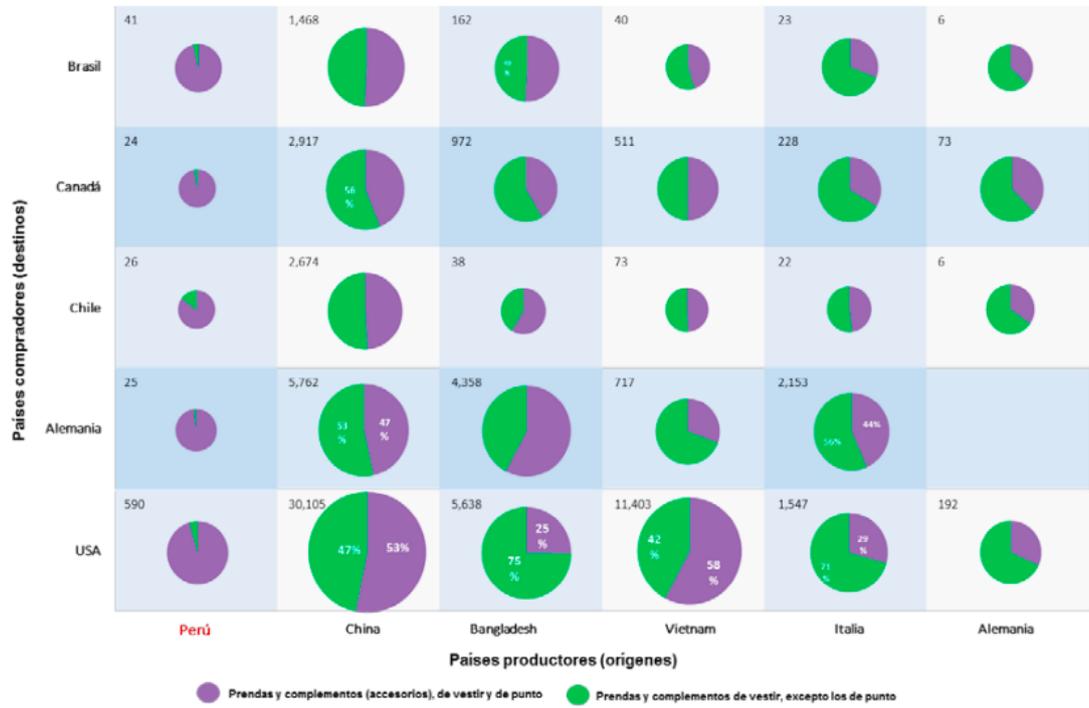


Imagen 6: Exportaciones textiles según países de origen y destino por productos (\$ millones y porcentajes, 2017)

Fuente: Análisis de las exportaciones del sector textil peruano 2020 [14]

1.2. Gestión de la calidad

Actualmente, el mercado está cambiando a pasos enormes. Años atrás, las empresas vendían sus productos y servicios localmente. Sin embargo, hoy en día el acceso a los mercados internacionales se ha vuelto más asequible. Por lo que ahora el problema es que las empresas nacionales no cuentan con la capacitación y las condiciones necesarias para competir con empresas de renombre en el mercado internacional. Estas condiciones están relacionadas con mejorar la oferta de productos y servicios con el fin de tener la **calidad** requerida en el mercado mundial. [15]

La gestión de la calidad se define como un esfuerzo integral para lograr y mantener una calidad alta. Enfocándose en el mantenimiento, mejora continua y prevención de desperfectos en todos los niveles y funciones de la organización para superar las expectativas del cliente. [16]

Los desafíos organizacionales se desarrollaron en conjunto a los sistemas de gestión. La investigación y la práctica en calidad están evolucionando para abordar la creciente insatisfacción con antiguos enfoques de gestión existentes debido a la naturaleza cambiante de los retos directivos. El concepto de calidad a lo largo de sus cambios en la historia permite identificar 10 etapas que se detallan en la siguiente figura. Estas etapas pueden entenderse como escalones por los que toda empresa debería subir en pro de la búsqueda a la calidad mejorada [17].

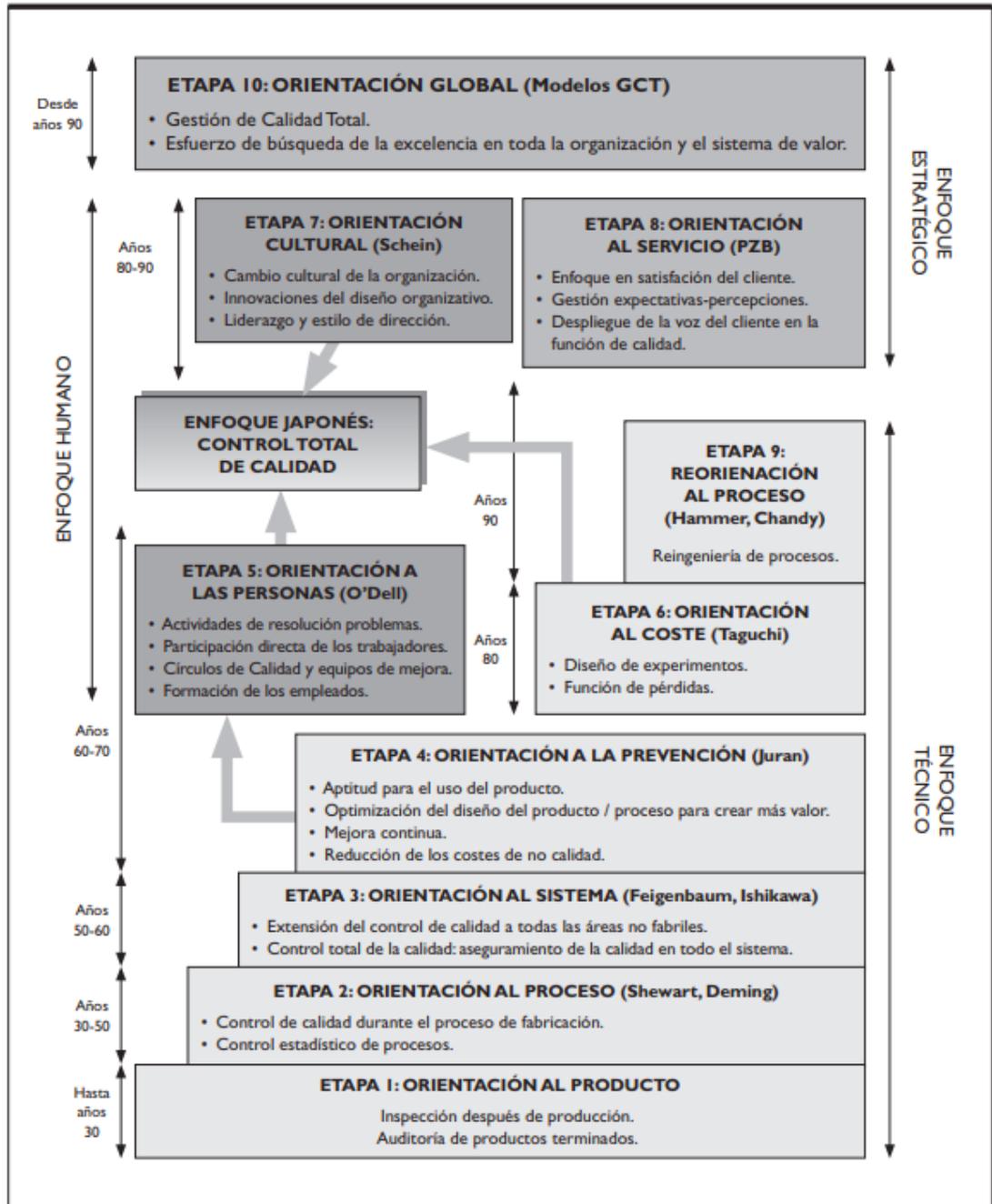


Imagen 7: Evolución de la Gestión de la Calidad

Fuente: Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas [18]

Cabe señalar que la secuencia evolutiva mostrada en la Imagen 7 está determinada por la tendencia a desarrollar una visión más proactiva, estratégica y global. A medida que avanza el gráfico, el énfasis en la visión de gestión de calidad se vuelve

más proactivo, centrándose en la prevención y la planificación en lugar de una perspectiva reactiva en la detección y corrección de defectos; más estratégico ya que se trata de la creación de valor en lugar de los aspectos tácticos de las operaciones; y más globalmente, para comprender no solo el sistema de la empresa, sino todo el sistema de valor.

La afirmación de que la calidad debe entenderse como un todo y su relación incluye lo que ahora llamaríamos control de calidad total. Es importante entender que la calidad se logra alcanzando la satisfacción del cliente mediante el uso adecuado de los factores humanos, económicos, administrativos y técnicos para lograr el desarrollo integral y la armonía del individuo, la empresa y la sociedad. [19].

Perú cuenta con diversas organizaciones públicas y privadas que coordinan esfuerzos para desarrollar prácticas de calidad en todos los niveles de educación, manufactura y servicios. En la industria, la calidad textil incluye la calidad de las materias primas, el diseño, la tela, el acabado y la gestión y los servicios del capital humano.

De acuerdo con La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), existen dos importantes elementos que determinan el éxito o fracaso en una empresa, la calidad total y la no calidad. [20]

La ‘calidad total’, “la define como una filosofía en busca de resultados eficientes, que consta de diversos modelos que lo ayudan a definir planes de acción”. Y, por otro lado, refiere a la ‘no calidad’, “como un fantasma que no se ve, pero está presente haciendo perder el tiempo, dinero, desmotivando, creando problemas, generando repetición, costos adicionales, y frustraciones. Del mismo modo explica que los motivos de la ausencia o ineficiente gestión de calidad son diversos, entre ellos los más comunes son el desconocimiento, el poco interés en las personas, la falta de visión del negocio, el contar con un sistema improvisado de información, la carencia de planes estratégicos, o incluso debido por la actitud de los mismos directivos y/o empleado.”

1.2.1. Gestión de la calidad en la industria textil

La industria textil peruana asocia una adecuada gestión de la calidad teniendo en cuenta el mercado al que atienden y el tamaño de la empresa. Es decir, las empresas atenderán a un mercado más exigente y demandante con respecto a los productos

solicitados mientras sean más grandes, en referencia al número de trabajadores y al nivel de facturación.

Respecto a las pequeñas empresas textiles en Perú (refiriéndonos a las empresas de menos de 50 empleados y una facturación de menos de 10 millones de soles), se encontró que ninguna empresa de este tipo ha solicitado la certificación ISO [21]. Un ejemplo es el centro comercial Gamarra, que cuenta con 27 mil empresarios que dan trabajo a 71 mil personas. De acuerdo con el INEI en el 2018, Gamarra está compuesto por 94,5% microempresas, 5,1% pequeñas empresas y solo un 0,4% medianas y grandes empresas. [22] Por lo que este emporio tendría un perfil microempresario.

Según Bernuy Córdova: “La gran cantidad de micro y pequeñas empresas establecidas en Gamarra difieren en el grado de aplicación de estándares de calidad para sus procesos, algunas empresas por ejemplo toman como gestión de calidad simplemente revisar que la prenda no tenga ningún defecto una vez terminada. Otros, tienen revisiones constantes en todo el proceso de confección (corte, estampado, costura, limpieza, acabado, etc.). Algunos empresarios que ya han realizado pequeñas exportaciones han adaptado sus procesos a los estándares exigidos por los clientes y por último hay algunas empresas de mediano tamaño que han logrado estandarizar sus procesos y tienen manuales indicativos de cómo hacer las cosas con supervisores de calidad revisando cada proceso. Para entender mejor el grado de madurez de los sistemas de calidad en las empresas de confecciones, en la Tabla 1 se describe el grado de aplicación de los sistemas de calidad”. [23]

Tabla 1. Madurez de los sistemas de calidad

Madurez de los sistemas de calidad					
	Disfuncional	Incipiente	En Desarrollo	Maduro	De clase Mundial
Cliente	No es escuchado	Enfoque al cliente es un objetivo	Buscan trabajar mas cerca del cliente	Trabajador, proveedor y cliente integrado.	Mantener / conservar clientes satisfechos.
Proceso	Rígido, lotes grandes, errores de flujo	Procesos a mejorar identificando, capacitación en curso	Producción flexible. Limpieza y pulcritud	Lote chico, variedad de productos, rápida respuesta.	Agil, limpio, trabajador revisa su resultado y corrige.
Maquinaria	Opera a máxima velocidad. Reactivo	En proyecto sistema de control	Sistema de control de prueba	Sistema de información operando.	Mantenimiento preventivo
Gestión	Feudos, sin conexión entre planes y estrategias	Cuello de botella, operaciones sin valor	Equipos promueven estandarizar y mejorar.	Enfocados al cliente y mejora continua.	Gerencias involucradas, mejora continua visible.
RR HH	Pobre compromiso del personal. No calificado	Equipos multidisciplinarios para analisis	Sistemas de evaluación implementados	Desarrollo de RRHH en plan estrategico.	Empleado motivado, involucración se delega.
Comunicación	Vertical, de arriba hacia abajo	revisión semanal de planes y resultados.	Comunicación cruzada y doble vía. Feedback	Estrategía integrada: planes con proceso de mejora.	Relaci colaborativa y de mejora continua.
Proveedores	Relación con proveedor enfocada en precio	En estudio la calificación de cada proveedor	Dispone de certificación de proveedores.	Proveedor comparado con otros del sector.	Proveedor comparado con otros fuera del sector.
Desempeño	el cliente recibe baja calidad y despachos atrasados	Está por debajo del promedio del sector.	Esta igual al sector.	Está por arriba del sector.	Es líder, un referente mundial.

Fuente: Asociación Peruana de Técnicos Textiles [24]

En definitiva, las grandes empresas desarrollan procedimientos formales de aseguramiento y control de calidad en sus procesos productivos y aseguran la difusión de sus procesos. Sin embargo, las PYMES tienen un mecanismo de control, porque al tener talleres de sastrería, tienden a flexibilizar la operación del proceso y se enfocan más en el resultado que en el proceso.

1.3. Filosofía Lean

Los ejecutivos, incluso en empresas como Toyota, pioneras en la filosofía Lean, han comenzado el proceso de definir su valor con la pregunta de cómo pueden diseñar y fabricar sus productos en sus propios países para satisfacer las expectativas de los clientes [25]. Sin embargo, la mayoría de los consumidores de todo el mundo prefieren productos diseñados teniendo en cuenta preferencias locales, lo que es difícil de lograr en oficinas distantes a su país.

Sin mencionar, que el pensamiento Lean tiene un mayor alcance que el sistema de Producción de Toyota ya que este nos brinda información del proceso de desarrollo del producto, el proceso de administración de los proveedores, el proceso de gestión del cliente y el proceso enfocado en la normativa de la compañía [9].

En el libro *Lean Thinking* de Womack y Jones, se define Lean como la eliminación ordenada de los desperdicios producidos por cada miembro/grupo/área/rol de la organización dentro de la cadena de valor. Entiéndase por desperdicio cualquier cosa que vaya más allá del mínimo absoluto de equipos, materiales, piezas, espacio y tiempo absolutamente necesarios para agregar valor al producto esperado.

En resumen, el pensamiento Lean es porque “proporciona un método de hacer más con menos (menos esfuerzo humano, menos equipamiento, menos tiempo y menos espacio), al tiempo que se acerca más y más a ofrecer a los clientes aquello que esperan del producto brindado” [25].

1.3.1. Lean en gestión de calidad

Hoy en día, la notable competencia que existe en los mercados a llevado a que las empresas necesiten continuamente aumentar su rentabilidad y maximizar los beneficios medibles aportados al consumidor. Este objetivo les empuja a establecer el pensamiento Lean, inspirado en el antes mencionado sistema del fabricante japonés de automóviles Toyota y que ha revolucionado los sistemas de gestión de calidad.

Para hacer esto, debe definir con precisión el valor agregado, definir todo el flujo de valor, asegurarse de que las etapas de creación de valor para cada producto sean continuas y que los consumidores atraigan valor de la empresa. Los actores de la cadena de valor reconocen que no hay límites para minimizar el esfuerzo, el tiempo, el espacio, el costo y el fracaso, mientras continúan entregando un producto que es lo más cercano a lo que los consumidores realmente necesitan y/o quieren [25].

1.3.2. Productos defectuosos en una producción

Al igual que las empresas productoras o distribuidoras, los desperdicios también se encuentran presentes en la producción. A pesar de que se puede contar con la mejor tecnología, con los operarios mejores capacitados, si no se saben usar correctamente solo generarán desperdicios. Incurriendo en costos, el tiempo de los trabajadores será consumido de manera improductiva, nuestras oportunidades de crear valor se volverán negativos por esos detalles (defectos) y los clientes quedarán insatisfechos.

Está claro que los desperdicios en empresas productoras son más visibles que en el rubro de distribución debido a que más del 80% del trabajo logístico se realiza fuera de supervisión. Por esta razón, el punto fuerte donde no debe fallar una empresa manufacturera es en la correcta supervisión que se tienen a lo largo de su cadena de valor. Los siguientes puntos muestran los desperdicios potenciales que se encontraron en la producción y con que herramientas identificarlas.

1.3.3. Herramientas Lean

Las 5 S

Las 5 S es un programa que requiere la participación y compromiso de todos los involucrados para desarrollar actividades de limpieza y detección de anomalías en el lugar de trabajo para mejorar la seguridad, el ambiente y la productividad en la zona de trabajo. La Tabla 2 muestra cómo está basado en 5 principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que apuntan hacia el objetivo de conseguir un lugar limpio y ordenado [26].

Tabla 2. Aplicación de las 5 S

1

2

3

4

Limpieza inicial

Optimización

Formalización

Continuidad

Organización y selección	Separar lo que sirve de lo que no sirve	Clasificar lo que sirve	Implantar normas de orden en el puesto	Estabilizar y mantener lo alcanzado en las etapas anteriores Practicas la mejora Cuidar el nivel de referencia alcanzado Evaluar (Auditoría 5S)
Orden	Tirar lo que no sirve	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas	
Limpieza	Limpiar las instalaciones/máquinas/equipos	Identificar focos de suciedad y localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio para evitarlas	
Mantener la limpieza	Eliminar todo lo que no sea higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar y aplicar las gamas de limpieza	
Rigor en la aplicación	Acostumbrarse a aplicar la 5S en el seno del puesto de trabajo y respetar los procedimientos en vigor en el lugar de trabajo			
				Hacia el taller/oficina ideal

Fuente: Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo [27]

Matriz AMEF

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), es una técnica que permite definir, identificar, prevenir, y eliminar fallas conocidas como potenciales que se puedan dar en los diseños, procesos o servicios antes de que estos lleguen al cliente [28].

Los beneficios que pueda traer consigo el uso del AMEF depende del enfoque y el objetivo que se tenga. Por esta razón existen 4 tipos de AMEF enfocados en distintos objetivos detallados en la Imagen 8.

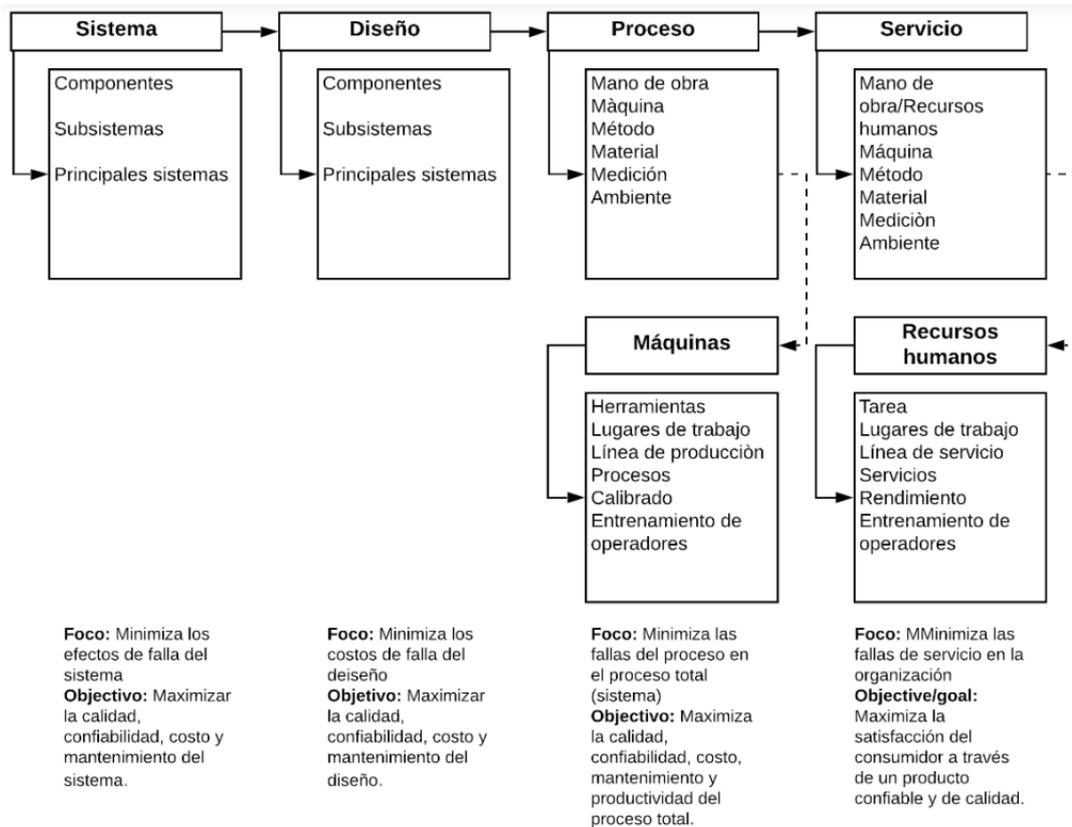


Imagen 8: Tipos de AMEF y su aplicación

Fuente: Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from theory to Execution [29]

- **AMEF de Sistema:** Usado para analizar sistemas y subsistemas en sus primeras etapas de desarrollo. Se enfocan principalmente en hallar las fallas potenciales que pueda haber entre elementos del sistema o en la interacción con otros.

Beneficios del AMEF de Sistema:

- Ayuda a escoger el diseño de sistema óptimo.
 - Ayuda a definir los niveles de diagnóstico para el sistema.
 - Incrementa la probabilidad de que un problema potencial sea considerado.
 - Identifica los modos potenciales de falla de sus elementos y con las interacciones.
- **AMEF de Diseño:** Usado para analizar productos antes de que estos sean mandados a producción. Está enfocado en hallar posibles modos de falla en el diseño del producto o servicio.

Beneficios del AMEF de Diseño:

- Establece prioridad para las acciones de mejora en el diseño.
 - Proporciona información para ayudar en la verificación y testeo del producto.
 - Identifica características críticas o significativas.
 - Ayuda a identificar y eliminar preocupaciones potenciales de seguridad.
 - Ayuda a identificar fallas en el producto en etapas anteriores a su desarrollo.
- **AMEF de Proceso:** Usado para analizar procesos en los que intervenga mano de obra o máquinas. Enfocado en la manera en que la deficiencia de los procesos ocasiona fallas.

Beneficios del AMEF de Proceso:

- Identifica procesos deficientes y ofrece planes de acción.
 - Identifica características críticas para poder llevar a cabo el plan.
 - Establece prioridad entre las acciones correctivas.
 - Documenta la lógica de los cambios.
- **AMEF de Servicio:** Usado para analizar el servicio antes que llegue al cliente. Enfocado en los modos de falla que puedan ser causados por deficiencias en los sistemas o procesos.

Beneficios del AMEF de Servicio:

- Ayuda en el análisis del flujo de trabajo.
- Ayuda en el análisis del sistema o del proceso.
- Identifica tareas deficientes.
- Identifica procesos deficientes y ofrece planes de acción.
- Identifica características críticas para poder llevar a cabo el plan.
- Establece prioridad entre las acciones correctivas.

Funcionamiento del AMEF

El valor del Nivel Prioritario de Riesgo se obtiene a raíz de los valores de severidad, ocurrencia y detección calculados en conjunto con la empresa.

Después de haber detallado los modos de falla con sus respectivos NPR's, se opta por enfocar la mejora en aquellas causas que impactan en nuestros modos de falla con mayor NPR; es decir, escoger tomar control prioritario de aquellas causas con NPR.

Diagrama bimanual

Es una herramienta de estudio y análisis de movimientos. Este diagrama muestra los movimientos y retrasos realizados por ambas manos. El propósito del diagrama bimanual es representar una operación dada con suficiente detalle para registrar, medir, analizar y mejorar el mismo. pues el nivel de detalle es minucioso y servirá para reducir las pérdidas de tiempo y movimiento más minúsculas [30]. (Ver Imagen 9)

Este diagrama ayuda a cambiar los métodos de trabajo establecidos para que se pueda lograr un trabajo a dos manos equilibrado, así como un ciclo equivalente entre los trabajos que hace una mano versus lo que hace la otra, de esta manera se evitan retrasos y se hace el trabajo del operario a un ritmo constante.

DIAGRAMA BIMANUAL							
Método: Actual				Diagrama #		Hoja 1 de 1	
Actividad: Recargado de cartucho	RESUMEN						
	Actividad	Actual		Propuesto		Economía	
		Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.
Descripción: Trabajo completamente manual	Operación ●	5	4				
	Sostenimiento ▼	2	2				
Compuesto por: <small>http://ingenieriametodos.blogspot.com</small>	Movimiento →						
	Espera D		1				
	Totales	7	7				
Descripción Mano Izquierda	SÍMBOLO						Descripción Mano Derecha
	● → D ▼ ● → D ▼						
Toma fulminante	+						Toma casquillo
Coloca fulminante	+						Sostiene casquillo
Toma pólvora	+						Mueve casquillo a mesa
Coloca pólvora en pesadora	+						Espera
Toma pólvora y coloca en casquillo	+						Sostiene casquillo
Sostiene casquillo							Toma bala
Sostiene casquillo							Coloca la bala

Imagen 9: Ejemplo del uso de un diagrama bimanual
Fuente: Diagrama Bimanual [31]

1.4. Filosofía Six Sigma

Six Sigma es un concepto originado en Motorola, USA, por los años 1985. En ese momento afrontaban contra la industria japonesa electrónica, para lo cual necesitaban realizar mejoras drásticas en sus niveles de calidad. [32] Esta iniciativa ganó popularidad en los negocios y la industria, primero en los Estados Unidos y luego en todo el mundo. [8].

Six sigma no es calidad en la definición común, la calidad de Six Sigma está definida como el valor agregado por un esfuerzo productivo, y esta calidad puede ser la actual y la potencial. La brecha entre la calidad potencial y la actual es el desperdicio, Six Sigma se enfoca en mejorar la calidad ayudando a las organizaciones a producir productos y servicios mejor, más rápido y barato. En otras palabras, Six Sigma se enfoca en la prevención de defectos, la reducción del tiempo del ciclo y el ahorro de costos, enfocados en la variabilidad de estos [9].

1.4.1. Nivel Sigma

Es un indicador de variación relativo a cuántas desviaciones estándar hay dentro de las especificaciones del proceso. [32].

Por ejemplo, si una empresa tiene un nivel 3 sigma resulta en un 66,810 DPMO o 93.3% de rendimiento en el proceso, mientras que Six Sigma es solo 3.4 DPMO con un 99.99966% de rendimiento en el proceso, es decir que el proceso solo generará 3.4 defectos por cada millón de muestras. En la Imagen 10 se muestra el Ratio de defecto en relación al Nivel de Six Sigma, al igual que en la Tabla 3.

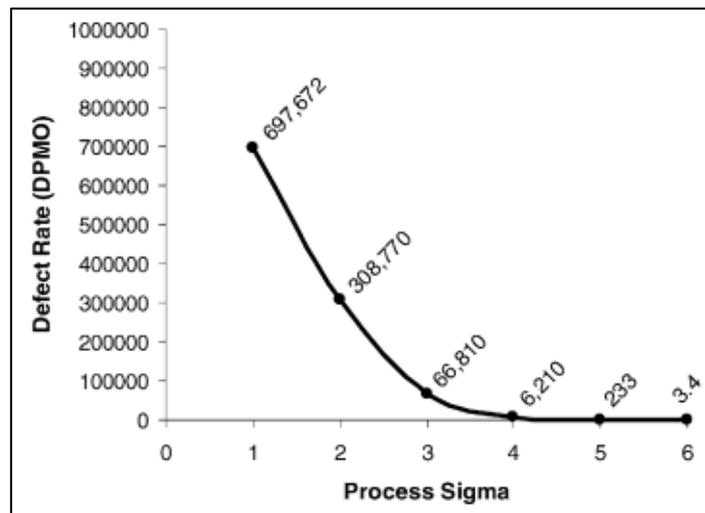


Imagen 10: Ratio de defecto (DPMO) vs. Nivel Six Sigma
Fuente: Six Sigma : A goal-theoretic perspective [32]

Tabla 3. Ratio de defecto (DPMO), Nivel Six Sigma y el rendimiento

Nivel Sigma	DPMO	Rendimiento
6	3.4	99.99966%
5	233	99.977%
4	6 210	99.379%
3	66 807	93.32%
2	308 537	69.20%
1	690 000	31%

Fuente: Nivel Sigma y DPMO [33]

1.4.2. Objetivos de Lean y Six Sigma

Los objetivos y necesidades de una organización dependerán de la naturaleza del problema, y conjuntamente de esto dependerá el uso y la predominancia de las herramientas Lean o Six Sigma. Las necesidades Six Sigma encontradas en las empresas son de reducir la variación del proceso, encontrar las mejores condiciones de funcionamiento y obtener un producto y procesos robustos. Mientras que las necesidades Lean se basan en mejorar el flujo del proceso, pero al unir ambas metodologías lo que se busca es reducir [7]:

- Desperdicios
- Actividades que no agregan valor
- Tiempo de ciclo

1.4.3. Herramientas Lean Six Sigma

Las siguientes herramientas detalladas serán usadas en esta investigación como parte de las herramientas Lean Six Sigma:

SIPOC

El diagrama SIPOC, por sus siglas Suppliers – Inputs – Process – Outputs – Customers, es un elemento principal de todo proceso y permite la comprensión a un alto nivel de un proceso no conocido. Permite visualizar fácilmente el proceso, brindando una visión macro del proceso o línea de productos y sus relaciones comerciales. [34]

La Tabla 4 ejemplifica el uso de diagramas SIPOC para mapear un proceso en diferentes niveles de detalle.

Tabla 4. Ejemplo de Diagrama SIPOC - producción de envases en cartón

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
<ul style="list-style-type: none"> - Final customer - Equipment and software supplier 	<ul style="list-style-type: none"> - Geometric or graphical models - Specifications - Pre-printing equipment and software 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Pre-printing</div>	<ul style="list-style-type: none"> - Structural design 	<ul style="list-style-type: none"> - Printing area of Production Department
<ul style="list-style-type: none"> - Pre-printing Department - Raw materials suppliers - Equipment supplier 	<ul style="list-style-type: none"> - Structural design - Tints - Cardboards - Printing equipment 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Printing</div>	<ul style="list-style-type: none"> - Printed cardboards 	<ul style="list-style-type: none"> - Cutting and creasing area of Production Department
<ul style="list-style-type: none"> - Printing area of Production Department - Pre-printing Department - Equipment, tool and material suppliers 	<ul style="list-style-type: none"> - Printed cardboards - Structural design - Cutting and creasing equipment and tools - Special glue 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Finishing</div>	<ul style="list-style-type: none"> - Finished product 	<ul style="list-style-type: none"> - Shipping area / Logistics Department
<ul style="list-style-type: none"> - Shipping area / Logistics Department 	<ul style="list-style-type: none"> - Finished product - Order packaging 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Shipment</div>	<ul style="list-style-type: none"> - Finished product shipped to the final customer 	<ul style="list-style-type: none"> - Final customer

Fuente: A Six Sigma Tool Helping on ISO 9000 Quality Management Systems [35]

Diagrama Ishikawa

También conocido como Diagrama de causa y efecto, el propósito de este análisis es encontrar todas las causas potenciales de algún problema y luego garantizar que se realicen cambios suficientes para evitar que el problema vuelva a ocurrir [36]. El análisis de la causa raíz comienza con un problema identificado, por ejemplo, en un Diagrama de causa y efecto, para investigar más a fondo las causas de los problemas y garantizar que todos los aspectos sean evaluados y mitigados.

A continuación, se detallan los pasos a seguir para identificar las posibles razones de un problema [36]:

1. Acción inmediata: si el problema sigue activo, debe resolverse de modo que el estado operativo normal se logra antes de que se haga algo.
2. Identifique el problema: en esta etapa, el problema debe ser completamente claro articulado El autor debe intentar responder preguntas ¿Quién? ¿Qué? ¿Por qué? ¿Cuándo? ¿Cómo? ¿y cuántos? cada uno relacionado con el problema a analizar.
3. Análisis de causa raíz: el método se aplica para pedir progresivamente más detallados niveles de sondeo para determinar la causa raíz. Aunque se llaman los 5 porqués, no hay un número de niveles que sea correcto; más bien, el sondeo continúa hasta que se encuentran una o más causas de raíz para cada problema.
4. Plan de acción: el plan de acción correctiva debe eliminar el problema mientras mantener o mejorar la satisfacción del cliente. Además del plan, métricas para determinar la efectividad del cambio también se desarrollan. Una vez completado, se implementa el plan de acción.
5. Plan de seguimiento: el plan de seguimiento determina quién tomará y quién lo hará evaluar las medidas del proceso revisado, con qué frecuencia se tomarán las métricas, y los criterios que se aplicarán para determinar que se resuelve el problema. El plan de seguimiento se puede crear mientras se implementa el plan de acción; va en vigor inmediatamente después de la implementación del plan de acción.

Pruebas de Hipótesis

Es la herramienta estadística que se usa para obtener el grado hasta el cual una variable está linealmente relacionada con otra. En otras palabras, mide el grado de asociamiento entre 2 variables. Se puede expresar mediante el cálculo de dos coeficientes, el de Pearson y Wilcoxon.

El coeficiente de correlación de Pearson es una medida de relación entre una variable aleatoria cuantitativa y otra variable categórica. Para el cálculo del coeficiente Wilcoxon es necesario obtener la diferencia de las 2 muestras que se quieren analizar. La mediana de esta diferencia se recomienda igualar a 0, indicándonos asociaciones positivas o negativas respectivamente [37].

1.5. Comparación con metodologías extra

Para la elección de la metodología se decidió primero hacer la comparación entre: lean vs. Six sigma vs. Lean Six Sigma (Ver Tabla 5). Posteriormente se hizo el comparativo entre Lean Six Sigma vs. Lean Manufacturing (Ver Tabla 6).

Tabla 5. Comparativo de metodologías LEAN // SIX SIGMA // LEAN SIX SIGMA

LEAN	SIX SIGMA	LEAN SIX SIGMA
<ul style="list-style-type: none"> - Lean se esfuerza por maximizar el valor para el cliente utilizando la menor cantidad de recursos posible. - Identifica cuellos de botella como el tiempo de espera, la sobreproducción, la reelaboración y el procesamiento excesivo, y se enfoca en eliminar desperdicios, reducir el tiempo del ciclo y brindar un mejor flujo. - La duración de un proyecto Lean se extiende desde 1 semana hasta 3 meses y el motor de dicho proyecto es la demanda de la producción en el mercado. - Reduce el costo operativo mediante el mapeo del flujo de valor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Six Sigma se enfoca en reducir defectos en varios procesos, apuntando a un desempeño de 3.4 defectos por millón de oportunidades. - Identifica variaciones, investiga la causa raíz y elimina la fuente del error. Mejora el costo de la mala calidad. - La duración de un proyecto de Six Sigma abarca de 2 a 6 meses y el motor de dicho proyecto son los datos. - Identifica variaciones, investiga la causa raíz y elimina la fuente del error. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elimina desperdicios y reduce defectos. - Lean Six Sigma buscan eliminar el desperdicio en las formas definidas por Lean al mismo tiempo que buscan mejorar los procesos al implementar DMAIC y DMADV - Combinadas, las dos metodologías ayudan a las empresas a ser más eficientes en todas las operaciones, al mismo tiempo que crean productos y servicios de mejor calidad.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Comparativo de metodología LEAN SIX SIGMA // LEAN MANUFACTURING

	Lean Manufacturing	Lean Six Sigma
Métrica primaria	Analice el flujo de trabajo (aumente) y reduzca / elimine el desperdicio.	Lograr resultados consistentes y reducir la tasa de defectos.
Enfoque de mejora de procesos de negocio	PDCA (planear, hacer, verificar, actuar)	DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar, controlar)
Utilización	Utilizado principalmente en producción	Se utiliza para reducir errores en entornos de producción y no producción.
Objetivo	Mejorar el proceso ineficiente	Mejorar el proceso ineficiente
Herramientas	Mapeo de flujo de valor, 6s, trabajo estandarizado, Kanban, resolución de problemas, pola yugo, eventos kaizen y otras herramientas.	Mapeo de procesos, SIPOC, métodos estadísticos, diseño de experimentos (DOE), gráficos de control más herramientas lean.
Outputs	Incrementar la rentabilidad, agregar valor, aprender haciendo	Incrementar la rentabilidad, agregando valor, decisiones basadas en datos.
Referencias	De acuerdo a la consultora Lean Enterprise Partner, la manufactura Lean reduce las pérdidas logísticas hasta en un 20%, los tiempos de entrega de productos en un 75% y el inventario hasta en un 75%.	Según datos de Lean Solutions, la mayoría de las empresas tradicionales tienen un 6,37% de errores, siendo la logística solo un 70%. Lean Six Sigma tiene como objetivo reducir esta tasa de error a un nivel casi imperceptible de 0,00034%. Además, aumenta la eficiencia de los procesos hasta en un 99,99%.

Fuente: Elaboración propia

Después del comparativo, se optó por la metodología Lean Six Sigma. No se pudo optar solo por Six Sigma ya que se contaba con una población de 8000 unidades anuales aproximadamente, por lo tanto, no llega a ser relevante con el tipo de análisis que Six Sigma ofrece (Defectos por millón). Es por ello por lo que se complementa con la

metodología Lean la cual ayuda con la reducción de desperdicios / reprocesos generados por defectos en la fabricación de chompas. Es así como la fusión de ambas metodologías favorece la investigación y análisis.

1.6. Enfoque DMAIC

DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar, y controlar, siglas en inglés) es una metodología de proceso utilizada por Six Sigma con un formato estructurado y disciplinado, basado en formular una hipótesis, realizar experimentos y luego ejecutarlos, para así confirmar o refutar una hipótesis formada previamente[38]. Cada etapa se describe como:

- Definir: Entender el problema y sus implicaciones económicas.
- Medir: Desarrollar y aplicar un proceso de recolección de datos que nos permite medir la importancia y severidad del problema.
- Analizar: Realizar un análisis en el que se obtienen las primeras causas del problema.
- Mejorar: Proponer y seleccionar propuestas de mejora para solucionar el problema que enfrenta la organización.
- Controlar: Desarrollar procedimientos o estrategias que permitan monitorear las mejoras y definir controles para asegurar que las mejoras aplicadas se mantengan en el tiempo dentro de la organización.

1.7. Implicancias de Lean Six Sigma

1.7.1. Factores de éxito durante la implementación de Lean Six Sigma

En la Tabla 7 se resume los principales FCEs tal como han sido descritos por los autores listados:

Tabla 7. Resumen de los factores de éxito en el despliegue de LSS [38]

Autor	FCEs
Goldstein (2001)	<ul style="list-style-type: none"> - Participación activa de la junta directiva - Revisión de diseño - Asistencia técnica

	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos dedicados permanentes - Capacitación - Contacto - Selección de proyectos - Ofertas especiales - Ambiente seguro - Plan de proveedor - Atender las necesidades del cliente
Antony (2009)	<ul style="list-style-type: none"> - Compromiso de la dirección - Comprender la metodología Six Sigma, sus herramientas y técnicas. - Alineación de los objetivos del método Six Sigma con la estrategia corporativa. - Alinear los objetivos de la metodología Six Sigma con clientes y proveedores - Seguimiento, selección, revisión y proyectos - Conocimiento de la infraestructura organizacional relacionada con Six Sigma - Formación en gestión de proyectos. - Mejorar la cultura corporativa.
Pandey (2007)	<ul style="list-style-type: none"> - Información completa sobre los sistemas de calidad disponibles - El empleado responsable de Six Sigma debe tener conocimientos en el área de gestión de proyectos. - Implementar un sistema de recompensa digno para los empleados leales - Incluir el elemento humano en cualquier cambio organizacional
Zu (2008)	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura de roles - Distribuir recursos

	<ul style="list-style-type: none"> - Incrementar la capacidad de todos los empleados para mejorar continuamente.
Ho (2008)	<ul style="list-style-type: none"> - Compromiso y compromiso de la alta dirección - Estrategia comercial basada en los requerimientos del cliente. - Configurar la estructura Six Sigma - Ejecutar el proyecto y controlar los resultados. - Invertir en recursos básicos - Estructura de inversión y formación de entrenadores y mentores - Sistema de premios y recompensas. - Utilizar análisis de datos con información que se puede obtener fácilmente - Prestar atención a los objetivos a corto y largo plazo. - Coordinar con el sistema de gestión del conocimiento. - Proyectos alineados con la estrategia comercial de la compañía - Colaboración y Comunicación 13. Uso de herramientas Six Sigma

Fuente: Adaptado de Manville et al. [36]

1.7.2. Retos, desafíos y barreras durante la implementación de Lean Six Sigma

A medida que avanza el desarrollo de la metodología, es muy probable que surjan uno o más desafíos, ya sea en la forma en que se gestionan los programas o en la forma en que se ejecutan los proyectos.

Algunos de los retos y focos que no deben perderse de vista son:

- 1) Ampliar la perspectiva: Cuando el personal de Planta comienza a involucrarse más con el proceso se puede beneficiar la comunicación entre los operarios y mandos medios generando mejor clima laboral. Cuando se

empieza a revelar los datos y/o problemas por zonas, el personal se da cuenta de errores que ya estaba sospechando, y comienzan a ser capaces de poder optar con la mejora de su proceso. Así, la implicación del personal de planta en los proyectos de mejora, generan enormes beneficios económicos. Lean Six Sigma se enfoca en el trabajo cultural del personal y eso lo diferencia [39].

- 2) Saltar de la antigua “certificación” a la mejora del negocio: La normativa ISO 9000 resalta en las diversas certificaciones y auditorias de fabricación, ya que impidieron a muchos empresarios, principalmente dueños de Mypes & Pymes, una mejora real con respecto a la calidad. La respuesta “La norma lo pide de esa manera” justifica los hechos de que la mejora es compleja y muy difícil de conseguir. Peor aún, pasa que cuando un proceso ya es certificado y documentado, mejorarlo pasa a ser como hablar de la maldición. Para Lean Six Sigma, esa respuesta no es excusa para perder el foco en el negocio y, sobre todo, para perder el dinero. Las empresas de hoy tienen equipos altamente formados dedicados a mantener los documentos de certificación y a dirigir las “complejas auditorias”. Mientras por el lado de las pequeñas y microempresas, el objetivo es entregar valor a los clientes y ganar dinero, no simplemente “quedar bien con la norma x” [39].

1.8. Antecedentes en investigaciones de mejora en la industria textil

Se realiza una profunda investigación de antecedentes que demuestren el impacto del uso de la tecnología DMAIC y Lean Six Sigma en la mejora de procesos del rubro textil:

- 1er caso: Un caso de implementación de una estrategia Six Sigma en la planta de producción de tejido de punto, con enfoque DMAIC. Los tipos y motivos de los diferentes defectos de la tela se identifican mediante el diagrama de causa y efecto. En la fase de mejora, los defectos se eliminan utilizando la metodología Six Sigma. Se llega a obtener un nivel sigma de 4. La implementación de la metodología Six Sigma en la planta de

producción de tejidos también reduce el costo de producción. Como resultado, este estudio en tiempo real en la planta de producción de tejido de punto ha demostrado ser una producción económicamente sostenible de tejido de punto. [40]

- 2do caso: Este artículo trata sobre la aplicación de la metodología basada en Six Sigma basada en herramientas DMAIC para reducir los defectos de producción en la fabricación textil. Se ha seguido este enfoque para resolver la alta tasa de defectos. La aplicación de la metodología Six Sigma dio como resultado una reducción en el nivel de calidad general del 7,7 % al 2 %. [41]
- 3er caso: La metodología DMAIC “permite alcanzar mejores niveles de productividad y competitividad empresarial, la cual está basada en la desviación estándar; siendo su fin reducir la variabilidad y/o defectos en los productos y servicios a un nivel de 3,4 defectos por millón de oportunidades. Esta investigación tuvo como objetivo el analizar la importancia del Six Sigma en el sector empresarial textil. Entre sus principales conclusiones se tuvo que: El Six Sigma proporciona a las empresas una herramienta orientada a mejorar la capacidad de sus procesos, aumentando el rendimiento y disminuyendo la variación, con el propósito de reducir los defectos y aumentar la calidad del producto”. [42]
- 4to caso: “El objetivo del estudio fue identificar y corregir los tipos de defectos más repetitivos en el proceso productivo de piezas de acero y hierro, a fin de reducir el porcentaje de piezas no conformes. Los resultados observados fueron la reducción de piezas no conformes de 3,96% a 2,71%, ahorro aproximado de S/.195 905.00 nuevos soles, incremento en la capacidad de atención al público, reducción de horas extras del personal y del equipo operativo; así como del tiempo de espera del moldeo. Concluyendo que el uso de la metodología Lean, apoyada con las otras metodologías empleadas permitió la identificación de los defectos más repetitivos; así como, la mejora de la operatividad, eficiencia y rentabilidad en la industria de fundición”. [43]

CAPITULO II

EMPRESA

2.1. JORY MAKY SAC

Jory Maky es una micro - empresa que trabaja como taller ubicado en la Av. Terpsícore 242, Ate. Se dedica a brindar el servicio de fabricación de productos textiles para damas y caballeros, especializado en el rubro de textilería, específicamente con los productos de alpaca 100%. Los productos fabricados son de tipo: chompas, ponchos, chalecos con detalles de abierto, cerrado, manga larga, manga corta, etc.

2.2. Modelo de negocio

El objetivo de los líderes que conforman la empresa es sobresalir con respecto a la calidad de sus productos y puntualidad de entrega de ellos. Para conseguir ello, año tras año desde el 2010, han logrado mejorar sus procesos, reduciendo sus niveles de incidencias de defectos y entregando con más anticipación los pedidos que manejan.

2.3. Cadena de negocio

2.3.1. Proveedores

Antes del 2017, la empresa tenía el control de sus propios proveedores de materia prima (Itessa y La Colonial). Sin embargo, a partir de este año en adelante, la empresa modifica su tipo de negocio: pasa de vender prendas a sólo brindar el servicio de producción de chompas, donde la materia prima la otorga el mismo cliente.

2.3.2. Clientes

La empresa trabaja actualmente con 2 clientes: Birla House SAC y Textura y Acabados SAC. Birla House es un cliente con quien se comenzó a trabajar en la empresa desde sus inicios. En el año 2016 se comenzó a realizar pedidos para la empresa Textura y Acabados, los cuales para el año 2019 comenzó a ser más significativo, con 30% de las ventas. Pero al incrementar los volúmenes de producción, Jory Maky notó un incremento en los defectos de producción, los cuales dejaban una mala imagen para la empresa.

2.4. Procesos internos

Los procesos de la empresa comienzan desde la compra de la materia prima hasta el embalaje y envío del producto terminado, algunos de los procesos mencionados a continuación son para todas las prendas, sin distinción por el tipo que sea:

1. Compras de la Materia Prima: El proceso se inició con la compra de un lote determinado de hilos que se hacen de acuerdo con el volumen del pedido, el cual en promedio tiene 2 semanas de preparación para la entrega de ello.
2. Recepción y almacenaje de la Materia Prima: Apenas se recepcione los hilos, los trasladadas al almacén, cerca de las maquinas tejedoras.
3. Tejido: Se tejen las partes de la prenda en diferentes trozos (pecho, espalda, mangas), esta labor lo realiza 3 máquinas industriales, las cuales necesitan 1 o 2 asistentes que estén al pendiente de ellas.
4. Remallado: Cuando se tejen las partes quedan hilos sueltos, este proceso sirve en esencia para que no se desarme, realizada por destajo con personal del momento.
5. Armado de las chompas: Para este proceso la empresa contrata personas por destajo e incluso da la facilidad de llevar las prendas al domicilio de los trabajadores, lugar donde cada 4 días se llevan y se recogen los productos ya armados.
6. Etiquetado: Las prendas tienen diferentes especificaciones, todos estos detalles como la talla, composición, lugar de fabricación de la prenda respectiva van en las etiquetas.
7. Detalles especiales: Dependiendo el tipo de prenda, y sus especificaciones solicitadas, se le añaden botones, bolsillos, lazos, etc.
8. Limpieza: Las prendas después del armado, tienen retazos de hilos saliendo por todos lados, estos son asegurados y cortados.
9. Control de calidad: Las prendas vienen con algunas fallas que son arregladas en ese mismo momento o son desechadas.
10. Vaporizado: Todas las prendas son planchadas con vapor caliente para definir el tamaño y eliminar las arrugas en la prenda.
11. Empaquetado: Las prendas son dobladas y puestas dentro de bolsas individuales y después selladas,

12. Embalaje: Son colocadas en cajas de aproximadamente 60-90 chompas de capacidad (dependiendo de la talla) para enviarlas al almacén y esperar a terminar la producción del pedido.
13. Enviado: Jory Maky coordina con Birla House para entregar las cajas y estas ser exportadas.

2.5. Desempeño operativo

Como todo taller textil que desempeña sus labores brindando servicio de confección de prendas, maneja trabajadores según el volumen de sus pedidos. Por lo tanto, el personal que tiene en planilla es mínimo, y cuando se requiera mayor mano de obra se contrata mediante maquila o por destajo a nuevo personal.

2.6. Ventas

En los últimos años, se registró de que el valor de los pedidos ha decrecido. A pesar de la actual situación mundial (covid-19) que se está pasando, los pedidos no pararon, pero si disminuyeron.

La Imagen 11 muestra el decrecimiento de las ventas por parte del cliente Birla House:

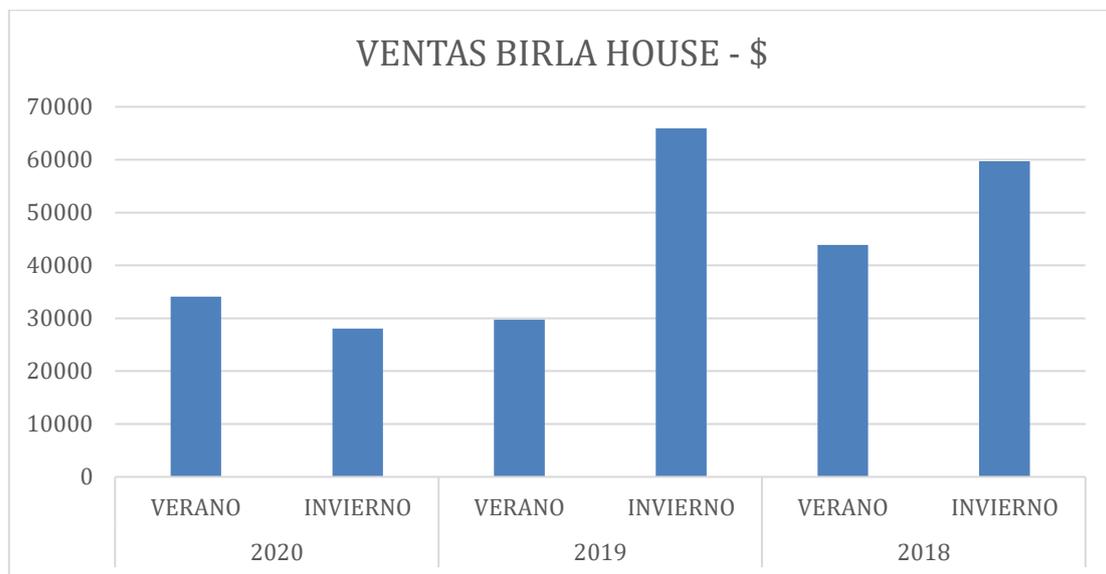


Imagen 11: Ventas al cliente Birla House
Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III

METODOLOGÍA

En esta sección se describe la secuencia de pasos utilizada para desarrollar este estudio, que corresponde a la aplicación del método DMAIC para la reducción de defectos en el proceso de fabricación de suéteres. Además, sabrá qué variables medir, qué interviene en el proceso y cómo recoger y analizar estas variables.

3.1. Despliegue de la investigación y de la metodología a aplicar

Se toma como base la metodología DMAIC, la cual se desarrollará de manera secuencial y lógica para alcanzar los objetivos planteados. Asimismo, se describe el propósito de cada fase, las preguntas a responder, la descripción y las herramientas a utilizar para cada fase.

3.2. Alcance de investigación

Debido a que la metodología Lean Six Sigma se basa en la metodología del DMAIC para seguir un orden en el desarrollo/uso de las herramientas y poder alcanzar el objetivo de la investigación; dicho objetivo abarca tres tipos de alcance, que son: Descriptivo, explicativo y correlacional. [44]

La presente tesis tiene un alcance descriptivo debido a que durante las fases definir y medir de la metodología de DMAIC se busca detallar el problema originario de la investigación, su alcance y su impacto; asimismo, se describe el proceso productivo para entender la línea donde se generan los defectos analizados.

Asimismo, tiene un alcance explicativo, ya que como su nombre lo indica, su interés es explicar por qué ocurre un incidente o indicador y en qué circunstancias suceden, o por qué 2 o más variables describen a nuestra variable dependiente y en qué porcentaje se relacionan[44].

En la fase definir, mediante las herramientas de calidad AMEF e Ishikawa se pretende identificar las causas del problema en cuestión. La herramienta 5'S será usada en la fase medir y posterior a la implementación de las mejoras en la fase mejorar. De

igual forma, la fase de análisis tiene en cuenta el dominio de correlación en el que se evalúa el grado de asociación entre nuestra variable dependiente y las causas probables que vendrían a ser nuestras variables independientes, en este caso, el porcentaje de productos defectuosos en el proceso de producción de chompas es nuestra variable dependiente. Cada una de estas variables se mide, luego se cuantifica y se relaciona mediante pruebas de Wilcoxon/Anow y se respalda con hipótesis probadas. El principal beneficio de este tipo de investigación es comprender cómo se puede comportar una variable (dependiente) aprendiendo sobre el comportamiento de otras variables posiblemente relacionadas. La Tabla 8 describe las fases de la metodología DMAIC.

Tabla 8. Despliegue y fases de la metodología DMAIC

Fases de la metodología	Objetivo	Preguntas por resolver	Descripción	Herramientas
Definir	Determinar el problema, entender el proceso, el alcance de la solución y el impacto	¿Cuál es el problema? ¿Cómo es el proceso? ¿Cuál es el alcance?	Identificar el problema Mapear el proceso Definir limitaciones	AMEF SIPOC 5S Diagrama de flujo
Medir	Establecer indicadores para poder determinar el desempeño de los procesos	¿Cuál es el desempeño del proceso? ¿Qué indicadores debería medir? ¿Qué indicadores me ayudarán a controlar?	Identificar variables cuantificables Analizar la capacidad de los procesos Identificar posibles causas	Toma de tiempos Value Stream Mapping Diagrama de Actividades Análisis de capacidad
Analizar	Entender cómo y por qué se generan los problemas	¿Cuáles son las causas del problema? ¿Qué desperdicios se han identificado?	Identificar posibles causas Identificar posibles desperdicios	Diagrama de Ishikawa Prueba de hipótesis

Implementar	Plantear soluciones inmediatas como a largo plazo	¿Cómo mejoro el desempeño? ¿Puedo implementar mejoras inmediatas?	Plantear soluciones de aplicación inmediata Priorizar las mejoras a realizar	Diseño de proceso
Controlar	Establecer una forma de controlar las mejoras implementadas	¿Cómo hago que las mejoras tengan un impacto aun cuando el contexto cambie?	Asegurarse de la sostenibilidad de las mejoras implementadas mediante esta investigación	Instructivo Capacitación

Fuente: Elaboración propia

3.3. Tipo de diseño de investigación

La presente investigación es de tipo no experimental porque no hay una manipulación intencional de las variables, es decir, las variables independientes se cambian intencionalmente para ver su efecto en otras variables. No se tiene control sobre las variables ya que estas son independientes y no es posible manipularlas.

Asimismo, Hernández [44] define tipos de investigación no experimental, y la presente tesis tiene un diseño de investigación transeccional ya que se recolectan datos de la producción de chompas en un solo momento (2020) con el propósito de analizar su interrelación con las mejoras que se plantearán e implementarán en esta investigación.

A su vez, los diseños transeccionales se dividen en tres: exploratorios, descriptivos y correlacionales-causales. Y es este último el que se considera para la tesis, ya que describe las relaciones entre variables.

3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis es el producto final del proceso de producción de chompas llevado a cabo por el taller textil Jory Maky SAC, estos se encuentran expresados en unidades.

3.5. Población de estudio

La población está representada por todas las muestras documentadas desde las campañas del 2019 hasta la campaña 2020- 1, ya que desde ese año se ha llevado el control de productos defectuosos en la producción de chompas. A partir de la campaña 2020-2 se implementarán las mejoras y controles.

3.6. Tamaño de muestra

Para determinar el tamaño de muestra se consideran todas aquellas muestras registradas en la base de datos de la empresa durante el segundo pedido realizado al cliente de Japón en el año 2020. Haciendo un total de 2260 chompas. Para ello, la empresa detalla el número de productos defectuosos que ingresar a un reproceso de los pedidos anteriores ese año.

3.7. Selección de la muestra

La muestra es el registro de datos creados a partir de los eventos suscitados en la producción a fines de octubre del 2020, producción en la cual se confeccionaron 2170 chompas.

3.8. Técnicas de recolección de datos

3.8.1. Observación:

Esta técnica se aplica para adquirir datos adicionales y fiables de lo que se haya seleccionado a analizar previamente. La información obtenida debe estar perfectamente insertada en el contexto en el que se trabaja, y a partir de lo que se observe se pueden establecer relaciones directas para determinadas situaciones.

3.8.2. Análisis de contenido cuantitativo:

Este método se utiliza para cuantificar variables. Este análisis se realizará utilizando MINITAB 19, software de análisis estadístico.

3.9. Análisis e interpretación de la información

Se empleará el análisis descriptivo ya que se utilizaron procedimientos que caracterizan, analizan y describen las características de los datos estudiados de una muestra. Asimismo, se va a utilizar un análisis descriptivo dado que, a partir de los datos

de la producción, se harán análisis mediante pruebas estadísticas para definir y/o caracterizar al grupo total de datos. Por último, este análisis descriptivo nos permitirá analizar las variables independientes que influyen o no en el porcentaje de productos defectuosos en la producción.

Para comprobar las hipótesis que se plantean en la presente tesis se utilizará las siguientes técnicas de análisis: Análisis Wilcoxon y Anova.

3.10. Limitaciones

Al ser un pequeño taller textil se encontró 2 limitaciones. En primer lugar, los pedidos se envían 2 veces al año, lo cual impide poder analizar los defectos encontrados por el cliente con rapidez. Y, en segundo lugar, no se puede hacer seguimiento sobre los procesos que realizan las personas contratadas por destajo puesto que el trabajo lo desempeñan en sus casas, fuera de las instalaciones del taller textil.

CAPITULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se muestra el desarrollo de la metodología Lean Six Sigma, donde se describe a detalle cada una de las fases. Definir, en donde sintetiza el problema entendiendo los procesos de fabricación, cabe indicar que el problema encontrado debe tener una solución posible y alcanzable para el tiempo del desarrollo de la tesis. Medir, donde se establecen indicadores que se puedan determinar en los procesos ya identificados. Analizar, donde los datos previamente recopilados se usan en pruebas o herramientas de análisis, para entender cómo y porqué se origina el problema a través de la/las causa/s raíz/ices. Implementar, donde se desarrollan las mejoras planteadas en base a los resultados de los análisis que se hicieron previamente. Controlar, después de corroborar el impacto de las mejoras es necesario asegurarse que se siga manteniendo el rendimiento generado por ello.

4.1. Fase Definir

En esta fase se comprendió y describió los procesos de fabricación de la empresa Jory Maky SAC. Se acotó y cuantificó el problema mediante el uso de herramientas como, SIPOC, AMEF, Ishikawa y Diagrama bimanual.

4.1.1. Descripción del problema

En el año 2019, hubo 553 productos defectuosos de un total de producción de 7424 unidades. El porcentaje de unidades defectuosas ascendió hasta 7.44% del total de unidades anuales. Esto repercutió en el no cumplimiento de los requisitos del cliente y una penalidad económica por productos defectuosos, con un descuento total del 100% del precio de venta por cada producto defectuoso.

Teniendo conocimiento del precio por unidad de \$ 14 aproximadamente, en el año 2019, se estimó un lucro cesante de \$ 7 742 lo cual representa la devolución del dinero por las 553 prendas con defectos reportadas por cliente (no existe penalidades o comisiones extras). Lucro cesante que se redujo en grandes medidas a lo largo de los

periodos siguientes después de la implementación, los mismos que serán detallados más adelante en esta investigación.

4.1.2. Limitantes

El tiempo estimado de la notificación de los defectos encontrados por el cliente a la empresa Jory Maky SAC es aproximadamente de 12 meses a partir de la entrega de la orden terminada, dificultando la obtención de los resultados de la mejora implementada.

En ese sentido, el alcance de esta investigación se consideró al porcentaje de productos ingresados a un reproceso (defectuosos) como variable dependiente. De esta manera, se podrá medir nuestras mejoras implementadas al concluir con la investigación, ya que no se dependerá del input del cliente final, sino, se medirá esta variable al término de cada proceso de la línea de producción.

Variable dependiente: Porcentaje de productos ingresados a un reproceso por un defecto de la prenda

4.1.3. Herramientas usadas en esta fase

Caracterización de los Procesos – SIPOC

El diagrama SIPOC, nos permite visualizar fácilmente los procesos, dando una visión macro del flujo del producto y sus relaciones comerciales.

La empresa presenta 11 procesos durante la línea de producción (Ver Tabla 9), inicia desde el ingreso de la materia prima a través de 2 proveedores (Itessa y La Colonial) y culmina con el embalaje de las cajas con las chompas terminadas apiladas dentro.

Cabe indicar que el propio cliente final es a la vez el proveedor del material para los procesos de etiquetado, embalaje y empaquetado. Esto se debe a que el cliente (Birla House) sabe los requerimientos de sus clientes en el extranjero, tales como:

- Etiquetas con información del producto.
- Etiquetas con código y precio de venta final.
- Calidad y tamaño bolsas para el empaquetado.
- Medidas y material de las cajas de embalaje.

Cada proceso tiene como parte final una actividad de inspección donde de manera rápida revisan los imperfectos del acabado. Dentro de la línea de procesos, el proceso de armado y remallado es donde se recurre a la contratación de personal externo, ya que, según la información brindada por la empresa, son estos procesos los cuales tienen un mayor tiempo de proceso en comparación a los demás procesos. En otras palabras, donde existe el cuello de botella, por ello se requiere un apoyo de manera rápida y poder lograr la producción a tiempo.

Tabla 9. Diagrama SIPOC

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
- Itessa - La Colonial	- Orden de fabricación - Ovillo de lana de alpaca, ovino y algodón pima	Recepción materia prima	- Ovillos de lana	- Sierra Home - Texturas y acabados SAC
	- Ovillos de lana - Máquina de tejer	Tejido	- Pedazos de prendas tejidas	- Personal externo
	- Pedazos de prendas tejidas - Máquina de remallado	Remallado	- Piezas remalladas	
	- Piezas remalladas - Máquina: Platillado	Armado de chompa	- Chompa armada	
- Sierra Home	- Chompas armadas - Tijeras - Etiquetas - Personal	Etiquetado	- Chompas etiquetadas	
	- Chompas - Botones, Tijeras - Hilos de colores - Agujas, Crochet	Añadir detalles	- Chompas completas	
- Sierra Home	- Bolsillos - Piquetera	Limpieza	- Chompas sin hilos expuestos	
	- Chompas - Personal de inspección	Control de calidad	- Reducción de imperfecciones en chompas	
	- Chompas - Máquina: vaporizadora	Vaporizado	- Chompas más compactas	
- Sierra Home	- Chompas - Bolsas - Cintas y tijeras - Stickers, tickets	Empaquetado	- Chompas en bolsas	
- Sierra Home	- Chompas - Cinta, cajas, yute - Plástico	Embalaje	- Chompas en caja	

Fuente: Elaboración propia

AMEF – Análisis y Medición del Modo y Efecto de Fallas del Proceso

AMEF es una herramienta analítica para identificar, analizar y prevenir posibles fallas y/o defectos que puedan afectar un producto o sistema de producción [28].

Para la aplicación de esta herramienta se debieron realizar reuniones con los operarios y supervisores de cada proceso de la empresa. Se pudo observar que los involucrados por partes de la empresa pudieron identificar con facilidad los modos de falla, los mismos que estaban relacionados a los defectos encontrados en los productos al momento de realizar reprocesos.

El análisis AMEF se realizó para los procesos desde la recepción de materia prima hasta la entrega del producto en embalaje. Como se ve en la Tabla 10. se encontraron un total de 17 modos potenciales de falla en los diferentes procesos, de los cuales el 5 tienen un NPR mayor o igual al nivel de riesgo aceptable ($NPR > 200$).

Se debe considerar que la severidad de los modos de falla no influye al bienestar del cliente final, pero si a la calidad del producto, por lo que las severidades de todos los modos de falla consideran totalmente el impacto en la calidad del producto y la imagen de la marca.

Hipótesis 1:

Variable independiente: PROVEEDOR

H0: El proveedor no influye al % de productos que ingresan a un reproceso.

H1: El proveedor influye al % de productos que ingresan a un reproceso.

Hipótesis 2:

Variable independiente: TRABAJADOR

H0: El % de personal externo no influye al % de productos que ingresan a un reproceso.

H1: El % de personal externo influye al % de productos que ingresan a un reproceso.

Hipótesis 3:

Variable independiente: PRÁCTICAS INADECUADAS

H0: Las prácticas inadecuadas del operario no influye el % de productos que ingresan a un reproceso.

H1: Las prácticas inadecuadas del operario influye al % de productos que ingresan a un reproceso.

Tabla 10. Análisis y Medición del Modo y Efecto de Fallas– AMEF

Pasos del Proceso	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Detección de la falla	Situación Actual				
					Control	SEV	OCC	DET	NPR
Recepción y almacenaje de la materia prima (Personal)	Empaques con aberturas o roturas	Manchas y/o desgaste en los hilos	Mal trato de la materia prima por parte del proveedor al realizar la entrega	Revisión visual no detallada antes de utilizar el empaque	SI	1	4	6	24
Tejido (Maquinas controlada por un personal)	Maquina descalibrada	Puntos sueltos en los tejidos	Falta de mantenimiento preventivo	Revisión visual no detallada posterior al tejido	SI	3	3	2	18
Remallado (Personal)	Maquina puede soltar puntos al unir piezas	Orificios en las uniones que pueden destejarse	Personal eventual Personal distraído	Revisión visual no detallada posterior al remallado	SI	6	6	6	216
	Maquina tensionada más de lo necesario	Costura inadecuada	Falta de mantenimiento preventivo	Sin revisión posterior al remallado	SI	6	4	10	240
Armado de Chompa (Maquina operada por un personal)	Maquina puede soltar puntos al unir piezas	Orificios en las uniones que pueden destejarse	Falta de mantenimiento preventivo	Revisión visual no detallada posterior al armado	SI	6	6	6	216

	Desnivelación al unir las partes de la prenda	Costura inadecuada	Personal eventual Personal distraído	Sin revisión posterior al armado	SI	6	4	10	240
	Maquina tensionada más de lo necesario	Costura inadecuada	Falta de mantenimiento preventivo	Sin revisión posterior al armado	SI	6	4	10	240
Etiquetado (Maquina operada por un personal)	Mala ubicación de la etiqueta	Etiqueta doblada	Personal sin experiencia Personal distraído	Revisión visual no detallada posterior etiquetado	SI	1	3	6	18
	Se deja la chompa como ya etiquetado	Etiquetado incompleto	Personal distraído	Revisión de etiquetas de las prendas por grupo posterior etiquetado	SI	8	3	2	48
	Hilo incorrecto usado para etiquetar	Hilos de otro color, genera reproceso	Falta de calibración de la maquina	Revisión visual no detallada posterior etiquetado	SI	3	3	6	54
Detalles especiales (Personal)	Botones cosidos con poco hilo	Botones descocidos	Personal sin experiencia	Sin revisión posterior al proceso	SI	3	4	10	120
	Se sueltan puntos al unir los bolsillos	Orificios en las uniones que pueden llegar a destejarse	Personal sin experiencia Personal distraído	Revisión visual no detallada posterior al proceso	SI	6	3	6	108

Limpieza	Hilos extras sin cortar	Producto con defectos	Personal sin experiencia Personal distraído	Revisión visual no detallada posterior proceso	NO	3	4	6	72
	Recorte del tejido de la prenda	Orificios en la prenda que pueden destejarse	Personal sin experiencia Personal distraído	Revisión visual no detallada posterior proceso	NO	10	3	6	180
Control de Calidad	No se encuentran las fallas en su totalidad	Productos con defectos	Personal sin experiencia Personal distraído	Sin revisión posterior al proceso	NO	6	3	10	180
Vaporizado	Plancha de vapor muy cerca de la prenda	Brillo en el exterior de la prenda	Personal sin experiencia Personal distraído	Sin revisión posterior al proceso	SI	3	4	10	120
Doblado y Empaquetado	Bolsas de empaquetado con defectos	Reproceso - Producto defectuoso	Bolsas dañadas de fábrica	Revisión visual no detallada posterior proceso	NO	1	10	6	60
Embalaje	Las prendas empaquetadas se dañan o desordenan	Reproceso - Producto defectuoso	Personal sin experiencia Personal distraído	Revisión visual no detallada posterior proceso	NO	6	4	10	240

Fuente: Elaboración Fuente Propia

ISHIKAWA

Se usó el diagrama Ishikawa para segmentar los problemas de la empresa en 6 diferentes rasgos: medición, personas, maquinas, entorno, material, método. Asimismo, como se observa en la Imagen 12, se identificó junto a la empresa de la investigación las posibles causas potenciales que influyen más nuestra variable dependiente.

Hipótesis 1: Variable independiente: PERSONAL CAPACITADO

H0: La falta de capacitación no influye al % de productos que ingresan a un reproceso.

H1: La falta de capacitación influye al % de productos que ingresan a un reproceso.

Hipótesis 2: Variable independiente: TRABAJADOR

H0: El % de personal externo no influye al % de productos que ingresan a un reproceso.

H1: El % de personal externo influye al % de productos que ingresan a un reproceso.

Hipótesis 3: Variable independiente: MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE MAQUINARIA.

H0: Las prácticas inadecuadas del operario no influye el % de productos que ingresan a un reproceso.

H1: Las prácticas inadecuadas del operario influye al % de productos que ingresan a un reproceso.

La presente tesis analizó la variable TRABAJADOR mediante la prueba Wilcoxon. En la empresa se cuenta con 2 tipos de trabajadores, in situ y externo. En la segunda campaña del año (la última), no se recurrió a contratar personal externo debido a la baja demanda del pedido. Es decir, debido a la coyuntura de la pandemia sanitaria la

cantidad de chompas en la segunda campaña se redujo significativamente a comparación del pedido de la primera campaña del año. Asimismo, la variable MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE MAQUINARIA se analizará mediante las 5s, el porcentaje de cumplimiento en Orden será nuestro indicador antes y después de la implementación de la mejora.

Sin embargo, la variable PERSONAL CAPACITADO no se analizará ya que la empresa no registra cuando un trabajador nuevo ingresa y recibe capacitación.

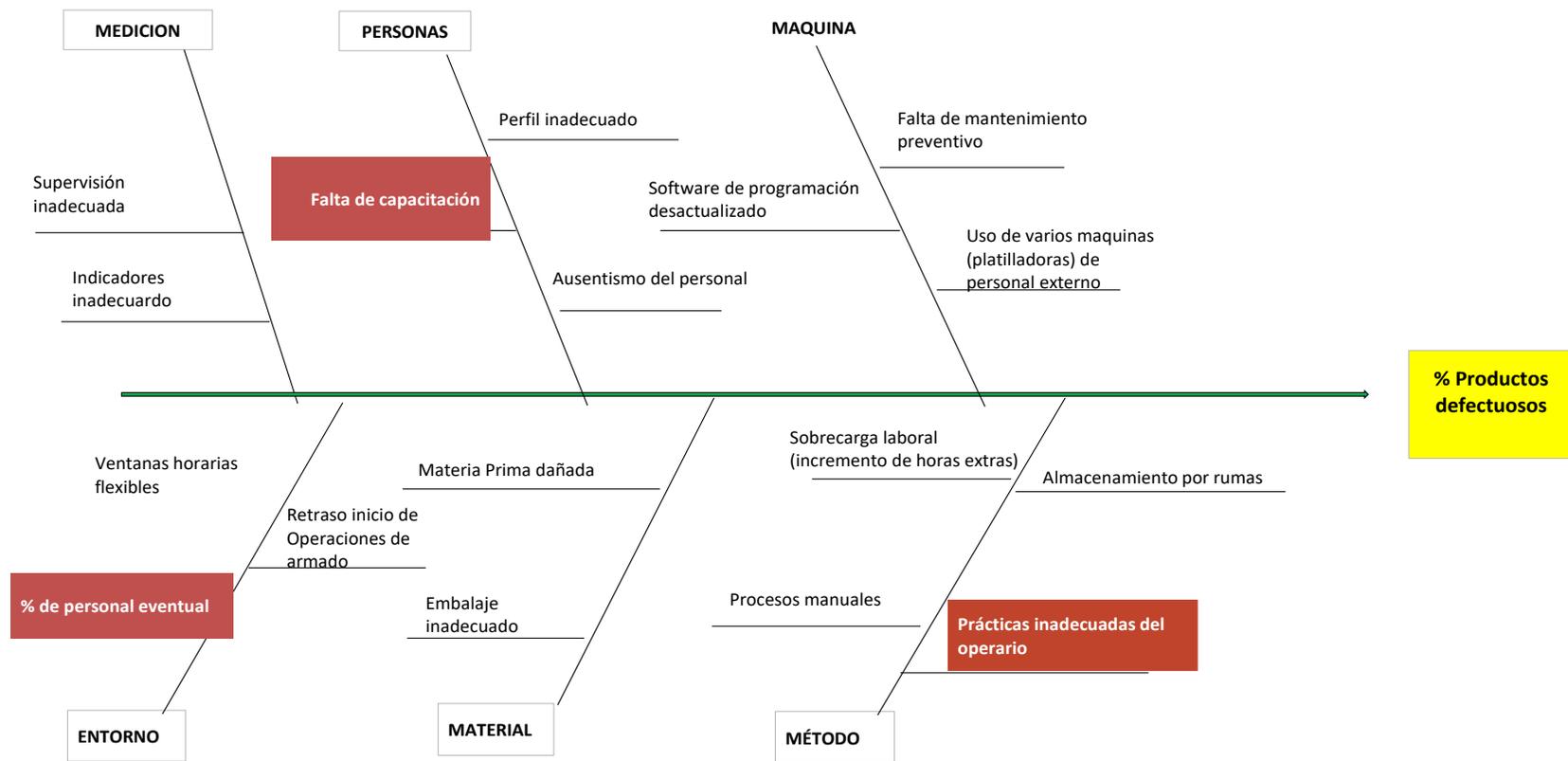


Imagen 12: Diagrama Ishikawa
Fuente: Elaboración Propia

4.2. Fase Medir

En esta fase se desarrolló los procesos que constituyen la línea de producción, los indicadores que se han definido para medir la variación de estos. Asimismo, se emplearon la herramienta de las 5's para:

- Optimizar las condiciones de trabajo y del personal, brindando un trabajo más seguro en un espacio limpio y ordenado.
- La reducción de gastos en energía y tiempo.
- Aminorar riesgos de posibles accidentes físicos o relacionados a tema de salubridad.
- Mejorar la calidad en la producción.
- Asegurar el área de trabajo.

4.2.1. Diagnostico 5'S

Se propuso el uso del siguiente check-list, para la evaluación del cumplimiento en cada una de sus secciones. Cabe mencionar, que se adaptó las preguntas al escenario del área de trabajo, para facilitar el entendimiento de estas, tanto a los supervisores como a los trabajadores evaluados. La Tabla 11 muestra el checklist para la evaluación 5s.

Tabla 11. Check-list para evaluación 5'S

	Evaluación de Organización
1	¿Se encuentran organizados y estructurados las herramientas u objetos para el desarrollo de las actividades de un proceso?
2	¿Están dañadas las herramientas, los materiales o las estaciones de trabajo?
3	Si se encuentran elementos dañados, ¿se clasifican como útiles o inútiles? ¿Existe un plan de acción para solucionarlos o están separados y etiquetados?
4	¿Existen objetos obsoletos en el espacio de trabajo?

5	Si se encuentran herramientas muy antiguas, ¿están debidamente identificados como tales, están segregados y tienen un plan de acción para tratarlos?
6	¿Existen elementos innecesarios, es decir, que no son necesarios para el desarrollo de las actividades en el sitio de trabajo?
7	Si se observan herramientas u ojetos en exceso, ¿se identifican con precisión como tales y existe un plan de acción para trasladarlas al área donde se necesitan?

Fuente: Elaboración propia

	Evaluación de Orden
1	¿Hay un lugar adecuado para cada elemento que se considera esencial? ¿Todo está en su lugar?
2	¿Existen sitios correctamente definidos para artículos poco usados?
3	¿Utiliza el reconocimiento visual de una manera que permite a las personas ajenas al proceso ubicar los objetos con precisión?
4	¿La ubicación de las herramientas es apropiada para su uso? Cuanto más a menudo, más cerca.
5	¿Crees que las herramientas de trabajo se encuentran en un correcto estado para su uso?
6	¿Hay medios disponibles para devolver herramientas u objetos a disposición?
7	¿Utilizan herramientas como códigos de colores, señales, listas de verificación?

Fuente: Elaboración propia

	Evaluación de Limpieza
--	------------------------

1	¿Se mantiene limpio el lugar de trabajo en todo momento? (Una vez al día)
2	¿Los trabajadores de la fábrica están limpios y en general son adecuados para sus operaciones y su higiene personal?
3	¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? (No solo suciedad: hilos cortados, escombros, etc.)
4	¿Existen procedimientos de limpieza para los operadores de los talleres?
5	¿Existen sitios e instalaciones para la eliminación de desechos?

Fuente: Elaboración propia

	Evaluación de Estandarización
1	¿Existen métodos estándar para mantener una organización, orden y limpieza específicos?
2	¿Se preparan documentos estandarizados (instrucciones) para cada trámite?
3	¿Se mantienen ordenados los cajones/estantes?
4	¿Existe un programa de obsolescencia por el estado de las herramientas de trabajo?
5	¿Hay tiempo para presentar sugerencias de mejora en esta área?
6	¿Se ha desarrollado una capacitación de un punto o procedimientos operativos estándar?

Fuente: Elaboración propia

	Evaluación de Disciplina
--	--------------------------

1	¿Existe una cultura que respete las normas establecidas, los logros organizacionales, el orden y la limpieza?
2	¿El taller desarrolla proyectos y actividades de mejora e innovación?
3	¿El lugar de trabajo asignado y recibido está completamente limpio y ordenado?
4	¿Se informan los defectos y malas prácticas a la gerencia del taller?
5	¿Se respetan los lugares no fumar y comer?

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Definición de la Variable

Teniendo como variable dependiente al porcentaje de productos ingresados a un reproceso por un defecto de este, se procedió a medir ello en cada proceso, obteniendo como resultado para la fase inicial de la investigación los datos resumidos en la Tabla 12:

Tabla 12. Resultados obtenidos del KPI Año 2020 - 1

Proceso	Porcentaje de productos en reproceso
Tejido	3%
Armado	20%
Remallado	18%
Etiquetado	8%
Control de Calidad	2%

Fuente: Elaboración propia

Esta información fue contrastada con la data que se recopiló en el tiempo donde se implementó las mejoras que se detallarán más adelante, y poder concluir así, si las mejoras que se propusieron representaron una mejora o no en el porcentaje de productos defectuosos en el último control de calidad.

A continuación, se detallan las variables que posiblemente influyeron en nuestra variable dependiente, la cuales fueron encontradas gracias a las herramientas utilizadas:

Variables independientes:

- Personal capacitado

El taller en temporadas altas recurre a trabajadores externos, el cual, si trabajo anteriormente con la empresa, sabe las normativas y requerimientos para el procesamiento de los productos de la empresa. Sin embargo, si este trabajador es nuevo, no se realiza ninguna capacitación sobre los estándares del lugar de trabajo.

- Trabajador

El taller cuenta con 2 tipos de trabajadores. El trabajador in situ, el cual corresponde a los trabajadores en planilla que ya se encuentran en la empresa en promedio 10 años. Sin embargo, si la empresa se encuentra con altas demandas y sus capacidades de producción se limitan, recurren al 2do tipo de trabajador. Los trabajadores externos, los cuales procesan las chompas desde sus domicilios y reciben el pago de sus servicios de manera de destajo.

- Prácticas inadecuadas

Las prácticas inadecuadas engloban todos aquellos aspectos de las 5s: Organización, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina. Estas han sido identificadas como posibles causas de la principal problemática. Se tendrá un indicador de 5s para cada tipo de trabajador: in situ y externo.

- Proveedor

El taller recurre a 2 tipos de proveedores: Itessa y La Colonial. Tal como se observa en el SIPOC, los proveedores brindan los hilos para la fabricación de las chompas. Itessa se encarga de los hilos provenientes de la alpaca y del ovino, mientras que La Colonial se encarga de los hilos de algodón.

- Mantenimiento y Calibración de maquinaria

Actualmente las maquinarias se someten a una calibración de si mismas cada 3 días y un mantenimiento semanal.

4.3. Fase Analizar

En esta fase se examinó los datos recopilados en la fase de medición. Se comenzó analizando el porcentaje de cumplimiento del taller en 5 rubros: Organización, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina. Este análisis se realizó para los trabajos externos e in-situ.

Se analizó los resultados obtenidos en el ISHIKAWA y AMEF. A partir de aquí se procedió a proponer propuestas de mejora tomando en cuenta los factores situacionales: internos, externos.

4.3.1. Análisis 5'S

Se usó la herramienta de las 5'S para entender la profundidad del problema dentro de la empresa y fuera de ella (trabajadores externos). La investigación se enfoca en los procesos de armado y remallado, ya que estos procesos son los que se trabajan tanto por personal in situ como por personal externo. Asimismo, gracias a la información brindada por el AMEF, se entiende que estos mismos procesos son cuales tienen mayor incidencia a productos ingresados a un reproceso por defectos en el mismo.

Resumen de Resultados antes de implementación - octubre 2020:

Tabla 13. Resumen de diagnóstico 5'S (AS IS)

	Organización	Orden	Limpieza	Estandarización	Disciplina	PROM
IN SITU	43%	86%	60%	33%	80%	60%
EXTERNO	43%	29%	40%	17%	20%	30%

Fuente: Elaboración propia

Como se nota en la Tabla 13 resumen, se ve un nivel promedio más elevado en trabajadores in situ que en trabajadores externos. La limpieza en ambos casos es baja, ya que, al tratarse de prendas de vestir, y el principal factor de calidad en este producto es la limpieza de la prenda, tener 60% y 40% respectivamente entre los trabajadores in situ y externo, es muy bajo considerando lo antes mencionado. Asimismo, las secciones de organización y estandarización tienen el mismo indicador bajo, esto da a entender que la empresa no presenta proyectos de mejora en ninguno de los campos de trabajo.

Por el lado de trabajadores externos, se encuentra un menor porcentaje en la sección de orden, lo cual nos da a entender que la empresa no está tomando control del orden sobre los trabajadores externos, y si en los trabajadores in situ.

4.3.2. Análisis de Ishikawa

Mediante el diagrama Ishikawa, se encontró que las causas más comunes correspondían a:

- Personas: Falta de capacitación
- Método: Prácticas inadecuadas del operario
- Entorno: Porcentaje de personal externo

4.3.3. Análisis de AMEF

Como resultado del análisis AMEF, se obtuvo que los procesos con mayor Número Prioritario de Riesgo (> 200) son: Armado, Remallado y Embalaje. Cabe indicar, que este último es crítico debido a su carencia de control post embalaje. A diferencia que,

los procesos de Armado y Remallado si presentan un proceso de control antes de seguir con la línea de producción, con el objetivo de reducir las posibles fallas que se generen en ellas.

A continuación, se detallan las causas de fallas más comunes, de las cuales 4 corresponden a los procesos de armado y remallado:

- Mala manipulación de la materia prima por parte del proveedor al realizar la entrega
- Falta de mantenimiento preventivo
- Personal externo
- Personas sin capacitación
- Bolsas dañadas de fábrica
- Personal distraído

Pero para un análisis posterior de defectos por millón, se determinó que en los procesos de armado y remallado en conjunto existen 3 tipos de oportunidades de defectos:

- Orificios en las uniones que pueden destejarse
- Desnivelación de las partes unidas
- Costura tensionada más / menos de lo precisado

Cabe mencionar, que los procesos de limpieza y control de calidad presentan un nivel alto (180) de NPR.

De esta forma, el uso de esta herramienta nos permitió conocer las causas de fallas más comunes y así poder enfocar en ellas nuestra propuesta de mejoras prioritariamente.

4.3.4. Análisis con Pruebas de WILCOXON

Para poder detallar el grado de relación que tienen nuestras variables independientes con nuestra variable dependiente:

- Variable dependiente (VD): Porcentaje de productos defectuosos en el proceso Xi

- Variables independientes (VI): Proveedor, Trabajador, Personal capacitado, Prácticas inadecuadas, y Mantenimiento y Calibración de maquinaria.

Se usó la prueba de WILCOXON. Para ello se estableció el nivel de significancia en 95% y a la vez se planteó nuestras hipótesis nula y alterna.

La muestra utilizada para este análisis fue recolectada en intervalos de 3 días durante la producción del 1er pedido del cliente Birla House. Esto se debió, a que cada 3 días se recogía las unidades producidas por el área de armado y remallado de los trabajadores externos.

En cuanto a lo producido por los trabajadores in situ, la recolección era realizada diariamente. Entonces, para homogenizar los lotes producidos por ambos tipos de trabajadores, se tomó también el intervalo de 3 días para agrupar lo producido por trabajadores in situ.

Por lo tanto, lo producido en intervalos de 3 días del área de armado y remallado se considera “un lote”, siendo este finalmente nuestra unidad de análisis.

A continuación, se detallan las variables planteadas para el análisis de nuestra investigación:

- a) VARIABLE PROVEEDOR
- b) VARIABLE TRABAJADOR

Las otras hipótesis planteadas con anterioridad al terminar la fase medir, no podrán ser evaluadas con las pruebas de WILCOXON por falta de datos (acceso no concedido por la empresa), y a su vez, al ser una variable cualitativa no nos permitía hacer un análisis cuantitativo. A excepción de la variable “Prácticas inadecuadas” que a través de un análisis 5s se pudo medir la mejora de la implementación hacia esta variable.

Defectos en proceso de Tejido

Para el desarrollo de esta hipótesis se resta el % de productos defectuosos del PROVEEDOR 1 menos el % de productos defectuosos del PROVEEDOR 2 por lote respectivo. Por ello, nuestras hipótesis serán las siguientes:

H0: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **PROVEEDOR 1** es igual a la mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **PROVEEDOR 2**.

Ha: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **PROVEEDOR 1** es menor a la mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **PROVEEDOR 2**.

Como resultado de la prueba Wilcoxon (Anexo 11.1) se obtuvo un valor p 0.046 (menor a 0.05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. La cual según se había seleccionado, era $n < 0$, para que n sea menor a 0 *el % de productos defectuosos del proveedor 1 es menor al % de productos defectuosos del proveedor 2*.

En el Anexo 11.1 detalla el valor N (número de repeticiones) del Proveedor 1 (Itessa) y 2 (La Colonial) con 12. Estos números representan los lotes que se usó este material del proveedor 1 o 2 a lo largo de la producción en el proceso de tejido.

Defectos en proceso de Armado

Para el desarrollo de esta hipótesis se resta el % de productos defectuosos del TRABAJADOR IN SITU menos el % de productos defectuosos del TRABAJADOR EXTERNO por lote respectivo. Por ello, nuestras hipótesis serán las siguientes:

H0: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR IN SITU** es igual a la mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR EXTERNO**.

Ha: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR IN SITU** es menor a la mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR EXTERNO**.

Como resultado de la prueba Wilcoxon (Anexo 11.2) se obtuvo un valor p 0.01 (menor a 0.05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. La cual según se había seleccionado, era $n < 0$, para que n sea menor a 0 *el % de productos defectuosos del trabajador in situ es menor al % de productos defectuosos del trabajador externo.*

El Anexo 11.2 detalla el valor N (número de repeticiones) del Trabajador 1 (In situ) y 2 (Externo) con 8. Estos números representan los grupos de prendas que se analizaron por trabajador a lo largo de la producción en el proceso de armado.

Defectos en proceso de Remallado

Para el desarrollo de esta hipótesis se resta el % de productos defectuosos del TRABAJADOR IN SITU menos el % de productos defectuosos del TRABAJADOR EXTERNO por lote respectivo. Por ello, nuestras hipótesis serán las siguientes:

H0: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR IN SITU** es igual a la mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR EXTERNO.**

Ha: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR IN SITU** es menor a la mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR EXTERNO.**

Como resultado de la prueba Wilcoxon (Anexo 11.3) se obtuvo un valor p 0.147 (mayor a 0.05), por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula. La cual según se había seleccionado, era $n = 0$, así que *él % de productos defectuosos del trabajador in situ es igual al % de productos defectuosos del trabajador externo.*

En el Anexo 11.3 se detalla el valor N (número de repeticiones) del Trabajador 1 (In situ) con 8 y el Trabajador 2 (Externo) con 8. Estos números representan los grupos de prendas que se analizaron por trabajador a lo largo de la producción en el proceso de remallado.

Después de analizar nuestros 2 procesos con mayor incidencia de modos de falla, que a la vez son los procesos donde se trabaja con personal externo. Se observa que los resultados en el proceso de armado indican una tendencia de mayor % de productos defectuosos en los trabajadores externos, mientras que en el proceso de remallado discrepa a ello. Se entiende que la diferencia del porcentaje de productos defectuosos en el proceso de remallado se debe a la simplicidad del proceso en comparación al proceso de armado. Es decir, el proceso de remallado al ser de cierta forma más fácil en comparación al proceso de armado, presentan menos defectos en ambas situaciones y no se presenta una diferencia significativa.

Comparativo de defectos por proceso

A continuación, se compararán los defectos encontrados por proceso mediante una prueba de ANOVA, con el objetivo de identificar los procesos más críticos en relación con los productos defectuosos.

Se entiende por los coeficientes obtenidos en la Imagen 16, que los procesos de Armado (0.102) y Remallado (0.079) es donde se encuentran la mayor cantidad de % de productos defectuosos reprocessados. En otras palabras, ambos procesos son críticos en cuanto al porcentaje de productos defectuosos reprocessados.

4.4. Fase Mejorar

En esta fase se optimiza el proceso con la información recopilada en las anteriores fases, se implementan las propuestas de mejoras realizadas en base a los resultados obtenidos. Priorizando aquellos procesos de mayor índice de defectuosos encontrados en la campaña 2020-1 (CAMPAÑA 1).

Y dada la situación actual del 2020 con la demanda reducida, y la no contratación de personal externo, se decidió implementar las propuestas que mejoraría las fallas de los trabajadores externos, pero en los trabajadores in – situ.

Las mejoras se aplican desde la campaña 2020-2 en adelante, la misma que se llamará CAMPAÑA 2. En esta fase se realizan 3 mejoras, llevadas a cabo de manera escalonada: Mejora 1, la cual promoverá una mayor comunicación sobre responsabilidades, registro de reprocesos, consultas entre empleador y empleado, e incentivos monetarios a los trabajadores. Mejora 2, donde se prioriza la estandarización de la inspección en los puntos de control. Y, por último, la Mejora 3, donde se mejora todo lo relacionado para llevar a cabo el proceso de producción.

Es necesario tener en cuenta que los datos recogidos en la semana 1 entre el 2-8 de noviembre son considerados como data base de los resultados. Ya que en esta semana no se realizaron una mejora en los procesos ni áreas de trabajo. Esta semana servirá como comparativo para las semanas en las que se implementen la Mejora #2 y #3. Asimismo, cabe resaltar, que la producción del segundo pedido del cliente BirlaHouse se dio inicio la 1era semana de noviembre, por lo tanto, no existen las semanas 0, -1, -2 para realizar un comparativo con las semanas posteriores.

4.4.1. Mejora #1

Se inicia con la mejora #1. Esta nace a partir de una notoria deficiencia en la comunicación entre trabajadores, y de un inexistente reconocimiento al mérito para alentar a los trabajadores a lograr una producción “sin defectos” tanto externos como in-situ.

Fue a través de las 5s que se pudo identificar esta potencial causa. Se considera que, con una comunicación efectiva hacia todos los trabajadores, el empleado conocerá a detalle la forma de trabajo y saber a quién acudir en caso de desperfectos. Por ello, la primera mejora inicia con la implementación de una reunión obligatoria al inicio de cada producción. En ella, se establecerán y remarcarán las responsabilidades de cada trabajador, así como el conducto regular ante cualquier situación extraordinaria.

Asimismo, se propuso un programa de reconocimiento al mérito. El programa consta en que cada semana se lleve la contabilidad de los defectos encontrados en el lote

producido por trabajador del área de remallado y armado (ambas áreas críticas con mayor índice de productos defectuosos en el proceso de producción). Esta contabilidad se llevaba en una pizarra ubicada en el taller mismo, y al término de cada producción se reconocerá al trabajador con menor porcentaje de productos defectuosos.

Al finalizar la campaña 2, se observó el comportamiento de porcentaje de defectuosos en cada trabajador durante la producción. Esta se describe con mayor detalle en la sección de análisis de resultados 5s del presente documento.

4.4.2. Mejora #2

Esta mejora se centra en los “Puntos de Control”, se consideran procesos claves y principales para disminuir el reproceso de productos defectuosos, ya que es aquí donde por falta de una correcta inspección, pasan chompas con desperfectos.

El taller textil cuenta con 2 puntos de control, el primero se sitúa al término de cada proceso, y es llevado a cabo por el mismo trabajador de manera opcional. Es decir, en el proceso de armado, el trabajador termina de armar las chompas y antes de pasarlas al siguiente proceso “remallado” las inspecciona y si encuentra fallas, las vuelve a reprocessar. El segundo punto de control se encuentra antes de realizar el proceso de embalaje. Este es considerado como un proceso más, encargado de calidad. El motivo de este segundo punto de control se debe a que, a pesar de tener el primer punto de control, el trabajador obvia algunos desperfectos y además incide en error humano.

Por lo tanto, se partió de la causa encontrada “Inadecuada inspección al finalizar un proceso” para implementar dos mejoras. En la primera propuesta de mejora, se estandarizó la inspección para cada proceso a través de una cartilla paso a paso. Estas fueron colocadas en los lugares de trabajo a manera de posters y así servir de guía en los primeros puntos de control. La segunda propuesta de mejora va de la mano con la primera, esta hizo obligatorio el proceso de inspección al término de cada proceso. Ya que, si bien era un punto de control, algunos trabajadores lo obviaban al creer que su trabajo estaba bien hecho. Para controlar y saber que se estaba cumpliendo con la inspección obligatoria,

se designaron trabajadores con el rol de “coordinador”, para el caso de los trabajadores INSITU se cuenta con un coordinador que verifica diariamente el cumplimiento de esta mejora y lo reporta semanalmente.

Se pronosticó una tendencia a que el porcentaje de los productos ingresados a un reproceso se incrementaría después de la implementación de las mejoras #2. Este pronóstico se debió a que al esperar que los trabajadores fueran más minuciosos en su trabajo y siguieran los pasos de inspección estandarizados, se darían cuenta que hay más defectos por observar, de tal modo que aumentaría el número de productos reportados y a su vez, reprocesados.

Como se observa en la Tabla 14, nuestros procesos más críticos encontrados en la fase de definir, medir y analizar fueron los procesos de “Remallado” y “Armado”. Estos iniciaron con un 14% de productos defectuosos reprocesados y al término de la segunda semana el porcentaje de productos defectuosos reprocesados había ascendido a 20% y 22% respectivamente. En consecuencia, en el proceso de “control de calidad” se redujo el porcentaje de productos defectuosos, y esto se debió a que los defectos fueron atacados en su mayoría en los puntos de control 1.

Finalmente, el pronóstico de incremento de productos defectuosos reprocesados se cumplió, permitiéndonos ahora tener un mayor nivel de observación durante la inspección.

Tabla 14. Porcentaje de productos reprocesados por proceso en la Mejora #2

Proceso	Semana 1 (Mejora #1)	Semana 2 (Mejora #2)	Nº Punto de control
Armado	14%	22% 	1
Remallado	14%	20% 	1
Control de Calidad	5.6%	3.8% 	2

Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Mejora #3

Ya habiendo mejorado los Puntos de Control y habiendo obtenido un incremento en el porcentaje de productos defectuosos reprocesados, se procedió a mejorar los procesos Armado y Remallado en específico.

En la mejora #3 se dio respuesta a 3 causas encontradas:

- Materia prima dañada y manipulación inadecuada.
- Desorden en el área de trabajo evidenciado en un 29% de cumplimiento en Orden y un 33% de cumplimiento de Estandarización.
- Y, por último, personal sin capacitación.

Para la primera causa “materia prima dañada y manipulación inadecuada” se implementó la mejora del layout de las áreas de armado y remallado, de tal manera que cada módulo individual de trabajo disponga de una adecuada dirección del flujo para cada proceso. Así mismo, se asignó un espacio específicamente sólo para la materia prima y de esta forma no incurriera en ensuciarse como anteriormente sucedía al estar por diferentes sitios según criterio del trabajador. Este espacio se situó detrás de la máquina del proceso (en frente del trabajador, para su constante y completa visibilidad) y de esta forma se puedan alojar los hilos y/o productos terminados (Ver Imagen 13).

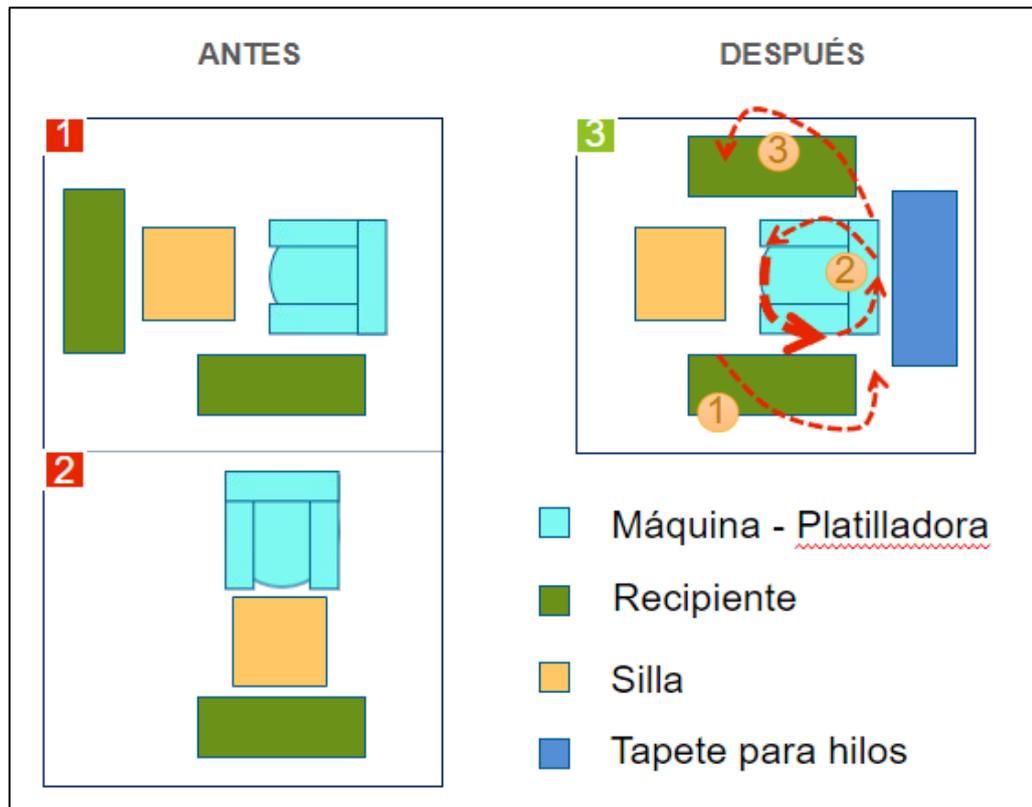


Imagen 13: Mejora de Layout
Fuente: Elaboración propia

Para la segunda causa “desorden en el área de trabajo evidenciado en un 29% de cumplimiento en Orden y un 33% de cumplimiento de Estandarización” se implementó el uso de un Check-list antes de iniciar la jornada de trabajo (Ver Imagen 18). Esto permitiría a los trabajadores conocer si realmente están iniciando su jornada con los estándares establecidos para el Orden y Estandarización, mediante preguntas de cumplimiento o no. Para reforzar esta medida, el coordinador otorgará 5 minutos al inicio de la jornada del día para que los trabajadores realicen este Check-list de manera adecuada. Esta actividad será supervisada por el coordinador.

CHECKLIST

NOMBRE ENCARGADO: _____

FECHA DEL CHECKLIST: ____ / 11 / 2020

	Evaluación de Organización	CHECK
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del proceso se encuentran organizados?	
2	¿Se observan herramienta, materiales o espacios de trabajo dañados?.....	
3	¿Existen objetos obsoletos en el espacio de trabajo?.....	
4	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?	
5	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados <u>cómo</u> tal, ya se realizó un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?	
6	¿El área de trabajo presenta desechos (hilos) sin recoger?	

Imagen 18: Check-list de Orden y Estandarización
Fuente: Elaboración propia

Y para la tercera causa “personal sin capacitación” se creó un manual por proceso (armado y remallado) donde se detalla: los materiales y herramientas que utilizarán, la correcta manipulación de estas, la labor que iba a realizar paso a paso, y cómo debe verse el producto culminado. Asimismo, la propuesta de capacitación del proceso a cada nuevo trabajador eventual antes de iniciar la producción.

Después de la implementación de estas mejoras, se analizó la repercusión de estas. En la Tabla 15 se observa que de la Semana 2 a la Semana 3 hay una notable disminución de porcentaje de productos defectuosos reprocesados. Esto se debió a la mejora centralizada en los procesos, ahora los trabajadores tuvieron toda la información a sus manos para poder realizar correctamente su labor.

Tabla 15. Porcentaje de productos reprocesados en la Mejora #3

Proceso	Semana 1 (Mejora #1)	Semana 2 (Mejora #2)	Semana 2 (Mejora #3)
Armado	14%	22% 	14% 
Remallado	14%	20% 	12% 
Control de Calidad	5.6%	3.8% 	4.2% 

Fuente: Elaboración propia

Culminando el mes de producción, como se observa en la Tabla 16, en la última semana de la implementación el porcentaje de productos defectuosos reprocesados baja a 9% en el proceso de Armado y a 8% en el proceso de Remallado. Esto genera que en el Punto de Control 2 “Control de Calidad” solo se halle un 2.8% de productos que requieren pasar por un reproceso.

Tabla 16. Porcentaje de productos reprocesados en la continuación de la Mejora #3

Proceso	Semana 1 (Mejora #1)	Semana 2 (Mejora #2)	Semana 2 (Mejora #3)	Semana 2 (Mejora #3)
Armado	14%	22% 	14% 	9% 
Remallado	14%	20% 	12% 	8% 
Control de Calidad	5.6%	3.8% 	4.2% 	2.6% 

Fuente: Elaboración propia

Realmente la disminución de porcentaje de productos defectuosos reprocesados ha sido significativa. Inicia con 5.6% en control de calidad, y culmina con 2.6%. Esto significó una reducción del 54% de su valor inicial en la Semana 1.

4.4.4. Análisis de Resultados

Habiendo culminado el tiempo de mejora, la pizarra de porcentajes defectuosos por trabajador (Ver Imagen 14) muestra la mejora que ha habido semana a semana. Se observó una mayor participación de los trabajadores. Ellos estaban siendo más comunicativos respecto a las incidencias que se presentan en su área de trabajo, y a su vez, más minuciosos al revisar su producción.

El trabajador más sobresaliente y quien mantuvo bajo porcentaje de defectos fue Ceferina, ya que en promedio tuvo 2.65% de productos defectuosos, ella será reconocida por la empresa. Sin embargo, es necesario recalcar que el trabajador Lorenzo fue quien adoptó mejor las medidas implementadas, ya que pasó de tener inicialmente 6.1% de productos defectuosos a 1.3%, una reducción del 78% en base a como inició. En general, mediante esta pizarra de control se reconoce el esfuerzo y mejora de cada uno de los trabajadores, dándonos a conocer que realmente las mejoras tuvieron un impacto positivo en la reducción de porcentaje de productos defectuosos.

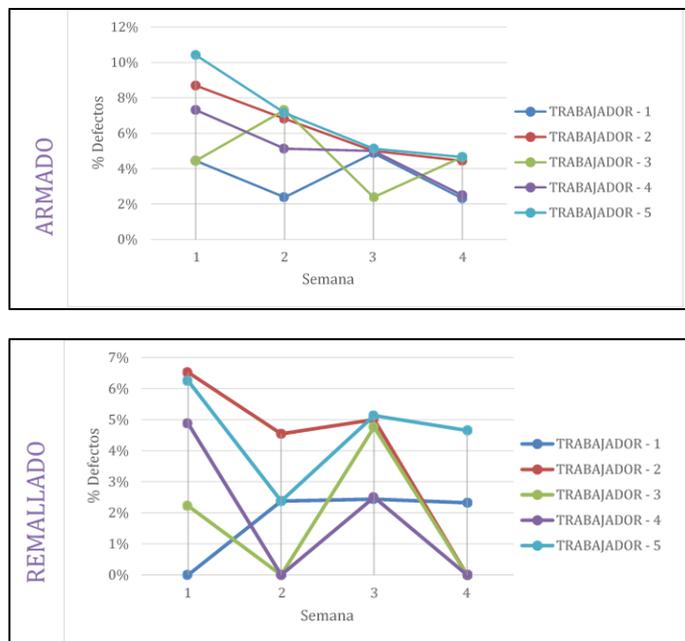


Imagen 14: Detalle de nuestra Variable Dependiente durante la Mejora
Fuente: Elaboración propia

Teniendo como referencia el proceso específico de control de calidad (proceso antes del empaquetado). Se realizó los cálculos de defectos por millón obtenidos por semana de forma general de todo el taller, teniendo en cuenta lo mencionado en la sección de Análisis de AMEF (3 tipos de oportunidades de defecto en los procesos de armado y remallado) obteniendo los datos en la Tabla 17:

Tabla 17. Evaluación DPMO y Nivel Sigma

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
DPMO	18519	12821	14026	8567
Nivel Sigma	3.59	3.73	3.70	3.88

Fuente: Elaboración propia

Por los datos antes expuestos, se entiende que se incrementó el Nivel Sigma en un 8.1% en relación de la semana 1 con la semana 4 hasta tener un 3.88 de nivel Sigma, llegando a un nivel de rendimiento de la línea de producción hasta un 99.1433%.

Tabla 18 Evaluación desviación estándar DPMO x Semana

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Desv. Estand. DPMO	8861	4722	2577	4188

Fuente: Elaboración propia

Los datos presentados en la Tabla 18 presenta la desviación estándar del DPMO obtenido por los trabajadores por semana. Se notó que la semana con una mayor variación es en la semana 1, se entiende que este suceso se debe a la falta de estandarización de los procesos y puntos de control. Mientras en la semana 3 (implementación de la Mejora 3), se nota que la variación entre los DPMO obtenidos de los trabajadores se reduce hasta

2577, un valor bastante reducido, y señal de la efectividad de la estandarización de los procesos y puntos de control.

Análisis 5S

Como última fase, se decidió volver a evaluar al taller a nivel de 5s para observar el impacto que habían tenido las mejoras en cuanto a la Organización, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina. La información solo se pudo obtener de los trabajadores IN SITU, esto es debido a que, al inicio de la etapa de producción del taller, se optó por no contratar a trabajadores externos dado el volumen de la producción solicitada.

Tabla 19. Evaluación 5s Inicial

Evaluación	Organización	Orden	Limpieza	Estandarización	Disciplina
Campaña 1 (AS IS)	43%	86%	60%	33%	80%
Campaña 2 (TO BE)	86%	86%	80%	67%	100%

Fuente: Elaboración propia

Como se observan en la Tabla 19, hay una mejora significativa en la Organización (de 43% pasa a 86%, incremento de 43%), Limpieza (de 60% pasa a 80%, incremento de 20%), Estandarización (de 33% pasa a 67%, incremento de 34%), y Disciplina (de 80% pasa a 100%, incremento de 20%). Llegando a ser la Disciplina un nivel alcanzado al 100% de acuerdo con el Check-list realizado. Y siendo la “Organización” el que tuvo mayor incremento de cumplimiento, esto se debió, a los siguientes cambios encontrados: no se observan objetos dañados, no existen objetos obsoletos. Estos cambios fueron claves para lograr mejorar el nivel de cumplimiento de buenas prácticas de las 5S. La mejora se logró en casi todos los aspectos de las 5S, concluyendo en que las mejoras implementadas tuvieron un muy buen impacto y rápida aceptación por parte de la empresa.

Defectos en proceso de ARMADO (Campaña 1 vs. Campaña 2)

Para el desarrollo de esta hipótesis se resta el % de productos defectuosos del TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 1 menos el % de productos defectuosos del TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 2 por lote respectivo. Por ello, nuestras hipótesis serán las siguientes:

H₀: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 1** es igual a la mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 2**.

H_a: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 1** es mayor a la mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 2**.

Como resultado de la prueba Wilcoxon (ANEXO 12.1) se obtuvo un valor p 0.029 (menor a 0.05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. La cual según se había seleccionado, era $n > 0$, para que n sea mayor a 0 *el % de productos defectuosos del trabajador in situ de la campaña 1 es mayor a la mediana del % de productos defectuosos del trabajador in situ de la campaña 2*.

Defectos en proceso de REMALLADO (Campaña 1 vs. Campaña 2)

Para el desarrollo de esta hipótesis se resta el % de productos defectuosos del TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 1 menos el % de productos defectuosos del TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 2 por lote respectivo. Por ello, nuestras hipótesis serán las siguientes:

H₀: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 1** es igual a la mediana del %

DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 2.

Ha: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 1 es mayor a la mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 2.

Como resultado de la prueba Wilcoxon (ANEXO 12.2) se obtuvo un valor p 0.040 (menor a 0.05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. La cual según se había seleccionado, era $n > 0$, para que n sea mayor a 0 *el % de productos defectuosos del trabajador in situ de la campaña 1 es mayor a la mediana del % de productos defectuosos del trabajador in situ de la campaña 2.*

Ambas pruebas realizadas (ANEXO 12.2) nos validan una reducción de porcentaje de productos defectuosos en el área de Armado y Remallado durante la Campaña 2. Esto debido a las mejoras implementadas en la fase de Mejorar.

4.5. Fase Control

El documento informativo realizado en la Mejora #3 de implementación y mejora, se usará también como herramienta de control, ya que, teniendo toda la información en un documento, las buenas prácticas se mantendrán en el tiempo.

Asimismo, las reuniones con todos los trabajadores al inicio de la producción de un pedido serán claves para controlar los avances y mejoras que se presenten durante el tiempo. Será un espacio que les permita a todos estar informados y reportar aquellas incidencias encontradas en toda la línea de producción, y así, plantear nuevas mejoras constantemente.

Por último, la pizarra informativa donde durante la Mejora se estuvo llevando el control de % de productos defectuosos por trabajador, servirá para el control de los indicadores. Toda la información de la pizarra será ingresada en hojas de cálculo y guardadas en la base de datos, de esta manera se tendrá un histórico de semana a semana

a cerca de los % con productos defectuosos que van produciendo por trabajador, y así, cuando se tome medidas para mejoras se podrá conversar con el trabajador en específico a cargo.

4.5.1. Datos Obtenidos

Si bien se partió de la data 2020-1 para identificar la problemática. Las mejoras y resultados previamente explicados hasta el momento se ejecutan durante la Campaña 2020-2. Posteriormente a ello, la presente investigación decide continuar recopilando información durante 1 año después (2021-1 y 2021-2) con el objetivo de validar el impacto positivo a largo plazo de las mejoras previamente ya comprobadas en 2020-2.

La información obtenida de la campaña 2021-1 y 2021-2 corresponden a nuestra fase de control. Estas fueron contrastadas con nuestra Campaña 1 (2020-1) mediante la Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon. La Tabla 20 muestra la evolución de porcentaje de productos defectuosos.

Tabla 20. Evolución de porcentaje de productos defectuosos 2020 - 2021

Proceso	Campaña 1 (2020-1)	Campaña 2 (2020-2)	Campaña 3 (2021-1)	Campaña 4 (2021-2)
Armado	21%	15% 	11% 	9% 
Remallado	18%	13% 	7% 	6% 
Control de Calidad	2%	4% 	3% 	2% 

Fuente: Elaboración propia

4.5.2. Análisis de Resultados

Esta etapa se enfoca en concluir el proyecto de tesis validando las mejoras que se implementó en la campaña 2, para ello se utiliza la prueba de análisis 5S, junto a la prueba estadística Wilcoxon y el indicador sigma.

Nivel Sigma

Según detallamos al principio de la investigación, nuestro nivel sigma inicial era aproximadamente 3.66, y después de la mejora implementada, este nivel sigma se aumentó a 4.83. (Ver Imagen 15)

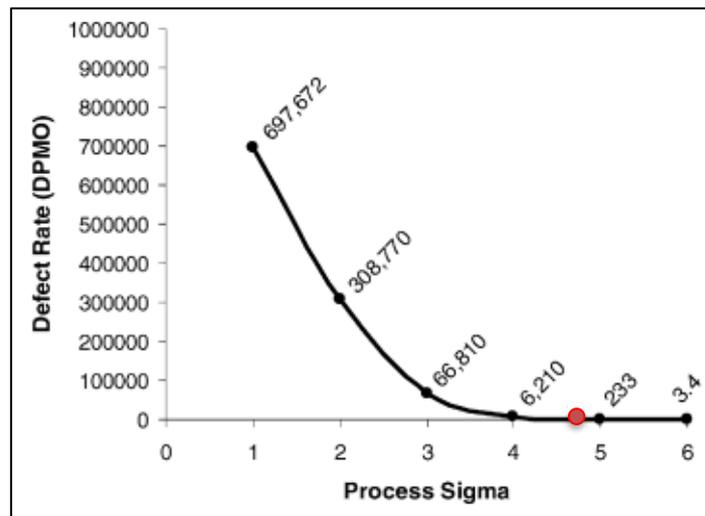


Imagen 15: Ratio de defecto (DPMO) vs. Nivel Six Sigma

Análisis 5S

Continuando con la validación de las mejoras, se volvió a evaluar al taller a nivel de 5s para observar el impacto que habían tenido las mejoras en cuanto a la Organización, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina. La información solo se pudo obtener de los trabajadores IN SITU, esto es debido a que, al inicio de la etapa de producción del taller, se optó por no contratar a trabajadores externos dado el volumen de la producción solicitada.

Tabla 21. Evaluación 5s Inicial

Evaluación	Organización	Orden	Limpieza	Estandarización	Disciplina
Campaña 1 (AS IS)	43%	86%	60%	33%	80%
Campaña 3 y 4 (TO BE)	86%	86%	80%	83%	100%

Fuente: Elaboración propia

Como se observan en las Tabla 21, hay una mejora significativa en la Organización (de 43% pasa a 86%, incremento de 43%), Limpieza (de 60% pasa a 80%, incremento de 20%), Estandarización (de 33% pasa a 83%, incremento de 50%), y Disciplina (de 80% pasa a 100%, incremento de 20%). Llegando a ser la Estandarización un nivel alcanzado al 83% de acuerdo con el Check-list realizado. La mejora se logró en todos los aspectos de las 5S, concluyendo en que las mejoras implementadas tuvieron un muy buen impacto y rápida aceptación por parte de la empresa.

Defectos en proceso de ARMADO (Campaña 1 vs. Campaña 3 y vs Campaña 4)

Para el desarrollo de esta hipótesis se resta el % de productos defectuosos del TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 1 menos el % de productos defectuosos del TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 3 Y CAMPAÑA 4 por lote respectivo. Por ello, nuestras hipótesis serán las siguientes:

H0: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 1 es igual a la mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 3 Y LA CAMPAÑA 4.

Ha: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 1 es mayor a la mediana del %

DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 3 Y LA CAMPAÑA 4.

Como resultado de la prueba Wilcoxon (ANEXO 12.3) se obtuvo un valor p 0.021 y 0.007 (menor a 0.05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. La cual según se había seleccionado, era $n > 0$, para que n sea mayor a 0 *el % de productos defectuosos del trabajador in situ de la campaña 1 es mayor a la mediana del % de productos defectuosos del trabajador in situ de la campaña 3 y la campaña 4.*

Defectos en proceso de REMALLADO (Campaña 1 vs. Campaña 3 y vs Campaña 4)

Para el desarrollo de esta hipótesis resta el % de productos defectuosos del TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 1 menos el % de productos defectuosos del TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 3 Y CAMPAÑA 4 por lote respectivo. Por ello, nuestras hipótesis serán las siguientes:

H₀: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 1** es igual a la mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 3 Y LA CAMPAÑA 4.**

H_a: La mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 1** es mayor a la mediana del % DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS DEL **TRABAJADOR IN SITU DE LA CAMPAÑA 3 Y LA CAMPAÑA 4.**

Como resultado de la prueba Wilcoxon (ANEXO 12.4) se obtuvo un valor p 0.007 y 0.007 (menor a 0.05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. La cual según se había seleccionado, era $n > 0$, para que n sea mayor a 0 *el % de productos defectuosos del trabajador in situ de la campaña 1 es mayor a la mediana del % de productos defectuosos del trabajador in situ de la campaña 3 y la campaña 4.*

Ambas pruebas nos validan una reducción significativa del porcentaje de productos defectuosos en el área de Armado y Remallado durante la Campaña 3 y Campaña 4, es decir, hasta un año después de haber implementado las mejoras.

Se concluyó en que todas las mejoras y controles implementadas lograron que los resultados se sostuvieran e incluso mejoraran a través del tiempo.

En la Imagen 16, se observa el comportamiento semana a semana en cada campaña. Cada campaña internamente no mantiene una tendencia lineal al principio de la producción, y esto es entendible ya que es en la primera semana que se asignan las responsabilidades del equipo, el personal pasa por una semana de comprensión de información, adaptación, entre otros. Y es recién a partir de la segunda semana que la tendencia se vuelve más similar a una lineal, ya que logran adaptarse al ritmo de trabajo y a sus particularidades.

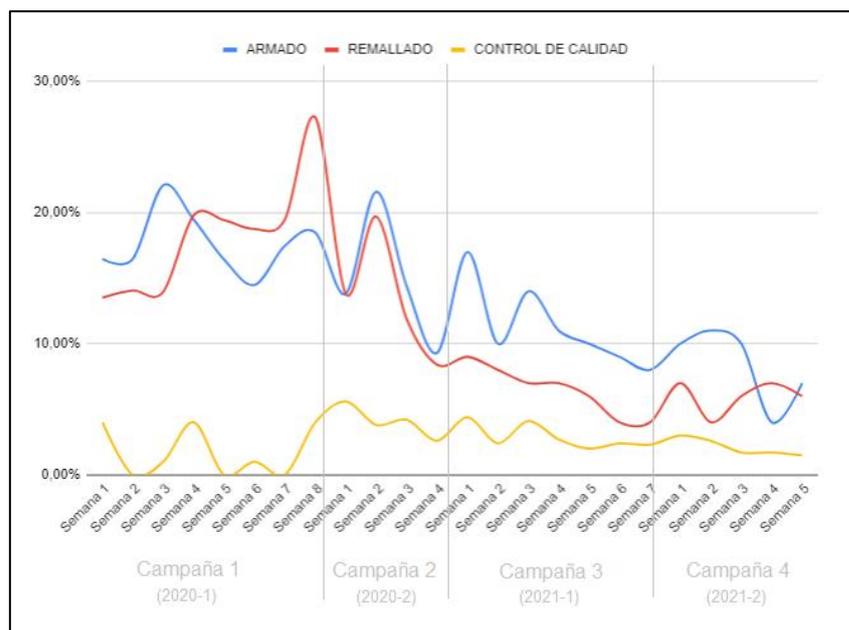


Imagen 16. Evolución de % productos defectuosos por semana por campaña
Fuente: Elaboración propia

Por último, en la imagen 17 se observa la evolución desde la Campaña 1 (2020-1) hasta la Campaña 4 (2021-2) a nivel macro, esta presenta una tendencia logarítmica tendiendo a reducir al máximo los productos defectuosos. Sin embargo, cabe indicar que

siempre estará presente el error humano en la producción por lo que la tendencia se mantendrá sin llegar a tocar el 0%.

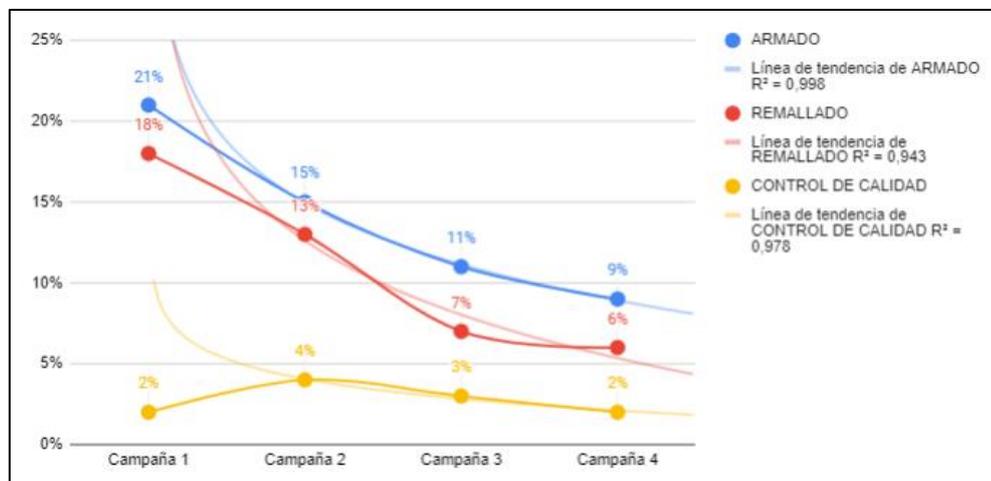


Imagen 17. Evolución de % productos defectuosos por campaña
Fuente: Elaboración propia

4.5.3. Análisis económico

Se detalló en un principio que la empresa tuvo un lucro cesante de \$ 7 742, lo cual representaba 553 prendas con un valor aproximado de \$ 14 cada una, descontadas de la campaña 2019 – 2 porque se encontraban con fallas en diferentes partes de la prenda.

Para analizar el impacto económico que tuvieron las mejoras implementadas en la empresa, fue necesario esperar seis meses aproximadamente después de la entrega de la campaña 2020 – 2, donde finalmente el cliente reportó los defectos encontrados (detallado en el ANEXO 13). Cabe indicar que para las siguientes campañas (2021 – 1 y 2021 – 2), el cliente no reportó las devoluciones correspondientes hasta el cierre de la presente investigación.

Para que la mejoras sean sostenibles en el tiempo, se añadirá 2 hora al día a la jornada del encargado de calidad. Estas serán distribuidas de la siguiente manera: 1 hora al iniciar la jornada, para cerciorarse que se estén cumpliendo con las políticas implantadas y para la comunicación respectiva al personal. Y 1 hora al finalizar la

jornada, para la verificación del seguimiento de protocolos de inspección de prendas. El costo que representaría por campaña se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Cálculo de costo adicional para seguimiento de mejoras

Detalle	Cantidad
Sueldo actual del encargado de calidad	S/. 1 500
Tiempo de contratación (por campaña – meses)	3
Costo de hora / hombre	S/. 9.3
Horas adicionales por día laborable	2
Horas adicionales por campaña	120
Costo adicional final por campaña	S/ 1 116

Finalmente, en la Tabla 23 podemos observar las comparaciones de fallas reportadas después de las mejoras implementadas para el cálculo del lucro cesante final.

Tabla 23. Cálculo de Lucro Cesante Reducido

Campanñas	Campaña 2019 – 2	Campaña 2020 – 2
# Prendas defectuosas reportadas por el cliente	553	7
\$ Valor promedio descontado por prenda reportadas	\$ 14	\$ 20
\$ Valor total descontado	\$ 7 742	\$ 140

\$ Costo adicional personal de calidad	-	\$ 1 116
\$ Lucro cesante	\$ 7 742	\$ 1 256

Por lo que, en conjunto de la metodología, herramientas, y mejoras aplicadas, se obtiene una mejora de lucro cesante en un 84%.

CONCLUSIONES

Respecto a nuestro primer objetivo, se logró un diagnóstico completo en la identificación de posibles causas influyentes en los productos defectuosos:

- En la etapa de definir y medir, el Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMEF) nos ayudó a identificar las causas de fallas más comunes que influyen en los productos defectuosos, de las cuales 4 de ellas corresponden a los procesos de armado y remallado donde se encuentran los modos de falla con mayor NPR:
 - Inadecuada manipulación de la materia prima por parte del proveedor al realizar la entrega.
 - Falta de mantenimiento preventivo.
 - Personal externo.
 - Personas sin capacitación.
 - Prácticas inadecuadas del trabajador.
 - Bolsas dañadas de fábrica.
 - Personal distraído.
- Asimismo, mediante el diagrama de Ishikawa, se encontró que estas causas correspondían a la mano de obra, método de trabajo y al entorno de producción.
- En la etapa de análisis se concluyó que, en el proceso de tejido, el porcentaje de productos defectuosos del proveedor 1 es menor que del proveedor 2, por lo tanto, se deben tomar medidas con el proveedor 2.
- Las mejoras implementadas estuvieron enfocadas en los procesos de armado y remallado, ya que, durante la etapa de análisis, se encontró la mayor cantidad de porcentaje de productos defectuosos reprocesados en dichos procesos.

- La variable tipo de trabajador no influye en la variable dependiente de porcentaje de productos defectuosos, debido a que en el proceso de Armado y Remallado ambos tipos de trabajadores no presentaban una variación significativa de productos defectuosos.

En cuanto a nuestro segundo objetivo de desarrollo de propuestas de mejora ante las causas identificadas. Se implementó mejoras de manera gradual:

- Antes que nada, la mejora se enfocó en mejorar la comunicación y poder reconocer el mérito de los trabajadores. Posteriormente, se priorizó los puntos de control, ya que la inspección era proceso clave para lograr disminuir los productos defectuosos reprocesados. Y, por último, se mejoró los procesos de armado y remallado.

Continuando con el tercer objetivo de implementación de mejoras en base a resultados, al culminar las mejoras en la campaña 2 se logró:

- Una significativa disminución de porcentaje de productos defectuosos reprocesados en un 54%. Se validó esta reducción a través de pruebas de Wilcoxon.
- En el análisis de 5S, una mejora significativa en la Organización de 43%, Limpieza de 20%, Estandarización de 34%, y Disciplina de 20%. Llegando a ser la Disciplina un nivel alcanzado al 100% de acuerdo con el Check-list realizado. Y siendo la “Organización” el que tuvo mayor incremento de cumplimiento.
- Mayor comunicación por parte del personal respecto a incidencias que se presentan en su área de trabajo, y a su vez, más minuciosos al revisar su producción. Esto se realiza gracias a la implementación de una reunión al inicio de semana con todo el equipo. Lo cual se evidenció en el incremento de productos reprocesados por detección de fallas entre la semana 1 y semana 2 de la campaña 1 y 2.

- El Nivel Sigma se incrementó en un 8.1% en relación de la semana 1 con la semana 4, generando un nivel de rendimiento de la línea de producción de 99.14%.

Finalizando con el último objetivo acerca de la validación del impacto que tienen las mejoras implementadas a lo largo del tiempo (un año después: campaña 3 y 4)

- Mediante la prueba 5S se validó el impacto de las mejoras, con un aumento de 23% en el promedio de las categorías organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina, durante las campañas 3 y 4.
- Se logró comprobar mediante la prueba de Wilcoxon el impacto de las mejoras donde detalla la diferencia de mediana de nuestra variable dependiente de la campaña 1, fue mayor a la mediana de nuestra variable dependiente de la campaña 3 y 4.

RECOMENDACIONES

- Mejorar el diálogo entre la empresa y proveedores (esto debido a que no es viable cambiar de proveedor), y así contar con mejores materiales y herramientas. Ya que se comprobó estadísticamente que la variable Proveedor si influía en el porcentaje de productos defectuosos.
- Llegar a un acuerdo entre la empresa y cliente para enlistar los tipos de defectos que se encuentran en los lotes ya enviados y con ellos poder elaborar un plan de mejora específico con los defectos encontrados por el cliente.
- Tener visitas esporádicas a los trabajadores externos, de esta manera, los datos reportados serán tomados en situaciones más reales y sin previo aviso.
- Se recomienda que las mejoras implementadas para los trabajadores INSITU sean replicadas en los trabajadores externos. Ya que como se explicó en el documento, debido a la baja demanda de pedidos, la producción disminuyó, por ende, no se llegó a contratar personal externo. Sin embargo, el análisis de la data donde intervenía personal externo dio a conocer la problemática también en trabajadores externos.
- Mantener vigente el programa de reconocimiento al mérito de los trabajadores. Ya que se comprobó que mejora el rendimiento y calidad del trabajo del operario. Asimismo, mantener en el tiempo las mejoras planteadas, ya que se demostró su efectividad.
- Cada vez el cliente en el extranjero reporte incidentes o errores nuevos en las prendas (anexo 12), es necesario implementar estos modos de falla en el check-list que se usa para verificar los defectos en la prenda.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ing. Raúl Bustamante C., “LA INDUSTRIA TEXTIL Y CONFECCIONES,” *APTT*, Mar. 22, 2016.
- [2] Antena 3 Noticias, “La fibra de la alpaca es la más cotizada del mundo y puede costar treinta veces más que la lana de la oveja merina,” España, 2019.
- [3] M. BAZO, “La lana de alpaca de Perú: de los Andes a las tiendas de lujo de todo el mundo,” *notimérica*, 2016.
- [4] El Peruano, “Sector textil y confecciones exportó US\$ 1,400 mllns.,” Mar. 19, 2019.
- [5] Ministerio de Agricultura y Riego, “Potencial productivo y comercial de la Alpaca,” *Dirección de estudios económicos e información Agraria*, p. 2019, 2019.
- [6] E. D. Arnheiter and J. Maleyeff, “The integration of lean management and Six Sigma,” *The TQM Magazine*, vol. 17, no. 1, pp. 5–18, 2005, doi: 10.1108/09544780510573020.
- [7] R. D. Snee, “Lean Six Sigma – getting better all the time,” *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 1, no. 1, pp. 9–29, 2010, doi: 10.1108/20401461011033130.
- [8] R. B. Pojasek, “Lean, six sigma, and the systems approach: Management initiatives for process improvement,” *Environmental Quality Management*, vol. 13, no. 2, pp. 85–92, 2003, doi: 10.1002/tqem.10113.

- [9] M. P. J. Pepper and T. A. Spedding, “The evolution of lean Six Sigma,” *International Journal of Quality and Reliability Management*, vol. 27, no. 2, pp. 138–155, 2010, doi: 10.1108/02656711011014276.
- [10] BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ - Gerencia Central de Estudios Económicos, “PBI por sectores,” 2019. <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas>
- [11] Ministerio de la Producción, “Estudio De Investigación Del Sector Textil Y Confecciones,” *Hecho en el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2017 - 03181*, vol. 1a Edición, 2015.
- [12] Asociación de exportadores (ADEX), “Nota de prensa rubro textil,” 2020. <https://www.adexperu.org.pe/>
- [13] Ministerio de la Producción, “Estudio De Investigación Del Sector Textil Y Confecciones,” *Hecho en el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2017 - 03181*, vol. 1a Edición, 2015.
- [14] R. Laguna, Á. Orozco, K. Piedra, and G. Olarte, “Análisis de las exportaciones del sector textil peruano,” pp. 32–49, 2020.
- [15] E. R. Lizarzaburu Bolaños, E. R., “La gestión de la calidad en Perú: un estudio de la norma ISO 9001, sus beneficios y los principales cambios en la versión 2015,” *Universidad & Empresa*, vol. 18, no. 30, pp. 33–54, 2016, doi: 10.12804/rev.univ.empresa.30.2016.02.
- [16] M. Martínez Costa and Á. R. Martínez Lorente, “Sistemas de gestión de calidad y resultados empresariales: una justificación desde las teorías institucional y de recursos y capacidades,” *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, vol. 11, no. 34, pp. 7–30, 2008, doi: 10.1016/s1138-5758(08)70051-3.

- [17] C. Camison, S. Cruz, and T. Gonzales, *GESTIÓN DE LA CALIDAD: CONCEPTOS, ENFOQUES, MODELOS Y SISTEMAS*. Madrid, 2006.
- [18] C. Camison, S. Cruz, and T. Gonzales, *GESTIÓN DE LA CALIDAD: CONCEPTOS, ENFOQUES, MODELOS Y SISTEMAS*. Madrid, 2006.
- [19] E. Gomez, “El control total de la calidad,” *Innovar - Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, no. 10, pp. 182–186, 1997.
- [20] A. Senlle, “Gestión estratégica de RR.HH. para la calidad y la excelencia,” *Asociación Española de Normalización y Certificación*, 2007.
- [21] J. Unterreiner and V. Gisbert Soler, “Pequeñas y medianas empresas y la norma ISO 9001,” *3C Tecnología_Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, vol. 8, no. 3, pp. 84–97, 2019, doi: 10.17993/3ctecno/2019.v8n3e31.84-97.
- [22] J. L. Huertas, “Características de las empresas del emporio comercial de Gamarra, 2017,” *Instituto nacional de estadística e informática*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2018, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [23] R. Bernuy Traverso, “Calidad en las Empresas del Sector Confecciones en Lima Metropolitana.”
- [24] Asociación Peruana de Técnicos Textiles, “Mundo Textil,” p. 41, 2017.
- [25] J. P. Womack and D. T. Jones, “Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation,” *Journal of the Operational Research Society*, vol. 48, no. 11, p. 1148, 1997, doi: 10.1057/palgrave.jors.2600967.
- [26] R. S. Francisco, *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. 2005.
- [27] R. S. Francisco, *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. 2005.

- [28] D. Stamatis, *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. 2003.
- [29] D. Stamatis, *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. 2003.
- [30] “Diagrama Bimanual,” 2016.
http://evaluador.doe.upv.es/wiki/index.php/Diagrama_Bimanual
- [31] “Diagrama Bimanual,” 2016.
- [32] K. Linderman, R. G. Schroeder, S. Zaheer, and A. S. Choo, “Six Sigma: A goal-theoretic perspective,” *Journal of Operations Management*, vol. 21, no. 2, pp. 193–203, 2003, doi: 10.1016/S0272-6963(02)00087-6.
- [33] B. S. López, “Nivel Sigma y DPMO,” 2019.
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/nivel-sigma-y-dpmo/>
- [34] S. Conger, “Handbook on Business Process Management 1,” *Handbook on Business Process Management 1*, 2010, doi: 10.1007/978-3-642-00416-2.
- [35] P. A. Marques and J. G. Requeijo, “SIPOC : A Six Sigma Tool Helping on ISO 9000 Quality Management Systems,” *3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*, no. Iso 9001, pp. 1229–1238, 2009.
- [36] S. Conger, “Handbook on Business Process Management 1,” *Handbook on Business Process Management 1*, 2010, doi: 10.1007/978-3-642-00416-2.
- [37] L. Myers and M. J. Sirois, “Spearman Correlation Coefficients, Differences between,” *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*, pp. 1–2, 2014, doi: 10.1002/9781118445112.stat02802.

- [38] “Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial - sector metalmecánico,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, no. 2, pp. 3148–3163, May 2022, doi: 10.37811/cl_rcm.v6i2.2081.
- [39] BRUMIER, “Retos para aplicar Lean Six Sigma.” <https://mejoratuproduktividad.wordpress.com/retos-para-aplicar-lean-six-sigma/>
- [40] T. Ahmed *et al.*, “Textile & Leather Review Implementation of the Six Sigma Methodology for Reducing Fabric Defects on the Knitting Production Floor: A Sustainable Approach for Knitting Industry Implementation of the Six Sigma Methodology for Reducing Fabric Defects on the Knitting Production Floor: A Sustainable Approach for Knitting Industry,” *Industry. Textile & Leather Review*, vol. 5, pp. 223–239, 2022, doi: 10.31881/TLR.
- [41] D. M. Zaman and N. H. Zerín, “Applying DMAIC Methodology to Reduce Defects of Sewing Section in RMG: A Case Study,” *American Journal of Industrial and Business Management*, vol. 07, no. 12, pp. 1320–1329, 2017, doi: 10.4236/ajibm.2017.712093.
- [42] J. N. Malpartida Gutierrez, D. Olmos Saldivar, S. M. Quiñones Chumacero, M. J. Ledema Cuadros, G. Garcia Curo, and J. R. Diaz Dumont, “Estrategia de mejora de procesos Six Sigma aplicado a la industria textil,” *Alpha Centauri*, vol. 2, no. 3, pp. 72–90, Jul. 2021, doi: 10.47422/ac.v2i3.45.
- [43] W. J. Miranda Chávez, G. A. Montoya Cárdenas, E. A. Vilcara Cárdenas, and J. R. Díaz Dumont, “Metodología lean para reducción de piezas no

conformes, detectadas por control de calidad, previo al despacho,” *Alpha Centauri*, vol. 2, no. 3, pp. 106–123, Aug. 2021, doi: 10.47422/ac.v2i3.52.

- [44] R. Hernández, *Metodología de la Investigación*, vol. 369, no. 1. 2013. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

ANEXOS

ANEXO 1 - Datos recopilados en la 1era Campaña del 2020

PROCESO ARMADO

Día prod. De Export.	Unidades producidas	TIPO PRENDA DE	Unidades defectuosas por Maquina	Unidades defectuosas por Material	Unidades defectuosas	PROVEEDOR	% Defectuosos
1	274	PECHO	5	0	5	1	1.82%
2	274	ESPALDA	7	3	10	1	3.65%
3	548	MANGAS / CUELLO	20	5	25	1	4.56%
4	295	PECHO	4	0	4	1	1.36%
5	295	ESPALDA	12	1	13	1	4.41%

6	590	MANGAS CUELLO /	4	1	5	1	0.85%
7	248	PECHO	10	1	11	1	4.44%
8	248	ESPALDA	8	1	9	1	3.63%
9	496	MANGAS CUELLO /	7	0	7	1	1.41%
10	377	PECHO	11	2	13	1	3.45%
11	377	ESPALDA	4	2	6	1	1.59%
12	754	MANGAS CUELLO /	15	6	21	1	2.79%
13	218	PECHO	2	3	5	2	2.29%
14	234	PECHO	8	3	11	2	4.70%

15	190	PECHO	6	3	9	2	4.74%
16	207	ESPALDA	2	1	3	2	1.45%
17	219	ESPALDA	7	4	11	2	5.02%
18	216	ESPALDA	1	5	6	2	2.78%
19	467	MANGAS / CUELLO	14	2	16	2	3.43%
20	436	MANGAS / CUELLO	4	6	10	2	2.29%
21	381	MANGAS / CUELLO	3	2	5	2	1.31%
22	168	PECHO	0	5	5	2	2.98%
23	168	ESPALDA	5	3	8	2	4.76%

24	336	MANGAS CUELLO /	9	2	11	2	3.27%
25	154	PECHO	6	1	7	1	4.55%
26	308	MANGAS CUELLO /	9	2	11	1	3.57%
27	154	ESPALDA	3	0	3	1	1.95%
28	137	PECHO	3	1	4	1	2.92%
29	137	ESPALDA	5	1	6	1	4.38%
30	274	MANGAS CUELLO /	5	0	5	1	1.82%
TOTAL	9180		199	66	265		2.89%
	2295	pecho				GENERAL	2.887%

	2295	espalda				PROM. PROV. 1	2.952%
	4590	mangas / cuello				PROM. PROV. 2	3.252%

PROVEEDOR 1	ITESSA
PROVEEDOR 2	LA COLONIAL

PROCESO ARMADO

GRUPO S	TRABAJADOR - 1	Unidades defectuosas - 1	% Defectos - 1	TRABAJADOR - 2	Unidades defectuosas - 2	% Defectos - 2
1	74	12	16%	200	30	15%
2	64	10	16%	231	51	22%
3	86	13	15%	291	56	19%
4	96	18	19%	152	42	28%
5	206	32	16%	436	104	24%
6	64	9	14%	104	28	27%
7	77	13	17%	77	18	23%
8	33	6	18%	104	25	24%
TOTAL	700	113	16%	1595	354	22%

PROM GENERAL	20%
--------------	-----

LEYENDA	
TRABAJADOR 1	IN SITU
TRABAJADOR 2	EXTERNO

PROCESO REMALLADO

GRUPOS	TRABAJADOR - 1	Unidades defectuosas - 1	% Defectos - 1	TRABAJADOR - 2	Unidades defectuosas - 2	% Defectos - 2
1	74	2	3%	200	25	13%
2	64	8	13%	231	62	27%
3	86	12	14%	291	53	18%
4	96	19	20%	152	36	24%
5	206	40	19%	436	71	16%
6	64	12	19%	104	20	19%
7	77	15	19%	77	18	23%
8	33	9	27%	104	12	12%
TOTAL	700	117	17%	1595	297	19%

PROM GENERAL	18%
--------------	-----

LEYENDA	
TRABAJADOR 1	TRABAJADOR 1
TRABAJADOR 2	TRABAJADOR 2

PROCESO ETIQUETADO

GRUPOS	Unidades producidas	Unidades defectuosas	% Defectos
1	164	24	15%
2	110	7	6%
3	163	11	7%
4	132	12	9%
5	222	7	3%
6	155	8	5%
7	148	1	1%
8	100	15	15%
9	214	26	12%
10	222	1	0%
11	206	21	10%
12	168	18	11%
13	154	10	6%
14	137	17	12%

TOTAL	2295	178	8%
-------	------	-----	----

PROCESO LIMPIEZA

GRUPOS	Unidades producidas	Unidades defectuosas	% Defectos
1	164	1	1%
2	110	4	4%
3	163	5	3%
4	132	3	2%
5	222	1	0%
6	155	5	3%
7	148	6	4%
8	100	0	0%
9	214	2	1%
10	222	8	4%
11	206	1	0%
12	168	1	1%
13	154	0	0%

14	137	5	4%
TOTAL	2295	42	2%

ANEXO 2 – Check-list de Orden

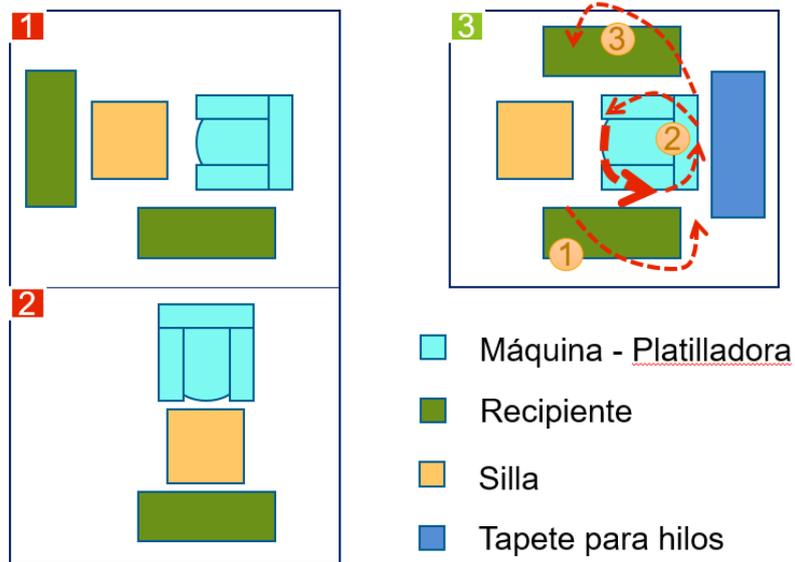
CHECKLIST

NOMBRE ENCARGADO: _____

FECHA DEL CHECKLIST: _____ / 11 / 2020

	Evaluación de Organización	CHECK
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del proceso se encuentran organizados?	
2	¿Se observan herramienta, materiales o espacios de trabajo dañados?.....	
3	¿Existen objetos obsoletos en el espacio de trabajo?.....	
4	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?	
5	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados <u>cómo</u> tal, ya se realizó un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?	
6	¿El área de trabajo presenta desechos (hilos) sin recoger?	

ANEXO 3 – Mejora de Layout



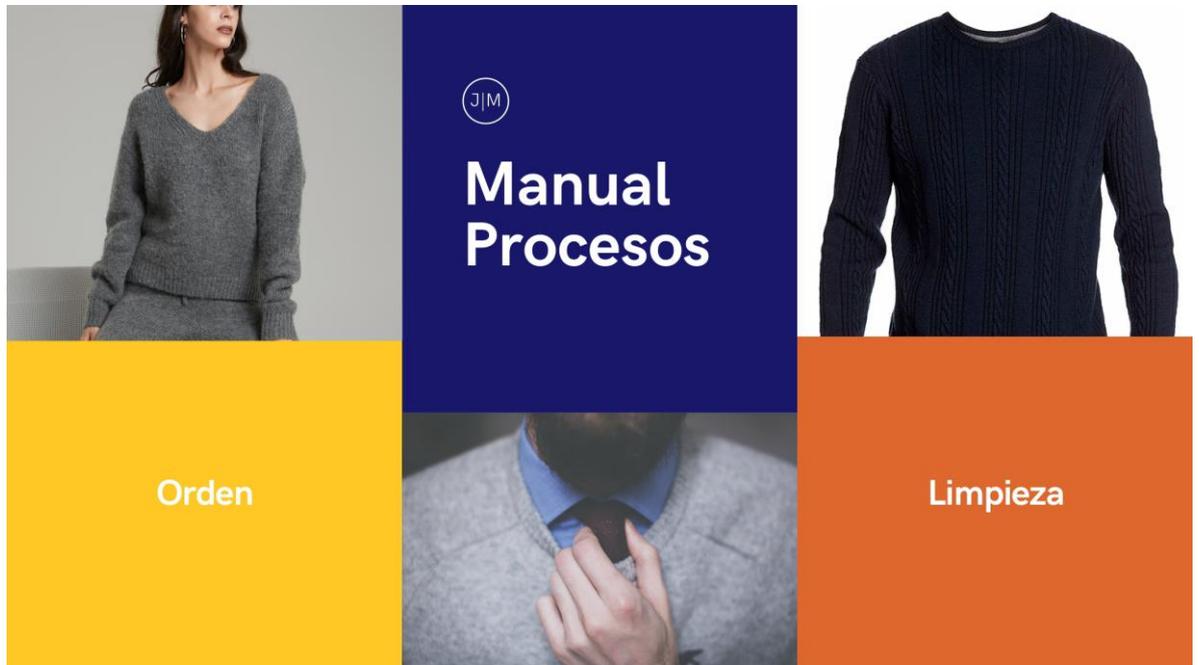
En las representaciones 1 y 2, los trabajadores usaban a criterio propio como querían acomodar su espacio de trabajo. Por lo tanto, en la imagen 3, se estandarizó el lugar de los recipientes y se creó un flujo en que las prendas no tengan probabilidades de poder ensuciarse o dañarse.

ANEXO 4 – Cartilla para la buena Inspección



Esta cartilla se encontraba en el área de armado y remallado, para que los trabajadores puedan asegurarse de revisar todos los puntos de las prendas antes de dejarlos.

ANEXO 5 – Manual



Orden - Layout

Asegúrate que tu área de trabajo permanezca según lo señalado en la imagen.

En caso encuentres tu área de trabajo de diferente forma, es recomendable notificarlo al superior y reestablecerlo a la posición original lo más pronto posible para que puedas cumplir con tus labores.

¡Te queremos ordenado!

- Maquina - Platilladora
- Recipiente
- Silla
- Tapete para hilos

The diagram shows a yellow chair on the left, a green container at the top and bottom, a cyan machine in the center, and a blue mat on the right. A legend below identifies these items.

Check List

Tu comunicación diaria con tu superior mediante un check list, el cual contempla los problemas que puedes tener en tu día a día.

Puede ser super específico con tus sugerencias, mientras más específico tu super podrá ayudarte mejor a resolverlo

¡La comunicación es tu mejor herramienta!

CHECKLIST

NOMBRE ENCARGADO: _____

FECHA DEL CHECKLIST: ____ / ____ / 2020

	Evaluación de Organización	CHECK
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del proceso se encuentran organizados?	
2	¿Se observan herramienta, materiales o espacios de trabajo dañados?.....	
3	¿Existen objetos obsoletos en el espacio de trabajo?.....	
4	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?	
5	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados <u>cómo</u> tal, ya se realizó un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?	
6	¿El área de trabajo presenta desechos (hilos) sin recoger?	



¿Qué necesitamos?



Tijera -
Piquetera



Crochet



Aguja punta
roma



Centimetro

Herramientas por proceso

Armado y Remallado



Consideraciones Platillado

Retirar tus manos

Cuando enciendas la maquina retira tus manos de la zona donde la aguja cose los puntos.

¡ES MUY PELIGROSO!



Aceitar los ejes regularmente

Recuerda aceitar los ejes de la maquina, ya que si no se realizan estos mantenimientos preventi.

¡EL MANTENIMIENTO AYUDA A TENER MENOS ERRORES!



El manual de los procesos es entregado de forma digital a la empresa JORY MAKY para que tenga la información de las mejoras que se implementaron y poder imprimir las plantillas cuando le sea necesario.

ANEXO 6 – Empresa



En las imágenes se muestra cómo se encontraba el área de trabajo para los procesos de armado y remallado. Además, del momento donde el trabajador se encuentra realizando sus funciones.



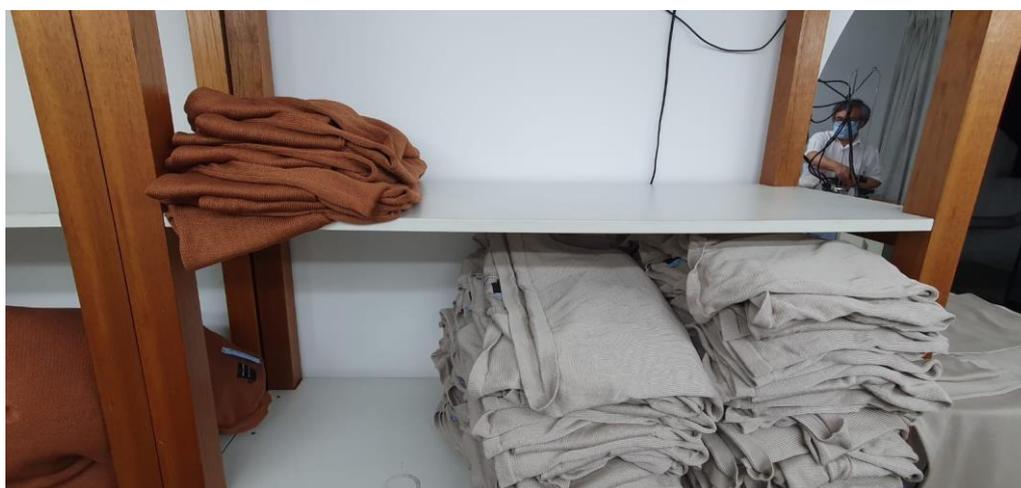
En estas 2 imágenes nos encontramos en la entrada del taller, donde colocamos la pizarra con el detalle de los porcentajes de productos defectuosos correspondiente a los trabajadores e iniciamos las reuniones semanales durante la producción de la campaña 2.



En la imagen anterior se encuentra una trabajadora in-situ durante el proceso de armado antes de las mejoras en distribución del área de trabajo.



La imagen anterior corresponde al equipo industrial de planchado textil, maquinaria usada para el proceso del vaporizado.



La imagen anterior es el espacio designado para dejar las prendas en proceso, se observa que las prendas no tienen una identificación visible que detalle al producto que corresponde.



En las imágenes anteriores se observa el antes y después de un área de trabajo de armado – remallado. En la primera se observa un desorden con los hilos, hilos que podían ensuciarse o dañarse porque por ahí camina el personal. Mientras que, en la segunda imagen, con la implementación de la distribución sugerida, se observa que los conos de hilos se encuentran resguardados, además de añadir las bandejas donde se encuentran las prendas antes y después del proceso realizado.

ANEXO 7 – Tabla vacía - llenada con el porcentaje de Productos Defectuosos por Trabajador in-situ

	S1	S2	S3	S4
A CEFERINA Z.				
R GRIMALDA G.				
R MELITA P.				
A LORENZO V.				
A NARCISO G.				

Fuente: Elaboración propia

	S1	S2	S3	S4
A CEFERINA Z.	2,2%	2,4%	3,7%	2,3%
R GRIMALDA G.	7,6%	5,7%	5,0%	2,2%
R MELITA P.	3,3%	3,7%	3,6%	2,3%
A LORENZO V.	6,1%	2,6%	3,8%	1,3%
A NARCISO G.	8,3%	4,8%	5,1%	4,7%

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 8 – Datos recopilados en la 2da Campaña del 2020

PROCESO ARMADO

SEM ANA	TRAB AJAD OR - 1	Unida des defect uosas - 1	% Defect os - 1	TRAB AJAD OR - 2	Unida des defect uosas - 2	% Defect os - 2	TRAB AJAD OR - 3	Unida des defect uosas - 3	% Defect os - 3	TRAB AJAD OR - 4	Unida des defect uosas - 4	% Defect os - 4	TRAB AJAD OR - 5	Unida des defect uosas - 5	% Defect os - 5	TOTA L	TOTA L, DEFE CTOS	% Defect os - TOTA L
1	45	7	16%	46	7	15%	45	8	18%	41	7	17%	48	2	4%	225	31	14%
2	42	11	26%	44	8	18%	41	7	17%	39	9	23%	42	10	24%	208	45	22%
3	41	5	12%	40	4	10%	42	6	14%	40	6	15%	39	8	21%	202	29	14%
4	43	4	9%	45	4	9%	43	1	2%	40	5	13%	43	6	14%	214	20	9%
TOTA L	171	27	16%	175	23	13%	171	22	13%	160	27	17%	172	26	15%	849	125	15%

PROCESO REMALLADO

SEM ANA	TRAB AJAD OR - 1	Unida des defect uosas - 1	% Defect os - 1	TRAB AJAD OR - 2	Unida des defect uosas - 2	% Defect os - 2	TRAB AJAD OR - 3	Unida des defect uosas - 3	% Defect os - 3	TRAB AJAD OR - 4	Unida des defect uosas - 4	% Defect os - 4	TRAB AJAD OR - 5	Unida des defect uosas - 5	% Defect os - 5	TOTA L	TOTA L, DEFE CTOS	% Defect os - TOTA L
1	45	6	13%	46	5	11%	45	8	18%	41	6	15%	48	6	13%	225	31	14%
2	42	9	21%	44	8	18%	41	6	15%	39	8	21%	42	10	24%	208	41	20%
3	41	4	10%	40	3	8%	42	7	17%	40	4	10%	39	6	15%	202	24	12%
4	43	3	7%	45	4	9%	43	3	7%	40	3	8%	43	5	12%	214	18	8%
TOTA L	171	22	13%	175	20	11%	171	24	14%	160	21	13%	172	27	16%	849	114	13%

PROCESO CONTROL DE CALIDAD

ARMADO

SEM ANA	TRAB AJAD OR - 1	Unida des defect uosas - 1	% Defect os - 1	TRAB AJAD OR - 2	Unida des defect uosas - 2	% Defect os - 2	TRAB AJAD OR - 3	Unida des defect uosas - 3	% Defect os - 3	TRAB AJAD OR - 4	Unida des defect uosas - 4	% Defect os - 4	TRAB AJAD OR - 5	Unida des defect uosas - 5	% Defect os - 5	TOTA L	TOTA L DE DEFE CTOS	% Defect os - TOTA L
1	45	2	4%	46	4	9%	45	2	4%	41	3	7%	48	5	10%	225	16	7%
2	42	1	2%	44	3	7%	41	3	7%	39	2	5%	42	3	7%	208	12	6%
3	41	2	5%	40	2	5%	42	1	2%	40	2	5%	39	2	5%	202	9	4%
4	43	1	2%	45	2	4%	43	2	5%	40	1	3%	43	2	5%	214	8	4%
TOTA L	171	6	4%	175	11	6%	171	8	5%	160	8	5%	172	12	7%	849	45	5%

REMALLADO

SEM ANA	TRAB AJAD OR - 1	Unida des defect uosas - 1	% Defect os - 1	TRAB AJAD OR - 2	Unida des defect uosas - 2	% Defect os - 2	TRAB AJAD OR - 3	Unida des defect uosas - 3	% Defect os - 3	TRAB AJAD OR - 4	Unida des defect uosas - 4	% Defect os - 4	TRAB AJAD OR - 5	Unida des defect uosas - 5	% Defect os - 5	TOTA L	TOTA L, DE DEFE CTOS	% Defect os - TOTA L
1	45	0	0%	46	3	7%	45	1	2%	41	2	5%	48	3	6%	225	9	4%
2	42	1	2%	44	2	5%	41	0	0%	39	0	0%	42	1	2%	208	4	2%
3	41	1	2%	40	2	5%	42	2	5%	40	1	3%	39	2	5%	202	8	4%
4	43	1	2%	45	0	0%	43	0	0%	40	0	0%	43	2	5%	214	3	1%
TOTA L	171	3	2%	175	7	4%	171	3	2%	160	3	2%	172	8	5%	849	24	3%

ANEXO 9 – Datos recopilados en la 1era Campaña del 2021

PROCESO ARMADO

SEM ANA	TRAB AJAD OR - 1	Unida des defect uosas - 1	% Defect os - 1	TRAB AJAD OR - 2	Unida des defect uosas - 2	% Defect os - 2	TRAB AJAD OR - 3	Unida des defect uosas - 3	% Defect os - 3	TRAB AJAD OR - 4	Unida des defect uosas - 4	% Defect os - 4	TRAB AJAD OR - 5	Unida des defect uosas - 5	% Defect os - 5	TOTA L	TOTA L, DEFE CTOS	% Defect os - TOTA L
1	48	8	17%	45	5	11%	42	8	19%	49	9	18%	40	8	20%	224	38	17%
2	48	3	6%	48	1	2%	46	6	13%	48	7	15%	41	7	17%	231	24	10%
3	48	6	13%	47	6	13%	41	5	12%	46	8	17%	38	6	16%	220	31	14%
4	46	4	9%	46	2	4%	44	8	18%	50	5	10%	38	5	13%	224	24	11%
5	47	2	4%	47	5	11%	42	7	17%	47	3	6%	41	6	15%	224	23	10%
6	49	4	8%	44	4	9%	44	2	5%	50	4	8%	38	7	18%	225	21	9%

7	44	2	5%	42	4	10%	40	3	8%	42	4	10%	32	3	9%	200	16	8%
TOTAL	330	29	9%	319	27	8%	299	39	13%	332	40	12%	268	42	16%	1548	177	11.4%

PROCESO REMALLADO

SEMANA	TRABAJADOR - 1	Unidades defectuosas - 1	% Defectos - 1	TRABAJADOR - 2	Unidades defectuosas - 2	% Defectos - 2	TRABAJADOR - 3	Unidades defectuosas - 3	% Defectos - 3	TRABAJADOR - 4	Unidades defectuosas - 4	% Defectos - 4	TRABAJADOR - 5	Unidades defectuosas - 5	% Defectos - 5	TOTAL	TOTAL DEFECTOS	% Defectos - TOTAL
1	49	4	8%	45	4	9%	41	4	10%	49	3	6%	42	5	12%	226	20	9%
2	50	3	6%	47	5	11%	44	4	9%	49	3	6%	41	4	10%	231	19	8%
3	46	5	11%	48	4	8%	41	3	7%	46	1	2%	38	3	8%	219	16	7%

4	47	3	6%	46	4	9%	44	4	9%	51	2	4%	39	4	10%	227	17	7%
5	44	1	2%	47	3	6%	41	3	7%	48	3	6%	41	3	7%	221	13	6%
6	51	1	2%	42	3	7%	44	1	2%	49	3	6%	38	0	0%	224	8	4%
7	46	2	4%	41	1	2%	39	3	8%	41	1	2%	33	1	3%	200	8	4%
TOTAL	333	19	6%	316	24	8%	294	22	7%	333	16	5%	272	20	7%	1548	101	6.5%

PROCESO CONTROL DE CALIDAD

ARMADO

SEM ANA	TRAB AJAD OR - 1	Unida des defect uosas - 1	% Defect os - 1	TRAB AJAD OR - 2	Unida des defect uosas - 2	% Defect os - 2	TRAB AJAD OR - 3	Unida des defect uosas - 3	% Defect os - 3	TRAB AJAD OR - 4	Unida des defect uosas - 4	% Defect os - 4	TRAB AJAD OR - 5	Unida des defect uosas - 5	% Defect os - 5	TOTA L	TOTA L DE DEFE CTOS	% Defect os - TOTA L
1	48	2	4%	45	2	4%	42	3	7%	49	4	8%	40	1	3%	224	12	5%
2	48	1	2%	48	1	2%	46	2	4%	48	2	4%	41	0	0%	231	6	3%
3	48	2	4%	47	3	6%	41	3	7%	46	2	4%	38	2	5%	220	12	5%
4	46	2	4%	46	2	4%	44	2	5%	50	2	4%	38	1	3%	224	9	4%
5	47	2	4%	47	0	0%	42	1	2%	47	2	4%	41	1	2%	224	6	3%
6	49	0	0%	44	3	7%	44	2	5%	50	1	2%	38	0	0%	225	6	3%

7	44	1	2%	42	1	2%	40	2	5%	42	1	2%	32	1	3%	200	6	3%
TOTAL	330	10	3%	319	12	4%	299	15	5%	332	14	4%	268	6	2%	1548	39	3%

REMALLADO

SEM ANA	TRAB AJAD OR - 1	Unida des defect uosas - 1	% Defect os - 1	TRAB AJAD OR - 2	Unida des defect uosas - 2	% Defect os - 2	TRAB AJAD OR - 3	Unida des defect uosas - 3	% Defect os - 3	TRAB AJAD OR - 4	Unida des defect uosas - 4	% Defect os - 4	TRAB AJAD OR - 5	Unida des defect uosas - 5	% Defect os - 5	TOTA L	TOTA L, DE DEFE CTOS	% Defect os - TOTA L
1	49	1	2%	45	1	2%	41	2	5%	49	1	2%	42	3	7%	226	8	4%
2	50	2	4%	47	2	4%	44	0	0%	49	0	0%	41	1	2%	231	5	2%
3	46	0	0%	48	1	2%	41	2	5%	46	1	2%	38	2	5%	219	6	3%

4	47	1	2%	46	1	2%	44	1	2%	51	0	0%	39	0	0%	227	3	1%
5	44	1	2%	47	0	0%	41	0	0%	48	1	2%	41	1	2%	221	3	1%
6	51	1	2%	42	1	2%	44	1	2%	49	1	2%	38	1	3%	224	5	2%
7	46	0	0%	41	1	2%	39	1	3%	41	1	2%	33	0	0%	200	3	2%
TOTAL	333	6	2%	316	7	2%	294	7	2%	333	5	2%	272	8	3%	1548	22	1%

ANEXO 10 – Datos recopilados en la 2da Campaña del 2021

PROCESO ARMADO

SEM ANA	TRAB AJAD OR - 1	Unida des defect uosas - 1	% Defect os - 1	TRAB AJAD OR - 2	Unida des defect uosas - 2	% Defect os - 2	TRAB AJAD OR - 3	Unida des defect uosas - 3	% Defect os - 3	TRAB AJAD OR - 4	Unida des defect uosas - 4	% Defect os - 4	TRAB AJAD OR - 5	Unida des defect uosas - 5	% Defect os - 5	TOTA L	TOTA L, DEFE CTOS	% Defect os - TOTA L
1	46	5	11%	43	6	14%	43	6	14%	47	2	4%	42	4	10%	221	23	10%
2	44	4	9%	35	5	14%	40	4	10%	45	5	11%	44	5	11%	208	23	11%
3	47	5	11%	42	6	14%	40	4	10%	44	4	9%	37	2	5%	210	21	10%
4	47	3	6%	37	2	5%	42	2	5%	45	1	2%	37	1	3%	208	9	4%
5	44	2	5%	36	3	8%	39	2	5%	46	3	7%	40	4	10%	205	14	7%

TOTAL	228	19	8%	193	22	11%	204	18	9%	227	15	7%	200	16	8%	1052	76	7%
-------	-----	----	----	-----	----	-----	-----	----	----	-----	----	----	-----	----	----	------	----	----

PROCESO REMALLADO

SEMANA	TRABAJADOR - 1	Unidades defectuosas - 1	% Defectos - 1	TRABAJADOR - 2	Unidades defectuosas - 2	% Defectos - 2	TRABAJADOR - 3	Unidades defectuosas - 3	% Defectos - 3	TRABAJADOR - 4	Unidades defectuosas - 4	% Defectos - 4	TRABAJADOR - 5	Unidades defectuosas - 5	% Defectos - 5	TOTAL	TOTAL, DEFECTOS	% Defectos - TOTAL
1	44	2	5%	40	4	10%	40	4	10%	46	1	2%	43	4	9%	213	15	7%
2	41	1	2%	43	2	5%	42	2	5%	43	3	7%	48	1	2%	217	9	4%
3	43	1	2%	43	2	5%	39	2	5%	46	3	7%	40	4	10%	211	12	6%
4	46	4	9%	39	2	5%	41	2	5%	45	3	7%	41	4	10%	212	15	7%
5	43	1	2%	41	3	7%	40	3	8%	39	1	3%	36	4	11%	199	12	6%

TOTAL	217	9	4%	206	13	6%	202	13	6%	219	11	5%	208	17	8%	1052	51	5%
-------	-----	---	----	-----	----	----	-----	----	----	-----	----	----	-----	----	----	------	----	----

PROCESO CONTROL DE CALIDAD

ARMADO

SEMANA	TRABAJADOR - 1	Unidades defectuosas - 1	% Defectos - 1	TRABAJADOR - 2	Unidades defectuosas - 2	% Defectos - 2	TRABAJADOR - 3	Unidades defectuosas - 3	% Defectos - 3	TRABAJADOR - 4	Unidades defectuosas - 4	% Defectos - 4	TRABAJADOR - 5	Unidades defectuosas - 5	% Defectos - 5	TOTAL	TOTAL DE DEFECTOS	% Defectos - TOTAL
1	46	2	4%	43	2	5%	43	1	2%	47	2	4%	42	1	2%	221	8	4%
2	44	1	2%	35	1	3%	40	2	5%	45	2	4%	44	2	5%	208	8	4%
3	47	0	0%	42	1	2%	40	1	3%	44	1	2%	37	1	3%	210	4	2%
4	47	1	2%	37	2	5%	42	1	2%	45	0	0%	37	0	0%	208	4	2%

5	44	0	0%	36	0	0%	39	0	0%	46	1	2%	40	1	3%	205	2	1%
TOTAL	228	4	2%	193	6	3%	204	5	2%	227	6	3%	200	5	3%	1052	24	2%

REMALLADO

SEM ANA	TRAB AJAD OR - 1	Unida des defect uosas - 1	% Defect os - 1	TRAB AJAD OR - 2	Unida des defect uosas - 2	% Defect os - 2	TRAB AJAD OR - 3	Unida des defect uosas - 3	% Defect os - 3	TRAB AJAD OR - 4	Unida des defect uosas - 4	% Defect os - 4	TRAB AJAD OR - 5	Unida des defect uosas - 5	% Defect os - 5	TOTA L	TOTA L, DE DEFE CTOS	% Defect os - TOTA L
1	44	1	2%	40	1	3%	40	1	3%	46	1	2%	43	1	2%	213	5	2%
2	41	0	0%	43	1	2%	42	0	0%	43	0	0%	48	2	4%	217	3	1%
3	43	0	0%	43	1	2%	39	1	3%	46	1	2%	40	0	0%	211	3	1%
4	46	1	2%	39	0	0%	41	1	2%	45	0	0%	41	1	2%	212	3	1%

5	43	1	2%	41	1	2%	40	0	0%	39	1	3%	36	1	3%	199	4	2%
TOTAL	217	3	1%	206	4	2%	202	3	1%	219	3	1%	208	5	2%	1052	14	1%

ANEXO 11 – Pruebas de Wilcoxon en campaña 1

Prueba no paramétrica de Wilcoxon de Proceso de Tejido de la Campaña 1

Método			
η : mediana de TEJIDO			
Estadísticas descriptivas			
<u>Muestra</u>	<u>N</u>	<u>Mediana</u>	
TEJIDO	12	-0.0058687	
Prueba			
Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$			
Hipótesis alterna $H_1: \eta < 0$			
	Número	de Estadística	
<u>Muestra</u>	<u>prueba de Wilcoxon</u>	<u>Valor p</u>	
TEJIDO	12	17.00	0.046

Fuente: Elaboración propia

Prueba no paramétrica de Wilcoxon de Proceso de Armado de la Campaña 1

Método			
η : mediana de ARMADO			
Estadísticas descriptivas			
<u>Muestra</u>	<u>N</u>	<u>Mediana</u>	
ARMADO	8	-0.0648336	
Prueba			
Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$			
Hipótesis alterna $H_1: \eta < 0$			
	Número	de Estadística	
<u>Muestra</u>	<u>prueba de Wilcoxon</u>	<u>Valor p</u>	
ARMADO	8	1.00	0.010

Fuente: Elaboración propia

Prueba no paramétrica de Wilcoxon de Proceso de Remallado de la Campaña 1

Método			
η: mediana de REMALLADO			
Estadísticas descriptivas			
Muestra	N	Mediana	
REMALLADO	8	-0.0361233	
Prueba			
Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$			
Hipótesis alterna $H_1: \eta < 0$			
Muestra	Número de	Estadística	Valor p
REMALLADO	8	10.00	0.147

Fuente: Elaboración propia

Análisis de Correlación de % de productos defectuosos vs procesos

Método					
Codificación de factores (-1; 0; +1)					
Información del factor					
Factor	Tipo	Niveles	Valores		
PROCESO	Fijo	5	ARMADO; ETIQUETA; LIMPIEZA; REMALLADO; TEJIDO		
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
PROCESO	4	0.28317	0.070793	67.02	0.000
Error	49	0.05176	0.001056		
Total	53	0.33493			
Resumen del modelo					
		R-cuad. R-cuad.			
S R-cuad. (ajustado)		(pred)			
0.0325007		84.55%		83.28% 81.24%	
Coefficientes					
Término	EE del				
	Coef	coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	0.10362	0.00456	22.71	0.000	
PROCESO					
ARMADO	0.1020	0.0100	10.19	0.000	1.70
ETIQUETA	-0.02274	0.00813	-2.80	0.007	1.48
LIMPIEZA	-0.08463	0.00813	-10.41	0.000	1.48
REMALLADO	0.0790	0.0100	7.90	0.000	1.70
Ecuación de regresión					
%D = 0.10362 + 0.1020 PROCESO_ARMADO - 0.02274 PROCESO_ETIQUETA - 0.08463 PROCESO_LIMPIEZA + 0.0790 PROCESO_REMALLADO - 0.07359 PROCESO_TEJIDO					

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 12 – Pruebas de Wilcoxon en campañas 2, 3 y 4

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: CAMPAÑA 1 vs CAMPAÑA 2
(ARMADO)

Método			
η : mediana de CAMPAÑA 1 - ARMADO			
Estadísticas descriptivas			
Muestra	N	Mediana	
CAMPAÑA 1 - ARMADO	8	0.0254006	
Prueba			
Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$			
Hipótesis alterna $H_1: \eta > 0$			
Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
CAMPAÑA 1 - ARMADO	8	32.00	0.029

Fuente: Elaboración propia

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: CAMPAÑA 1 vs CAMPAÑA 2
(REMALLADO)

Método			
η : mediana de CAMPAÑA 1 - REMALLADO			
Estadísticas descriptivas			
Muestra	N	Mediana	
CAMPAÑA 1 - REMALLADO	8	0.0397955	
Prueba			
Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$			
Hipótesis alterna $H_1: \eta > 0$			
Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
CAMPAÑA 1 - REMALLADO	8	31.00	0.040

Fuente: Elaboración propia

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: CAMPAÑA 1 vs CAMPAÑA 3; CAMPAÑA 1 vs CAMPAÑA 4 (ARMADO)

Método			
η : mediana de CAMPAÑA 3 - ARMADO; CAMPAÑA 4 - ARMADO			
Estadísticas descriptivas			
Muestra	N	Mediana	
CAMPAÑA 3 - ARMADO	8	0.055760	
CAMPAÑA 4 - ARMADO	8	0.101067	
Prueba			
Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$			
Hipótesis alterna $H_1: \eta > 0$			
Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
CAMPAÑA 3 - ARMADO	8	33.00	0.021
CAMPAÑA 4 - ARMADO	8	36.00	0.007

Fuente: Elaboración propia

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: CAMPAÑA 1 vs CAMPAÑA 3; CAMPAÑA 1 vs CAMPAÑA 4 (REMALLADO)

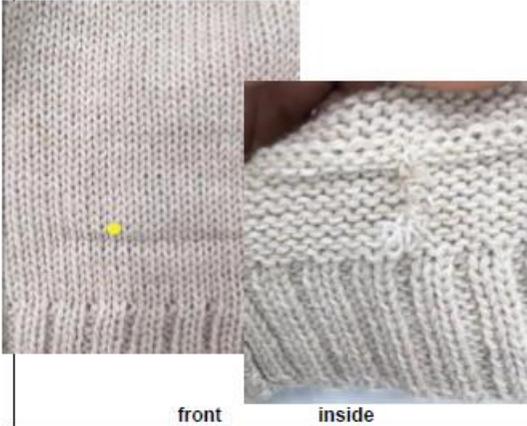
Método			
η : mediana de CAMPAÑA 3 - REMALLADO; CAMPAÑA 4 - REMALLADO			
Estadísticas descriptivas			
Muestra	N	Mediana	
CAMPAÑA 3 - REMALLADO	8	0.113736	
CAMPAÑA 4 - REMALLADO	8	0.125651	
Prueba			
Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$			
Hipótesis alterna $H_1: \eta > 0$			
Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
CAMPAÑA 3 - REMALLADO	8	36.00	0.007
CAMPAÑA 4 - REMALLADO	8	36.00	0.007

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 13 – Defectos encontrados por el cliente de los productos enviados en las campañas 2020

DEFECT REPORT DATE : 14 May 2021 REPORT#: 0113

reference#	STYLE	COLOR	SIZE	QTY	FAULT
1	1900A	N.VICUNA	S	1	care label is cut off in the middle
2	1900A	NATURAL	S	1	yarn fray at front hem
3	1900A	PEACOCK BLUE	S	1	yarn fray at back neck
4	TPS2002	IVORY	S	1	fray at front tape
5	1001	OYSTER	S	1	hole at right shoulder
6	1001	WHITE	S	1	skipping stitch at neck
7	1210	BLACK	S	1	yarn fray at back neck
TOTAL:				6	

reference #	picture	reference #	picture	reference #	picture
1		2	 front inside	3	
4		5		6	



Producto Fallado