



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

## PROYECTO DE TITULACIÓN

*JEFATURA DE PRODUCCIÓN Y DESARROLLO*

## PARA OBTENER EL TÍTULO DE

*INGENIERO INDUSTRIAL*

## PRESENTA:

*LUIS ANDRÉS BARBA PALOS*

## ASESOR:

*ENRIQUE JAVIER MARTINEZ DELGADO*

Junio



## **Agradecimientos**

Debo agradecer de manera especial y sincera a **Esteban Reyes Vázquez** por aceptarme para realizar este proyecto de residencias profesionales y a **Jesús Vázquez Reyes** que estuve bajo su dirección y su enseñanza. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de este proyecto, sino también en mi formación como ser humano. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo, muchas gracias y espero verlo pronto. Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento a **Rita Eliza Maldonado Ponce** por su importante aporte y participación activa en el desarrollo de esta residencia. Debo destacar, por encima de todo, su disponibilidad y paciencia que hizo que nuestras opiniones distintas siempre empataran en algún momento. Agradecer su amabilidad y amplia capacidad para mejorar mi persona en todo ámbito y sobre todo la calidad humana que tiene, ya que ha dado un sentido más cálido a la hora de desarrollar este proyecto como agente ajeno al proyecto. Quiero expresar un amplio agradecimiento a mi padre **Jorge Francisco Barba Sánchez** y a mi madre **Cristian Margarita Palos Villegas**, que sin su apoyo y amplio entusiasmo por mi desarrollo no hubiese sido posible mi formación académica, debo resaltar su apoyo incondicional y el afecto mostrado para motivarme cada uno de mis días durante toda mi vida, este esfuerzo y resultado es para ustedes, son las personas más importantes de mi vida y por eso y más este logro es nuestro. Por ultimo quisiera agradecer al **Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga en general** por brindarme la oportunidad de desarrollar mis talentos y tener una visión más amplia, no cabe duda que han sido determinantes a la hora de conocer mi más alto potencial, agradezco de manera particular a los docentes **Francisco Sánchez Mares** por desafiarme cada uno de mis días, bajo su dirección crecí de manera personal y profesional, sus retos fueron un punto de inflexión en mi calidad como estudiante, al maestro **Benito Rodríguez Cabrera** por su alta disponibilidad y apoyo, espero verlo pronto y seguir fortaleciendo nuestra amistad, al maestro **Alejandro Puga Varga** por compartirme sus conocimientos, por mostrar alto interés en mi desarrollo y por enaltecer la mayoría de mis trabajos, su motivación y trabajo duro por hacer de mi un mejor profesionalista, al doctor Enrique por

su tiempo y asesoría hacia este proyecto, siempre confié en su sabiduría y experiencia para desarrollar y mejorar este proyecto gracias.

***“Luis Andrés Barba Palos”***

Se escucha fácil decirlo, pero lo complicado es hacerlo. El día que decidí ser alguien profesional nunca pensé encontrar en el camino a personas maravillosas que me hicieran sentir que vale la pena despertar cada día y seguir cumpliendo un sueño. Es por ello que el presente proyecto de titulación se lo dedico a toda mi familia, pero especialmente a mi madre **Juana María Aguayo Ruíz** quien siempre estuvo conmigo para ayudarme a cumplirlo, gracias por brindarme el amor, la confianza, por darme esos consejos todos los días, por darme no solo una, sino miles de oportunidades de crecer como persona, por esas palabras de aliento y comprensión que son únicas. Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento a mi esposo **Eduardo Antonio Ponce Delgado**, por ser parte importante en el logro de mis metas profesionales, gracias por haber sido mi fuente de inspiración en mi deseo de proseguir con mis estudios, por creer siempre en mi capacidad y por siempre estar apoyándome en cada decisión. También quiero dar un profundo agradecimiento a todos mis maestros, quienes siempre me guiaron para encontrar la respuesta a todas mis dudas, gracias por brindarme esos conocimientos y darme la bienvenida al mundo profesional, al **Tecnológico de Pabellón** quien me abrió las puertas y me dio la oportunidad de conocer idiomas, culturas y costumbres de otros países, haciendo aún más grande mi experiencia profesional, a mis compañeros que siempre me tuvieron paciencia y comprensión, pero en especial a esos con los que no solo compartía un salón de clase, si no también sentimientos y emociones, esos compañeros que se convirtieron en amigos que nunca se olvidan. Gracias a Jesús **Reyes Vásquez** y **Esteban Reyes Vásquez**, quienes me dieron la oportunidad de aplicar mis conocimientos profesionales dentro de su industria, por tomarse el tiempo en aclarar todas mis dudas y estuvieron conmigo llevando a cabo el proyecto de titulación, por la confianza que desde un principio me brindaron, por los conocimientos, pero sobre todo gracias por enseñarme a trabajar en equipo. Recuerdo que cada día le agradecía a Dios por cada detalle, por cada bendición que me permitió disfrutar, simplemente quiero agradecerle todo, por lo que disfrute y también por lo que no, ya que todo proviene de él, y todo será siempre bueno.

***“Giselle Alejandra Palomino Aguayo”***

## **Resumen**

Este proyecto consiste en el proceso de mejoramiento, control, simulación de procesos y mejoras en una línea de producción con tiempos variables, que se inicia con la observación y detección de fallas para poder conceptualizar en cada una de ellas y posteriormente determinar cuál es la que tendría un impacto grande en su posible implementación, lo que posteriormente deriva en un análisis técnico de investigación para buscar fundamentos teóricos de aplicación que puedan ser relevantes o útiles para el desarrollo de nuestras propuestas de solución a los múltiples conflictos, lo que culmina con posibles escenarios de simulación que en caso de ser aplicados se debería alcanzar un aumento máximo de utilidad del 16%.

El objetivo de este proyecto principalmente se basa en divulgación de un análisis integral que contempla distintas áreas de interés para la empresa, se desarrolla una narrativa secuencial donde todo se maneja en un orden de estructura fundamentado en la metodología de DMAIC de seis sigmas.

Partiendo del análisis de diversas circunstancias en las que se presentan dichas problemáticas se pretende tener un impacto positivo y propuestas que permitan el mejoramiento integral de la empresa, particularmente será enfocado en las líneas de producción.

Gracias a las propuestas que fueron desarrolladas para contrarrestar las fallas de la empresa, se pueden observar los resultados a simple vista, resaltando así las soluciones más óptimas que nos ayudaron a resolver los problemas dentro de la línea de producción, lo cual se llega a la determinación de que dichas propuestas se muestran viables para una futura aplicación.

Índice	
<b>Resumen</b> .....	4
<b>Lista de tablas</b> .....	9
<b>Lista de figuras</b> .....	12
<b>CAPÍTULO 2: Generalidades de proyecto</b> .....	14
<b>Introducción</b> .....	14
<b><i>Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo del residente.</i></b> 14	
<i>Descripción de la empresa</i> .....	14
<i>Antecedentes</i> .....	15
<i>Misión</i> .....	15
<i>Visión</i> .....	15
<i>Objetivos de la calidad</i> .....	15
<i>Valores</i> .....	15
<i>Puesto de trabajo</i> .....	16
<i>Organigrama</i> .....	17
<b>Problemas a resolver, priorizándolos</b> .....	18
<i>Priorización de fallas QFD (Despliegue de la función de calidad)</i> .....	20
<i>Justificación de valor</i> .....	21
<i>Custom requirements explicación</i> .....	26
<i>Diseño de requerimientos</i> .....	30
<i>Diseño de Requerimientos (explicación)</i> .....	31
<i>Análisis de competencia QFD</i> .....	32
<i>Matriz de relaciones QFD ((Despliegue de la función de calidad)</i> .....	35
<i>Desarrollo de nuevas competencias en el factor humano</i> .....	36
<i>Balanceo de líneas</i> .....	37
<i>Productividad</i> .....	38
<i>Señales ergonómicas y manuales</i> .....	39
<i>Tiempos y movimientos (manufactura continua)</i> .....	40
<i>Aplicación de las 5's</i> .....	41
<i>PEPS</i> .....	43
<i>Plano 2D</i> .....	44
<i>MRP</i> .....	45
<i>Cámara caliente</i> .....	46
<i>Estudio de mascarilla</i> .....	47

<i>Diseño de experimentos</i> .....	49
<i>Gráfico de valor QFD CUSTOM REQUIREMENT (after QFD)</i> .....	50
<i>Metas por prioridad (meta priorizada)</i> .....	51
<i>Análisis final de la meta priorizada</i> .....	53
<i>Secuencia de prioridad</i> .....	55
<b>Objetivos</b> .....	55
<i>Objetivo general</i> .....	55
<i>Objetivos específicos</i> .....	56
<b>Justificación</b> .....	56
<b>Capítulo 3 marco teórico</b> .....	58
<b>Marco teórico</b> .....	58
<b>Capítulo 4 desarrollo</b> .....	67
<b>Desarrollo</b> .....	67
<b>Procedimiento y descripción de las actividades realizadas</b> .....	67
1. <i>Mano de obra</i> .....	67
<i>Problema</i> .....	67
<i>Propuesta de solución</i> .....	67
2. <i>Materia prima</i> .....	68
<i>Problema</i> .....	68
<i>Propuesta de solución</i> .....	68
<i>Cronograma de actividades</i> .....	69
<b>Capítulo 5 resultados</b> .....	71
<b>Resultados, propuestas y fundamentos de resolución</b> .....	71
<i>Manutención empresarial y márgenes de ganancia</i> .....	81
<i>Análisis</i> .....	82
<i>5W1H Propuestas</i> .....	83
<i>Mejora</i> .....	85
<i>Diseño de experimentos (medición para la mejora)</i> .....	96
<i>Experimentación de Procesos</i> .....	97
<i>Prueba de normalidad Preparado y Gelcoat A/AB</i> .....	99
<i>Prueba de capacidad de producción</i> .....	100
<i>Laminado de cofres</i> .....	101
<i>Prueba de serie de tiempos</i> .....	101
<i>Prueba de normalidad</i> .....	102

<i>Prueba de capacidad de producción</i> .....	103
<i>Laminado de refuerzos</i> .....	104
<i>Prueba de serie de tiempos</i> .....	104
<i>Prueba de normalidad</i> .....	105
<i>Prueba de capacidad de producción</i> .....	106
<i>Placa, remache y reforzado</i> .....	107
<i>Prueba de serie de tiempos</i> .....	107
<i>Prueba de normalidad</i> .....	108
<i>Prueba de capacidad de producción</i> .....	109
<i>Desmoldado</i> .....	110
<i>Prueba de normalidad</i> .....	111
<i>Prueba de capacidad de producción</i> .....	112
<i>Perfilado</i> .....	113
<i>Prueba de normalidad</i> .....	114
<i>Prueba de capacidad de producción</i> .....	115
<i>Fondo interior</i> .....	116
<i>Prueba de normalidad</i> .....	117
<i>Prueba de capacidad de producción</i> .....	118
<i>Detallado</i> .....	119
<i>Prueba de normalidad</i> .....	120
<i>Prueba de capacidad de producción</i> .....	121
<i>Herrajes y calidad</i> .....	122
<i>Prueba de normalidad</i> .....	123
<i>Prueba de capacidad de producción</i> .....	124
<i>Pareto después de un diseño de experimento para mejora</i> .....	128
<i>Nivel 1 de mejora</i> .....	128
<i>Profit bruto nivel 1</i> .....	131
<i>Nivel 2 de mejora</i> .....	131
<i>Profit bruto nivel 2</i> .....	134
<i>Nivel 3 de mejora</i> .....	134
<i>Profit bruto nivel 3</i> .....	137
<i>Tópicos de manufactura</i> .....	137
<i>Balanceo, cálculo de operadores y estaciones</i> .....	137
<i>Desarrollo de propuesta de problemática 2 (Materia prima)</i> .....	142

<i>Principios de tópicos lean de manufactura</i> .....	143
<i>Conceptos de despilfarro vs valor añadido</i> .....	144
<i>Resumen de Resultados</i> .....	167
<i>Impacto de proyecto</i> .....	171
<b>Capítulo 6 conclusión</b> .....	172
<i>Conclusión de proyecto</i> .....	172
<b>Capítulo 7 competencias desarrolladas</b> .....	173
<i>Competencias desarrolladas y/o aplicadas</i> .....	173
<b>Capítulo 8 fuentes de información</b> .....	175
<i>Bibliografía</i> .....	175



## Lista de tablas

Tabla 1: Causa-Efecto línea de producción .....	18
Tabla 2: los que QFD.....	20
Tabla 3: justificación de valor de los QUE .....	21
Tabla 4: justificación de valor de los COMO .....	22
Tabla 5: QFD despliegue de la función de la calidad .....	24
Tabla 6: Análisis de plan de servicio/producto.....	25
Tabla 7: valor de prioridad .....	27
Tabla 8: valor de competencia .....	27
Tabla 9: valor de punto de mejora.....	28
Tabla 10: diseño de experimentos QFD.....	30
Tabla 11: análisis de la competencia CVNS .....	32
Tabla 12: categoría objetivo .....	33
Tabla 13: dificultad organizacional .....	33
Tabla 14: novedad .....	34
Tabla 15: métricas generales .....	34
Tabla 16: matriz de relaciones QFD-CVNS .....	35
Tabla 17: análisis descriptivo de relaciones factor humano CVNS .....	36
Tabla 18: análisis descriptivo de relaciones del balanceo de líneas.....	37
Tabla 19: análisis descriptivo de relaciones de la productividad CVNS.....	38
Tabla 20: análisis descriptivo de relaciones de las señales ergonómicas y manuales .....	39
Tabla 21: análisis descriptivo de relaciones de los tiempos y movimientos CVNS .....	40
Tabla 22: Análisis descriptivo de relaciones de la aplicación de las 5's CVNS.....	41
Tabla 23: Análisis descriptivo de relaciones del procedimiento de trabajo CVNS.....	42
Tabla 24: Análisis descriptivo de relaciones de PEPS CVNS .....	43
Tabla 25: Análisis descriptivo de relaciones de plano 2D CVNS .....	44
Tabla 26: Análisis descriptivo de relaciones de MRP CVNS.....	45
Tabla 27: Análisis descriptivo de relaciones de la cámara caliente CVNS .....	46
Tabla 28: Análisis descriptivo de relaciones del estudio de mascarillas CVNS.....	47
Tabla 29: Análisis descriptivo de relaciones de lean manufacturing CVNS.....	48
Tabla 30: Análisis descriptivo de relaciones de diseño de experimento CVNS.....	49
Tabla 31: QFD customer requirements .....	50
Tabla 32: Metas por prioridad análisis 1 .....	51
Tabla 33: metas por prioridad análisis 2 .....	52
Tabla 34: metas por prioridad análisis 3 .....	52

Tabla 35: metas por prioridad análisis 4 .....	53
Tabla 36: Análisis final de la meta priorizada.....	53
Tabla 37: factores de importancia .....	55
Tabla 38: factores a desarrollar en mano de obra .....	67
Tabla 39: factores a desarrollar en Materia prima (MP) .....	68
Tabla 40: identificación de producto.....	71
Tabla 41: variables a considerar .....	72
Tabla 42: variables de materia prima .....	73
Tabla 43: costos generales CVNS .....	75
Tabla 44: variables de venta CVNS .....	76
Tabla 45: representación media costos .....	76
Tabla 46: producción total/mes CVNS .....	76
Tabla 47: total costo/mes.....	77
Tabla 48: frecuencia relativa CVNS .....	77
Tabla 49: retorno de calidad CVNS.....	78
Tabla 50: Análisis de Pareto CVNS .....	78
Tabla 51: materia prima utilizada CVNS .....	78
Tabla 52: tiempo de proceso/día CVNS.....	79
Tabla 53: tiempo estándar .....	79
Tabla 54: venta al público CVNS.....	80
Tabla 55: manutención empresarial CVNS.....	81
Tabla 56: 5W1H CVNS.....	83
Tabla 57: números aleatorios .....	92
Tabla 58: promedios .....	96
Tabla 59: factores de producción .....	96
Tabla 60: hipótesis de normalidad .....	97
Tabla 61: hipótesis de capacidad de producción.....	98
Tabla 62: hipótesis de series de tiempos.....	98
Tabla 63: tabla de respuesta para procesos variables .....	126
Tabla 64: tabla tiempos originales de proceso variable.....	126
Tabla 65: nivel 1 de mejora .....	128
Tabla 66: factores de análisis Pareto 1 .....	129
Tabla 67: análisis de costos nivel 1 .....	129
Tabla 68: profundidad al análisis de los márgenes de ganancia nivel 1 .....	130
Tabla 69: diagrama de Pareto nivel 2 .....	131

Tabla 70: factores de análisis Pareto nivel 2 .....	132
Tabla 71: análisis de costos Pareto nivel 2 .....	132
Tabla 72: profundidad al análisis de los márgenes de ganancia nivel 2 .....	133
Tabla 73: diagrama de Pareto nivel 3 .....	134
Tabla 74: factores de análisis Pareto nivel 3 .....	135
Tabla 75: análisis de costos Pareto nivel 3.....	135
Tabla 76: profundidad al análisis de los márgenes de ganancia nivel 3 .....	136
Tabla 77: factores .....	138
Tabla 78: llenado de datos .....	139
Tabla 79: VH Factor.....	139
Tabla 80: tiempo de ciclo.....	139
Tabla 81: descripción de datos.....	140
Tabla 82: estimado .....	140
Tabla 83: QYT operators CVNS.....	141
Tabla 84: métrica estimada CVNS .....	141
Tabla 85: Kardex PEPS.....	155
Tabla 86: Supuestos.....	156
Tabla 87: estado de resultados .....	157
Tabla 88: Plantilla MRP .....	158
Tabla 89: evaluación de 5´S.....	159
Tabla 90: Plan de desarrollo profesional CVNS .....	162
Tabla 91: planificar desarrollo personal .....	162
Tabla 92: resumen de resultados.....	168

## Lista de figuras

Figura 1: Organigrama.....	17
Figura 2: Diagrama de Ishikawa.....	19
Figura 3: Grafico Before .....	20
Figura 4: gráfico AFTER.....	50
Figura 5: cronograma de actividades.....	70
Figura 6: Diagrama de proceso.....	85
Figura 7: preparado de moldes .....	86
Figura 8: Gelcoat exterior .....	86
Figura 9: laminado de refuerzos.....	87
Figura 10: laminado de cofres .....	88
Figura 11: colocación de refuerzos .....	88
Figura 12: desmolde .....	89
Figura 13: perfilado.....	89
Figura 14: colocación de placas .....	90
Figura 15: fondo interior.....	90
Figura 16: detallado .....	91
Figura 17: liberación y herrajes .....	91
Figura 18: series de tiempos A.....	98
Figura 19: prueba de normalidad A/AB .....	99
Figura 20: prueba de capacidad A/AB .....	100
Figura 21: prueba de series de tiempo B .....	101
Figura 22: Prueba de normalidad B .....	102
Figura 23: Prueba de capacidad B.....	103
Figura 24: series de tiempos C.....	104
Figura 25: Prueba de normalidad C .....	105
Figura 26: Prueba de capacidad C.....	106
Figura 27: Serie de tiempos D.....	107
Figura 28: prueba de normalidad D.....	108
Figura 29: Prueba de capacidad D.....	109
Figura 30: Prueba de serie de tiempos F.....	110
Figura 31: Prueba de normalidad F.....	111
Figura 32: Prueba de capacidad F .....	112
Figura 33: Prueba de serie de tiempos G .....	113
Figura 34: prueba de normalidad G .....	114

Figura 35: prueba de capacidad G.....	115
Figura 36: prueba de series de tiempos H.....	116
Figura 37: Prueba de normalidad H.....	117
Figura 38: prueba de capacidad H.....	118
Figura 39: Prueba de series de tiempos I.....	119
Figura 40: prueba de normalidad I.....	120
Figura 41: Prueba de capacidad I.....	121
Figura 42: Prueba de series de tiempos J.....	122
Figura 43: prueba de normalidad J.....	123
Figura 44: Prueba de capacidad J.....	124
Figura 45: proceso balanceado vs tiempo.....	142
Figura 46: ¿qué es un proceso?.....	143
Figura 47: MUDA.....	144
Figura 48: hombre-máquina.....	165
Figura 49: cartel ergonómico ejemplo.....	166
Figura 50: diagrama productividad.....	167

## **CAPÍTULO 2: Generalidades de proyecto**

### **Introducción**

CVNS Industrias es una empresa que cuenta con más de 20 años de experiencia en el diseño y desarrollo de partes de tracto-camión.

En los últimos años Aguascalientes ha mostrado un crecimiento exponencial en áreas de ingeniería, en específico las automotrices, esto hace que la gran demanda del público por diferentes productor automotrices aumentara y trajera consigo la necesidad de apertura de nuevas industrias con un potencial amplio para satisfacer las necesidades de esta ciudad en desarrollo, CVNS INDUSTRIAS nace en un ámbito familiar con el objetivo de proveer localmente partes de colisión y desgaste para el ramo automotriz, la evolución de la empresa lleva a CVNS, a tomar grandes decisiones y crecer a la par de la demanda, lo que requería de mejor calidad en sus productos y mejor desempeño en sus operaciones, dando la necesidad de certificarse a ISO 9001:2015 en busca de exportar a los estados unidos país con alta demanda de calidad y especificaciones, algo que al día de hoy es un hecho.

CVNS INDUSTRIAS maneja como especialidad la fabricación de cofres y accesorios adyacentes de la parte frontal (defensas, tolvas, etc.) para tracto-camiones, estos cofres y accesorio están fabricados base fibra de vidrio, resina y otras mezclas que hacen de las piezas fabricadas, muy flexibles a la hora de la elaboración y muy completas respecto a atributos físicos.

En el presente proyecto se desarrollará en un ámbito de mejora continua, donde vamos aplicar la metodología de DMAIC para administración de proyectos de SIX SIGMA, con la finalidad de mejorar en múltiples ámbitos aplicando herramientas de ingeniería para cada una de las fases, las cuales tienen una estructura de **definir, medir, analizar, mejorar y controlar**, cada una de las fases tiene derivaciones y especificaciones internas que permiten tener un control total del proyecto.

### ***Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo del residente***

#### ***Descripción de la empresa***

CVNS industrias S.A de C.V., es especialista en productos de fibra de vidrio y están comprometidos a exceder las expectativas de sus clientes y colaboradores buscando la

mejora continua en los procesos de manufactura siendo competitivos con la calidad y precios, creando así el camino correcto hacia el reconocimiento internacional. Se encuentra ubicado en la Secadora Alemán #105 Col. San Luis de Letras, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México.

### Antecedentes

CVNS industrias S.A. de C.V., Inicia sus actividades en el año de 1997 como una empresa fabricante de accesorios de fibra de vidrio para camión y tracto camión, bajo la razón social "Vázquez Hermanos, S.A. de C.V." En el año 2012, inicia un nuevo periodo, asociándose con el que fuera durante largo tiempo su principal cliente, S&S TruckParts Inc. ubicado en los Estados Unidos de América, siendo este una de las principales cadenas de distribución de partes para tracto camión en su país y con presencia en más de 68 países. Dicha unión dio paso al nacimiento de una nueva empresa: CVNS industrias, S.A. de C.V. Creada bajo las leyes mexicanas y manteniendo su identidad nacional. La creación de CVNS industrias, S.A. de C.V., ha consolidado el mercado internacional, iniciando una etapa en la empresa compite exitosamente en calidad y logística con transnacionales de gran trayectoria.

### Misión

Fabricar productos de colisión y desgaste para el sector automotriz con la más alta calidad del mercado de acuerdo a las necesidades de los clientes, usando para ello la innovación como directriz en nuestro desempeño.

### Visión

Crear una sociedad más próspera mediante el liderazgo mundial en la fabricación y comercialización de productos de colisión y desgaste respetando el medio ambiente

### Objetivos de la calidad

- Incrementar la satisfacción de clientes y colaboradores.
- Mejora continua.
- Incrementar la rentabilidad.
- Incrementar la eficiencia en los procesos.

### Valores

- Respeto
- Honestidad

- Pasión
- Trabajo

### Puesto de trabajo

#### Jefatura de producción

El jefe de producción de una empresa es aquella figura responsable de dirigir, planificar y coordinar todas las actividades pertenecientes a la producción. Gestionando los recursos disponibles, desarrollando estrategias y procedimientos óptimos y garantizando los niveles de calidad necesarios. Al ocupar uno de los puestos más relevantes de la organización, cualquier Supply Chain debe con él para lograr la eficiencia en todos los procesos productivos.

¿Qué hace un jefe de producción y qué no hace en CVNS?

Se debe distinguir claramente la diferencia entre un jefe de producción y un jefe de operaciones. Aunque ambos están especializados en logística, este segundo cargo es fundamentalmente estratégico y corresponde a la persona que está al mando de las operaciones diarias de la empresa para mejorar la eficacia de los procesos logísticos. De manera que, al margen del director de producción, el jefe o director de operaciones asegura el desarrollo operacional de la empresa y garantiza la integración de los procesos internos de la empresa. Lo que sucede es que, en muchas ocasiones, las funciones de uno y otro las ejercen la misma persona.

Por su parte, en líneas generales, un jefe de producción es la persona que se encarga de dirigir la producción de una empresa mediante la adecuada gestión de los recursos para generar bienes.



Organigrama

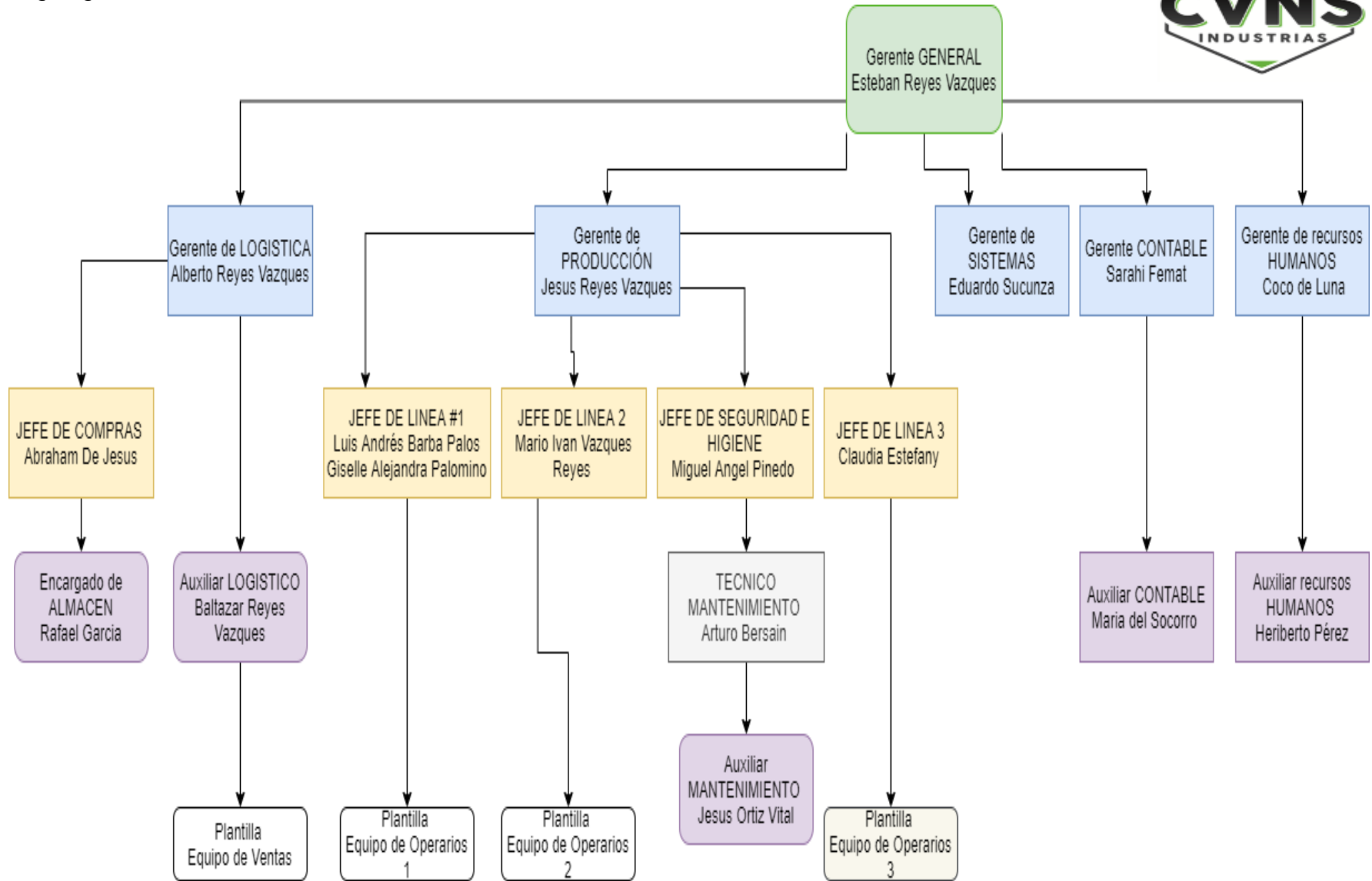


Figura 1: Organigrama

### Problemas a resolver, priorizándolos

Se realizó un análisis de los problemas que tiene la empresa CVNS INDUSTRIAS, para saber cuál de ellos es el más importante y solucionar lo más rápido posible, se usó un diagrama de Ishikawa con el cual se detectaron las fallas junto a sus causas y posibles efectos tanto negativos como positivos y se realizó un QFD en busca de priorizar las fallas y resolverlas posteriormente, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Causa-Efecto línea de producción

<b>CERO CONTROL Y MEJORA DE LINEA DE PRODUCCION</b>		
<b>CAUSAS</b>	<b>EFFECTOS</b>	
Falta de personal No hay estudios de trabajos Mucha complicidad de jefes No existen estudios ergonómicos Proceso mal planeado y ejecutado No hay personal capacitado para aplicar métodos eficientes	Rotación de personal Mal balanceo de líneas Irregularidad en asistencia Mala ergonomía Tiempos muertos Mala aplicación de 5's	<b>MANO DE OBRA</b>
No hay estudio de trabajo Mala supervisión (existen procedimientos ISO-9001 Los obreros desperdician materiales No hay estudio del trabajo Las instalaciones no son adecuadas No se usa MRP No existen proyecciones de venta	Tiempos irregulares en el proceso Variabilidad en ejecución en el proceso Mal uso de las MP's Movimientos excesivos Lay out obsoleto Planeación errónea de producción Sobre producción	<b>MÉTODO DE PRODUCCIÓN</b>
Estudio de trabajo Mal ejecución del proceso Irregularidad en producto terminado	Medición de tiempos de proceso Medición de proceso y necesidad Tiempos y movimientos	<b>MEDICIÓN</b>
La tardanza de secado  No hay ductos de ventilación	La temperatura es un factor de secado  Contaminación de aire interno	<b>MEDIO AMBIENTE</b>
Nulo conocimiento de durabilidad de MP's Personal no detecta la durabilidad de insumos Lesiones y riesgos de personal	Mal uso de recursos Los insumos no se usan al 100% Equipo de seguridad faltante	<b>MATERIA PRIMA</b>



**DIAGRAMA DE ISHIKAWA  
JEFE DE LINEA 1**



Figura 2: Diagrama de Ishikawa

Priorización de fallas QFD (Despliegue de la función de calidad)

Tabla 2: los que QFD

CONTROL Y MEJORA DE PRODUCCION	CUSTOMER REQUIREMENTES
MANO DE OBRA	Rotación de personal
	Mal balanceo de personal
	Irregularidad asistencia
	Mala ergonomía
	Tiempos muertos
	Mala aplicación de 5` s
Mala calidad en procesos	
METODO DE PRODUCCION	Tiempos irregulares
	Variabilidad de ejecución
	Mal uso de MP`s
	Movimientos excesivos
	Lay auto obsoleto
	Planeación errónea de pro.
	Sobre producción
	Tiempos de proceso
	Necesidades e insumos
Tiempos y movimientos	
MEDIO AMB.	Temperatura (secado)
	Contaminación aire interno
MATERIA PRIMA	Mal uso de recursos
	Robo de recursos
	Desperdicio de MP`s
	Equipo de seguridad faltante

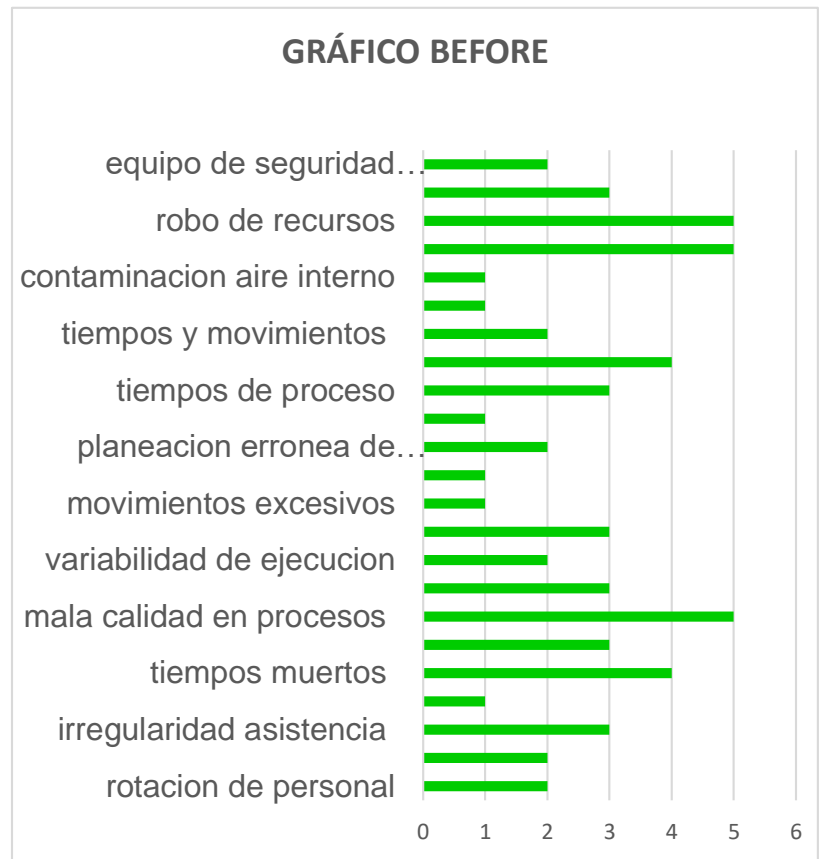


Figura 3: Grafico Before

**NOTA:**

El análisis antes del QFD, según la empresa tenía las siguientes prioridades, bajo su fundamento experimental, como se muestra en la tabla 2 y de manera grafica en la figura 3.

### Justificación de valor

Tabla 3: justificación de valor de los QUE

CONTROL Y MEJORA DE PRODUCCIÓN	CUSTOMER REQUIREMENTES	JUSTIFICACIÓN DE VALOR
MANO DE OBRA	Rotación de personal	No permite el desarrollo personal, es una mala señal la pérdida progresiva de colaboradores
	Mal balanceo de personal	Una línea de fabricación equilibrada da apertura a la optimización de variables que afectan la eficiencia y productividad del proceso
	Irregularidad asistencia	No existe una continuidad de estar presente en eventos pactados
	Mala ergonomía	No existe documentación que ayude a mejorar el trabajo sistemático que sean adaptables a las capacidades de la plantilla
	Tiempos muertos	La línea presenta fallas, pero opera aun con ellas o genera ocio o paros de línea
	Mala aplicación de 5` s	Busca de organización total en las áreas de trabajo
	Mala calidad en procesos	Calidad determina una alta porción de re trabajo e implica costos indirectos (inspección, ensayos, control de calidad, aseguramiento de calidad, gestión total de valor, mejora continua)
METODO DE PRODUCCION	Tiempos irregulares	Invalidez en la eficiencia y en el control gerencial y corporativo
	Variabilidad de ejecución	Se presenta de múltiples formas y se multiplica en operaciones no automatizadas, pero mal sistematizadas
	Mal uso de MP's	Falta de control y mala planeación de los insumos
	Movimientos excesivos	No existen estudios de movimientos para la estandarización de operaciones
	Lay auto obsoleto	La distribución de las áreas es austeras y poco funcionales
	Planeación errónea de pro.	No existe una cadena de suministros sistematizada para producir bajo un esquema de proyección
	Sobre producción	Análisis de situación y flexibilidad de proceso para adecuarse a las circunstancias y eliminar el estancamiento de producto terminado
MEDICION	Tiempos de proceso	Aplicar técnicas concretas y determinadas para el control y análisis de los tiempos en las etapas del proceso
	Necesidades e insumos	Control bajo PEPS y un análisis de control de desgaste de insumos
	Tiempos y movimientos	Busca de eficiencia y aumento de productividad
MEDIO AMBIENTE	Temperatura (secado)	Factor interno, no es una cámara hermética de calor, es empírica y poco funcional
	Contaminación aire interno	No existe sistema de ventilación, puede ser un factor de productividad
MATERIA PRIMA	Mal uso de recursos	Gastos innecesarios, no existe proyección de control de recurso
	Robo de recursos	Pasa de manera extemporánea, pero suele suceder, robo hormiga
	Desperdicio de MP' s	Control bajo PEPS y un análisis de control de desgaste de insumos
	Equipo de seguridad faltante	Control bajo PEPS y un análisis de control de desgaste de equipo y renovación del mismo

Como se muestra en la tabla 3 le damos fundamento teórico a los que.

## Los como

Tabla 4: justificación de valor de los COMO

DISEÑO DE REQUERIMIENTOS	TRASCENDENCIA	DEPARTAMENTO ENCARGADO
DESARROLLO DE NUEVAS COMPETENCIAS FH 1	Desarrollar métodos adecuados y efectivos para fortalecer las competencias laborales para la empresa es indispensable para alcanzar el éxito a largo plazo, aplicar herramientas de gestión de talento humano proporciona múltiples efectos positivos para ambas partes colaborativas (compañía-empleado), ayudara a tener un nivel competitivo en empleados certificado.	Recursos humanos
BALANCEO DE LÍNEAS 2	Es una herramienta importante para la gestión y el control de la producción, ya que una línea de fabricación equilibrada y funcional depende de la optimización continua de ciertas variables que son determinantes para la productividad como lo pueden ser, inventarios de producción en proceso, tiempos de fabricación y entregas o salidas parciales en calidad	Producción
PRODUCTIVIDAD 3	Evaluar de manera integral, todas las partes del proceso y en cada una de sus etapas, donde se debe considerar la mano de obra, materiales, energía, insumos, tiempos, etc.; la productividad la vamos a determinar como la cadena de proceso de producción con una relación entre producción e insumos. entre menos insumos y más producción seremos más eficientes.	Producción y calidad
SEÑALES DE ERGONOMÍA Y MANUALES 4	Evaluación del trabajo, donde se ajusta el sistema de trabajo para que no se traspasen los límites establecidos de cargas físicas, carga mental, descanso y pausas, horarios y turnos, etc.;	Seguridad e higiene y recurso humano
TIEMPOS Y MOVIMIENTOS (MANUFACTUR A CONTINUA) 5	Es la herramienta que permite y supone un valor imprescindible para conseguir un trabajo en proceso eficaz y eficiente.	Producción
APLICAR 5'S 6	la aplicación de la metodología japonesa permite a las organizaciones un sinfín de ayudas para la busca de la estandarización de procesos con base a la disciplina	Seguridad e higiene
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO 7	Permiten que los colaboradores aprendan, identifiquen y desarrollen la manera adecuada de la operación, la cual está establecida bajo varios criterios tanto internos como externos.	Producción

<b>PEPS 8</b>	Es una herramienta de control de inventarios, que dan base al control y evaluación del desgaste de los insumos, FIFO debe permitir y otorgar el acceso a conocimiento determinante para la anulación de despilfarro en insumos no controlados	Almacén y mantenimiento
<b>PLANO 2D 9</b>	Dará una mejor distribución de la planta bajo un análisis de aprovechamiento de áreas, esto es posible debido a que la línea no es automatizada, la cual permite una amplia flexibilidad para una posible distribución más eficiente	Gerencia
<b>MRP 10</b>	Es un planificador (en nivel básico en esta instancia) que permite diseñar un plan de requerimientos de material, la cual es un sistema de información que nos permitirá planear y programar tareas relacionadas con la producción, este sistema se ayuda de proyección de ventas anuales anteriores y ventas actuales.	Producción
<b>CÁMARA CALIENTE 11</b>	Actúa como indicador de productividad, ya que el secado, curado es el proceso que absorbe la mayor cantidad de tiempo, tener un área adecuada con una cámara de calor hermética podrá ayudar al aumento de la productividad	Producción
<b>ESTUDIO DE MASCARILLA 12</b>	Debido a la mala planeación de ventilación y a la nula existencia de sistemas ventilados, surgió la necesidad de estudiar el ambiente ecológico laboral la cual determino el uso de la mascarilla NIOSH 3001 3M	Seguridad e higiene
<b>LEAN MANUFACTURING 13</b>	Es una metodología organizacional con base en la mejora continua y la optimización del sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no agreguen valor.	Producción y desarrollo de ingeniería
<b>DISEÑO EXPERIMENTAL 14</b>	Herramienta de manipulación de un proceso que lo ajusta para que se proporcione información necesaria para mejorar un proceso productivo manipulando las variables de control y dando una secuencia de ejecución bajo los estándares estipulados.	Desarrollo de ingeniería

Como se muestra en la tabla 4 se le da un fundamento teórico a los cómo.

Tabla 5: QFD despliegue de la función de la calidad

CVNS INDUSTRIAS SA. De CV.      TecNM ITPA		LUIS ANDRES BARBA PALOS / GISELLE ALEJANDRA PALOMINO AGUAYO													
		Diseño de requerimientos													
CONTROL Y MEJORA DE PRODUCCION	CUSTOMER REQUIREMENTES	Desarrollo de	Balaceo de	Productividad 3	Señales de	Tiempos y	Aplicar 5's 6	Procedimiento	PEPS 8	Piano 2D 9	MRP 10	Cámara	Estudio de	LEAN manufacturing 13	Diseño de Experimentos 14
		MANO DE OBRA	Rotación de personal	9	5	9	1	9	1	5	0	0	5	0	0
Mal balanceo de personal	5		9	9	0	5	0	5	0	0	9	0	0	5	5
Irregularidad asistencia	9		0	9	0	0	5	5	0	0	5	0	0	0	0
Mala ergonomía	5		0	9	9	5	1	1	0	0	0	0	0	5	0
Tiempos muertos	5		5	9	0	9	0	0	0	0	5	0	0	1	1
Mala aplicación de 5's	9		0	9	5	0	9	5	0	0	0	0	0	9	0
Mala calidad en procesos	9		5	9	0	9	5	5	1	0	0	9	0	5	0
METODO DE PRODUCCION	Tiempos irregulares	9	9	5	0	9	1	5	0	0	0	9	0	5	5
	Variabilidad de ejecución	0	0	9	0	9	1	5	0	0	0	0	0	5	1
	Mal uso de MP's	5	0	0	0	0	9	0	5	0	0	0	0	1	0
	Movimientos excesivos	0	0	9	9	9	1	5	0	0	0	0	0	9	0
	Lay auto obsoleto	0	0	9	9	0	1	0	0	9	0	0	0	0	0
	Planeación errónea de pro.	0	0	5	0	0	0	0	0	0	9	0	0	1	0
	Sobre producción	0	0	5	0	0	0	0	1	0	9	0	0	5	5
MEDICION	Tiempos de proceso	0	0	9	0	5	1	5	0	0	1	0	0	1	1
	Necesidades e insumos	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0
	Tiempos y movimientos	0	5	9	0	9	0	1	0	0	0	0	0	5	1
MEDIO AMBIENTE	Temperatura (secado)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
	Contaminación aire interno	0	0												
MATERIA PRIMARIA	Mal uso de recursos	0	0	0	1	0	5	0	9	0	0	0	0	9	0
	Robo de recursos	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0



Desperdicio de MP's	0	0	0	0	0	1	0	9	0	0	0	0	0	0
Equipo de seguridad faltante	0	0	9	9	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0

Tabla 6: Análisis de plan de servicio/producto

Plan de servicio/producto									
Prioridad áreas de interés	Valor del cliente			Visión de compañía			Importancia absoluta	Importancia relativa	Porcentaje real de importancia
	Competencia			Estado actual	valor deseado	ranking de mejora			
	CVNS	TITAN A	REFI VIDRIO B						
2	3	2	3	1	3	1.00	2.00	0.02	1.97
2	3	2	3	1	3	1.00	2.00	0.02	1.97
3	3	1	2	2	5	0.60	3.60	0.04	3.54
1	3	1	4	1	3	1.00	1.00	0.01	0.98
4	3	1	3	3	4	0.75	9.00	0.09	8.86
3	2	2	2	2	4	0.50	3.00	0.03	2.95
5	3	2	2	3	5	0.60	9.00	0.09	8.86
3	2	4	2	2	3	0.67	4.00	0.04	3.94
2	2	4	3	3	4	0.50	3.00	0.03	2.95
3	2	4	2	5	5	0.40	6.00	0.06	5.91
1	2	4	3	2	3	0.67	1.33	0.01	1.31
1	1	4	2	1	3	0.33	0.33	0.00	0.33
2	3	4	2	3	4	0.75	4.50	0.04	4.43
1	2	4	2	2	3	0.67	1.33	0.01	1.31
3	1	3	2	1	3	0.33	1.00	0.01	0.98
4	3	1	4	3	4	0.75	9.00	0.09	8.86
2	1	3	2	1	3	0.33	0.67	0.01	0.66
1	3	3	3	3	4	0.75	2.25	0.02	2.21
1	3	3	3	3	4	0.75	2.25	0.02	2.21
5	4	2	3	4	4	1.00	20.00	0.20	19.69
5	1	2	3	1	3	0.33	1.67	0.02	1.64
3	4	2	3	4	4	1.00	12.00	0.12	11.81
2	2	2	3	2	3	0.67	2.67	0.03	2.62
							101.60	1.00	100.00

### Custom requirements explicación

En el QFD (véase en las páginas anteriores) tomamos las fallas del proceso de producción expuesto anteriormente, donde las áreas de interés (mano de obra, método de producción, medición, medio ambiente, materia prima.) tomaron el papel de CUSTOM REQUIREMENTS (diseños del cliente) y en CVNS generando un análisis interno optamos que nuestras áreas de diseño para el mejoramiento de las áreas del interés serían las siguientes:

- Desarrollo de nuevas competencias
- Balanceo de líneas
- Productividad
- Señalamientos ergonómicos y manuales
- Tiempos y movimientos (manufactura continua)
- Aplicación de las 5´s
- Procedimientos de trabajo
- PEPS
- Plano 2D
- MRP
- Cámara caliente
- Estudio de mascarilla
- LEAN manufacturing
- Diseño de experimentos

Donde relacionamos los CUSTOM REQUIREMENTS con los DISEÑOS DE REQUERIMIENTOS otorgándoles un valor a cada uno de ellos aportados por expertos de los procesos internos de CVNS Industrias. Para dar métrica a estas relaciones y a sus importancias, generamos una tabla (color verde) donde dimensionamos la relación que existe una con la otra según nuestro el experto, dándole un valor de 9 si la relación es FUERTE, 5 si la relación es INTERMEDIA y un 1 si la relación fuera DEBIL y donde no haya algún valor quiere decir que no hay o no se observó una relación actualmente valida.

Al igual existe otra tabla 7 valor de prioridad de CVNS (color amarillo) donde se dimensiona la prioridad de CVNS en cada una de las fases y su métrica donde optamos por darle una métrica un poco más extensa, donde 1 es no importa, 2 tiene poca importancia, 3 es importante, 4 muy importante y 5 súper importante, todo con el fin de conocer la relevancia de cada una de ellas dentro de la empresa, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7: valor de prioridad

Prioridad del cliente	Valor	Relaciones	
No importa	1	9	Fuerte
Poca importancia	2		
Importante	3	5	Intermedio
Muy importante	4		
Súper importante	5	1	Débil

**Para el apartado de competencia** en el QFD valoramos a CVNS respecto a dos métricas del mismo rubro que por motivos de confidencialidad los catalogamos como COMPETIDOR A y COMPETIDOR B, donde evaluamos cada punto de las fases de interés y propusimos métricas para cada una de ellas donde expertos internos de CVNS nos dieron valores para conocer si son mejores o peores en dicho rubro respecto a los competidores, para los valores de los competidores se hicieron unas métricas internas por parte de la empresa evaluando sus procesos de manera honesta decretando si eran superiores o inferiores, para esos valores otorgamos las métricas siguientes en la tabla valores de competencia; como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8: valor de competencia

Competencia	
Excepcional	5
Excelente	4
Bueno	3
Justo	2
Pobre	1

**Para el apartado de visión de compañía** en base a unas métricas se pudo determinar en donde se encuentra actualmente la empresa en cada uno de los apartados de las múltiples fases de interés y propusimos un valor y métricas como se ven en la tabla 9 siguiente:

*Tabla 9: valor de punto de mejora*

Punto de mejora	
Alto	1.5
Medio	1.2
Bajo	1

El ranking de mejora es propuesto por los expertos de CVNS, ya después de haber analizado ciertos puntos del QFD dimos un valor posible de mejora, si creemos que existe alta apertura a la mejora la catalogamos como alto con un valor de 1.5, si catalogamos medianamente una mejora seria un 1.2 y si creemos que existe muy poca capacidad de mejora y respuesta los valoramos con un valor bajo que representa un 1.

Ya teniendo bien aclarados todos los puntos y haber optado por métricas coherentes y alcanzables nuestro algoritmo matemático denotó varios puntos críticos en las áreas de interés (analizamos procesos, mano de obra, mediciones, competidores, externos, etc.), existen puntos críticos de mejora a considerar y actuar de manera pronta y optima en los CUSTOM REQUIREMENTS los cuales son:

- De la fase de interés “mano de obra” debemos actuar de manera crítica por el proceso interno de la mala calidad de los procesos y los tiempos muertos.
- de la fase de interés “métodos de producción” tenemos que mejorar el mal uso de las MP’s y la planeación errónea de producción.
- En la fase de interés “medición” hay que mejorar el apartado de control de necesidades e insumos.
- En la fase de interés “materia prima” debemos de manera crucial supervisar y estandarizar la vida útil de los recursos y anular los desperdicios de las MP’s.

Si les otorgamos un valor absoluto en porcentaje nos da que en el apartado de mejora (marcados en naranja en el QFD) la mayoría tienen un valor de 8.86% de importancia, una más de 11.81% y una última de 19.69%, esto no quiere decir que ese enfoque deberíamos de tomar, más adelante aplicaremos un proceso de meta priorizada, después de analizar todas las fases del QFD apenas terminamos con el análisis de los CUSTOM REQUERIMIENTES.

## Diseño de requerimientos

Tabla 10: diseño de experimentos QFD

DISEÑO DE REQUERIMIENTOS													
Desarrollo de nuevas competencias FH 1	Balaceo de líneas 2	Productividad 3	Señales de ergonomía y manuales 4	Tiempos y movimientos (manufactura continua) 5	Aplicar 5's 6	Procedimiento de trabajo 7	PEPS 8	Plano 2D 9	MRP 10	Cámara caliente 13	Estudio de mascarilla 14	LEAN manufacturing 15	Diseño de experimentos 16
0.177	0.098	0.177	0.020	0.177	0.020	0.098	0.000	0.000	0.098	0.000	0.000	0.020	0.098
0.098	0.177	0.177	0.000	0.098	0.000	0.098	0.000	0.000	0.177	0.000	0.000	0.098	0.098
0.319	0.000	0.319	0.000	0.000	0.177	0.177	0.000	0.000	0.177	0.000	0.000	0.000	0.000
0.049	0.000	0.089	0.089	0.049	0.010	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.000
0.443	0.443	0.797	0.000	0.797	0.000	0.000	0.000	0.000	0.443	0.000	0.000	0.089	0.089
0.266	0.000	0.266	0.148	0.000	0.266	0.148	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.266	0.000
0.797	0.443	0.797	0.000	0.797	0.443	0.443	0.089	0.000	0.000	0.797	0.000	0.443	0.000
0.354	0.354	0.197	0.000	0.354	0.039	0.197	0.000	0.000	0.000	0.354	0.000	0.197	0.197
0.000	0.000	0.266	0.000	0.266	0.030	0.148	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.148	0.030
0.295	0.000	0.000	0.000	0.000	0.531	0.000	0.295	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	0.000
0.000	0.000	0.118	0.118	0.118	0.013	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.118	0.000
0.000	0.000	0.030	0.030	0.000	0.003	0.000	0.000	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.221	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	0.000	0.000	0.044	0.000
0.000	0.000	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.118	0.000	0.000	0.066	0.066
0.000	0.000	0.089	0.000	0.049	0.010	0.049	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.010	0.010
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.797	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.033	0.059	0.000	0.059	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.007
0.000	0.000	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.199	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.199	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.197	0.000	0.984	0.000	1.772	0.000	0.000	0.000	0.000	1.772	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.148	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.118	0.000	1.063	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

	0.000	0.000	0.236	0.236	0.000	0.131	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	
		0.0		0.0				0.0				0.0			
importancia absoluta diseño	2.8	1.5	3.9	0.8	2.8	2.8	1.4	4.2	0.0	1.4	1.4	0.2	3.4	0.6	27.3
importancia relativa diseño	10.25339	5.672	14.378	3.0645	10.1308112	10.17	5.2757	15.29837	0.10816	5.209616	4.94823	0.82621	12.492	2.17518	100.0

### Diseño de Requerimientos (explicación)

En el QFD existe el apartado de diseño de requerimientos como se muestra en la tabla 10 y es donde se nos va a señalar los apartados más expuestos y de mejor oportunidad de mejora para la empresa en sus áreas de interés, estos valores son una relación de la importancia relativa con cada una de las áreas de interés la cual va a denotar la importancia en el diseño y esto demuestra seis oportunidades importantes de mejora, las cuales son:

- El desarrollo de nuevas competencias del factor humano
- La productividad
- Tiempos y movimientos
- Aplicación correcta de las 5`s
- PEPS
- Lean manufacturing

Nos vamos a enfocar a estos 6 puntos (marcados en color verde) porque son los de mayor relevancia y los que pueden reflejar mayor valor agregado a los factores de importancia al momento de mejorarles, como se muestra en la tabla 10.

## Análisis de competencia QFD

Tabla 11: análisis de la competencia CVNS

Competencia	CVNS																											
	TITAN A																											
	REFI VIDRIO B																											
Valores objetivos	1	2	3	1	1	2	3	1	3	2	1	4	3	0	capacitación/mes	carga de trabajo/ sobre 1 área	95%	80%	5 cofres/día	90%	producción/tiempo o estándar	valuación ordenada de insumos	mejor utilización de recurso	control total	4 cofres/ día	salud integral	eficiencia 85%	anjoa/Taguchi/ DOE
Categoría objetivo	LTB	LTB	NTB	LTB	LTB	LTB	NTB	LTB	NTB	NTB	LTB	NTB	LTB	STB														
Dificultad organizacional	4	5	4	2	1	5	4	3	5	4	2	4	5	1														
Novedad	1	1	1.2	1.5	1	1.2	1.5	1.5	1	1.5	1	1.2	1.5	1.5														
Despliegue	11.197	7.743	18.842	2.510	2.766	16.65	8.642	18.794	0.148	8.533	2.702	1.083	25.578	0.891														

Teniendo en cuenta los valores de la competencia que ya han sido analizados anteriormente como se muestra en la tabla 11 hay que proponer **valores objetivos** para poder cumplir nuestras mejoras las cuales son:

- Generar una capacitación mensual para el desarrollo de factor humano
- Análisis de carga de trabajo sobre cada área de trabajo
- Alcanzar un 95% de productividad
- Alcanzar un 80% de análisis ergonómicos de inicio para un periodo mínimo de 6 meses y máximo de 12 meses
- Al menos dar salida en calidad a 5 cofres en un día
- Alcanzar un orden total de 90% en aplicación de las 5` s
- Trabajar y adiestrar a la plantilla para que trabajen sobre un tiempo estándar



- Tener un control y una valuación sobre los insumos
- Despliegue adecuado de los recursos en un diseño de instalaciones optimo y funcional
- Generar un plan maestro de producción para tener un ahorro sobre los insumos diarios de producción
- Buscar una alternativa para tener al menos la capacidad de curado en cámara caliente de 4 cofres en un día
- Buscar la salud integral, con el estudio de la mascarilla
- Lean manufacturing en un 85% de control total de inicio
- Diseño de experimentos para la búsqueda de optimizaciones.

Categoría de objetivo, estas métricas son propuestas mediante un proceso interno de Neoteck la cual determina los límites de cada uno de nuestros objetivos como se puede ver en la tabla 12:

Tabla 12: categoría objetivo

<b>Categoría objetivo</b>	
STB	Pequeño es mejor
LTB	Largo es mejor
NTB	Nominal es mejor

La dificultad organizacional se refiere a cuan complicado es ejercer cambios y tener resultados directos de manera temprana, para dar métrica a esto les dimos valor como se puede ver en la tabla 13.

Tabla 13: dificultad organizacional

<b>Dificultad organizacional</b>	
5	Súper difícil
4	Muy difícil
3	Difícil
2	Sencillo
1	Muy sencillo

La novedad quiere representar que tan nuevo es ese proceso, es decir si no está aplicado lo llamaremos nuevo, si ya existe y solo requiere mejoras será reciente y de ser ya algo aplicado, pero sin mucha funcionalidad se le decretará como viejo, como se muestra en la tabla 14:

Tabla 14: novedad

Novedad	
Nuevo	1.5
Reciente	1.2

Tabla 15: métricas generales

Prioridad del cliente	Valor	Relaciones		Competencia		Punto de venta		Categoría objetivo		Dificultad organizacional	
No importa	1	9	Fuerte	Excepcional	5	Alto	1.5	Stb	Pequeño es mejor	5	Súper difícil
Poca importancia	2			Excelente	4			Ltb	Largo es mejor	4	Muy difícil
Importante	3	5	Intermedio	Bueno	3	Medio	1.2	Ntb	Nominal es mejor	3	Difícil
Muy importante	4			Justo	2					2	Sencillo
Súper importante	5	1	Débil	Pobre	1	Bajo	1			1	Muy sencillo
										<b>Novedad</b>	
										Nuevo	1.5
										Reciente	1.2
										Viejo	1

Matriz de relaciones QFD ((Despliegue de la función de calidad)

Tabla 16: matriz de relaciones QFD-CVNS

Columna	Positivo 1							Negativo -1						
	Desarrollo de nuevas competencias FH 1	Balanceo de líneas 2	Productividad 3	Señales de ergonomía y manuales 4	Tiempos y movimientos (manufactura continua) 5	Aplicar 5's 6	Procedimiento de trabajo 7	PEPS 8	Plano 2D 9	MRP 10	Cámara caliente 11	Estudio de mascarilla 12	LEAN manufacturing 13	Diseño de experimentos 14
1			1	1		1							1	
2		1	1		1		1			1			1	
3	1	1	1		1	1	1			1			1	
4				1	1	1	1							
5		1	1		1	1	1			1			1	
6			1	1	1	1		1		1			1	
7		1	1		1		1						1	
8								1						
9									1					
10			1		1					1			1	
11			1		1						1			
12				1								1		
13	1	1	1		1	1	1			1			1	
14														

Este apartado de matriz de relaciones antes de tomar una decisión de donde actuar hay que conocer las afectaciones tanto positivas y negativas de cada apartado en las áreas de interés, en base a un análisis determinamos si dicha acción actúa de manera positiva o negativa en cada uno de los apartados dando como resultado la matriz que se muestra en esta página y

para entender que afectaciones tiene una con la otra desarrollamos un análisis de relaciones, la cual es esta matriz pero describe en que beneficia o en que perjudica, como se muestra en la tabla 16.

Desarrollo de nuevas competencias en el factor humano

Tabla 17: analisis descriptivo de relaciones factor humano CVNS

Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	Código de numeración	Código de relación		Relación sí o no
	1	1	*	1
	1	2	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	1	3	LA MOTIVACION DE LA LINEA OP, INCENTIVADA DA MEJOR RESULTADO	1
	1	4	NO EXISTEN MANUALES ERGONOMICOS	1
	1	5	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	1	6	APLICAR METODOS NUEVOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL MISMO	1
	1	7	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	1	8	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	1	9	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	1	10	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	1	11	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	1	12	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	1	13	CONTROL TOTAL DE LA PRODUCCION	1
1	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0	

## Balanceo de líneas

Tabla 18: análisis descriptivo de relaciones del balanceo de líneas

	Código de numeración	Código de relación	Descripción de relación	Relación sí o no
Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	2	1	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	2	2	*	1
	2	3	ORDEN EN LAS LINEAS PROPORCIONAN UNA MAYOR EFECTIVIDAD DE EJECUCION DE PROCESO	1
	2	4	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	2	5	APLICAR T&M AYUDARA A BALANCEAR LA LINEA	1
	2	6	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	2	7	APLICANDO PROCEDIMIENTO SERA LA BASE PARA BALANCEAR LINEAS	1
	2	8	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	2	9	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	2	10		1
	1	11	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	2	12	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	2	13	CONTROL Y ELIMINACION DE ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR	1
	2	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0

## Productividad

Tabla 19: análisis descriptivo de relaciones de la productividad CVNS

	Código de numeración	Código de relación	Descripción de relación	Relación sí o no
Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	3	1	LA MOTIVACION DE LA LINEA OP, INCENTIVADA DA MEJOR RESULTADO	1
	3	2	ORDEN EN LAS LINEAS PROPORCIONAN UNA MAYOR EFECTIVIDAD DE EJECUCION DE PROCESO	1
	3	3	*	1
	3	4	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	3	5	UNA LINEA DE PRODUCCION CONTINUA BIEN APLICADA MEJORA LA PRODUCCION	1
	3	6	UN AREA ORDENADA Y FUNCIONAL SERA SIEMPRE MAS PRODUCTIVA QUE SU CONTRA PARTE	1
	3	7	TENER PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO AYUDARA A SER MAS PRODUCTIVOS	1
	3	8	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	3	9	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	3	10	TENER UN MRP CONTROLA LA PRODUCCION Y AYUDA QUE SEAN MAS PRODUCTIVOS	1
	3	11	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	3	12	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	3	13	ELIMINAR ACTIVIDADES QUE NO APORTEN VALOR	1
	3	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0

## Señales ergonómicas y manuales

Tabla 20: análisis descriptivo de relaciones de las señales ergonómicas y manuales

Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	Código de numeración	Código de relación	Descripción de relación	Relación sí o no
	4	1	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	4	2	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	4	3	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	4	4	*	1
	4	5	UN PLAN ERGONOMICO AYUDA A EFICIENTAR LOS TIEMPOS AL MOVERSE	1
	4	6	UN AREA ORDENADA Y APLICAR 5'S DEBE DAR PIE A TENER UN CONTROL ERGONÓMICO	1
	4	7	TENER UN PROCEDIMIENTO DE TRABAJO AYUDA A TENER UN CONTROL DE ERGONOMIA	1
	4	8	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	4	9	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	4	10	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	4	11	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	4	12	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	4	13	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	4	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0

Tiempos y movimientos (manufactura continua)

Tabla 21: análisis descriptivo de relaciones de los tiempos y movimientos CVNS

	Código de numeración	Código de relación	Descripción de relación	Relación sí o no
Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	5	1	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	5	2	APLICAR T&M AYUDARA A BALANCEAR LA LINEA	1
	5	3	UNA LINEA DE PRODUCCION CONTINUA BIEN APLICADA MEJORA LA PRODUCCION	1
	5	4	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	5	5	*	1
	5	6	CON BASE A LAS 5'S GENERAR T&M	1
	5	7	TENER PROCEDIMIENTOS AYUDARA A TENER MEJORES T&M	1
	5	8	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	5	9	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	5	10	UN MRP DE PRODUCCION PROYECTADO AYUDARA A TENER MAYOR CONTROL DE LOS T&M ESTÁNDAR	1
	5	11	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	5	12	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	5	13	METODO DE ORGANIZACIÓN DE TRABAJO	1
	5	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0



## Aplicación de las 5's

Tabla 22: Análisis descriptivo de relaciones de la aplicación de las 5's CVNS

	Código de numeración	Código de relación	Descripción de relación	Relación sí o no
Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	6	1	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	6	2	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	6	3	UN AREA ORDENADA Y FUNCIONAL SERA SIEMPRE MAS PRODUCTIVA QUE SU CONTRA PARTE	1
	6	4	UN AREA ORDENADA Y APLICAR 5'S DEBE DAR PIE A TENER UN CONTROL ERGONOMICO	1
	6	5	CON BASE A LAS 5'S GENERAR T&M	1
	6	6	*	1
	6	7	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	6	8	UN PEPS NOS AYUDARA A TENER UN CONTROL TOTAL DE LOS INSUMOS Y EVALUARLOS PARTE DE LAS 5'S "SEITON"	1
	6	9	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	6	10	UN MRP CONTROL TOTAL DE LA PRODUCCION TIENE QUE PARTIR CON BASE A LAS 5'S	1
	6	11	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	6	12	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	6	13	LEAN MANUFACTURING ES ORGANIZACION TOTAL DE TRABAJO, CON BASE DE 5'S	1
	6	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0

Procedimientos de trabajo

Tabla 23: Análisis descriptivo de relaciones del procedimiento de trabajo CVNS

	Código de numeración	Código de relación	Descripción de relación	Relación sí o no
Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	7	1	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	7	2	APLICANDO PROCEDIMIENTO SERA LA BASE PARA BALANCEAR LINEAS	1
	7	3	TENER PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO AYUDARA A SER MAS PRODUCTIVOS	1
	7	4	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	7	5	TENER PROCEDIMIENTOS AYUDARA A TENER MEJORES T&M	1
	7	6	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	7	7	*	1
	7	8	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	7	9	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	7	10	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	7	11	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	7	12	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	7	13	UN PROCEDIMIENTO AYUDARA A ELIMINAR ACTIVIDADES SIN VALOR, PARTE DE LEAN MANUFACTURING	1
	7	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0

PEPS

Tabla 24: Análisis descriptivo de relaciones de PEPS CVNS

	Código de numeración	Código de relación	Descripción de relación	Relación sí o no
Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	8	1	*	0
	8	2	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	8	3	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	8	4	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	8	5	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	8	6	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	8	7	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	8	8	EL PEPS NOS AYUDARA PARA EL CONTROL TOTAL DE LOS INSUMOS PERO ESTE METODO NO SIMPLIFICA LAS DEMAS AREAS DE INTERÉS	1
	8	9	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	8	10	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	8	11	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	8	12	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	8	13	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	8	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0

Plano 2D

Tabla 25: Análisis descriptivo de relaciones de plano 2D CVNS

	Código de numeración	Código de relación	Descripción de relación	Relación sí o no
Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	9	1	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	9	2	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	9	3	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	9	4	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	9	5	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	9	6	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	9	7	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	9	8	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	9	9	UN PLANO MEJOR DISTRIBUIDO	1
	9	10	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	9	11	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	9	12	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	9	13	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	9	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0

MRP

Tabla 26: Análisis descriptivo de relaciones de MRP CVNS

Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	Código de numeración	Código de relación	Descripción de relación	Relación sí o no
	10	1	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	10	2	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	10	3	TENER UN MRP CONTROLA LA PRODUCCION Y AYUDA QUE SEAN MAS PRODUCTIVOS	1
	10	4	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	10	5		1
	10	6	UN MRP DE PRODUCCION PROYECTADO AYUDARA A TENER MAYOR CONTROL DE LOS T&M ESTÁNDAR	0
	10	7	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	10	8	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	10	9	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	10	10	*	1
	10	11	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	10	12	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	10	13	EL MRP AYUDARA A LA MEJORA CONTINUA CON BASE A LEAN MANUFACTURING	1
	10	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0

## Cámara caliente

Tabla 27: Análisis descriptivo de relaciones de la cámara caliente CVNS

	Código de numeración	Código de relación	Descripción de relación	Relación sí o no
Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	11	1	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	11	2	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	11	3	EL SECADO DE CAMARA CALIENTE ES FACTOR DE PRODUCTIVIDAD	1
	11	4	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	11	5	SIN LA CAMARA CALIENTE SE DETIENE LA PRODUCCION CONTINUA, EL SECADO ES LENTO	1
	11	6	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	11	7	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	11	8	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	11	9	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	11	10	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	11	11	*	1
	11	12	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	11	13	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	11	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0

Estudio de mascarilla

Tabla 28: Análisis descriptivo de relaciones del estudio de mascarillas CVNS

Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	Código de numeración	Código de relación	Descripción de relación	Relación sí o no
	12	1	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	12	2	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	12	3	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	12	4	EL ESTUDIO DE USO DE MASCARILLA DEBE PLASMARSE EN SEÑALAMIENTOS	1
	12	5	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	12	6	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	12	7	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	12	8	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	12	9	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	12	10	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	12	11	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	12	12	*	1
	12	13	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
12	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0	

Lean manufacturing

Tabla 29: Análisis descriptivo de relaciones de lean manufacturing CVNS

Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	Código de numeración	Código de relación	Descripción de relación	Relación sí o no
	13	1	CONTROL TOTAL DE LA PRODUCCION	1
	13	2	CONTROL Y ELIMINACION DE ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR	1
	13	3	ELIMINAR ACTIVIDADES QUE NO APORTEN VALOR	1
	13	4	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	13	5	METODO DE ORGANIZACIÓN DE TRABAJO	1
	13	6	LEAN MANUFACTURING ES ORGANIZACIÓN TOTAL DE TRABAJO, CON BASE DE 5'S	1
	13	7	UN PROCEDIMIENTO AYUDARA A ELIMINAR ACTIVIDADES SIN VALOR, PARTE DE LEAN MANUFACTURING	1
	13	8	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	13	9	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	13	10	EL MRP AYUDARA A LA MEJORA CONTINUA CON BASE A LEAN MANUFACTURING	1
	13	11	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	13	12	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	13	13	*	1
13	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0	



## Diseño de experimentos

Tabla 30: Análisis descriptivo de relaciones de diseño de experimento CVNS

Análisis descriptivo de relaciones QFD CVNS	Código de numeración	Código de relación	Descripción de relación	Relación sí o no
	14	1	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	14	2	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	14	3	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	14	4	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	14	5	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	14	6	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	14	7	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	14	8	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	14	9	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	14	10	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	14	11	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	14	12	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
	14	13	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0
14	14	NO EXISTE RELACIÓN VALIDA	0	

### **NOTA:**

El diseño de experimentos es para simular varias situaciones, con distintas variables en busca de una configuración idónea de proceso y control del mismo para buscar una mejor rentabilidad, como se muestra en la tabla 30.

Gráfico de valor QFD CUSTOM REQUIREMENT (after QFD)

Anteriormente observamos un gráfico donde era difícil determinar la relevancia, es por eso que el proceso del QFD ayuda un poco a desmenuzar las problemáticas y a exhibir las mismas, después del proceso se genera un gráfico nuevo llamado after que demuestra en que debemos dar prioridad aun sin realizar la meta priorizada que es una técnica más profunda de análisis para determinar la relevancia de las problemáticas, como se muestra en la tabla 31 y de manera gráfica en la figura 4.

Tabla 31: QFD customer requirements

CONTROL Y MEJORA DE PRODUCCION N	CUSTOMER REQUIREMENTES	porcentaje real de importancia
MANO DE OBRA	Rotación de personal	1.97
	Mal balanceo de personal	1.97
	Irregularidad asistencia	3.54
	Mala ergonomía	0.98
	<b>Tiempos muertos</b>	<b>8.86</b>
	Mala aplicación de 5` s	2.95
	<b>Mala calidad en procesos</b>	<b>8.86</b>
METODO DE PRODUCCION	Tiempos irregulares	3.94
	Variabilidad de ejecución	2.95
	Mal uso de MP` s	5.91
	Movimientos excesivos	1.31
	Lay auto obsoleto	0.33
	Planeación errónea de pro.	4.43
	Sobre producción	1.31
	MEDICION N	Tiempos de proceso
<b>Necesidades e insumos</b>		<b>8.86</b>
Tiempos y movimientos		0.66
MEDIO AMBIENTE	Temperatura (secado)	2.21
	Contaminación aire interno	2.21
MATERIA PRIMA	<b>Mal uso de recursos</b>	<b>19.69</b>
	Robo de recursos	1.64
	<b>Desperdicio de MP` s</b>	<b>11.81</b>
	Equipo de seguridad faltante	2.62
TOTAL		100.0

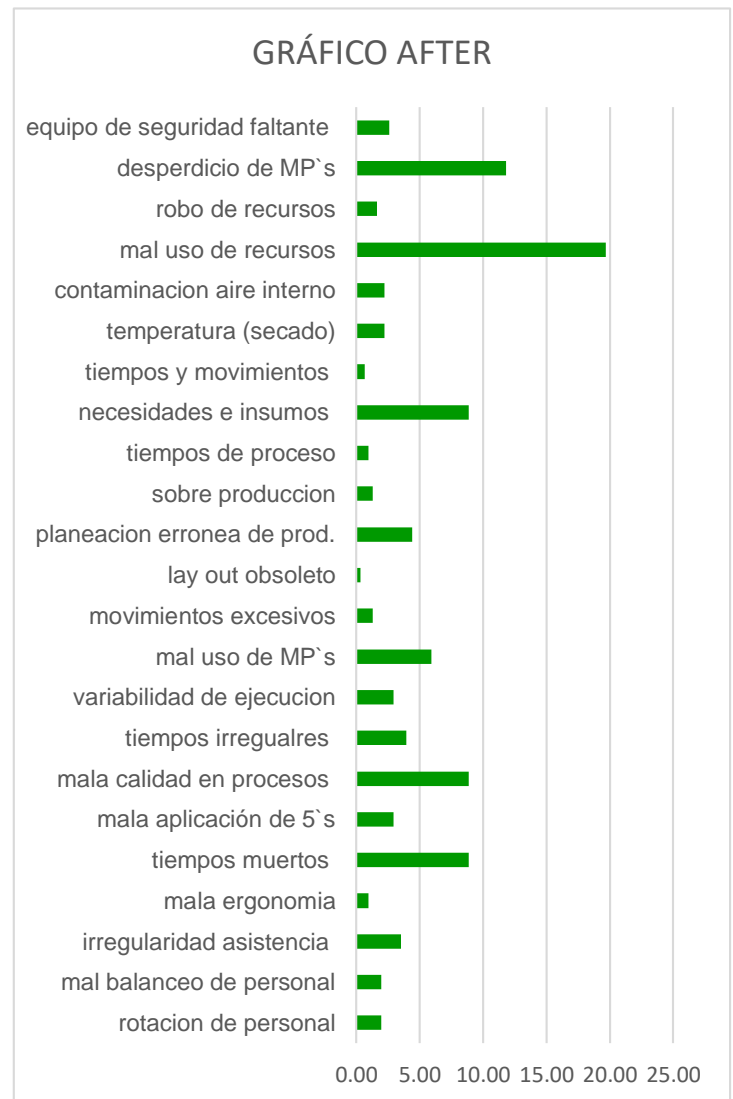


Figura 4: gráfico AFTER

Metas por prioridad (meta priorizada)

El número de prioridad en total es el que detona la secuencia a trabajar de inicio a fin siendo el mayor el más importante y el menor el menos relevante, como se muestra en la tabla 32. Este método opta de 4 análisis:

Tabla 32: Metas por prioridad análisis 1

<b>CONTROL Y MEJORA DE PRODUCCION</b>	<b>CUSTOMER REQUIREMENTS</b>	<b>Porcentaje real de importancia</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	Rotación de personal	1.97
	Mal balanceo de personal	1.97
	Irregularidad asistencia	3.54
	Mala ergonomía	0.98
	<b>Tiempos muertos</b>	<b>8.86</b>
	Mala aplicación de 5` s	2.95
	<b>Mala calidad en procesos</b>	<b>8.86</b>
<b>METODO DE PRODUCCION</b>	Tiempos irregulares	3.94
	Variabilidad de ejecución	2.95
	<b>Mal uso de MP` s</b>	<b>5.91</b>
	Movimientos excesivos	1.31
	Lay auto obsoleto	0.33
	<b>Planeación errónea de producción</b>	<b>4.43</b>
	Sobre producción	1.31
<b>MEDICION</b>	Tiempos de proceso	0.98
	<b>Necesidades e insumos</b>	<b>8.86</b>
	Tiempos y movimientos	0.66
<b>MEDIO AMBIENTE</b>	Temperatura (secado)	2.21
	Contaminación aire interno	2.21
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>Mal uso de recursos</b>	<b>19.69</b>
	Robo de recursos	1.64
	<b>Desperdicio de MP` s</b>	<b>11.81</b>
	Equipo de seguridad faltante	2.62

Tabla 33: metas por prioridad análisis 2

Numero de variables x fase	CONTROL Y MEJORA DE PRODUCCION	numero de variables	valor porcentual	PRIORIZACION	METODO 2
<b>7</b>	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>0.304347826</b>	<b>30.43</b>	<b>5</b>	
7	MET. PRODUCCION	0.304347826	30.43	5	
3	MEDICION	0.130434783	13.04	3	
2	MEDIO AMBIENTE	0.086956522	8.70	2	
4	MATERIA PRIMA	0.173913043	17.39	4	
23		1	100	19	TOTAL
<b>Nota: Por número de procesos internos calidad lleva prioridad</b>					

Según la meta priorizada del QFD en el Análisis 2 que tiene un enfoque de valor sobre el total de variables, debemos tener un enfoque en mano de obra que es el que lleva un mayor porcentaje, en este caso le daremos un valor de 5 y sucesivamente de manera inferior a cada uno de los restantes, en caso de haber empates se les dará el mismo valor, como se muestra en la tabla 33.

Tabla 34: metas por prioridad análisis 3

Número de variables x fase	CONTROL Y MEJORA DE PRODUCCION	numero de variables	valor porcentual	PRIORIZACION	METODO 3
<b>9</b>	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>0.321428571</b>	<b>32.14</b>	<b>5</b>	
7	MET. PRODUCCION	0.25	25.00	4	
4	MEDICION	0.142857143	14.29	2	
2	MEDIO AMBIENTE	0.071428571	7.14	1	
6	MATERIA PRIMA	0.214285714	21.43	3	
28		1	100	15	TOTAL
<b>Nota: Por número de procesos internos en urgencia</b>					

Según la meta priorizada del QFD en el Análisis 3 que tiene un enfoque de valor sobre el total de variables que se encuentran en urgencia, debemos tener un enfoque

nuevamente en mano de obra que es el que lleva un mayor porcentaje, en este caso le daremos un valor de 5 y sucesivamente de manera inferior a cada uno de los restantes, en caso de haber empates se les dará el mismo valor, como se muestra en la tabla 34.

Tabla 35: metas por prioridad análisis 4

Número de variables x fase	CONTROL Y MEJORA DE PRODUCCION	numero de variables	58.08	valor porcentual	PRIORIZACION	METODO 4
17.72	MANO DE OBRA	0.305096419		30.51	4	
0	MET. PRODUCCION	0		0.00	2	
8.86	MEDICION	0.152548209		15.25	3	
0	MEDIO AMBIENTE	0		0.00	2	
<b>31.50</b>	<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>0.542355372</b>		<b>54.24</b>	<b>5</b>	
58.08		1		100	16	TOTAL
<b>Nota: Por numero porcentual de procesos internos en urgencia</b>						

Según la meta priorizada del QFD en el Análisis 4 que tiene un enfoque del total de las variables contra la problemática más grande, debemos tener un enfoque en materia prima que es el que lleva un mayor porcentaje, en este caso le daremos un valor de 5 y sucesivamente de manera inferior a cada uno de los restantes, en caso de haber empates se les dará el mismo valor, como se muestra en la tabla 35.

#### Análisis final de la meta priorizada

Como podemos observar el primer análisis del QFD análisis 1 arroja que tengamos 5 enfoques teniendo más en cuenta la materia prima, el análisis 2 determina que tengamos enfoque nuevamente en la mano de obra, el análisis 3 determina que tengamos un enfoque en mano de obra y por último el análisis 4 determina que nuevamente nos enfoquemos en la materia prima, es decir aun no podemos determinar claramente por donde ir ya que los resultados siguen muy divididos, aquí es donde entra el algoritmo de respuesta que se ve de la siguiente manera:

Tabla 36: Análisis final de la meta priorizada

CVNS INDUSTRIAS SA. De CV.	TecNM ITPA
----------------------------	------------

CONTROL Y MEJORA DE	CUSTOMER REQUIREMENTES	Porcentaje real de importancia	Método de priorización	Tipo de priorización	Resultado de priorización	Numero de prioridad	Numero de prioridad en total	Numeración de mayor a menor (el valor mayor es más importante)
MANO DE OBRA	Rotación de personal	1.97	2 DE 7	2.2	320.43	5	19.00	5
	Mal balanceo de personal	1.97		1.5				
	Irregularidad asistencia	3.54		1.2				
	Mala ergonomía	0.98		1				
	Tiempos muertos	8.86		1.2				
	Mala aplicación de 5`s	2.95		1.2				
	Mala calidad en procesos	8.86		2.7				
METODO DE	Tiempos irregulares	3.94	0 DE 7	1.2	207.854	3	14	3
	Variabilidad de ejecución	2.95		1.2				
	Mal uso de MP`s	5.91		1.5				
	Movimientos excesivos	1.31		1.2				
	Lay auto obsoleto	0.33		1				
	Planeación errónea de pro.	4.43		2.7				
	Sobre producción	1.31		1.5				
MEDICION	Tiempos de proceso	0.98	1 DE 3	1.2	40.95	2	10	2
	Necesidades e insumos	8.86		1.5				
	Tiempos y movimientos	0.66		1.2				
MEDIO AMBIENTE	Temperatura (secado)	2.21	0 DE 2	1	8.84	1	6	1
	Contaminación aire interno	2.21		1				
MATERIA	Mal uso de recursos	19.69	2 DE 4	1.5	214.56	4	16	4
	Robo de recursos	1.64		1.5				
	Desperdicio de MP`s	11.81		1.5				
	Equipo de seguridad faltante	2.62		1.5				

Haciendo este algoritmo podemos determinar que lo más factible es comenzar con mano de obra actuando en los tiempos muertos y en la mala calidad de los procesos, pero como fue el proceso para determinarlo, sería el siguiente:

Primero hay que tener en cuenta 3 factores de suma importancia los cuales son los costos, tiempos y el factor humano, estos son de alta importancia los cuales en CVNS le dimos la siguiente métrica que se muestra en la tabla 37 con la intención de dar un valor aproximado a estos rubros en la empresa.

Tabla 37: factores de importancia

Costo	1.5
Tiempo	1.2
Factor Humano	1

Tomamos en cuenta todos los análisis y el valor de cada uno de ellos, generamos una suma y les multiplicamos por cada uno de los factores con los que cuente, lo cual nos determinó el número de prioridad total.

Entonces teniendo en cuenta ese algoritmo y proceso del QFD ¿cuál fue nuestra lista de priorización? Se vería de la siguiente manera:

#### Secuencia de prioridad

Solo se solucionaron los dos indicadores más fuertes del QFD que son nuestra prioridad 1 & 2;

1. Mano de obra
2. Materia prima
3. Método de producción
4. Medición
5. Medio ambiente

En esta instancia de avance en el proyecto debemos proponer metas, objetivos y la justificación del mismo.

#### **Objetivos**

##### Objetivo general

Obtener el aprendizaje mediante la aplicación de herramientas para el control y administración de proyectos, y control de la producción, con la finalidad de actuar e involucrarse en áreas de planificación, gestión, toma de decisiones, supervisión y coordinación, con la intención de presentar soluciones en áreas de riesgo o alto deterioro, en busca de una planificación de mejoras de procesos actuales.

### Objetivos específicos

- Balancear líneas de producción (tiempos de proceso)
- Generar programación de producción y plasmarla en áreas de interés
- Control de hallazgos en auditorías 5's
- Controlar la asistencia de la plantilla de trabajo
- Generar un análisis de productividad
- Planificación de ergonomía y tiempos de movimientos, en busca de estandarizar y mejorar la eficiencia para la producción
- Control de la producción y eliminación de cuellos de botella control de RH
- Modelaje lay-auto planificación 2D de modelo adecuado
- Controlar el equipo de seguridad
- Diseños para experimentar mejoras en producción
- Análisis Pareto
- 5w1h
- MRP
- Costos de sobre inventario
- Control de desperdicios

Concentrar estos objetivos en la metodología DMAIC (en esta etapa de definición se determinó que áreas de oportunidad de mejora son nuestra prioridad).

### **Justificación**

El presente proyecto se enfocó en aplicar la metodología de DMAIC para resolver y controlar las fases de desarrollo del proyecto de mejora con la finalidad de mejorar la eficiencia de la producción. Surgió de la intención de mejorar los sistemas productivos de la empresa y constatar mejores utilidades o menos pérdidas.

Se observó detalladamente los procesos y documentación de los procesos para así tener bases para con que aplicar distintas herramientas en busca de ciertos beneficios como:

- Menor tiempo en la producción
- Mejor aprovechamiento del lugar
- Aumento y mejora de producción



- Mejorar el equipo de seguridad
- Reducir costos de sobre inventario
- Reducir control de desperdicios

En cada uno de los procesos se tomó nota de los puntos críticos más relevantes de cada parte que lo conforma, además de los tiempos, costos, análisis de las 5's y balanceo de líneas que fue esencial para poder realizar propuestas de mejora.

La importancia surgió de la necesidad de afrontar el panorama actual y crear mayor eficiencia de los procesos con intención de dar un alza en la producción y satisfacer la demanda de nuestro mercado actual, dando oportunidad de atacar áreas de vulnerabilidad o de alto índice de mejora.

Las áreas de aprendizaje se encuentran en el manejo y control de una plantilla operativa, liderazgo, diseño y mejoramiento con base a diseños de experimentos de mejora de los procesos de producción, mas además la aplicación de herramientas de ingeniería.

## Capítulo 3 marco teórico

### Marco teórico

#### *Factor Humano*

La noción “capital” se asocia a la idea de “valor”, algo que se obtiene con esfuerzo y que, por tanto, debe tener las virtualidades necesarias para que alguien esté dispuesto a pagar por ello. Sus principales características son que genera beneficios tangibles e intangibles y es más valioso mientras más raro y escaso, teniendo dueños individuales y colectivos, pero siempre asociado al principio de propiedad. Capital humano corresponde al valor que generan las capacidades de las personas mediante la educación, la experiencia, la capacidad de conocer, de perfeccionarse, de tomar decisiones y de relacionarse con los demás. Boisier (2002) precisa más el concepto y agrega que éste corresponde al stock de conocimientos y habilidades que poseen los individuos y su capacidad para aplicarlos a los sistemas productivos. **(Navarro, 2005).**

#### *QFD (Despliegue de la función de calidad)*

El despliegue de función de la calidad QFD, (Quality Funtion Deployment) es una herramienta que permite escoger de forma sistemática y estructurada la voz del cliente en el proceso de diseño y desarrollo de productos y servicios. **(Yepes Piqueras, 2014).**

#### *Balanceo de líneas*

El balance de líneas es un factor crítico para la productividad de una empresa, su objetivo es hallar una distribución de la capacidad adecuada, para asegurar un flujo continuo y uniforme de los productos, a través de los diferentes procesos dentro de la planta, encontrando las formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones, para maximizar aprovechamiento posible de la mano de obra y del equipo, y de ese modo reducir o eliminar el tiempo ocioso. **(Peña, 2016).**

#### *Productividad*

En cualquier discusión económica, la productividad ocupa un primer plano en las apreciaciones tanto de los dirigentes políticos como de los hombres de negocios. El concepto de productividad merece pues, una consideración seria y detenida. Precisa, para lograrla, examinar uno tras otro los criterios de quienes están interesados en el

desarrollo de esta herramienta gerencial. Según Prokopenko (1989), citado por Blanco (1999), algunos métodos sencillos y prácticos de analizar la productividad en la empresa son los siguientes:

- a. Medida de la productividad de los trabajadores.
- b. Sistemas de medición para planificar y analizar las necesidades de mano de obra en las unidades de producción.
- c. Sistemas de medición de la productividad del trabajo orientados a la estructura del uso de los recursos de mano de obra.
- d. Productividad del valor agregado de la empresa.

Sobre el particular, Blanco argumenta que tradicionalmente la productividad total de la empresa, se ha visualizado como una razón matemática entre el valor de todos los productos y servicios fabricados o prestados y el valor de todos los recursos utilizados en hacer el producto o prestar el servicio en un intervalo de tiempo dado, si esta razón resulta mayor que la unidad, indica que de alguna manera se está agregando valor a los recursos durante la producción, en otras palabras, que la salida del sistema productivo es mayor que su entrada. **(Rincón de Parra, 2001).**

#### *Procedimientos de trabajo*

Los procedimientos de trabajo son los documentos en los que se detalla la forma en que la organización desarrolla sus procesos y actividades para conseguir los objetivos de calidad que se han propuesto. Los procedimientos de trabajo son documentos muy útiles para las organizaciones. Permiten a todos los trabajadores saber cómo se debe trabajar, y cuáles son los criterios establecidos. Cuando se introducen mejoras o cambian los procesos se documenta a través de la revisión de los procedimientos. Según lo que deseen las organizaciones pueden tener mayor o menor nivel de profundidad. De forma orientativa el índice contendría los siguientes elementos:

1. Codificación
2. Fechas y firmas de presentación, revisión y puesta en aplicación
3. Distribución de ejemplares
4. Objeto
5. Ámbito de aplicación

6. Documentos de referencia
7. Definiciones
8. Descripción del procedimiento
9. Responsabilidades (**Morales García, 2002**).

Se entiende por procedimiento de trabajo o práctica operativa la normalización del desarrollo de un determinado trabajo o actividad de acuerdo a unas pautas e indicaciones estándares en función de factores tan importantes como la seguridad, la calidad y la productividad. Los procedimientos son los métodos para realizar un trabajo de principio a fin. Son convenientes para todo tipo de trabajo, especialmente para aquellos de alto riesgo potencial, que suelen definirse como trabajos especiales y que cada empresa ha de identificar previamente. (**CEUPE, 2020**).

### *Riesgos laborales*

Se puede entender el riesgo como toda situación de la que puede derivarse un daño para una persona. Desde el punto de vista laboral son múltiples y de muy diverso origen los riesgos existentes en todas las actividades y que nacen generalmente como consecuencia del estado en que se encuentran los agentes materiales, instalaciones, superficies de tránsito, equipamientos, etcétera.

Los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales son:

- Evitar los riesgos
- Evaluar lo que no se puede evitar
- Combatir los riesgos en origen
- Adaptar el trabajo a la persona
- Tener en cuenta la evaluación de la técnica
- Sustituir lo peligroso por lo no peligroso
- Planificar la prevención
- Anteponer protección colectiva a la individualidad
- Instruir a los trabajadores
- Considerar las capacidades profesionales
- Formar adecuadamente a los trabajadores

- Prever imprudencias no temerarias (**Menéndez Díaz, 2007**)

### *Tiempos y movimientos*

Los estudios de movimientos ofrecen gran potencial de ahorro de cualquier empresa humana, Podemos ahorrar el costo total de un elemento de trabajo eliminándolo. Los estudios de movimientos aplican los principios de economía de movimientos para diseñar estaciones de trabajo cómodas para el cuerpo humano y eficiente en su operación. La ergonomía estudia el efecto de los movimientos sobre el cuerpo humano y se ha convertido en una parte extremadamente en el establecimiento de métodos de trabajo. Los estudios de movimientos deben de considerar cualquier otra cosa la seguridad del operador. Nadie desea la responsabilidad de que alguien se lesione o de causar daños debido a exposiciones prolongadas de un elemento o entorno. Los estudios de tiempos también pueden reducir significativamente los costos. (**Meyers E., 2000**)

### *Método de las 5's*

Es un programa de talleres y oficinas en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permite la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productividad.

Unos métodos de limpieza encaminados a garantizar que las operaciones de limpieza nunca generarán peligros ni para los operarios que las realizan ni para terceros. Se crearán normas de acción específicas para realizar operaciones de limpieza sometidas a peligros concretos (ejemplo: limpieza de máquinas, limpieza de derrames de productos peligrosos, operaciones de limpieza en espacios confinados, etc.). Complementariamente a la limpieza programada, cuando se genera una situación accidental, por ejemplo, un derrame, hay que ser estricto e inflexible en su inmediata eliminación. Es un momento clave que pone en evidencia el compromiso asumido. (**Sacritán, 2005**)

### *Primeras entradas, primeras salidas (PEPS)*

Este método consiste básicamente en darle salida del inventario a aquellos productos que se adquirieron primero, por lo que en los inventarios quedarán aquellos productos comprados más recientemente. En cualquiera de los métodos las compras no tienen gran importancia, puesto que estas ingresan al inventario por el valor de compra y no requiere procedimiento especial alguno. En el caso de existir devoluciones de compras, esta se hace por el valor que se compró al momento de la operación, es decir se la de salida del inventario por el valor pagado en la compra. Si lo que se devuelve es un producto vendido a un cliente, este se ingresa al inventario nuevamente por el valor en que se vendió, pues se supone que cuando se hizo la venta, esos productos se les asignó un costo de salida según el método de valuación de inventarios manejado por la empresa. **(Horngren, 2000).**

### *Planificación de requerimientos de materiales (MRP)*

El manejo de materiales es usar el método correcto para proveer la cantidad correcta del material correcto en el lugar correcto en el momento correcto, en la secuencia correcta, en la posición correcta, en la condición correcta y al costo correcto. Así, puede verse que el manejo de materiales es más que mover materiales, también involucra el almacenamiento y control de los materiales. El manejo de materiales por lo general no es un proceso que agregue valor al producto, pero la utilidad de tiempo y lugar si contribuyen al mejoramiento del valor real del producto. Otros términos dentro del manejo de materiales con cantidad, posición u orientación, condición, espacio, rentabilidad, calidad, seguridad y productividad. El movimiento de la cantidad correcta de material es un requerimiento importante en el sistema de manejo de materiales. Tampoco es satisfactorio el tener la cantidad correcta del material correcto en el lugar correcto en el tiempo correcto, pero en la secuencia y condición incorrectas. El presentar material a un operador, robot o maquina propiamente orientada o posicionada, nos da como resultado una más productiva transferencia del material. **(Mayers, 2006).**

### *Ventilación industrial*

La ventilación se trata de mover o dirigir aire de un sitio a otro para un determinado propósito. La ventilación industrial se utiliza para controlar condiciones indeseables del ambiente de trabajo, relativas a sustancias tóxicas, gases, vapores, estrés térmico, olores, humedad, entre otros, de manera de alcanzar el objetivo de disponer de aire limpio no contaminado. Por otra parte, también las maquinarias deben operar en un determinado rango de temperaturas. Existen casos en los que la ventilación es una solución para alcanzar este objetivo. El objetivo de los trabajos que se presentan ha sido elaborar sistemas que mantengan contaminantes o calor en niveles admisibles tanto en las zonas de donde son extraídos como en la de su disposición final. Los objetivos secundarios resultan en todos los casos la minimización del impacto de las soluciones en las operaciones, en el mantenimiento y en los costos de los procesos involucrados. Como se ve, entonces, la ventilación industrial abarca un amplio espectro de casos que requieren abordajes muy diferentes. Aquí se presentan casos de tres asistencias técnicas realizadas por la UID GTA-GIAI, que muestran diferentes enfoques para abordar las problemáticas particulares planteadas.

El procedimiento genérico que realiza la UID GTA-GIAI para el abordaje de cada estudio contempla:

- El estudio y análisis de la documentación disponible referente a: información técnica,
- procedimientos, ensayos realizados, configuración original y modificaciones realizadas.
- La caracterización de la situación actual. La identificación y caracterización de las fuentes de calor y de contaminantes.
- La realización de ensayos y mediciones in situ.
- El desarrollo de modelos de cálculo analíticos.
- El estudio de alternativas para alcanzar el objetivo propuesto. La selección de la más adecuada.

- f) Dependiendo del requerimiento, la ingeniería básica y de detalle de la alternativa elegida, la definición del programa de implementación, la evaluación de la solución implementada, etc. **(Nadal Mora, 2011)**.

#### *Manufactura esbelta (Lean manufacturing, LM)*

Lean Manufacturing es una metodología orientada a la eliminación, o al menos, reducción de desperdicios en los procesos productivos. El objetivo de este artículo de investigación es, en base a la múltiple literatura escrita al respecto, evaluar que es y que no es Lean Manufacturing, determinando los errores cometidos de manera frecuente en la interpretación de esta metodología y sobre todo en las herramientas de trabajo asociadas. **(Gisber Soler, 2015)**.

Lean Manufacturing (LM) surgió para dar paso a una nueva etapa en los sistemas productivos. Es una filosofía de trabajo que propone obtener mayores beneficios utilizando menos recursos. Ha sido aplicado a una gran variedad de sectores diferentes al del automóvil, en el que se originó y donde ha tenido su mayor desarrollo. En este artículo se analiza la aplicabilidad de LP en los sistemas productivos y los resultados que se pueden obtener de su aplicación, entre ellos el sector vinícola, empleando Value Stream Mapping como herramienta principal para identificar oportunidades de mejora. De esta investigación se desprende que la mayoría de los problemas de producción del sector vinícola pueden ser abordados adoptando el sistema de producción Lean, realizando ciertos ajustes en función del tipo de producción; ello permite conocer las características principales en la producción del vino desde el punto de vista Lean, y mejorar los sistemas de producción y logísticos aplicando la metodología LP. **(Tejeda, 2011)**.

#### *Diseño de experimentos*

El diseño de experimentos es esencialmente una estrategia para la planificación de experimentos de manera tal que las conclusiones relevantes sean alcanzadas en forma eficiente y económica. La selección del plan experimental específico es dependiente del tipo de preguntas a ser respondidas, el grado de generalidad a vincularse a las conclusiones y los recursos disponibles (material experimental, personal, tiempo). Un experimento diseñado y ejecutado apropiadamente permite en



forma simple un análisis estadístico y la interpretación de los resultados. **(Napolitano, 2010).**

#### *Arreglo ortogonal*

Los diseños experimentales de Taguchi, están basados en arreglos ortogonales y se hicieron populares por el ingeniero Genichi Taguchi. Normalmente se identifican con un nombre como L8, que indica un arreglo con 8 corridas. Los diseños experimentales clásicos también están basados en arreglos ortogonales, pero se identifican con un exponente para indicar el número de variables - así un diseño experimental clásico 23 también tiene 8 corridas. El libro “Estadística para Experimentadores” por Box, Hunter y Hunter (algunas veces llamado BH2) define la metodología para los diseños clásicos y su aplicación a la industria. Así, los diseños generados por los dos métodos parecen ser similares - y de hecho lo son. De esta forma algunas industrias y organizaciones que están al lado de los métodos de Taguchi y otros se inclinan por el método clásico. **(Aguascalientes, 2002).**

#### *Capacidad de producción*

La capacidad de producción es la capacidad que tiene una unidad productiva para producir su máximo nivel de bienes o servicios con una serie de recursos disponibles. Para su cálculo, tomamos de referencia un periodo de tiempo determinado. Este indicador suele utilizarse mucho en la gestión empresarial. Ya que, si una unidad de producción está produciendo por debajo de su capacidad de producción, esta unidad no está siendo explotada a su máximo rendimiento. **(Morales, 2016).**

#### *Prueba de normalidad*

Los análisis de normalidad, también llamados contrastes de normalidad, tienen como objetivo analizar cuánto difiere la distribución de los datos observados respecto a lo esperado si procediesen de una distribución normal con la misma media y desviación típica. Pueden diferenciarse tres estrategias: las basadas en representaciones gráficas, en métodos analíticos y en test de hipótesis.

## Prueba de Anderson-Darling

Esta prueba compara la función de distribución acumulada empírica (ECDF) de los datos de la muestra con la distribución esperada si los datos fueran normales. Si la diferencia observada es adecuadamente grande, usted rechazará la hipótesis nula de normalidad de la población. **(Minitab, 2019)**

## *Series de tiempos*

Una serie de tiempo es una secuencia de observaciones sobre intervalos de tiempo separados de manera regular. Por ejemplo:

- Las tasas mensuales de desempleo durante los cinco años previos
- La producción diaria en una planta de manufactura durante un mes
- La población década por década de un estado en el siglo anterior

## **Componentes de una serie de tiempo**

**Tendencia:** La tendencia a largo plazo de una serie de aumentar o disminuir (tendencia creciente o tendencia decreciente).

**Estacionalidad:** La fluctuación periódica en las series de tiempo dentro de un período determinado. Estas fluctuaciones forman un patrón que tiende a repetirse de un período estacional al siguiente.

**Ciclos:** Largas desviaciones de la tendencia debido a factores diferentes de la estacionalidad. Los ciclos por lo general se producen durante un intervalo de tiempo extenso, y los tiempos que transcurren entre los picos o valles sucesivos de un ciclo no necesariamente son iguales.

**Movimiento irregular:** El movimiento que queda después de explicar los movimientos de tendencia, estacionales y cíclicos; ruido aleatorio o error en una serie de tiempo. **(Minitab, 2019).**

## Capítulo 4 desarrollo

### Desarrollo

#### Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Enfoque de mano de obra, calidad en los procesos y tiempos muertos, estos son los factores a desarrollar:

#### 1. Mano de obra

Tabla 38: factores a desarrollar en mano de obra

<b>MANO DE OBRA</b>	Rotación de personal	1.97
	Mal balanceo de personal	1.97
	Irregularidad asistencia	3.54
	Mala ergonomía	0.98
	<b>Tiempos muertos</b>	<b>8.86</b>
	Mala aplicación de 5` s	2.95
	<b>Mala calidad en procesos</b>	<b>8.86</b>

#### Problema

El QFD arroja que dentro de nuestras áreas de interés en el área de mano de obra (véase en la tabla 38) la mala calidad en procesos actualmente es un área muy vulnerable, esto afecta relativamente los procesos de calidad y por último el producto terminado por el cual la calidad en el producto son un punto crítico a considerar y solucionar de manera inmediata ya que de lo contrario estaríamos dañando tanto la imagen empresarial, márgenes de ganancia, etc.; para este problema vamos a aplicar fundamentos de *tópicos lean* de calidad en busca de aplicar una herramienta que aporte una solución y una mejora en nuestra área de interés, como se muestra en la tabla 38.

#### Propuesta de solución

1. Medición de proceso, análisis de normalidad y capacidad de producción.
2. Mejora de proceso con diseño de experimento de mejora en base a los análisis del proceso de medición.
3. Diagramas de control, graficas de análisis después del diseño de experimentos.
4. Desarrollo de nuevas competencias en factor humano y su impacto en la productividad.
5. Aplicación de las 5's

## 6. Lean manufacturing

### 2. Materia prima

Tabla 39: factores a desarrollar en Materia prima (MP)

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>Mal uso de recursos</b>	19.69
	Robo de recursos	1.64
	<b>Desperdicio de MP`s</b>	11.81
	Equipo de seguridad faltante	2.62

#### Problema

El QFD arroja que dentro de nuestras áreas de interés en el área de materia prima en el mal uso y desperdicio de los recursos (materias primas de producción) actualmente es una área muy vulnerable, esto afecta relativamente los procesos de calidad y por ultimo al control de los despilfarros haciendo una contraposición a lean manufacturing por el cual los desperdicios son un punto crítico a considerar y solucionar de manera inmediata ya que de lo contrario estaríamos dañando tanto la imagen empresarial, márgenes de ganancia. Etc.; para este problema vamos a aplicar fundamentos de Tópicos LEAN, tópicos LEAN de calidad y tópicos LEAN manufacturing en busca de aplicar una herramienta que aporte una solución y una mejora en nuestra área de interés, como se muestra en la tabla 39.

#### Propuesta de solución

1. Medición de proceso
2. PEPS
3. LEAN manufacturing
4. Clasificación de desperdicios

**NOTA:**

Según el QFD tenemos que atacar a las dos áreas de interés ya propuestas en la página anterior, las demás áreas de interés entraran en fase de análisis mas no de desarrollo, donde se propondrán mejoras mas no serán aplicadas o diseñadas para resolución dentro de este proyecto y estarán en el apartado de resultados.

*Cronograma de actividades*

Cronograma	Ago. 1 <sup>a</sup>	Ago. 2 <sup>a</sup>	Sept 1 <sup>a</sup>	Sept 2 <sup>a</sup>	Oct 1 <sup>a</sup>	Oct 2 <sup>a</sup>	Nov 1 <sup>a</sup>	Nov 2 <sup>a</sup>	Dic 1 <sup>a</sup>
FUNDAMENTACION Y ESTRUCTURA EMPRESARIAL							<b>FIN DE PROEYCTO/ REVISION INSTITUCIONAL</b>		
DEFINICION DE PROYECTO (ALCANCES, OBJETIVOS ETC.)									
MEDICION DE PROYECTO QFD, DESARROLLO									
ANALISIS DE MEJORA 5W1H									
APLICACIÓN DE MEJORAS (DESARROLLO)									
CONTROL DE MEJORAS									

DISCUSION DE RESULTADOS								
----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Figura 5: cronograma de actividades

En este apartado se menciona cual sería el desarrollo que tuvo el proyecto bajo una secuencia y una estructura, en la página siguiente se muestra lo realizado con sus resultado e impactos y propuestas. **Hasta este punto es el desarrollo** ahora viene su resultado, su aplicación, fundamentación y repercusión.

## Capítulo 5 resultados

### Resultados, propuestas y fundamentos de resolución

Dándole continuidad al trabajo anterior del QFD pudimos señalar varias fallas donde optamos por darle un enfoque a dos puntos ya mencionados anteriormente, para este caso es importante conocer que es lo que procesan y cómo es que lo procesan con el fin de poder medir los diferentes procesos internos, se nos pidió que debemos analizar y encontrar diferentes variables para tener un estudio amplio, para la interrogante que se nos propuso determinamos recabar información donde encontramos una tabla de que es lo que producen la cual se puede observar en la tabla 40:

Tabla 40: identificación de producto

<b>Diagrama de PARETO medición de proceso RISK MANAGEMENT SCRUM AGILE</b>	
<b>Artículo de venta</b>	<b>Código de insumo</b>
COFRE MED	VH-MED
COFRE GDE	VH-GDE
COFRE CH	VH-CH
PIEZAS	VH-PZA
REPARACIONES	VH-REP
OTROS ARTICULOS	VH-OTA

Dentro de la empresa no tenían códigos para cada producto en general, es por eso que en la tabla anterior decidimos darle una referencia a cada tipo de cofre catalogándolo por distintas dimensiones donde se observó que se clasifican en cofres chicos, medianos y grandes, la empresa trabaja otros artículos, en esta ocasión en estudio esta solo enfocado al análisis de los cofres, cabe mencionar que evaluaremos solo la calidad en la cadena de trabajo, el proceso interno y sobre todo evaluando los costos, esto con el fin de medir la efectividad del mismo y poder otorgar el primer valor de margen edita actual, en la empresa que **según sus referencias es alrededor de un 40%** algo que debemos comprobar en este proceso de medición. Para comenzar a medir la cadena de trabajo debemos determinar que fases existen en esas cadenas de trabajo y cómo es que esto mejora sustancialmente nuestra cadena de trabajo y su valor.

1. Tipo de insumos.
2. Costos generales.
3. Frecuencias de re-trabajo.
4. Proceso de transformación de MP interna a producto final.
5. Márgenes de ganancia y costos externos al proceso de producción.

### Costos generales (variables a considerar y su porque)

Tabla 41: variables a considerar

Costos generales									
Costo producción unitario (MEDIA)	Producción total/ mes	Total costos/mes	Frecuencia relativa	Acumulado	% Acumulado	Frecuencia de G>85%	%>95 NG	Frecuencia de NG	Costos de re-trabajo

Para poder medir el proceso completo de los costos generales de producción debemos determinar dos cosas:

- Cantidad de producto entregado por mes se reciben insumos y materias primas y entregamos cofres de alta calidad.



- Costo de ese producto por mes
- Frecuencia de producción y de producto NG

Estos procesos son importantes para nuestras cadenas de trabajo, pero son parte fundamental para poder evaluar a la empresa desde el punto de vista de rentabilidad, en este caso para evaluar el costo total de un solo producto generamos medias de los insumos que llevan y con ello se determinó un costo aproximado con un 5% de variabilidad.

**NOTA:** Los demás apartados son métricas para evaluar dicha parte de la cadena de trabajo y se pueden observar en la tabla 41.

Se evalúa la frecuencia de producción de cada uno de los modelos mostrados y de estos se determina cada cuando y en qué cantidad de muestras salen productos no conformes, un ejemplo sería que de cada 100 cuantos salen NG.

**Proceso de transformación de materia prima a producto terminado**

Tabla 42: variables de materia prima

CVNS INDUSTRIAS ANALISIS PARETO										57.25		
MP utilizada	Tiempo de proceso/día	Costos de insumos/articulo	Costo capital humano/ARTICULO	Porcentaje de re trabajos generales	Tiempo estándar de proceso/cofre	FINAL product	Capacidad de producción real	Días de trabajo	Venta al público (media)	Costo final de producto	Profit / cofre	Profit bruto

Para poder medir el proceso completo de la cadena de trabajo de proceso de transformación debemos determinar varios rubros (véase en la tabla 42):

- Materia prima utilizada, los recursos materiales que entran al proceso de transformación.
- Tiempo de proceso / día, tiempo que tardan en salir los cofres.
- Earned cost process costo de los procesos de la cadena de trabajo de capital humano.
- Frecuencia porcentual de retrabajos.

- Tiempo estándar de producción de cofre.
- Capacidad real de proceso.
- Final producto
- Días laborados.
- Costo final de producto con todos los valores agregan valor al producto.
- Venta al público.
- Profit, ganancia.
- Profit bruto, utilidad sin descuento de gastos.
- Valorización de costos externos.
- Análisis de márgenes de ganancia.

**NOTA:** Los apartados no expuestos anteriormente son métricas para evaluar dicha parte de la cadena de trabajo.

### **Márgenes de ganancia y costos externos al proceso de producción.**

Para generar los márgenes de ganancia se deben contemplar todos aquellos costos tanto directos como indirectos, anteriormente solo se expusieron las métricas para los costos de producción, en este punto de proyecto vamos a contabilizar los gastos logísticos, administrativos, capital humano, mantenimiento y otros gastos.

Para poder medir el proceso completo de la cadena de trabajo interna debemos determinar varios rubros como los costos (englobados):

- Numero de plantilla de trabajo cargos operativos.
- Numero de plantilla con cargos gerenciales.
- Costos logísticos, englobamos todos esos costos directos e indirectos (por confidencialidad no podemos mostrar un desglose del mismo).

- Costo administrativo, englobados, otros cargos incluyendo gastos directos e indirectos (por confidencialidad no podemos mostrar un desglose del mismo).
- Costo de salarios, dividido por plantilla.
- Costos IVA/IEPS pago tributario al gobierno.
- Infonavit.
- Seguros.

### Costos generales (medias) y explicación

Tabla 43: costos generales CVNS

Diagrama de PARETO medición de proceso RISK MANAGEMENT SCRUM AGILE		Costos generales									
Artículo de venta	Código de insumo	Costo producción unitario (MEDIA)	Producción total/ mes	Total costos/mes	Frecuencia relativa	Acumulado	% Acumulado	Frecuencia de G>85%	%>0.95 NG	Frecuencia de NG retrabajos	Costos de re trabajo
cofre MED	VH-MED	\$ 4,200.00	33	\$ 138,600	33.67%	33	22%	33	1	0.00	0.00
COFRE GDE	VH-GDE	\$ 4,200.00	33	\$ 138,600	33.67%	66	44%	33	1	0.00	0.00
COFRE CH	VH-CH	\$ 4,200.00	32	\$ 134,400	32.65%	98	100%	32	1	0.00	0.00

Tabla 44: variables de venta CVNS

<b>Diagrama de PARETO medición de proceso RISK MANAGEMENT SCRUM AGILE</b>	
<b>Artículo de venta</b>	<b>Código de insumo</b>
COFRE MEDIANO	VH-MED
COFRE GRANDE	VH-GDE
COFRE CHICO	VH-CH

**NOTA:** Los artículos producidos en la empresa CVNS industrias, la cual cuenta con una línea de variedad de 80 artículos, catalogados en cofres GDE, MED y CH, más aparte venden piezas, pero en este estudio solo se cuentan los cofres, como se muestra en la tabla 44.

Tabla 45: representación media costos

<b>Costo producción unitario (MEDIA)</b>	
\$	4,200.00
\$	4,200.00
\$	4,200.00

**NOTA:** Esta es una representación media del costo adquirido de toda la cadena de trabajo, evaluando tanto las MP's, mano de obra y otros rubros, por confidencialidad el monto de producción está cubierto, pero se muestra datos y fundamentos se tomaron para determinar próximamente algunos puntos de interés, como se muestra en la tabla 45.

Tabla 46: producción total/mes CVNS

<b>Producción total/ mes</b>
33
33

32

**NOTA:** Esta es una representación a la cantidad mensual que las líneas de producción transforman de materia prima a producto terminado, donde ya culminó la fase de aseguramiento de calidad y ya está listo para su embalaje y futura venta, los datos se encuentran cubiertos por confidencialidad, se muestran con intención de que contribuyan para conclusiones finales, como se muestra en la tabla 46.

Tabla 47: total costo/mes

Total costos/mes	
\$	138,600
\$	138,600
\$	134,400

**NOTA:** Esta es la relación que existe entre las líneas de producción cuando transforman de materia prima a producto terminado y los costos de producirlos dando un total, los datos se encuentran cubiertos por confidencialidad, se muestran con la intención de que contribuyan para conclusiones finales, como se muestra a continuación en la tabla 47.

Tabla 48: frecuencia relativa CVNS

Frecuencia relativa
33.67%
33.67%
32.65

**NOTA:** Esta es la representación al porcentaje de producción de cada artículo, para ejemplificar y dejar más claro la razón de ser de este cuadro, de un cofre VH-MED equivale a un 33.67% de la producción total y después existe otro rubro dentro del análisis llamado “acumulado y % acumulado” la cual debe dar un total de 100% con la suma de todos los artículos y para su demostración véase en la página anterior en el apartado “acumulado y % acumulado”. Como se muestra en la tabla 48.

Tabla 49: retorno de calidad CVNS

frecuencia de G>85%	%>0.95 NG	frecuencia de NG re-trabajos	costos de re-trabajo
33	1	0.00	0.00
33	1	0.00	0.00
32	1	0.00	0.00

**NOTA:** Este apartado hace alusión a proceso de retorno de aseguramiento de calidad a producción, donde se detalla nuevamente y genera un costo extra en todo sentido, en estos casos se determina un costo igualitario a producir uno nuevo, en las muestras tomadas no se presentó ningún caso por lo que este apartado se encuentra en “0” y el valor de “1” hace referencia a que se tuvo un 100% de precisión de producción de las muestras tomadas, como se muestra en la tabla 50.

### Datos de análisis Pareto

Tabla 50: Análisis de Pareto CVNS

CVNS INDUSTRIAS ANALISIS PARETO												57.25 kg	
MP utilizada	Tiempo de proceso/ día	Costos de insumos/ articulo	Costo capital humano / ARTICULO	% de re-trabajos generales	Tiempo estándar de proceso/c ofre	FINAL product	Capacidad de producción real	Días de trabajo	Venta al público (media)	Costo final de producto	Profit / cofre	Profit bruto	
1889.25	150.86	\$ -	\$ 2,375.00	0	150.86	33	44	21	\$ 25,313.75	\$ 6,575.00	\$ 18,738.75	\$ 618,378.75	
1889.25	152.43	\$ -	\$ 2,376.00	0	152.43	33	44	21	\$ 25,317.60	\$ 6,576.00	\$ 18,741.60	\$ 618,472.80	
1832	144.76	\$ -	\$ 2,377.00	0	144.76	32	44	21	\$ 25,321.45	\$ 6,577.00	\$ 18,744.45	\$ 599,822.40	

Tabla 51: materia prima utilizada CVNS

**Materia prima (MP) utilizada**

1889.25
1889.25
1832

**NOTA:** Es una representación a los kilogramos totales que requiere de material en general fabricar un cofre, esto toma insumos para producción, herramientas de desgaste en la pieza y estos kilogramos están calculados en función de medias para integrar en este estudio a todos los artículos de venta respecto a cofres solamente, como se muestra en la tabla 51.

*Tabla 52: tiempo de proceso/día CVNS*

Tiempo de proceso/ día
150.86
152.43
144.76

**NOTA:** Esta es una representación al tiempo estimado real de producción de los últimos meses de una muestra total de 98 cofres/mes y cada tiempo respectivo para cada categoría de grande mediano y chico. Algunos datos no se muestran por confidencialidad, como se muestra en la tabla 52.

*Tabla 53: tiempo estándar*

Tiempo estándar de proceso/cofre
150.86
152.43
144.76

**NOTA:** Es una representación al tiempo estándar de producción y está estimado para la muestra de producción que se tomó y es por eso que resulta congruente con el tiempo real de proceso, en este apartado buscamos un tiempo real que más adelante se demostrará un tiempo mejorado para la producción incrementando la capacidad de producción y sus diferentes ventajas de implementar o acatar dichos tiempos, como se muestra en la tabla 53.

Tabla 54: venta al público CVNS

Días de trabajo	Venta al público (media)	Costo final de producto	Profit cofre	Profit bruto
21	\$ 25,313.75	\$ 6,575.00	\$ 18,738.75	\$ 618,378.75
21	\$ 25,317.60	\$ 6,576.00	\$ 18,741.60	\$ 618,472.80
21	\$ 25,321.45	\$ 6,577.00	\$ 18,744.45	\$ 599,822.40

**NOTA:** Es una representación al precio de venta al público y cuál sería el Profit de ganancia al final sin reducción de gastos, estamos hablando de una utilidad bruta, en este apartado buscamos encontrar un porcentaje de utilidad y ver en qué estado de rentabilidad se encuentra la empresa, más adelante se demostrará un tiempo mejorado para la

producción con la misma capacidad de plantilla operativa y contrastar lo que se ha dejado de percibir económicamente en los últimos periodos registrados de producción donde queremos hacer una comparativa y proponer una capacidad real de producción y esta compararla con lo producido y demostrar que tanto se pierde por no estandarizar los tiempos del proceso de producción en un ciclo repetitivo donde no se exceda un tiempo máximo ni mínimo y trabajar dentro de esos límites de tiempos, como se muestra en la tabla 54.

Posteriormente se realizó un gráfico de Pareto donde evaluamos todos los costos empresariales aportados por el gerente de producción y así poder diagnosticar los márgenes de utilidad de la empresa y ver qué tan sana es financieramente y si se muestra rentable y para poder determinarla debe de pasar dos evaluaciones, ser financieramente sana en márgenes brutos y posteriormente si resultado positivo pasar a la evaluación neta de márgenes de ganancia y esta debe representar las utilidades fijas con una desviación positiva o negativa de un +-5%, es decir que la utilidad pueda ser mayor o menor en su defecto a un 5% y así determinaremos la utilidad y se realizó de un antes y un posible futuro evaluando todas las posibilidades de mejora de manera simulada.



Manutención empresarial y márgenes de ganancia

Tabla 55: manutención empresarial CVNS

Manutención empresarial > \$1,047,000			
Profit bruto	Costo porcentual EHH	Costo Relativa total de NG	Costo porcentual de NG
\$ 618,472.80	33.674%	\$ 618,472.80	33.67%
\$ 618,378.75	33.668%	\$ 1,236,851.55	67.34%
\$ 599,822.40	32.658%	\$ 1,836,673.95	100.00%
\$ -	0.000%	\$ 1,836,673.95	100.00%
\$ 1,836,673.95	100%	x	X

## **Margen de ganancia empresarial**

Necesitamos como mínimo una ganancia de \$1,047,00.00 para poder subsidiar los gastos de materia prima, procesos operativos, administrativos, etc.; según nuestro análisis estos costos representan un 57.01% de nuestra ganancia dándonos un margen de 42.99% de margen de utilidad neta, en este análisis estamos manejando una holgura de + -5%, con el arreglo ortogonal después del análisis de capacidad cual sería la capacidad real estandarizando los tiempos como los menciona nuestro diseño de experimentos viendo que alcance potencial se puede tener en un corto mediano y largo plazo de la aplicación, esto se puede observar de manera numérica en la tabla 55 de la página anterior.

### Análisis

El desarrollo de un proyecto exitoso implica habitualmente la puesta en marcha de un conjunto de pasos, metodológicamente determinados, para cerrar en forma efectiva la brecha existente entre el desempeño actual y lo que se requiere, el objetivo o la meta, en uno o más indicadores de desempeño clave, para esta instancia ya contamos con la definición completa del problema y la medición actual del proceso. Por esta razón, los métodos de gestión de proyectos y los de solución de problemas deben dar enfoque respecto a la metodología DMAIC que actualmente estamos en etapa de análisis. Dichas etapas posteriores a la actualidad deben de ser o encontrarse alrededor de las siguientes:

- Análisis de la información
- Definición y diseño de la propuesta
- Implementación o puesta en marcha
- Revisión y mejora permanente

Anteriormente se hizo un análisis para determinar las prioridades donde consideramos todas las variables mostradas con un QFD y una meta priorizada, después de haber medido las variables internas consideradas dentro del QFD para mejorar nuestras áreas de interés y dentro del proceso de mejora incrementar en margen EDBITA, vamos a dar prioridad a dos enfoques los cuales son:

- Mano de obra, tiempos muertos y mala calidad en los procesos
- Materia prima, mal uso de los recursos y desperdicio de las materias primas

5W1H Propuestas

Tabla 56: 5W1H CVNS

CALIDAD-CADENAS DE TRABAJO						
5W 1H	¿Qué?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?
	Eliminar tiempos muertos	Para aumentar la eficiencia en la ejecución del proceso	Supervisión	Corporativo de producción	Control de los procesos bajo supervisión continua	Sistematizar con tiempo y movimiento la línea de producción (nivel de complejidad alto)
	Eliminar la mala calidad en procesos y retrabamos	Los retrabamos son el principal factor de desperdicio y gasto	Calidad/ jefe de línea	Línea de producción	Controlar que los puntos críticos sean ejecutables en cada pieza según el procedimiento	Realizar capacitaciones periódicas
	Mal uso de las MP's	Los materiales se dejan a medio uso	Colaboradores de producción	Línea de producción	Chequeo y control de los insumos semanalmente	Tener control de los materiales en el inventario PEPS

PROCESO INTERNO

5W 1H

¿Qué?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?
Planeación errónea de la producción	No existe un centro sobre la producción	Gerente de producción/ jefe de línea	Corporativo de producción	Planeación semanal	Un plan maestro de producción
Control de necesidades e insumos	Para conocer las necesidades mínimas de insumos	Jefe de almacén	Almacén	Semanalmente con base al mar	Aplicación y control de pepas
Mal uso de los recursos	Se generan gastos extras y desperdicio de recursos	Jefe de almacén	Línea de producción	Semanalmente	Clasificación y medición de desperdicios
Desperdicio de las MP's	Los materiales se dejan a medio uso	Colaboradores de producción	Línea de producción	Chequeo y control de los insumos semanalmente	Tener control de los materiales en el inventario PEPS
Diseño de experimentos/ lean manufacturing	Para mejorar, optimizar y encontrar la manera de obtener la mayor rentabilidad	Jefe de línea/ desarrollo de ingeniería	Línea de producción	Semanalmente	Con el diseño de experimentos de, anjova y Taguchi

PROCESO INTERNO

**NOTA:** Este proceso está basado en el análisis 5W1H, surgió con base en las interrogantes de cómo ejecutar las propuestas de solución de nuestras dos áreas de interés, esta técnica nos da una estructura preliminar de cómo mejorarlas, como se muestra en la tabla 56.

Mejora

Enfoque de mano de obra/ calidad en los procesos y tiempos muertos  
Inicio de solución Mano de Obra

1. Medición de proceso, análisis de normalidad y capacidad de proceso.

Para la toma de tiempos y movimientos se generó un diagrama de proceso y se necesitó especificar claramente las áreas y procedimientos de la empresa.

**Diagrama de proceso**

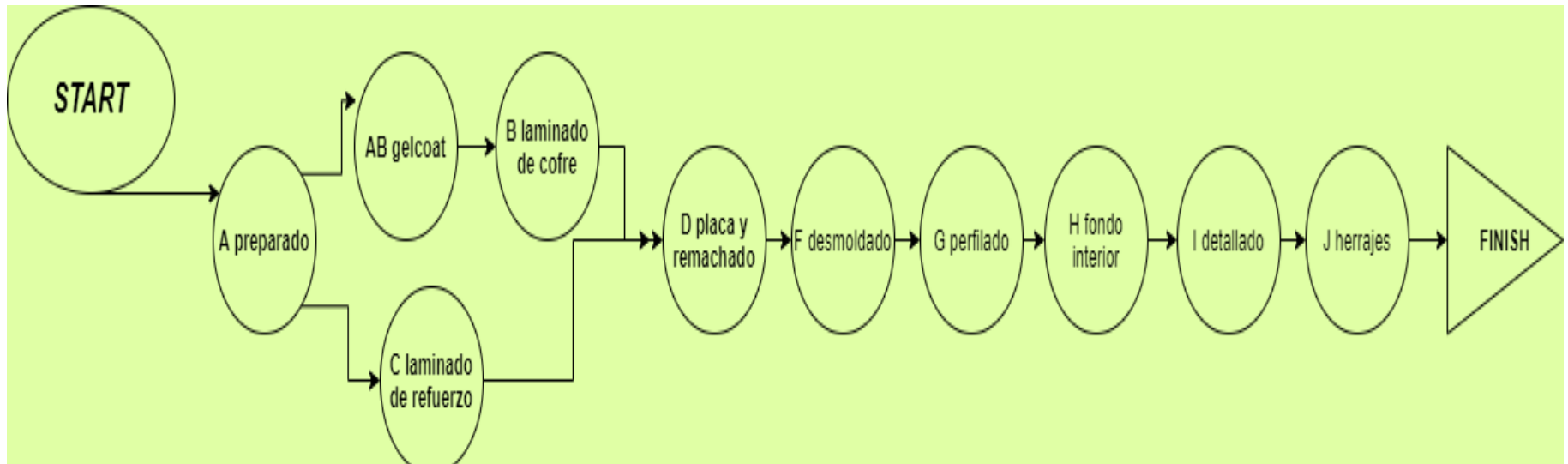
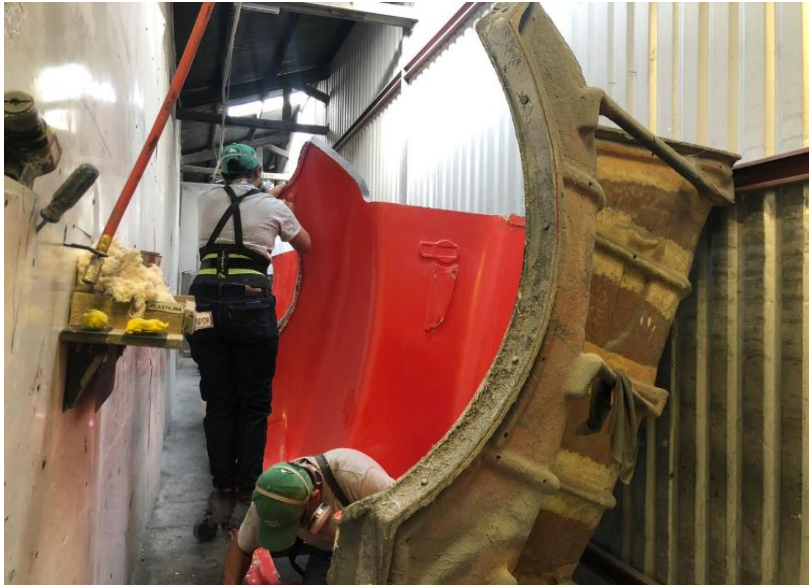


Figura 6: Diagrama de proceso

En el diagrama de proceso ya viene con nomenclatura las áreas, a las cuales ahora les daremos una breve descripción, como se muestra en la figura 6.

### ***Preparado de moldes y aplicación de gelcoat A/ AB***



Es considerada como la etapa más importante del proceso, la cual consiste en limpiar toda suciedad y quitar todo defecto como golpes, quebraduras, abolladuras, grietas, etc. Estas imperfecciones se reparan con plastilina industrial evitando así tener un re-trabajo en el siguiente proceso, como se muestra en la figura 7.

*Figura 7: preparado de moldes*



En la etapa de *gelcoat* se colocan dos capas de pintura industrial. La primera es la pintura exterior y es de color blanco, la segunda es de color negro y es el color de fondo de la pieza, como se muestra en la figura 8.

*Figura 8: Gelcoat exterior*

### **Laminado de refuerzos C**



Figura 9: laminado de refuerzos

Después de que el molde ya está completamente seco, se pasa a este siguiente proceso y aquí es donde se coloca la fibra de vidrio sobre todo el molde para poder fabricar la pieza, pero antes se tiene que aplicar una pasta automotriz que le permite a la pieza no presentar ningún defecto cuando se encuentre en calidad, esta pasta se coloca en espacios pequeños en

los cuales la fibra no pudo llegar. Después de colocar la pasta, ahora sí se coloca la fibra sobre todo el molde, la fibra tiene que estar cortada en tiras pequeñas y medianas para que sea más fácil pegarse y tomar forma. Véase en la figura 9.

La fibra se baña de resina y existe una técnica especial para poder aplicarla, primero se tiene que mojar completamente la fibra con una brocha, después con un rodillo de acero se aplica la técnica para eliminar burbujas de aire y bordos que podría llegar a tener la pieza, esta es el área de trabajo donde se hace la parte de laminado de refuerzos, como se muestra en la figura 9.

### **Laminado de cofres B**

Después de que el molde ya está completamente seco, se pasa a este siguiente proceso, se tiene que aplicar pasta automotriz la cual le permite a la pieza no presentar ningún defecto cuando se encuentre en calidad, esta pasta se coloca en espacios pequeños en los cuales la fibra no pudo llegar. Después de colocar la pasta, ahora se coloca manualmente la fibra de vidrio (*tipo emulsionada*) sobre todo el contorno del cofre, la fibra tiene que estar cortada en tiras pequeñas y medianas para que sea más fácil pegarse y tomar forma.



La fibra se baña de resina y existe una técnica especial para poder aplicarla, primero se tiene que mojar completamente la fibra con una brocha, finalmente cuando todo el contorno del molde está completo de fibra se utiliza una máquina industrial (Chopper) que dispara la tres tipos de material que a cierta distancia se mezclan (catalizador, resina, fibra *tipo robín* y aire), después con un rodillo de acero se aplica la técnica para eliminar burbujas de aire y bordos que podría llegar a

Figura 10: laminado de cofres

tener la pieza, esta es el área de trabajo

que CVNS utiliza para laminar los cofres, como se muestra en la figura 10.

### **Colocación de refuerzos D**



Figura 11: colocación de refuerzos

Los refuerzos son accesorios que lleva internamente el cofre, estas pueden ser salidas de aire, conductos para cables o mangueras, entre otros. No todos los refuerzos son iguales, cambian constantemente y eso depende del modelo de cofre, esto incluye la cantidad, forma y colocación. Cabe destacar que esta etapa es la más larga de todo el proceso, por el material que se utiliza, como el tiempo de curado que requiere el cofre para poder

pasar a la siguiente al siguiente proceso, como se muestra en la figura 11.



## **Desmolde F**



Figura 12: desmolde

Este proceso se puede considerar algunas veces como el más sencillo, ya que solo se basa en utilizar técnica y fuerza para poder sacar el cofre del molde, pero se tiene que ser muy cuidadoso al momento de aplicar esas técnicas ya que se hace manualmente y el molde tiende a ser aún muy frágil y eso podría provocar una quebradura en la pieza, como se muestra en la figura 12.

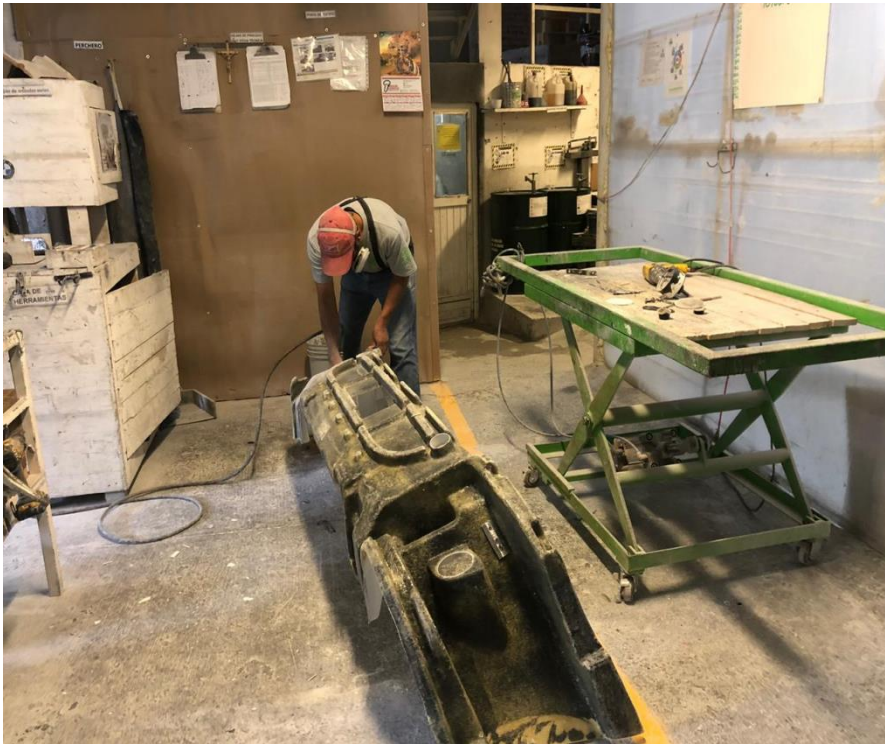
## **Perfilado G**



Figura 13: perfilado

Una vez desmoldado el cofre, en este proceso se quita todo excedente o restante de fibra de vidrio, generalmente solo se perfila el desbaste en periferia. Esta es el área de trabajo que CVNS utiliza para realizar el perfilado de cofres, como se muestra en la figura 13.

## **Colocación de placas D**



Se realizan todas las perforaciones que requiere el cofre ya sea así para colocar faros, placas, entre otros. También se coloca la tornillería y herrajes que marca la ficha técnica, como se muestra en la figura 14.

Figura 14: colocación de placas

## **Fondo interior H**



Con pintura negra automotriz se pinta todo el interior del cofre para cubrir la fibra de vidrio y las reparaciones que se le hayan hecho al refuerzo, esta es la forma en que CVNS coloca el fondo interior a la pieza, como se muestra en la figura 15.

Figura 15: fondo interior

## **Detallado I**



Figura 16: detallado

Se utiliza pasta automotriz para cubrir algún retrabajo del cofre y con pintura blanca automotriz se pinta todo el exterior para cubrir la pasta, como se muestra en la figura 16.

## **Liberación y Herraje J**



Figura 17: liberación y herrajes

Calidad entra en esta etapa, realiza una inspección de cero defectos, toma medidas y peso del cofre, también se coloca etiquetas que indican que el cofre esta liberado y se lleva al área de almacén.

En caso de que tenga defectos se regresa al área de detallado y se corrige el defecto que se detectó, como se muestra

en la figura 17.

En esta etapa ya se identificó un diagrama de proceso y se explicó las actividades que se deben de desarrollar en cada una, se sabe que dentro de estos procesos desde que se inicia hasta que se termina, cuentan con una hoja viajera (hoja de proceso) donde se describe la hora inicial y la hora final por cada área dando así los tiempos que tarda cada uno de los procesos de manera particular. Los tiempos se generaron con base unas hojas de proceso, donde se detalla la hora de inicio de y la hora de final de cada área de las cuales tomamos un total de 5 pruebas con las cuales sacamos varias medias estándar para identificar un mínimo y un máximo con la finalidad de generar números aleatorios que nos permitieron hacer las distintas pruebas de experimentación. Los movimientos se establecieron con base al procedimiento actual de cada área, el micro movimiento por ser una línea de producción artesanal tiene una alta variabilidad de ejecución ya que somos dependientes de la habilidad técnica de cada colaborador, como se muestra en la tabla 57.

Tabla 57: números aleatorios

<b>A preparado</b>	<b>Movimientos A</b>	<b>AB Gelcoat exterior</b>	<b>Movimientos AB</b>	<b>B Laminado de cofres</b>	<b>Movimientos B</b>	<b>C Laminado de refuerzo</b>
<b>18.36</b>	<b>7.00</b>	<b>7.47</b>	<b>4.00</b>	<b>38.52</b>	<b>10.00</b>	<b>24.12</b>
15.88	7.00	4.06	4.00	38.72	10.00	20.70
18.01	7.00	5.45	4.00	30.41	10.00	20.25
16.62	7.00	5.25	4.00	40.24	10.00	18.89
19.83	7.00	7.72	4.00	37.78	10.00	16.62
18.82	7.00	4.70	4.00	30.84	10.00	19.23
23.01	7.00	4.09	4.00	37.79	10.00	25.23
19.31	7.00	4.93	4.00	35.03	10.00	16.53
16.03	7.00	6.84	4.00	40.08	10.00	18.03
19.33	7.00	4.44	4.00	36.61	10.00	18.45
16.36	7.00	6.38	4.00	35.69	10.00	24.34
19.10	7.00	4.78	4.00	34.21	10.00	21.39
20.86	7.00	4.63	4.00	35.66	10.00	15.94
20.62	7.00	5.21	4.00	30.84	10.00	22.68
14.23	7.00	7.82	4.00	32.08	10.00	21.65

14.31	7.00	6.86	4.00	32.98	10.00	25.07
17.49	7.00	4.87	4.00	30.57	10.00	18.68
17.91	7.00	4.17	4.00	38.11	10.00	19.91
17.34	7.00	7.21	4.00	30.49	10.00	20.35
18.53	7.00	7.82	4.00	34.52	10.00	19.71
21.56	7.00	6.15	4.00	30.79	10.00	20.06
17.00	7.00	4.31	4.00	37.19	10.00	20.03
19.13	7.00	4.46	4.00	39.50	10.00	17.32
19.44	7.00	4.37	4.00	31.00	10.00	20.83
15.70	7.00	6.32	4.00	35.30	10.00	19.62
16.60	7.00	6.81	4.00	30.79	10.00	23.72
15.54	7.00	4.58	4.00	36.13	10.00	18.54
20.69	7.00	5.01	4.00	39.13	10.00	24.52
17.12	7.00	7.82	4.00	32.69	10.00	23.96
14.24	7.00	5.88	4.00	39.33	10.00	17.35

<b>Movimientos C</b>	<b>D Placa remachado</b>	<b>Movimientos D</b>	<b>F Desmoldado</b>	<b>Movimientos F</b>	<b>G Perfilado</b>	<b>Movimientos G</b>
8.00	62.38	10.00	6.96	2.00	29.04	4.00
8.00	80.30	10.00	5.79	2.00	31.59	4.00
8.00	41.30	10.00	8.64	2.00	34.34	4.00
8.00	31.45	10.00	12.98	2.00	29.85	4.00
8.00	30.97	10.00	9.73	2.00	32.50	4.00
8.00	46.38	10.00	5.29	2.00	28.79	4.00
8.00	44.12	10.00	6.21	2.00	26.41	4.00
8.00	65.18	10.00	8.98	2.00	23.43	4.00
8.00	76.28	10.00	14.36	2.00	20.47	4.00
8.00	62.08	10.00	6.43	2.00	31.31	4.00
8.00	37.85	10.00	14.18	2.00	32.06	4.00
8.00	45.57	10.00	12.51	2.00	23.55	4.00
8.00	64.11	10.00	9.83	2.00	34.42	4.00
8.00	73.21	10.00	9.78	2.00	25.80	4.00
8.00	37.17	10.00	12.48	2.00	33.07	4.00
8.00	64.34	10.00	8.58	2.00	31.73	4.00

8.00	46.22	10.00	8.75	2.00	26.56	4.00
8.00	37.98	10.00	8.06	2.00	27.20	4.00
8.00	63.18	10.00	11.61	2.00	23.47	4.00
8.00	58.37	10.00	10.57	2.00	25.74	4.00
8.00	32.48	10.00	7.11	2.00	27.71	4.00
8.00	36.66	10.00	11.62	2.00	29.03	4.00
8.00	76.35	10.00	5.69	2.00	25.54	4.00
8.00	86.05	10.00	5.48	2.00	32.49	4.00
8.00	67.15	10.00	8.19	2.00	20.15	4.00
8.00	69.39	10.00	5.14	2.00	30.32	4.00
8.00	69.46	10.00	10.31	2.00	29.28	4.00
8.00	35.21	10.00	9.59	2.00	30.79	4.00
8.00	48.98	10.00	10.42	2.00	24.21	4.00
8.00	60.10	10.00	10.08	2.00	25.44	4.00

<b>H</b>	<b>Movimientos h</b>	<b>I</b>	<b>Movimientos i</b>	<b>J</b>	<b>Movimientos j</b>
<b>fondo interior</b>		<b>Detallado</b>		<b>Herrajes</b>	

10.57	8.00	10.40	6.00	28.61	5.00
14.03	8.00	11.63	6.00	29.24	5.00
14.47	8.00	13.69	6.00	30.70	5.00
18.08	8.00	8.86	6.00	26.47	5.00
16.38	8.00	8.45	6.00	40.93	5.00
19.39	8.00	12.30	6.00	49.14	5.00
13.73	8.00	8.17	6.00	45.66	5.00
16.70	8.00	12.79	6.00	37.23	5.00
12.87	8.00	11.48	6.00	27.23	5.00
17.65	8.00	9.30	6.00	46.18	5.00
19.64	8.00	9.47	6.00	42.27	5.00
17.16	8.00	10.29	6.00	42.96	5.00
16.24	8.00	10.23	6.00	41.01	5.00
12.23	8.00	11.08	6.00	49.95	5.00
10.01	8.00	10.32	6.00	39.06	5.00
15.34	8.00	13.12	6.00	39.78	5.00

12.11	8.00	11.83	6.00	38.93	5.00
15.60	8.00	13.54	6.00	38.21	5.00
10.69	8.00	11.83	6.00	21.09	5.00
10.11	8.00	8.85	6.00	48.57	5.00
10.83	8.00	10.08	6.00	20.02	5.00
14.50	8.00	8.25	6.00	26.11	5.00
11.70	8.00	8.91	6.00	42.84	5.00
17.57	8.00	11.50	6.00	28.00	5.00
16.76	8.00	10.13	6.00	29.93	5.00
10.34	8.00	12.34	6.00	48.52	5.00
13.94	8.00	11.24	6.00	29.97	5.00
15.53	8.00	9.85	6.00	41.17	5.00
10.40	8.00	10.26	6.00	40.63	5.00
18.75	8.00	11.08	6.00	44.64	5.00

Total tiempo	Minutos de trabajo (mínimo sacar 5 cofres)	Promedios (5 cofres)
295.43	1590	<b>1430.23</b>
310.94	1590	<b>1499.87</b>
276.26	1590	<b>1496.99</b>
267.69	1590	<b>1443.85</b>
279.91	1590	<b>1423.91</b>
293.88	1590	<b>1492.85</b>
293.42	1590	
299.11	1590	
302.67	1590	
310.78	1590	
297.24	1590	
290.52	1590	
311.93	1590	
320.40	1590	
276.89	1590	
311.11	1590	
275.01	1590	
279.69	1590	
276.26	1590	
301.79	1590	
245.79	1590	
263.70	1590	
310.44	1590	

315.73	1590
288.25	1590
312.97	1590
297.99	1590
290.49	1590
285.49	1590
305.89	1590

**NOTA:** El tiempo está en minutos

Tabla 58: promedios

Promedios (5 cofres)	
	1430.23
	1499.87
	1496.99
	1443.85
	1423.91
	1492.85

**NOTA:** Esto quiere decir que en un día (1440 minutos) salen en promedio un total de 5 cofres, como se muestra en la tabla 58.

Ya después de haber establecido métricas respecto a los tiempos y los movimientos podemos comenzar a generar un diseño de experimentos que nos muestre un diagnostico estadístico real de la actualidad del proceso.

Diseño de experimentos (medición para la mejora)

Primero es importante detallar que para esto es necesario conocer los procesos, para mejorar esto es importante desarrollar un diagrama de proceso de la secuencia de producción con la idea de analizarlo y determinar que fases son las más importantes, significativas y cuál es la más problemática o la más significativa dentro del proceso.

**Tabla de factores de producción de COFRES (descripción del proceso)**

**NOTA:** Los niveles están en tiempo (minutos)

Tabla 59: factores de producción

Factores	Secuencia	Nivel 1 optimista	Nivel 2 estándar	Nivel 3 pesimista
Preparado/ gelcoat A-AB	A	18	23.55	32.3
	AB			



Laminado C	B	30.3	34.32	40.3
Laminado R	C	15.3	19.84	25.3
Placa remache	D	30	55.29	90
Desmoldado	F	5	10.96	15
Perfilado	G	20	29.25	35
Fondo interior	H	10	14.55	20
Detallado	I	40	54.86	70
Herraje	J	20	36.25	50

### Experimentación de Procesos

**NOTA:** Aquí se usaron los números aleatorios.

Ya teniendo los datos aleatorios podemos comenzar a experimentar con el proceso, pero primero antes de comenzar debemos generar unas hipótesis que nos permitan generar parámetros para nuestras diferentes pruebas. Las pruebas para el diseño de experimento serán las siguientes, el **análisis de la capacidad de cada proceso** es para determinar la oportunidad de mejora que existe en cada uno de ellos, la prueba de **serie de tiempos** es para observar de manera gráfica que tan frecuente es que el proceso sigue una línea establecida, para conocer los datos son normales o no, aplicaremos, una **prueba de normalidad**.

### Hipótesis a utilizar

#### Pruebas de normalidad

Tabla 60: hipótesis de normalidad

HO: hipótesis nula los datos tienen una distribución normal
H1: hipótesis alternativa los datos no tienen una distribución normal

## Prueba de capacidad de producción

Tabla 61: hipótesis de capacidad de producción

HO: $\alpha < 0.05$ el proceso no es capaz
H1: $\alpha > 0.05$ el proceso es capaz

## Prueba de serie de tiempos

Tabla 62: hipótesis de series de tiempos

HO: los datos tienen una frecuencia relativamente lineal
H1: los datos tienen una frecuencia relativamente no lineal

**NOTA:** Estas pruebas serán aplicadas a cada fase de producción y estas hipótesis serán las que den un sentido a las pruebas que se realizaron y se pueden observar en las tablas 60, 61 y 62.

### Prueba de serie de tiempos



Figura 18: series de tiempos A

Tenemos conocimiento de que los tiempos de producción son altamente variados por que se producen distintos productos con distintas métricas, entonces para definir que hipótesis tomar debemos conocer que límite inferior tenemos y que límite superior tenemos. Para preparado se sabe que tenemos tres tiempos distintos (tabla de factores de

producción) de ahí tomaremos los tiempos y con base a una observación se determinó que nuestra serie de tiempos se muestra que los datos tienen un comportamiento frecuentemente lineal por lo tanto **H1 se rechaza**. Como se muestra en la figura 18.

Para comprobar lo anteriormente dicho se generó una prueba de normalidad para universos paramétricos

Prueba de normalidad Preparado y Gelcoat A/AB

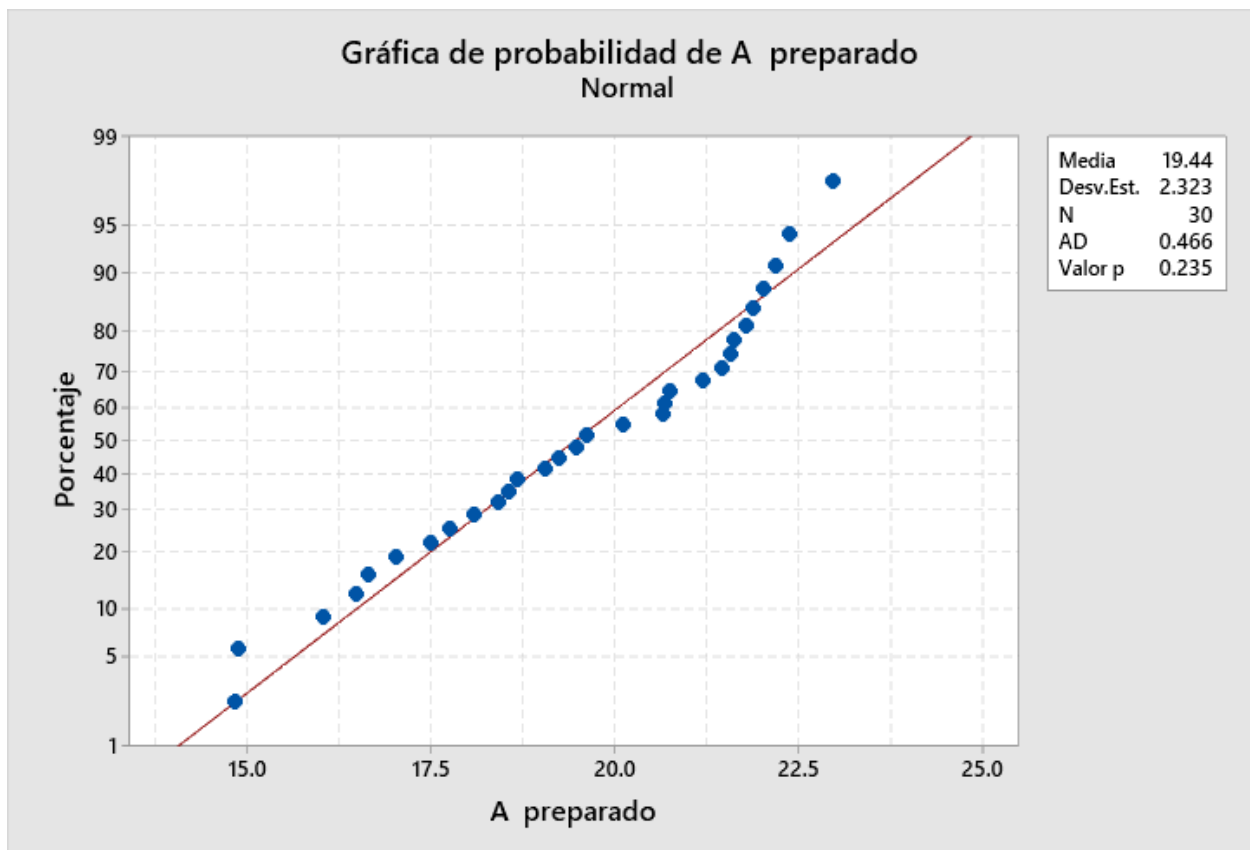


Figura 19: prueba de normalidad A/AB

En esta grafica de normalidad podemos ver la secuencia de tiempos y comprobar si los datos tienen una tendencia normal o no, en este caso para poderlo determinar se compara el valor **P value= 0.235** con nuestro **alfa de confianza= 0.05**, entre más cercano este el valor P al alfa (que nuestro valor P se acerque más al 0) quiere decir que no tienen un distribución normal pero si es más cercano al 1 el P value quiere decir que tiene una distribución normal y esto nos determina que, **P=0.235 es mayor que**

Alfa=0.05 el proceso de preparado si tiene capacidad de trabajar de la manera actual pero necesita una amplia mejora, por lo tanto H1 se rechaza. Como se muestra en la figura 19. Ya después de haber comprobado la normalidad de nuestras series de tiempos pasamos a medir la capacidad del proceso.

Prueba de capacidad de producción

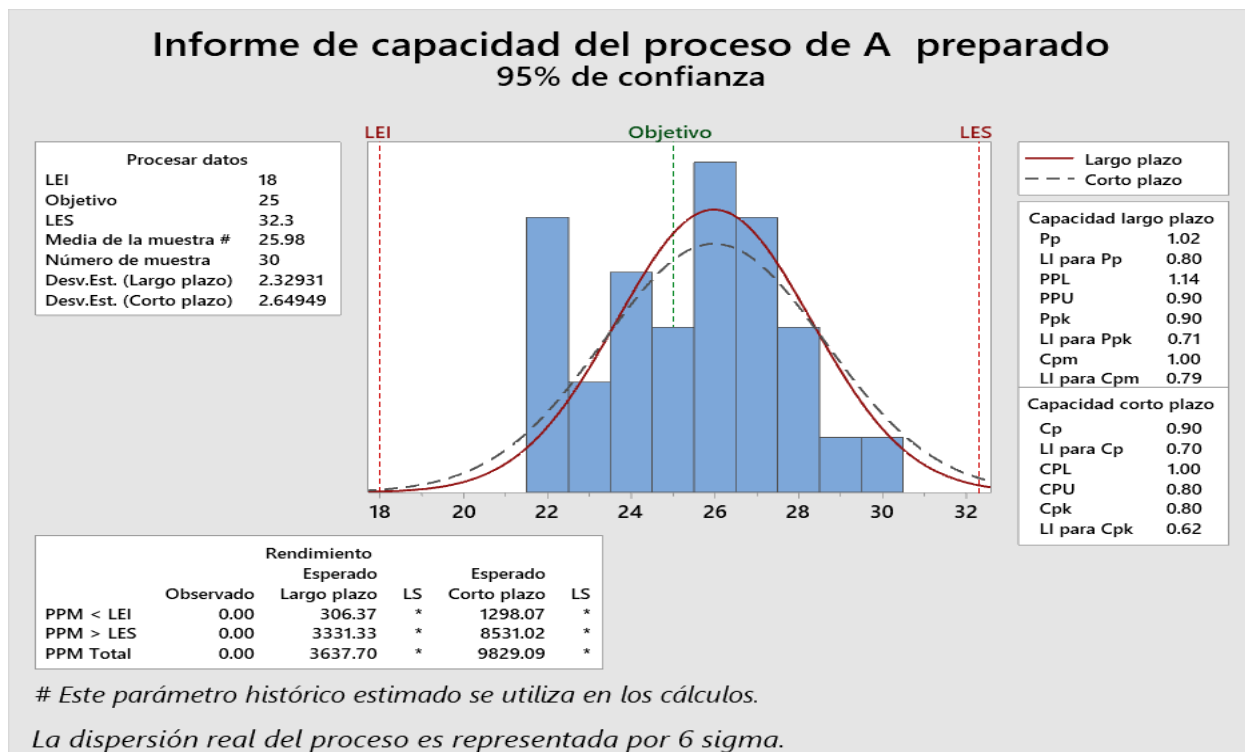


Figura 20: prueba de capacidad A/AB

Para esta prueba de Six Sigma debemos contemplar dos métricas, una a largo y otra a corto plazo donde los valores que nos interesan para corto plazo son Cp y Cpk y para largo plazo nos interesa Pp y Ppk y la diferencia entre uno y otro es como se determina la desviación estándar, en caso de largo plazo la desviación estándar que utiliza es de todos los datos y la de corto plazo utiliza los datos de todos los subgrupos, para corto plazo alcanzamos un potencial de 0.90 pero el valor Cpk es de 0.62 y este se le denomina la capacidad real del proceso y este parámetro si considera la media, a largo plazo nos determina un potencial de 1.02 y alcanzable real a 0.90, en este caso nos dan métricas de six sigma que denotaba área de oportunidad en el proceso y la meta para considerar que el proceso es altamente capaz es 1.33 (métrica ya establecida), como estamos debajo de este valor tenemos amplia oportunidad de mejora y se demuestra en la gráfica

con los valores fuera de límites y en aquellos lejanos de nuestra curva, el rendimiento aumentara en tratar de evitar la variación que se muestra en la gráfica, la media está muy cercana al objetivo esto es otro indicio de que la variación debe disminuir y esto se puede hacer con un proyecto de Green belt, pero a pesar de todo el proceso se muestra capaz por lo que **H1 se acepta**. Como se muestra en la figura 20.

Laminado de cofres

Prueba de serie de tiempos

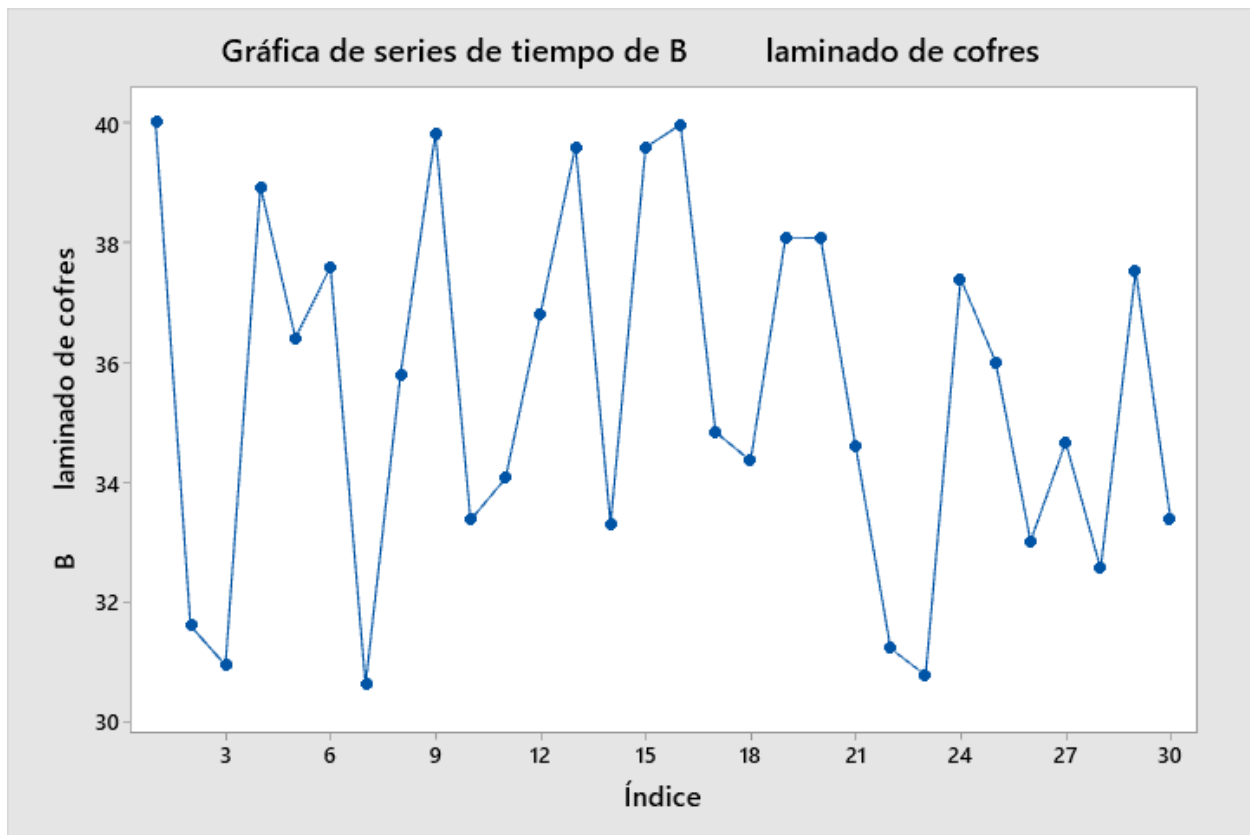


Figura 21: prueba de series de tiempo B

Tenemos conocimiento de que los tiempos de producción son altamente variados por que se producen distintos productos con distintas métricas, entonces para definir que hipótesis tomar debemos conocer que límite inferior tenemos y que límite superior tenemos. Para laminado de cofres se sabe que tenemos tres tiempos distintos (tabla de factores de producción) de ahí tomaremos los tiempos y con base a una observación se determinó que nuestra serie de tiempos se muestra que los datos tienen un

comportamiento frecuentemente lineal por lo tanto **H1 se rechaza**. Como se muestra en la figura 21. Para comprobar lo anteriormente dicho se generó una prueba de normalidad para universos paramétricos

Prueba de normalidad

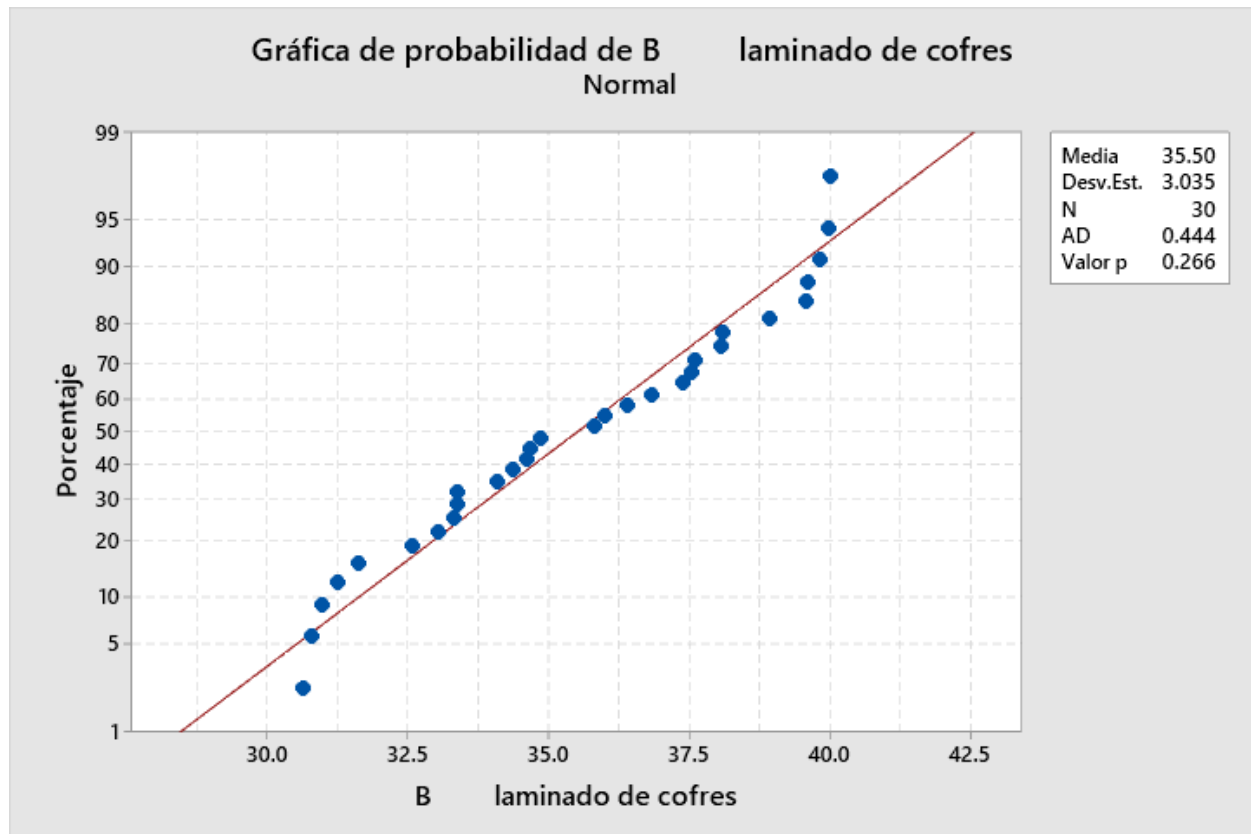


Figura 22: Prueba de normalidad B

En esta grafica de normalidad podemos ver la secuencia de tiempos y comprobar si los datos tienen una tendencia normal o no, en este caso para poderlo determinar se compara el valor **P value= 0.266** con nuestro **alfa de confianza= 0.05**, entre más cercano este el valor P al alfa (que nuestro valor P se acerque más al 0) quiere decir que no tienen un distribución normal pero si es más cercano al 1 el P value quiere decir que tiene una distribución normal y esto nos determina que, **P=0.266 es mayor que Alfa=0.05 el proceso de laminado de cofres si tiene capacidad de trabajar de la manera actual pero necesita una amplia mejora**, por lo tanto **H1 se rechaza**. Como se muestra en la figura 22.

Ya después de haber comprobado la normalidad de nuestras series de tiempos pasamos a medir la capacidad del proceso.

Prueba de capacidad de producción

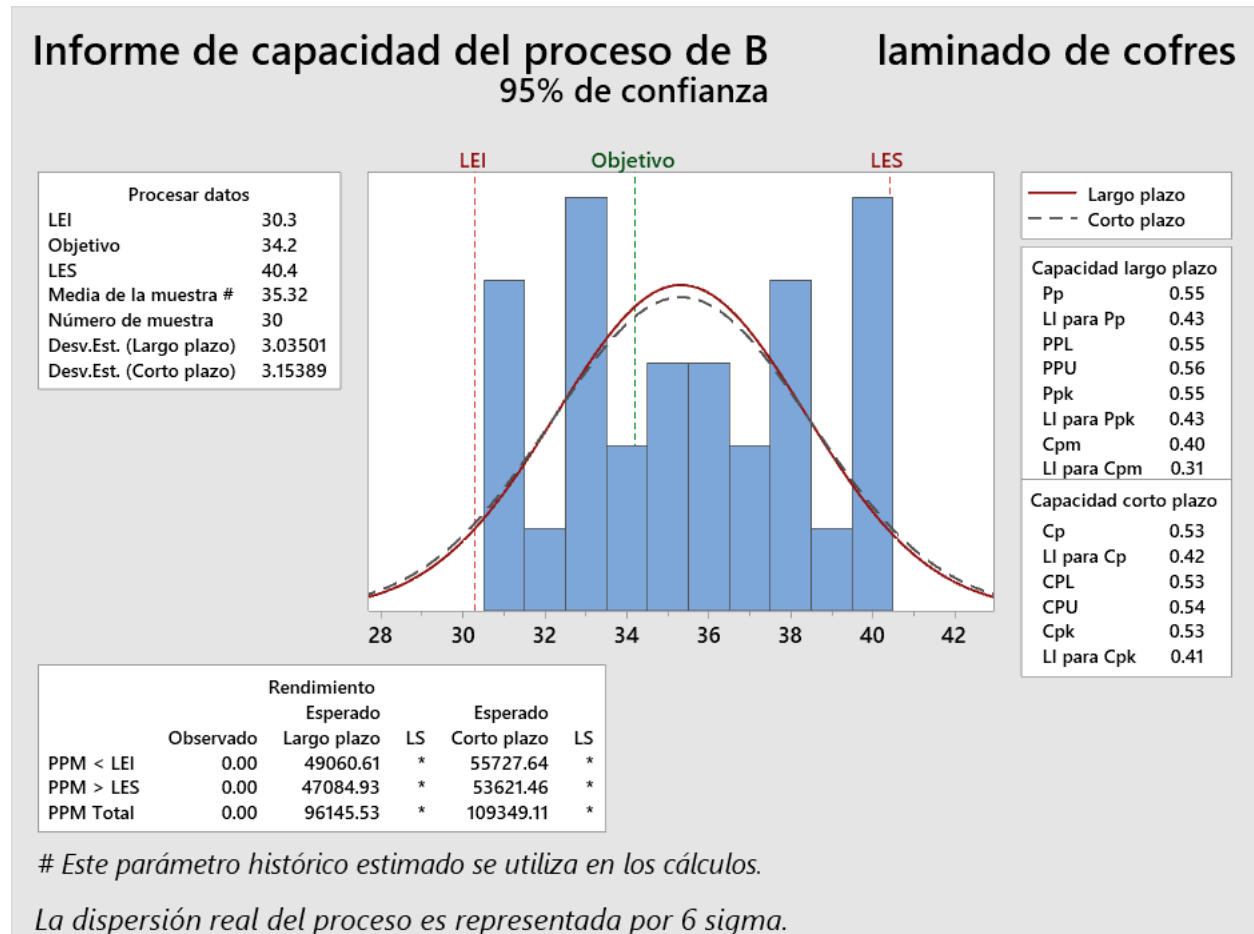


Figura 23: Prueba de capacidad B

Para esta prueba de Six Sigma debemos contemplar dos métricas, una a largo y otra a corto plazo donde los valores que nos interesan para corto plazo son Cp y Cpk y para largo plazo nos interesa Pp y Ppk y la diferencia entre uno y otro es como se determina la desviación estándar, en caso de largo plazo la desviación estándar que utiliza es de todos los datos y la de corto plazo utiliza los datos de todos los subgrupos, para corto plazo alcanzamos un potencial de 0.53 pero el valor Cpk es de 0.53 y este se le denomina la capacidad real del proceso y este parámetro si considera la media, a largo plazo nos determina un potencial de 0.55 y alcanzable real a 0.40, en este caso nos dan métricas de six sigma que denotaba área de oportunidad en el proceso y la meta para considerar que el proceso es altamente capaz es 1.33 (métrica ya establecida), como estamos

debajo de este valor tenemos amplia oportunidad de mejora y se demuestra en la gráfica con los valores fuera de límites y en aquellos lejanos de nuestra curva, el rendimiento aumentara en tratar de evitar la variación que se muestra en la gráfica, la media está muy cercana al objetivo esto es otro indicio de que la variación debe disminuir y esto se puede hacer con un proyecto de Green belt, pero a pesar de todo el proceso se muestra capaz por lo que **H1 se acepta**, como se muestra en la figura 23.

### Laminado de refuerzos

### Prueba de serie de tiempos

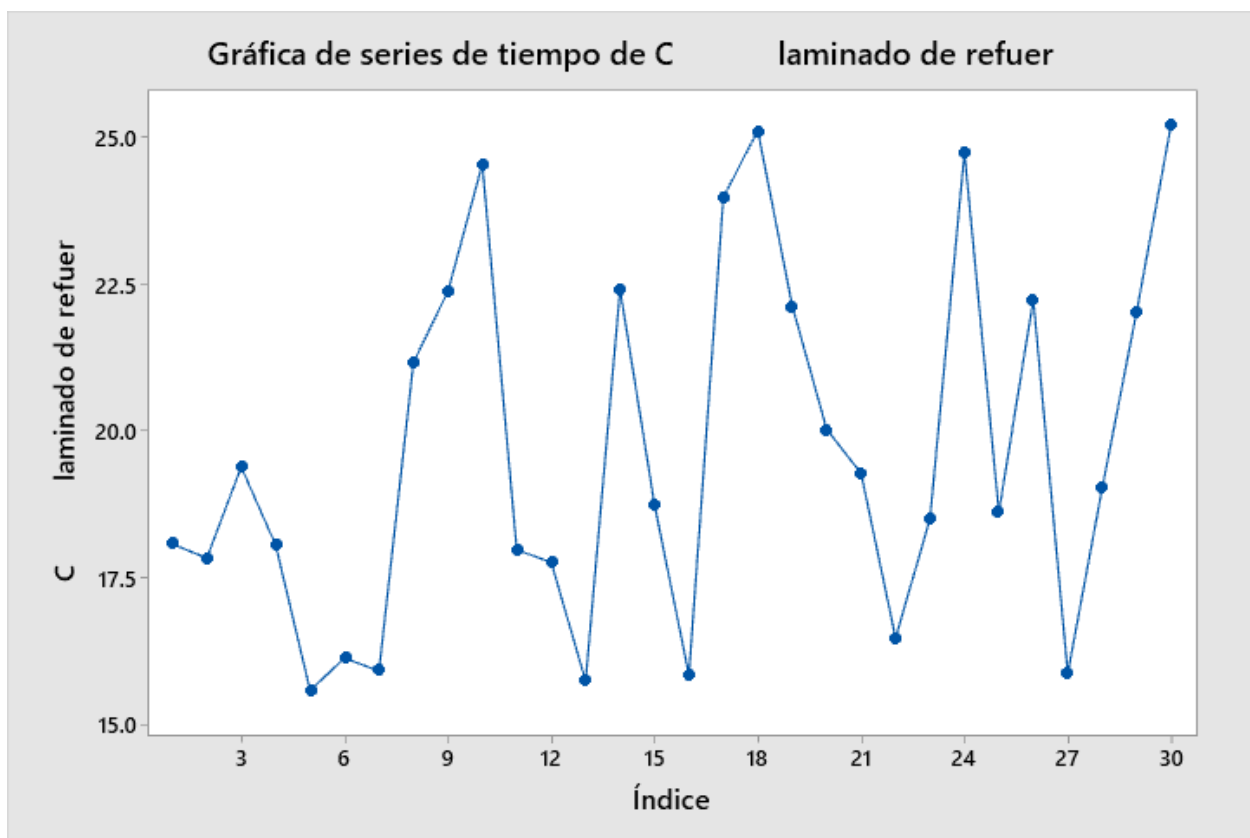


Figura 24: series de tiempos C

Tenemos conocimiento de que los tiempos de producción son altamente variados por que se producen distintos productos con distintas métricas, entonces para definir que hipótesis tomar debemos conocer que límite inferior tenemos y que límite superior tenemos. Para laminado de cofres se sabe que tenemos tres tiempos distintos (tabla de factores de producción) de ahí tomaremos los tiempos y con base a una observación se determinó que nuestra serie de tiempos se muestra que los datos tienen un



comportamiento de distribución no normal por lo tanto **H1 se acepta**, como se muestra en la figura 24. Para comprobar lo anteriormente dicho se generó una prueba de normalidad para universos paramétricos.

### Prueba de normalidad

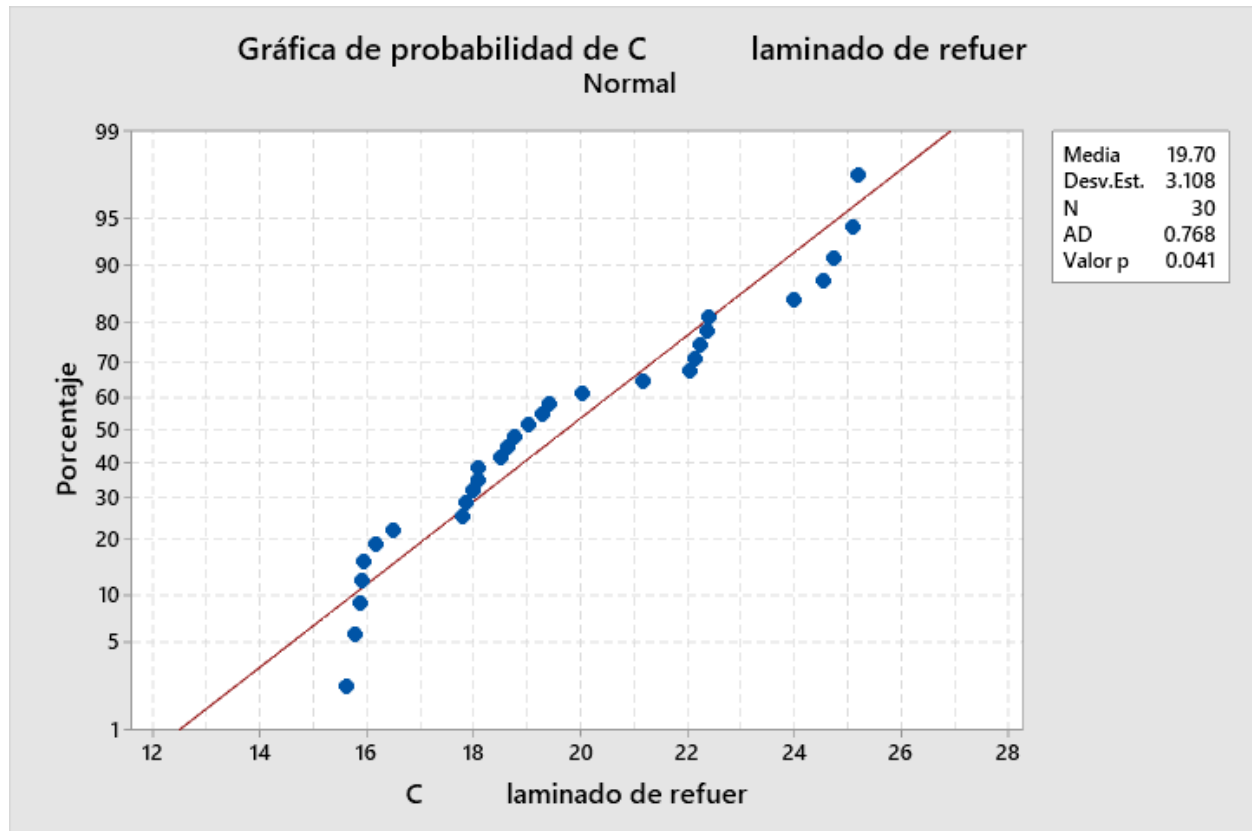


Figura 25: Prueba de normalidad C

En esta grafica de normalidad podemos ver la secuencia de tiempos y comprobar si los datos tienen una tendencia normal o no, en este caso para poderlo determinar se compara el valor **P value= 0.041** con nuestro **alfa de confianza= 0.05**, entre más cercano este el valor P al alfa (que nuestro valor P se acerque más al 0) quiere decir que no tienen un distribución normal pero si es más cercano al 1 el P value quiere decir que tiene una distribución normal y esto nos determina que, **P=0.041 es menor que Alfa=0.05**, el proceso de laminado de refuerzos no tiene normalidad a la hora de ejecutar su proceso necesita una amplia mejora, por lo tanto **H1 se acepta**. Como se muestra en la figura 25.

Ya después de haber comprobado la normalidad de nuestras series de tiempos pasamos a medir la capacidad del proceso.

Prueba de capacidad de producción

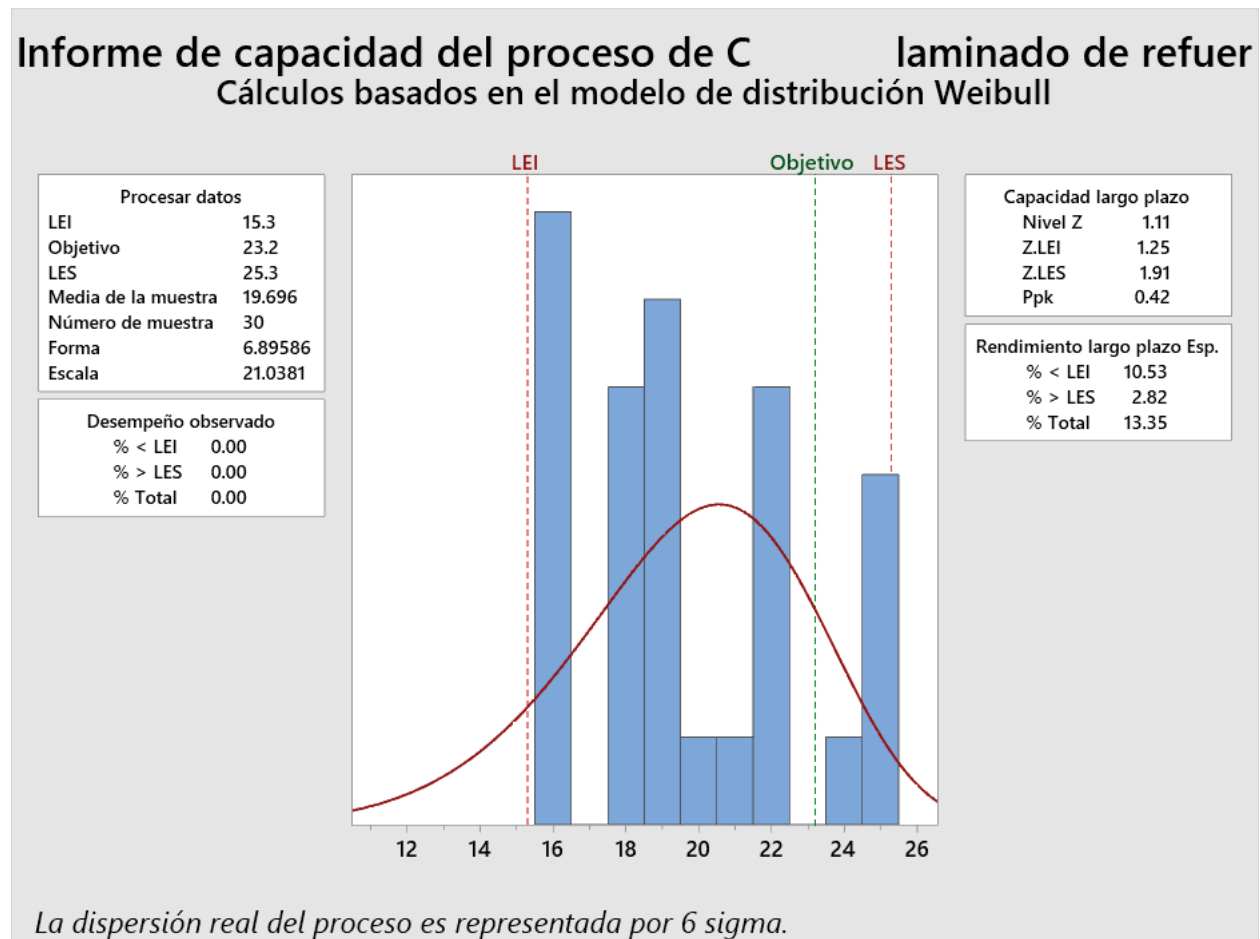


Figura 26: Prueba de capacidad C

Para esta prueba de Six Sigma debemos contemplar una métrica, capacidad a largo plazo, la meta para considerar que el proceso es altamente capaz es 1.33 (métrica ya establecida), aquí el valor que nos dará un parámetro para evaluarlo es el Ppk que tiene un valor de 0.42, como estamos debajo de este valor tenemos amplia oportunidad de mejora y se demuestra en la gráfica con los valores fuera de límites y en aquellos lejanos de nuestra curva, el rendimiento aumentara en tratar de evitar la variación que se muestra en la gráfica que es muy alta, la media está relativamente dispersa al objetivo esto es otro indicio de que la variación debe disminuir, mas aparte debemos proponer métricas para el control de esa variación de manera urgente y comenzar a tener una distribución

normal y esto se puede hacer con un proyecto de Green belt, pero a pesar de todo el proceso se muestra capaz por lo que **H1 se acepta**. Como se muestra en la figura 26.

Placa, remache y reforzado

Prueba de serie de tiempos

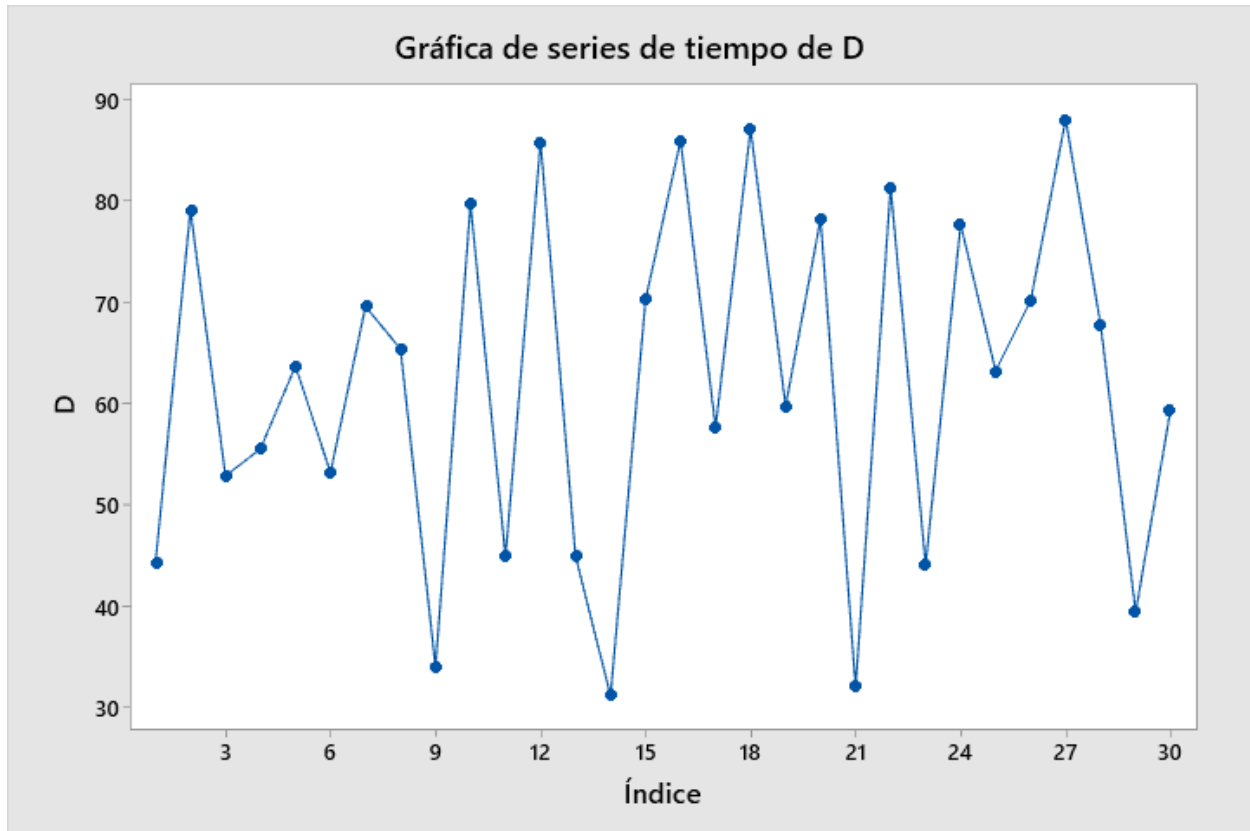


Figura 27: Serie de tiempos D

Tenemos conocimiento de que los tiempos de producción son altamente variados por que se producen distintos productos con distintas métricas, entonces para definir que hipótesis tomar debemos conocer que límite inferior tenemos y que límite superior tenemos. Para preparado se sabe que tenemos tres tiempos distintos (tabla de factores de producción) de ahí tomaremos los tiempos y con base a una observación se determinó que nuestra serie de tiempos se muestra que los datos tienen un comportamiento frecuentemente lineal por lo tanto **H1 se rechaza**, como se muestra en la figura 27.

Para comprobar lo anteriormente dicho se generó una prueba de normalidad para universos paramétricos.

## Prueba de normalidad

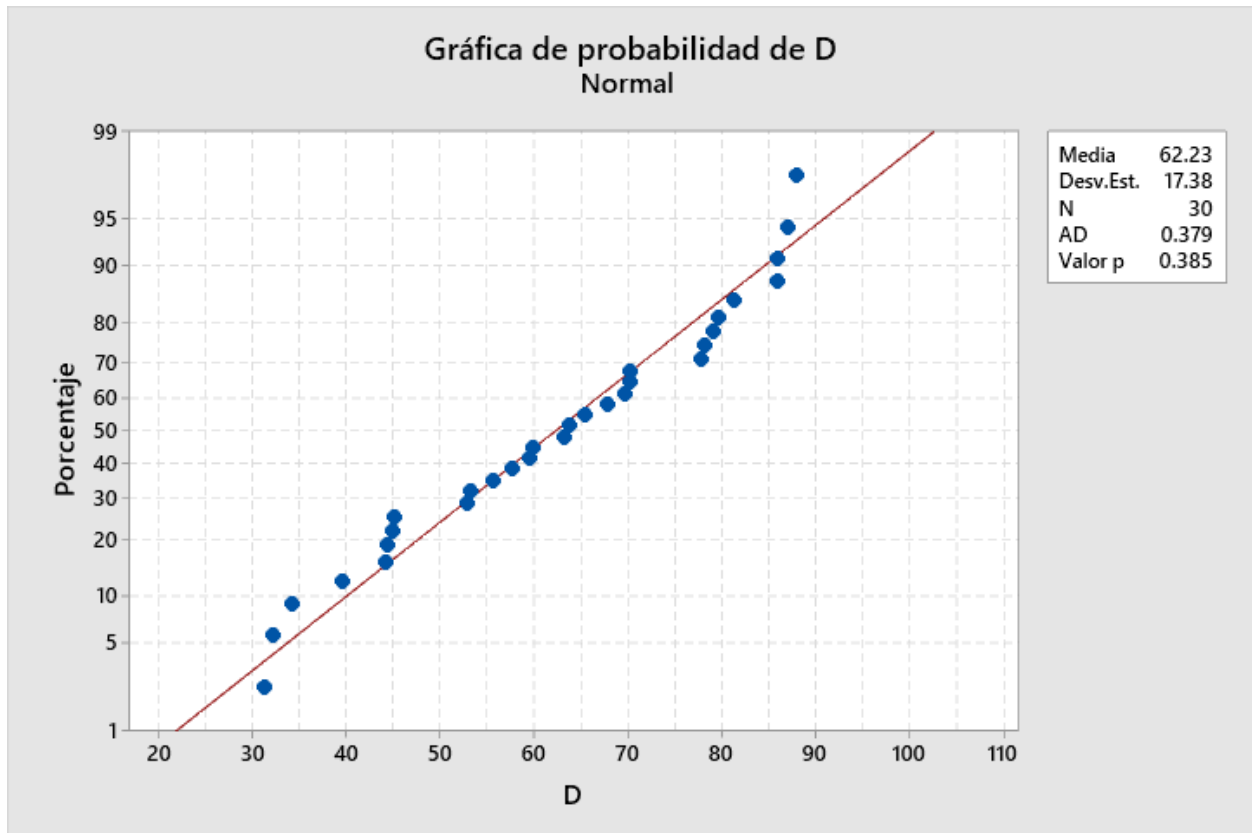


Figura 28: prueba de normalidad D

En esta grafica de normalidad podemos ver la secuencia de tiempos y comprobar si los datos tienen una tendencia normal o no, en este caso para poderlo determinar se compara el valor **P value= 0.385** con nuestro **alfa de confianza= 0.05**, entre más cercano este el valor P al alfa (que nuestro valor P se acerque más al 0) quiere decir que no tienen una distribución normal pero si es más cercano al 1 el P value quiere decir que tiene una distribución normal y esto nos determina que, **P=0.385 es mayor que Alfa=0.05 el proceso de placa, remachado y refuerzo si tiene capacidad de trabajar de la manera actual pero necesita una amplia mejora**, por lo tanto **H1 se rechaza**, como se muestra en la figura 28. Ya después de haber comprobado la normalidad de nuestras series de tiempos pasamos a medir la capacidad del proceso.

Prueba de capacidad de producción

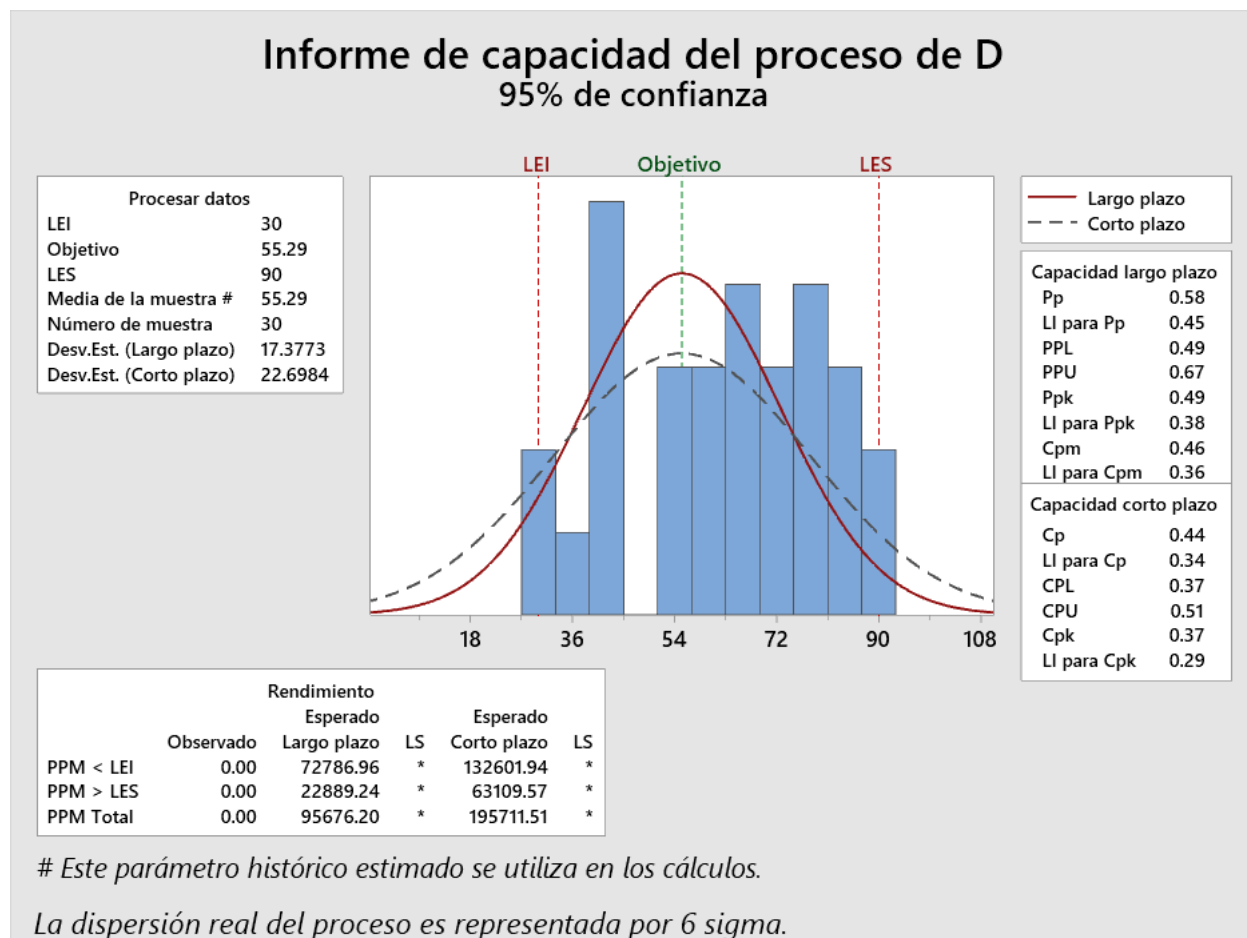


Figura 29: Prueba de capacidad D

Para esta prueba de Six Sigma debemos contemplar dos métricas, una a largo y otra a corto plazo donde los valores que nos interesan para corto plazo son Cp y Cpk y para largo plazo nos interesa Pp y Ppk y la diferencia entre uno y otro es como se determina la desviación estándar, en caso de largo plazo la desviación estándar que utiliza es de todos los datos y la de corto plazo utiliza los datos de todos los subgrupos, para corto plazo alcanzamos un potencial de 0.44 pero el valor Cpk es de 0.37 y este se le denomina la capacidad real del proceso y este parámetro si considera la media, a largo plazo nos determina un potencial de .58 y alcanzable real a 0.46, en este caso nos dan métricas de six sigma que denotaba área de oportunidad en el proceso y la meta para considerar que el proceso es altamente capaz es 1.33 (métrica ya establecida), como estamos debajo de este valor tenemos amplia oportunidad de mejora y se demuestra en la gráfica con los valores fuera de límites y en aquellos lejanos de nuestra curva, el rendimiento

aumentara en tratar de evitar la variación que se muestra en la gráfica, la media está muy cercana al objetivo esto es otro indicio de que la variación debe disminuir y esto se puede hacer con un proyecto de Green belt, pero a pesar de todo el proceso se muestra capaz por lo que **H1 se acepta**, como se muestra en la figura 29.

### Desmoldado

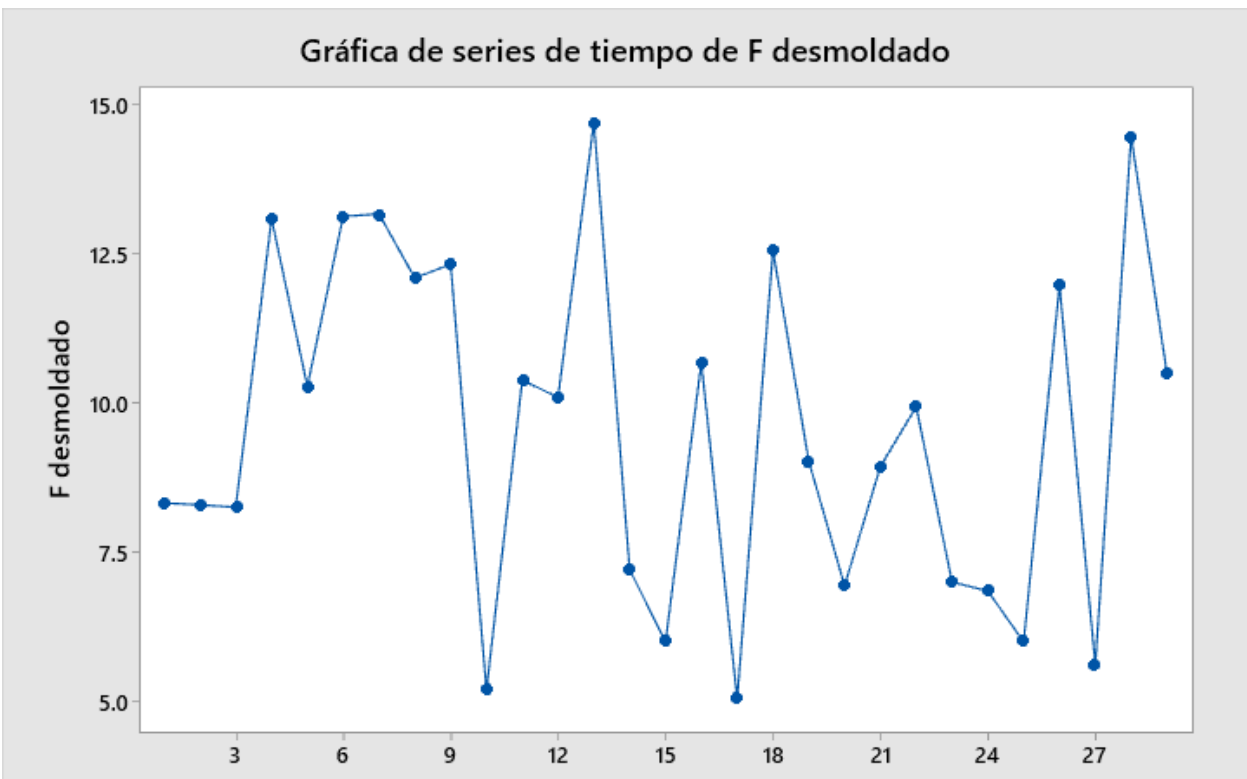


Figura 30: Prueba de serie de tiempos F

Tenemos conocimiento de que los tiempos de producción son altamente variados por que se producen distintos productos con distintas métricas, entonces para definir que hipótesis tomar debemos conocer que límite inferior tenemos y que límite superior tenemos. Para preparado se sabe que tenemos tres tiempos distintos (tabla de factores de producción) de ahí tomaremos los tiempos y con base a una observación se determinó que nuestra serie de tiempos se muestra que los datos tienen un comportamiento frecuentemente lineal por lo tanto **H1 se rechaza**, como se muestra en la figura 30.

Para comprobar lo anteriormente dicho se generó una prueba de normalidad para universos paramétricos.

## Prueba de normalidad

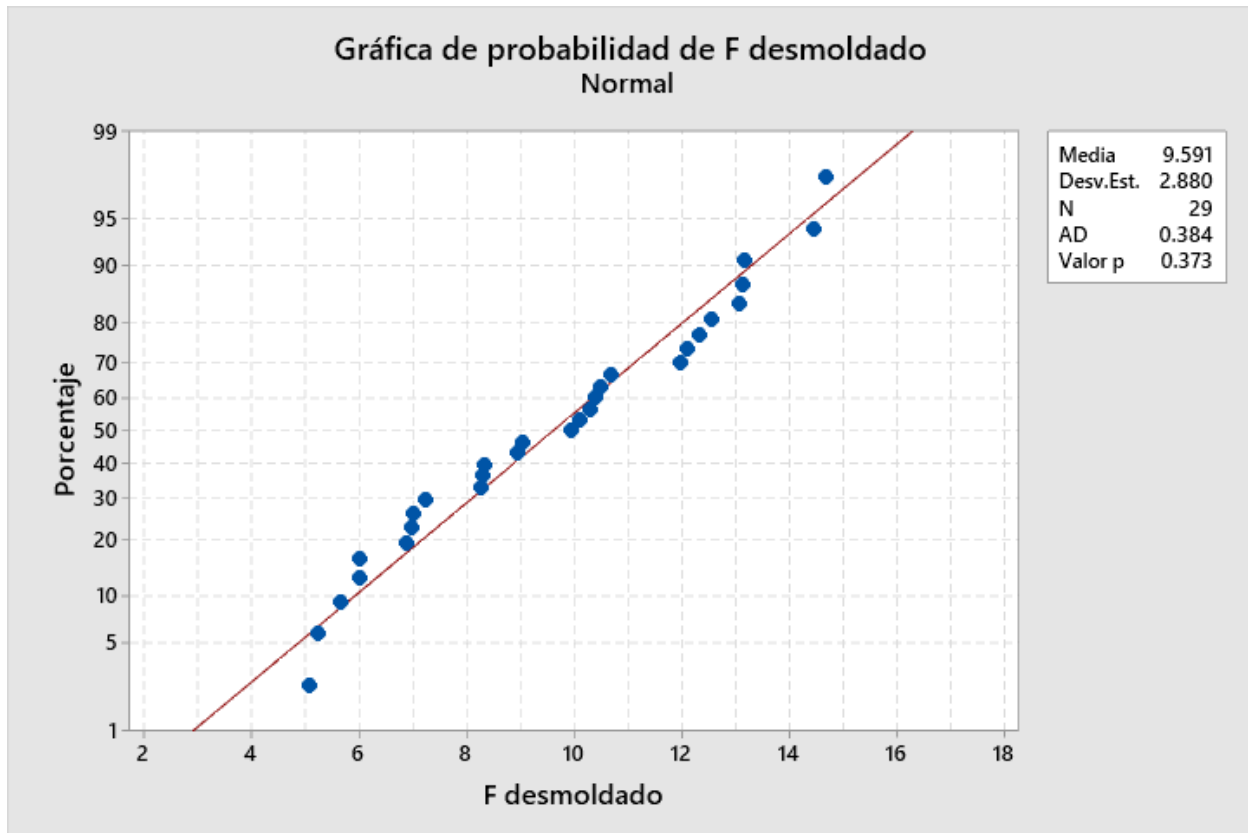


Figura 31: Prueba de normalidad F

En esta grafica de normalidad podemos ver la secuencia de tiempos y comprobar si los datos tienen una tendencia normal o no, en este caso para poderlo determinar se compara el valor **P value= 0.373** con nuestro **alfa de confianza= 0.05**, entre más cercano este el valor P al alfa (que nuestro valor P se acerque más al 0) quiere decir que no tienen un distribución normal pero si es más cercano al 1 el P value quiere decir que tiene una distribución normal y esto nos determina que, **P=0.373 es mayor que Alfa=0.05 el proceso de desmoldado si tiene capacidad de trabajar de la manera actual pero necesita una amplia mejora**, por lo tanto **H1 se rechaza**, como se muestra en la figura 31.

Ya después de haber comprobado la normalidad de nuestras series de tiempos pasamos a medir la capacidad del proceso.

## Prueba de capacidad de producción

Para esta prueba de Six Sigma debemos contemplar dos métricas, una a largo y otra a

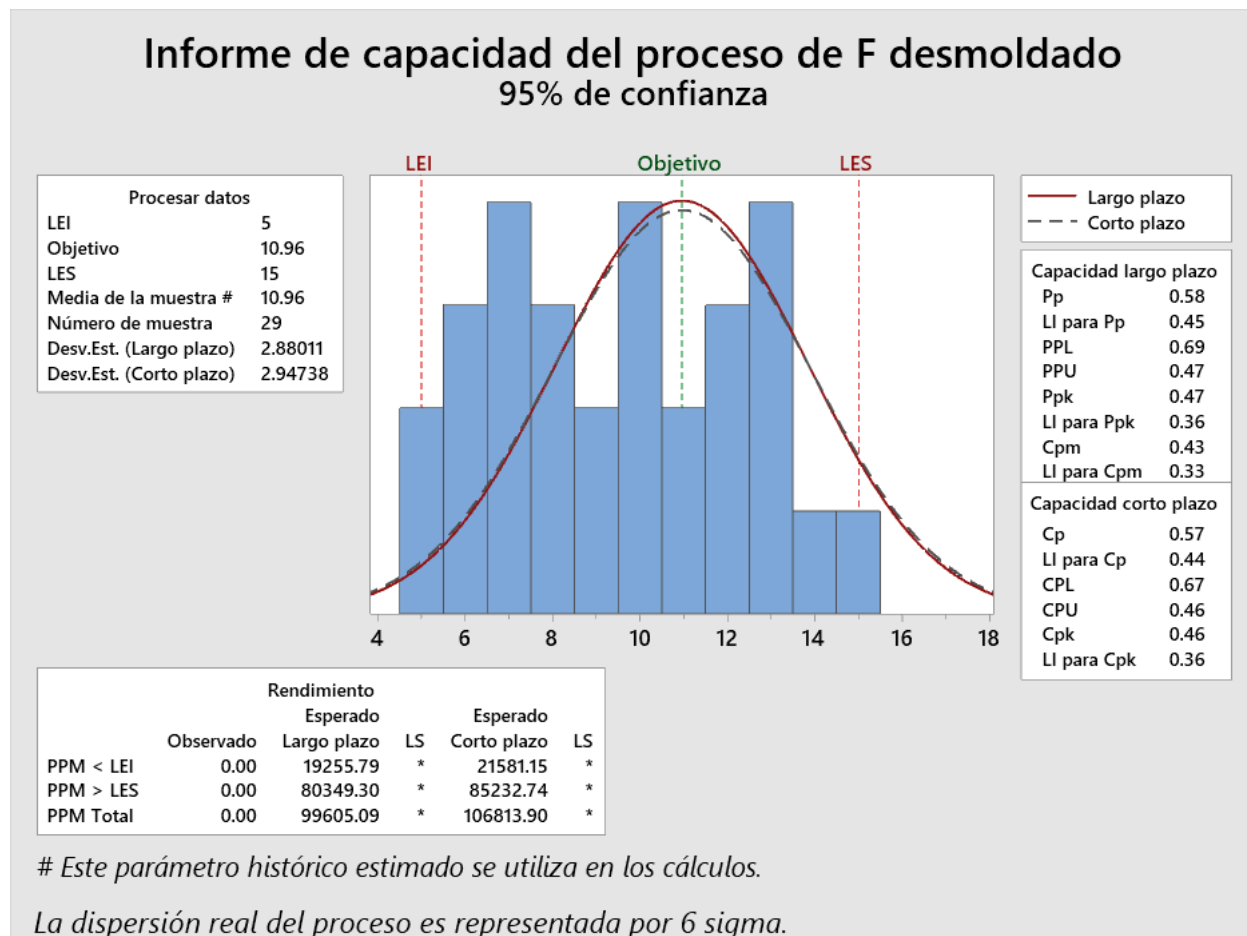


Figura 32: Prueba de capacidad F

corto plazo donde los valores que nos interesan para corto plazo son Cp y Cpk y para largo plazo nos interesa Pp y Ppk y la diferencia entre uno y otro es como se determina la desviación estándar, en caso de largo plazo la desviación estándar que utiliza es de todos los datos y la de corto plazo utiliza los datos de todos los subgrupos, para corto plazo alcanzamos un potencial de 0.57 pero el valor Cpk es de 0.46 y este se le denomina la capacidad real del proceso y este parámetro si considera la media, a largo plazo nos determina un potencial de .43 y alcanzable real a 0.58, en este caso nos dan métricas de six sigma que denotaba área de oportunidad en el proceso y la meta para considerar que el proceso es altamente capaz es 1.33 (métrica ya establecida), como estamos debajo de este valor tenemos amplia oportunidad de mejora y se demuestra en la gráfica con los valores fuera de límites y en aquellos lejanos de nuestra curva, el rendimiento aumentara en tratar de evitar la variación que se muestra en la gráfica, la media está



muy cercana al objetivo esto es otro indicio de que la variación debe disminuir y esto se puede hacer con un proyecto de Green belt, pero a pesar de todo el proceso se muestra capaz por lo que **H1 se acepta**, como se muestra en la figura 32.

### Perfilado

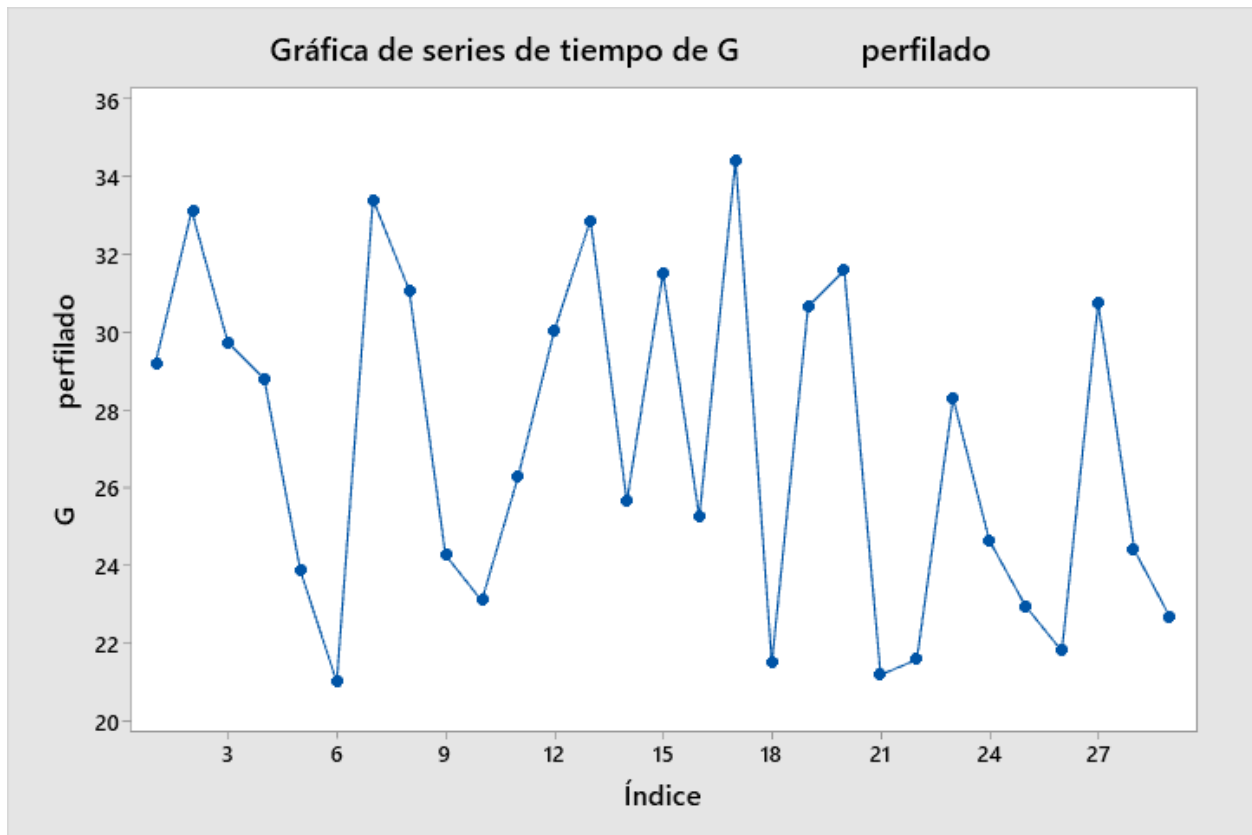


Figura 33: Prueba de serie de tiempos G

Tenemos conocimiento de que los tiempos de producción son altamente variados por que se producen distintos productos con distintas métricas, entonces para definir que hipótesis tomar debemos conocer que límite inferior tenemos y que límite superior tenemos. Para preparado se sabe que tenemos tres tiempos distintos (tabla de factores de producción) de ahí tomaremos los tiempos y con base a una observación se determinó que nuestra serie de tiempos se muestra que los datos tienen un comportamiento frecuentemente lineal por lo tanto **H1 se rechaza**, como se muestra en la figura 33.

Para comprobar lo anteriormente dicho se generó una prueba de normalidad para universos paramétricos.

## Prueba de normalidad

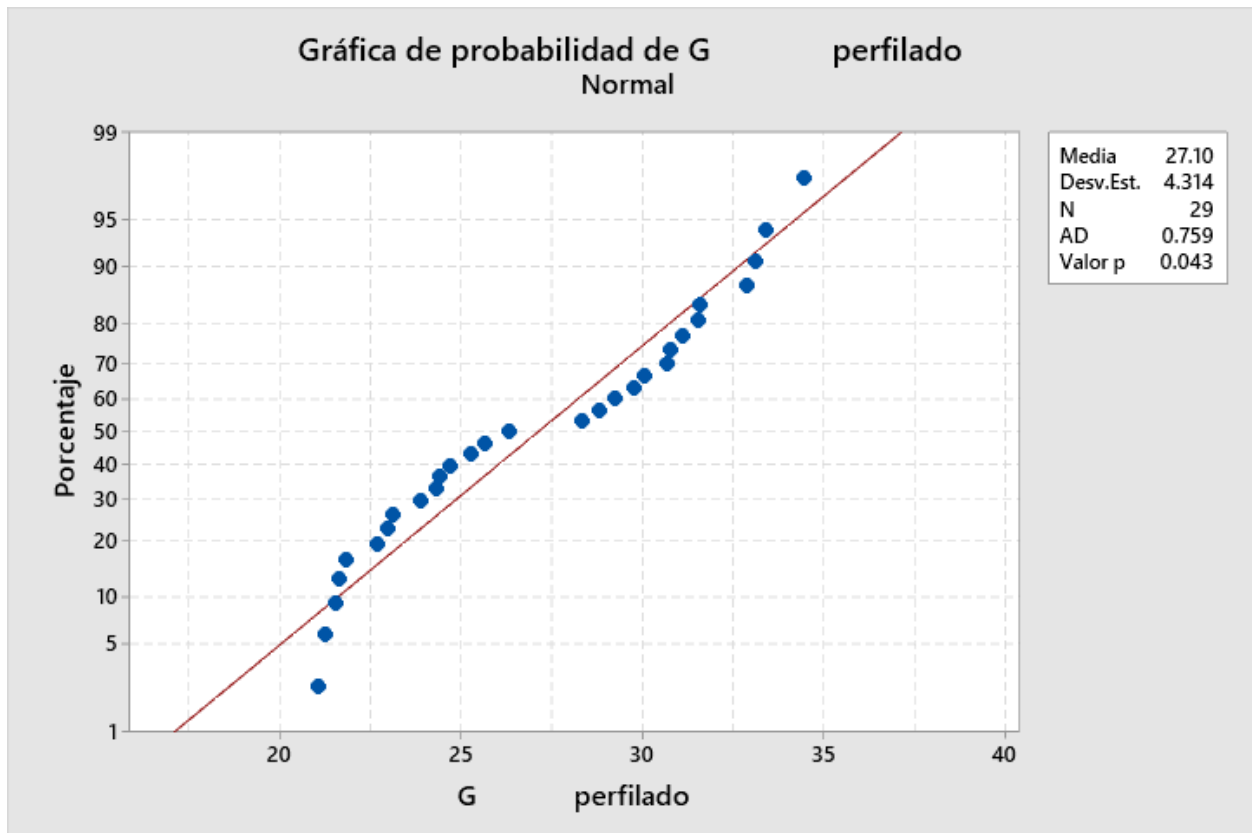


Figura 34: prueba de normalidad G

En esta grafica de normalidad podemos ver la secuencia de tiempos y comprobar si los datos tienen una tendencia normal o no, en este caso para poderlo determinar se compara el valor **P value= 0.043** con nuestro **alfa de confianza= 0.05**, entre más cercano este el valor P al alfa (que nuestro valor P se acerque más al 0) quiere decir que no tienen una distribución normal pero si es más cercano al 1 el P value quiere decir que tiene una distribución normal y esto nos determina que, **P=0.043 es menor que Alfa=0.05, el proceso de perfilado no tiene normalidad a la hora de ejecutar su proceso necesita una amplia mejora, por lo tanto H1 se acepta**, como se muestra en la figura 34.

Ya después de haber comprobado la normalidad de nuestras series de tiempos pasamos a medir la capacidad del proceso.

Prueba de capacidad de producción

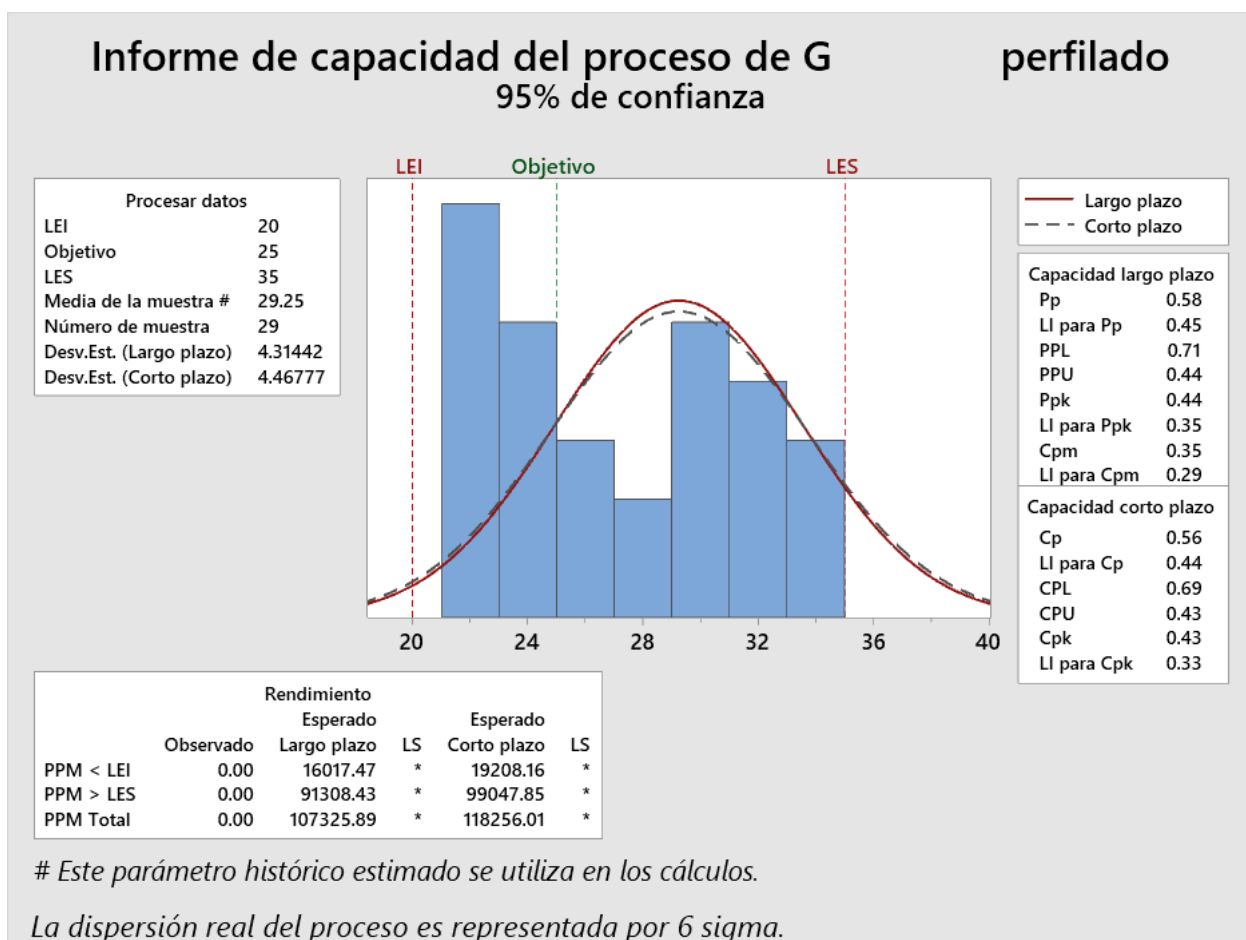


Figura 35: prueba de capacidad G

Para esta prueba de Six Sigma debemos contemplar dos métricas, una a largo y otra a corto plazo donde los valores que nos interesan para corto plazo son Cp y Cpk y para largo plazo nos interesa Pp y Ppk y la diferencia entre uno y otro es como se determina la desviación estándar, en caso de largo plazo la desviación estándar que utiliza es de todos los datos y la de corto plazo utiliza los datos de todos los subgrupos, para corto plazo alcanzamos un potencial de 0.56 pero el valor Cpk es de 0.43 y este se le denomina la capacidad real del proceso y este parámetro si considera la media, a largo plazo nos determina un potencial de .58 y alcanzable real a 0.44, en este caso nos dan métricas de six sigma que denotaba área de oportunidad en el proceso y la meta para considerar que el proceso es altamente capaz es 1.33 (métrica ya establecida), como estamos debajo de este valor tenemos amplia oportunidad de mejora y se demuestra en la gráfica con los valores fuera de límites y en aquellos lejanos de nuestra curva, el rendimiento

aumentara en tratar de evitar la variación que se muestra en la gráfica, la media está muy cercana al objetivo esto es otro indicio de que la variación debe disminuir y esto se puede hacer con un proyecto de Green belt, pero a pesar de todo el proceso se muestra capaz por lo que **H1 se acepta**, como se muestra en la figura 35.

Fondo interior

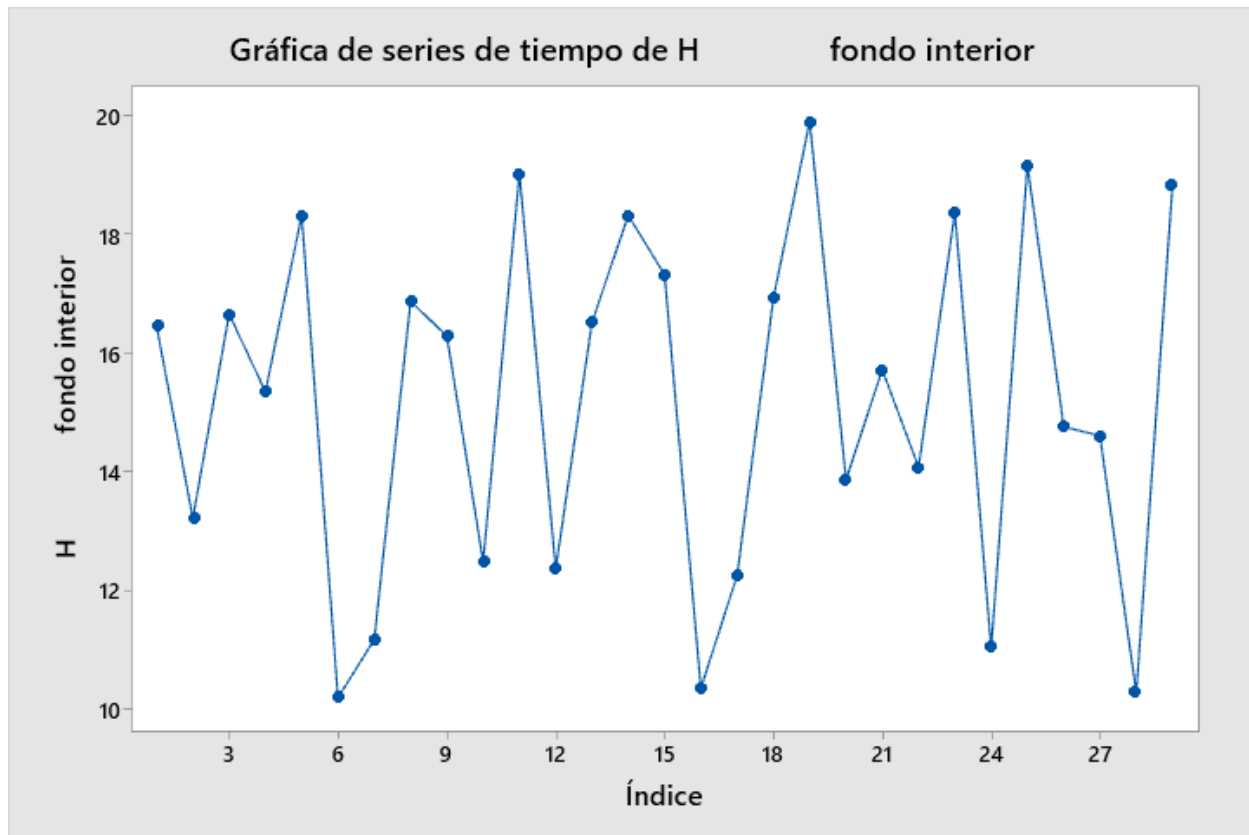


Figura 36: prueba de series de tiempos H

Tenemos conocimiento de que los tiempos de producción son altamente variados por que se producen distintos productos con distintas métricas, entonces para definir que hipótesis tomar debemos conocer que límite inferior tenemos y que límite superior tenemos. Para preparado se sabe que tenemos tres tiempos distintos (tabla de factores de producción) de ahí tomaremos los tiempos y con base a una observación se determinó que nuestra serie de tiempos se muestra que los datos tienen un comportamiento frecuentemente lineal por lo tanto **H1 se rechaza**, como se muestra en la figura 36.

Para comprobar lo anteriormente dicho se generó una prueba de normalidad para universos paramétricos.

### Prueba de normalidad

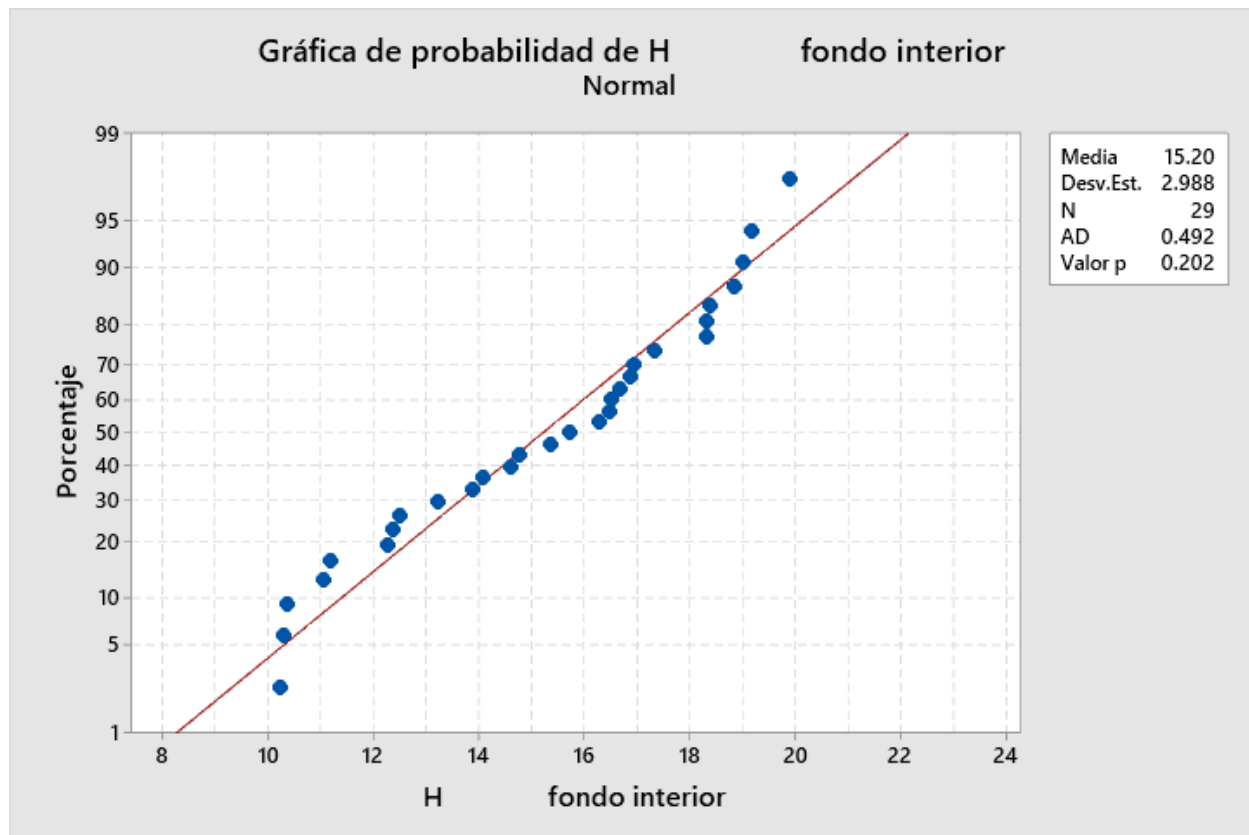


Figura 37: Prueba de normalidad H

En esta grafica de normalidad podemos ver la secuencia de tiempos y comprobar si los datos tienen una tendencia normal o no, en este caso para poderlo determinar se compara el valor **P value= 0.202** con nuestro **alfa de confianza= 0.05**, entre más cercano este el valor P al alfa (que nuestro valor P se acerque más al 0) quiere decir que no tienen un distribución normal pero si es más cercano al 1 el P value quiere decir que tiene una distribución normal y esto nos determina que, **P=0.202 es mayor que Alfa=0.05 el proceso de fondo interior si tiene capacidad de trabajar de la manera actual pero necesita una amplia mejora**, por lo tanto **H1 se rechaza**, como se muestra en la figura 37. Ya después de haber comprobado la normalidad de nuestras series de tiempos pasamos a medir la capacidad del proceso.

Prueba de capacidad de producción

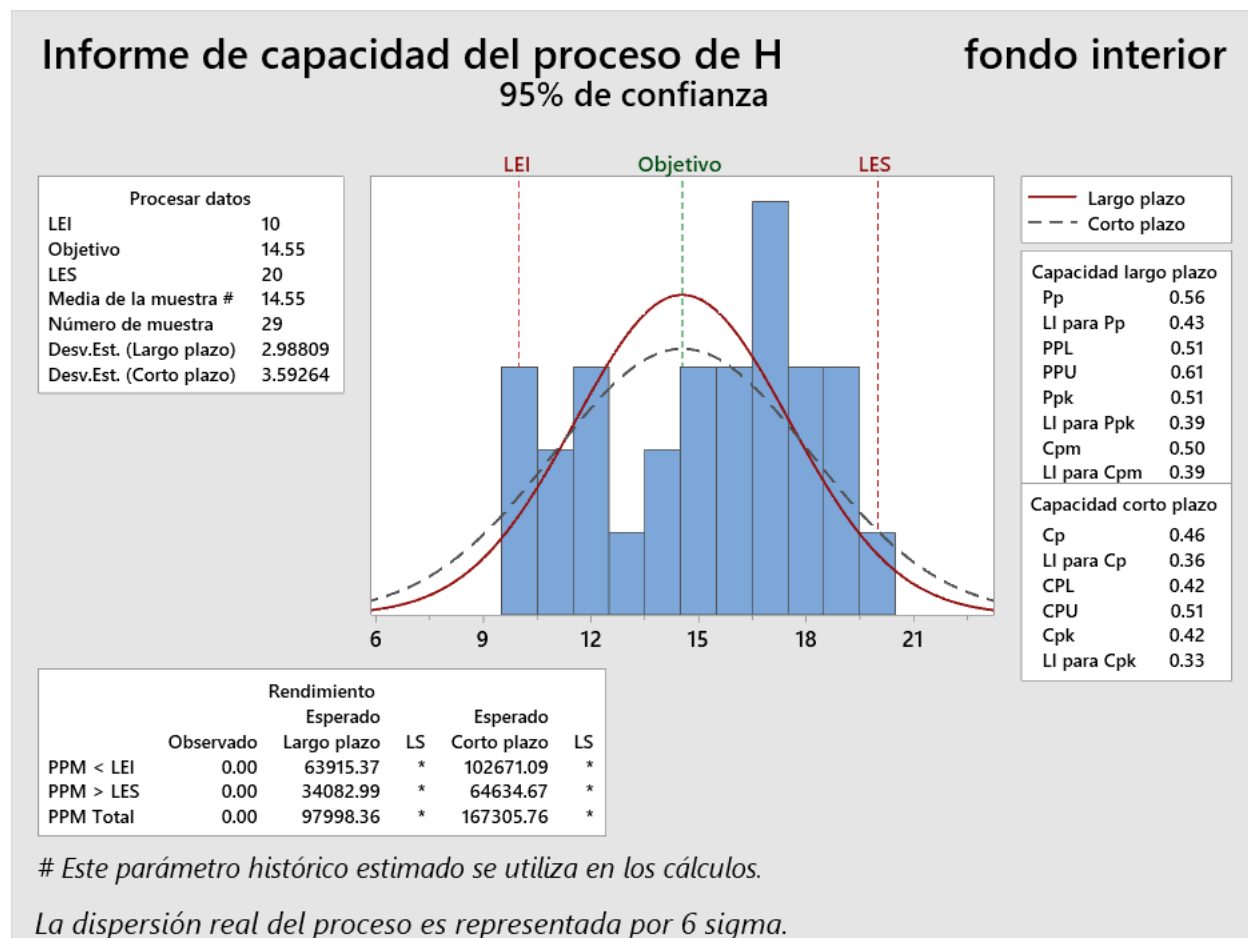


Figura 38: prueba de capacidad H

Para esta prueba de Six Sigma debemos contemplar dos métricas, una a largo y otra a corto plazo donde los valores que nos interesan para corto plazo son Cp y Cpk y para largo plazo nos interesa Pp y Ppk y la diferencia entre uno y otro es como se determina la desviación estándar, en caso de largo plazo la desviación estándar que utiliza es de todos los datos y la de corto plazo utiliza los datos de todos los subgrupos, para corto plazo alcanzamos un potencial de 0.46 pero el valor Cpk es de 0.42 y este se le denomina la capacidad real del proceso y este parámetro si considera la media, a largo plazo nos determina un potencial de .56 y alcanzable real a 0.51, en este caso nos dan métricas de six sigma que denotaba área de oportunidad en el proceso y la meta para considerar que el proceso es altamente capaz es 1.33 (métrica ya establecida), como estamos debajo de este valor tenemos amplia oportunidad de mejora y se demuestra en la gráfica con los valores fuera de límites y en aquellos lejanos de nuestra curva, el rendimiento

aumentara en tratar de evitar la variación que se muestra en la gráfica, la media está muy cercana al objetivo esto es otro indicio de que la variación debe disminuir y esto se puede hacer con un proyecto de Green belt, pero a pesar de todo el proceso se muestra capaz por lo que **H1 se acepta**, como se muestra en la figura 38.

Detallado

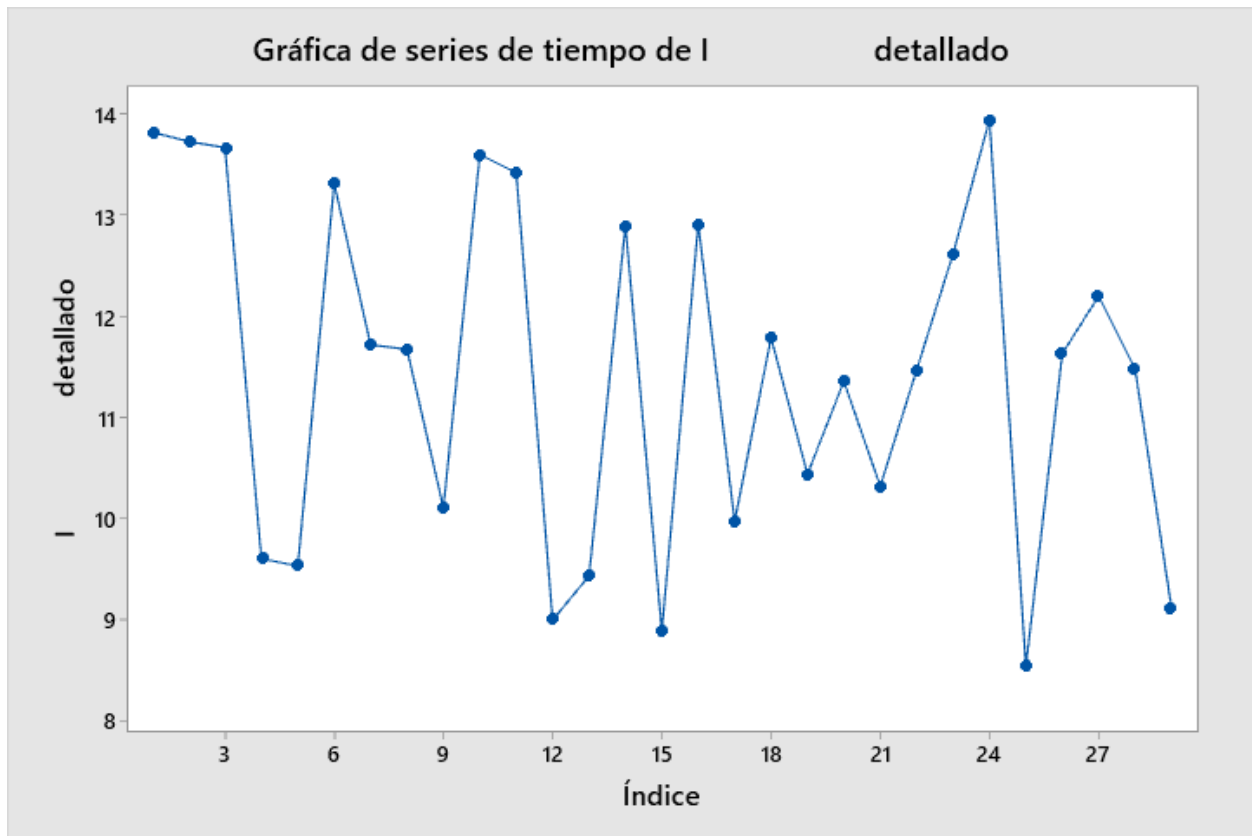


Figura 39: Prueba de series de tiempos I

Tenemos conocimiento de que los tiempos de producción son altamente variados por que se producen distintos productos con distintas métricas, entonces para definir que hipótesis tomar debemos conocer que límite inferior tenemos y que límite superior tenemos. Para preparado se sabe que tenemos tres tiempos distintos (tabla de factores de producción) de ahí tomaremos los tiempos y con base a una observación se determinó que nuestra serie de tiempos se muestra que los datos tienen un comportamiento frecuentemente lineal por lo tanto **H1 se rechaza**, como se muestra en la figura 39. Para comprobar lo anteriormente dicho se generó una prueba de normalidad para universos paramétricos.

## Prueba de normalidad

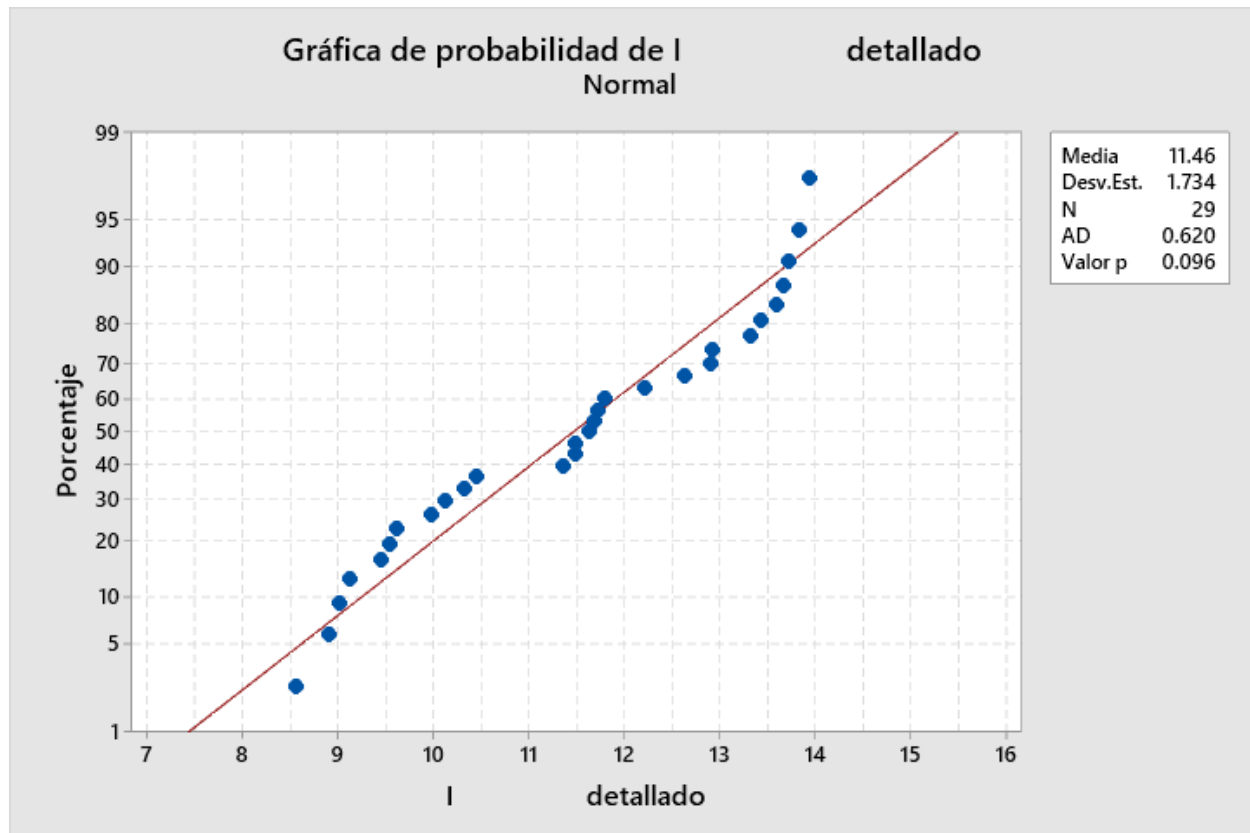


Figura 40: prueba de normalidad I

En esta grafica de normalidad podemos ver la secuencia de tiempos y comprobar si los datos tienen una tendencia normal o no, en este caso para poderlo determinar se compara el valor **P value= 0.096** con nuestro **alfa de confianza= 0.05**, entre más cercano este el valor P al alfa (que nuestro valor P se acerque más al 0) quiere decir que no tienen un distribución normal pero si es más cercano al 1 el P value quiere decir que tiene una distribución normal y esto nos determina que, **P=0.096 es mayor que Alfa=0.05 el proceso de detallado si tiene capacidad de trabajar de la manera actual pero necesita una amplia mejora**, por lo tanto **H1 se rechaza**, como se muestra en la figura 40.

Ya después de haber comprobado la normalidad de nuestras series de tiempos pasamos a medir la capacidad del proceso.



## Prueba de capacidad de producción

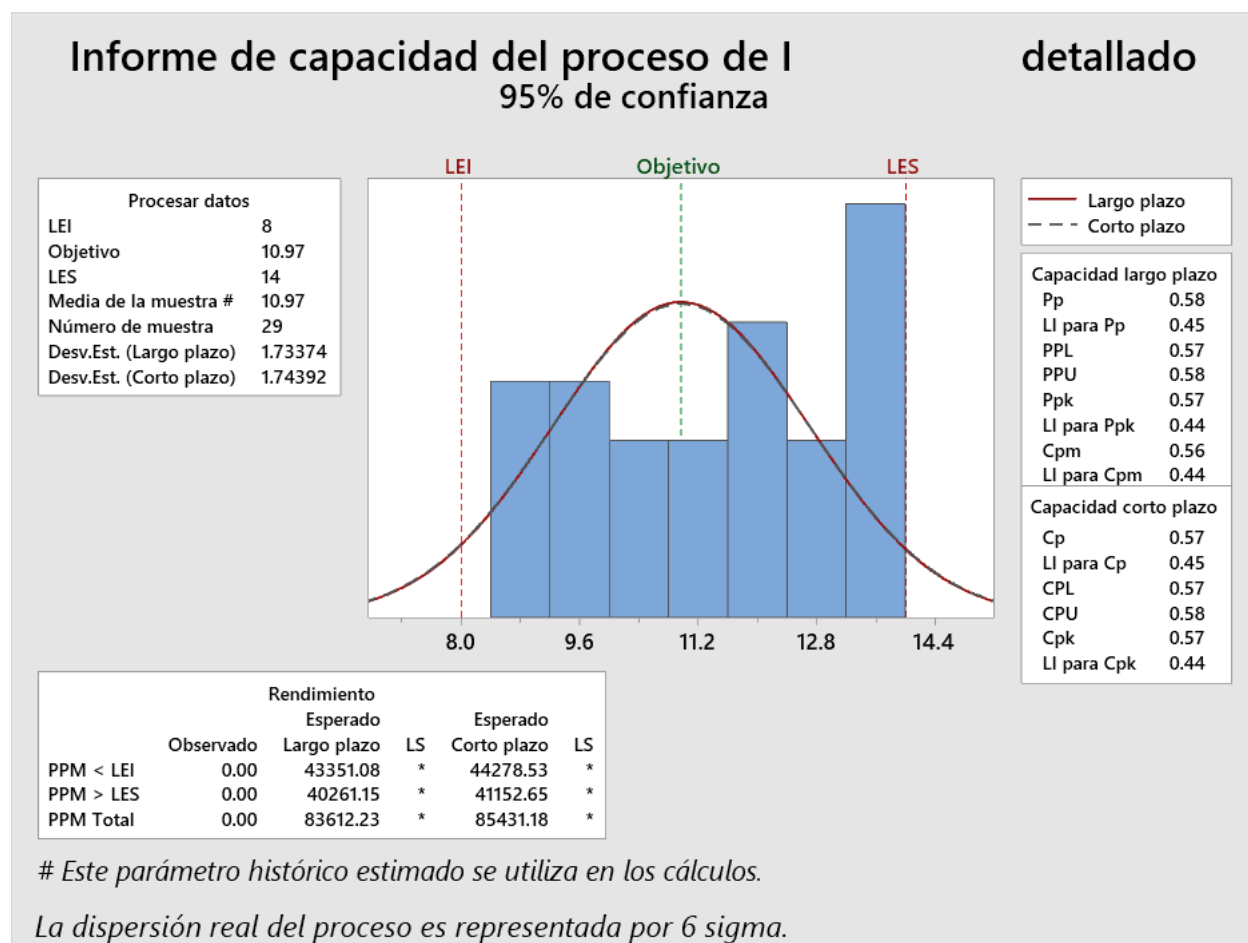


Figura 41: Prueba de capacidad I

Para esta prueba de Six Sigma debemos contemplar dos métricas, una a largo y otra a corto plazo donde los valores que nos interesan para corto plazo son Cp y Cpk y para largo plazo nos interesa Pp y Ppk y la diferencia entre uno y otro es como se determina la desviación estándar, en caso de largo plazo la desviación estándar que utiliza es de todos los datos y la de corto plazo utiliza los datos de todos los subgrupos, para corto plazo alcanzamos un potencial de 0.57 pero el valor Cpk es de 0.57 y este se le denomina la capacidad real del proceso y este parámetro si considera la media, a largo plazo nos determina un potencial de .58 y alcanzable real a 0.57, en este caso nos dan métricas de six sigma que denotaba área de oportunidad en el proceso y la meta para considerar que el proceso es altamente capaz es 1.33 (métrica ya establecida), como estamos debajo de este valor tenemos amplia oportunidad de mejora y se demuestra en la gráfica con los valores fuera de límites y en aquellos lejanos de nuestra curva, el rendimiento

aumentara en tratar de evitar la variación que se muestra en la gráfica, la media está muy cercana al objetivo esto es otro indicio de que la variación debe disminuir y esto se puede hacer con un proyecto de Green belt, pero a pesar de todo el proceso se muestra capaz por lo que **H1 se acepta**, otro dato a considerar es que como este es un proceso finales la prueba de capacidad no muestra una mejora sustancial debido a que tiene procesos antecesores que no permiten una mejora ya que como todos los demás son dependientes de un proceso como se muestra en el diagrama de proceso, como se muestra en la figura 41.

Herrajes y calidad

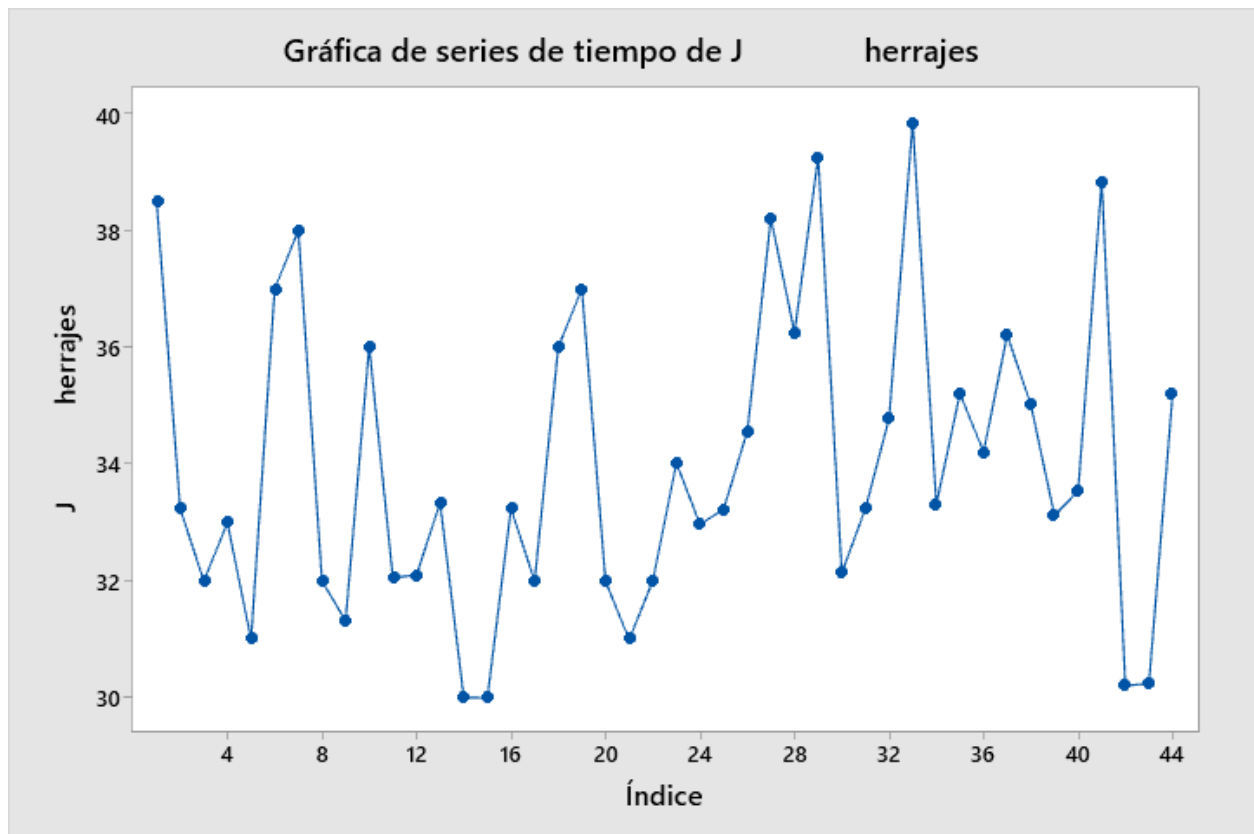


Figura 42: Prueba de series de tiempos J

Tenemos conocimiento de que los tiempos de producción son altamente variados por que se producen distintos productos con distintas métricas, entonces para definir que hipótesis tomar debemos conocer que límite inferior tenemos y que límite superior tenemos. Para preparado se sabe que tenemos tres tiempos distintos (tabla de factores de producción) de ahí tomaremos los tiempos y con base a una observación se determinó que nuestra serie de tiempos se muestra que los datos tienen un comportamiento

frecuentemente lineal por lo tanto **H1 se rechaza**, como se muestra en la figura 43. Para comprobar lo anteriormente dicho se generó una prueba de normalidad para universos paramétricos como se muestra en la figura 42.

Prueba de normalidad

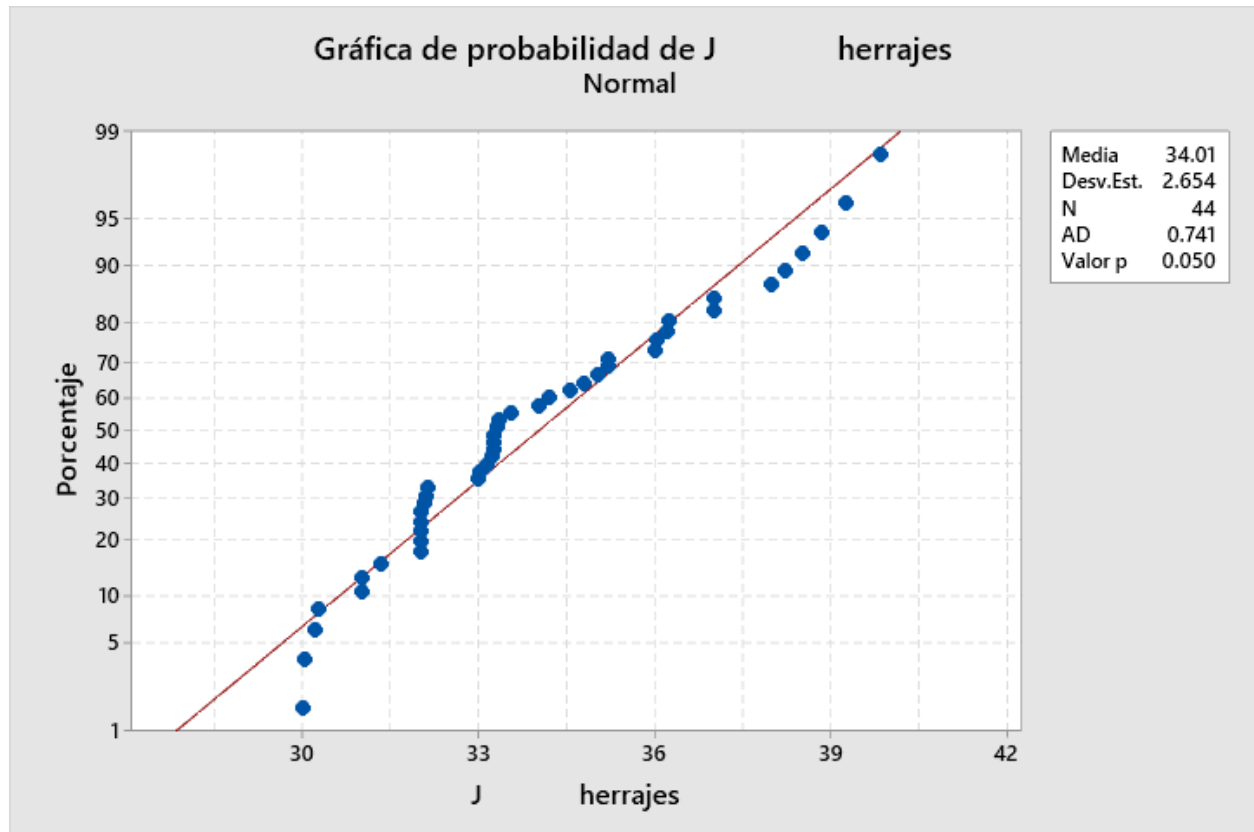


Figura 43: prueba de normalidad J

En esta grafica de normalidad podemos ver la secuencia de tiempos y comprobar si los datos tienen una tendencia normal o no, en este caso para poderlo determinar se compara el valor **P value= 0.05** con nuestro **alfa de confianza= 0.05**, entre más cercano este el valor P al alfa (que nuestro valor P se acerque más al 0) quiere decir que no tienen un distribución normal pero si es más cercano al 1 el P value quiere decir que tiene una distribución normal y esto nos determina que, **P=0.05 es igual que Alfa=0.05 el proceso de herrajes si tiene capacidad de trabajar de la manera actual pero necesita una amplia mejora**, por lo tanto **H1 se rechaza**, como se muestra en la figura 43. Ya después de haber comprobado la normalidad de nuestras series de tiempos pasamos a medir la capacidad del proceso.

Prueba de capacidad de producción

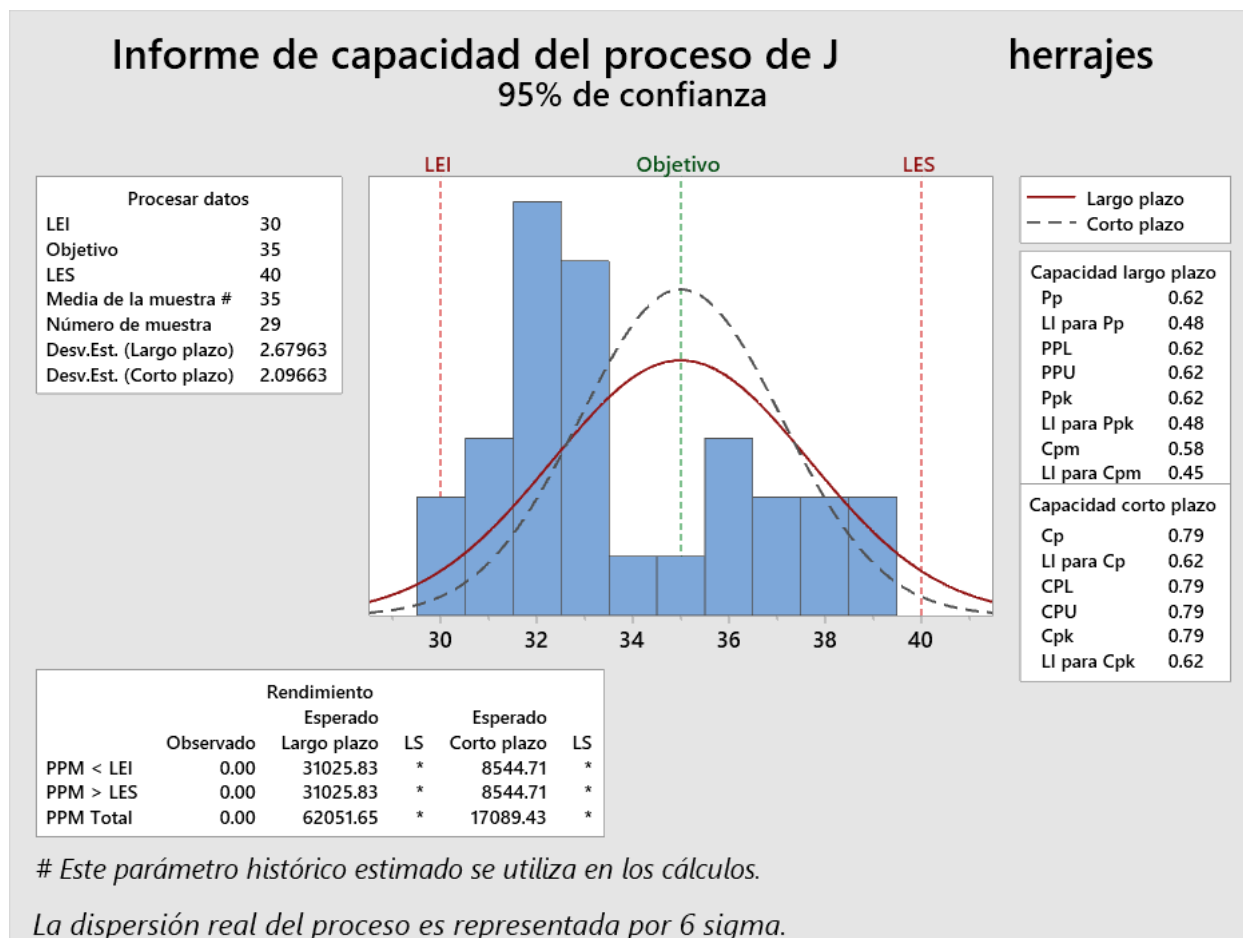


Figura 44: Prueba de capacidad J

Para esta prueba de Six Sigma debemos contemplar dos métricas, una a largo y otra a corto plazo donde los valores que nos interesan para corto plazo son Cp y Cpk y para largo plazo nos interesa Pp y Ppk y la diferencia entre uno y otro es como se determina la desviación estándar, en caso de largo plazo la desviación estándar que utiliza es de todos los datos y la de corto plazo utiliza los datos de todos los subgrupos, para corto plazo alcanzamos un potencial de 0.79 pero el valor Cpk es de 0.62 y este se le denomina la capacidad real del proceso y este parámetro si considera la media, a largo plazo nos determina un potencial de .62 y alcanzable real a 0.58, en este caso nos dan métricas de six sigma que denotaba área de oportunidad en el proceso y la meta para considerar que el proceso es altamente capaz es 1.33 (métrica ya establecida), como estamos debajo de este valor tenemos amplia oportunidad de mejora y se demuestra en la gráfica con los valores fuera de límites y en aquellos lejanos de nuestra curva, el rendimiento

aumentara en tratar de evitar la variación que se muestra en la gráfica, la media está muy cercana al objetivo esto es otro indicio de que la variación debe disminuir y esto se puede hacer con un proyecto de Green belt, pero a pesar de todo el proceso se muestra capaz por lo que **H1 se acepta**, otro dato a considerar es que como este es un proceso finales la prueba de capacidad no muestra una mejora sustancial debido a que tiene procesos antecesores que no permiten una mejora ya que como todos los demás son dependientes de un proceso como se muestra en el diagrama de proceso, como se muestra en la figura 44.

**NOTA:** En esta instancia ya conocemos la capacidad y el potencial de mejora del proceso, en este momento se determinó un arreglo ortogonal de mejora que nos dé una estructura y configuración idónea para mejorar el proceso porque ya se comprobó de manera estadística que el proceso está siendo ejecutado de manera óptima, pero puede ser aún más rentable con algunas mejoras.

### **Arreglo ortogonal de mejora**

Con esto pretendemos tener métricas, parámetros óptimos para tener un proceso estable y mejorar las áreas vulnerables de nuestros resultados de las pruebas realizadas. Se demostró estadísticamente que casi todos los procesos son altamente variables, el objetivo es reducir esta variabilidad del proceso a un nivel que sea el mínimo aceptable para tener unas mejoras en todos los sentidos, el arreglo ortogonal nos dará la configuración idónea de producción como se muestra, a en la tabla 63 con la cual se realizaron pruebas para hacer la comparativa del antes y el después y ahora si empezar a visualizar esos cambios en ganancias económicas o reducción de pérdidas.

## Tabla de respuesta para procesos con variabilidad

Tabla 63: tabla de respuesta para procesos variables

Nivel	preparado/ gelcoat	laminado C	laminado R	placa remache	desmoldado	perfilado	fondo interior
1	26.01	27.41	28.64	27.85	27.11	24.61	27.53
2	26.78	27.33	26.71	26.53	29.11	28.61	27.70
3	30.71	28.75	28.15	29.12	27.27	30.28	28.27
Delta	4.69	1.42	1.93	2.59	2.00	5.67	0.74
Clasificar	3	7	6	4	5	1	8
Nivel	detallado	herraje					
1	27.72	24.53					
2	28.22	29.86					
3	27.56	29.11					
Delta	0.66	5.33					
Clasificar	9	2					

- El nivel 1 representa una situación donde el procedimiento es optimista y se muestra efectivo en su ejecución.
- El nivel 2 representa una situación donde el procedimiento es nominal y se muestra regular en su ejecución.
- El nivel 3 representa una situación donde el procedimiento es pesimista y se muestra deficiente en su ejecución.

**NOTA:** Solo son los tiempos de ejecución de la acción de cada proceso, faltaría sumar tiempos agregados.

Se sabe que en la empresa se estimó tiempo atrás tiempos de ejecución de proceso los cuales fueron de métricas visuales sin algún método o modelación matemática o formulación estadística para sustentar dicha métrica dando pie a justificar y acoplar los periodos de ejecución a los tiempos del operador y no a un tiempo viable y loggable para la empresa y la capacidad del proceso, por lo tanto, se establecieron de la siguiente manera, como se muestra en la tabla 64:

Tabla 64: tabla tiempos originales de proceso variable

Nivel	preparado/ gelcoat	laminado C	laminado R	placa remache	desmoldado	perfilado	fondo interior
1	35	35	35	35	35	35	35
2	--	-	-	-	-	-	-
3	55	55	55	55	55	55	55
Delta							

Clasificar Nivel	3	7	6	4	5	1	8
	<b>detallado Herraje</b>						
1	35	35					
2	-	-					
3	55	55					
Delta Clasificar							

- El nivel 1 representa una situación donde el procedimiento es optimista y se muestra efectivo en su ejecución.
- El nivel 2 representa una situación donde el procedimiento es nominal y se muestra regular en su ejecución, más en este caso no se integró una métrica.
- El nivel 3 representa una situación donde el procedimiento es pesimista y se muestra deficiente en su ejecución o es en su especificación un límite de tiempo máximo para la entrega final del proceso.

**NOTA:** Solo son los tiempos de ejecución de la acción de cada proceso, faltaría sumar tiempos agregados.

### **Consideraciones simulación de proceso**

Anteriormente se observó un análisis Pareto donde nos mostró un porcentaje de ganancia libre de gastos, y se sabe que el proceso tiene deficiencias en su ejecución mas no en su procedimientos, se realizaron análisis de capacidad de proceso para observar si este tiene alcances de mejora y se mostró en todos los casos que el proceso tiene amplia oportunidad de mejora ya que en las pruebas se mostraban unos procesos competentes pero muy variables, para estos casos se generó un arreglo ortogonal de mejora para determinar según la capacidad del proceso y su plantilla de operarios una configuración ideal de proceso (tabla de respuesta para procesos de variabilidad) que nos muestra 3 niveles de operación catalogados como optimista, regular y pesimista, con estos datos se pretende generar un nuevo análisis de Pareto que nos muestre una posible utilidad futura de implementar las varias mejoras globales dentro de la organización y estas se identifican en un 5W1H anteriormente visto y con ellas fijaremos metas y objetivos a lograr a corto, mediano y largo plazo dando un porcentaje de alcance que ese departamento tendrá que implementar e innovar para lograrlo.

### Pareto después de un diseño de experimento para mejora

Para este análisis se generaron 3 estudios con los nuevos tiempos estimados arrojados por el arreglo ortogonal de mejora, donde se interpretaron los datos nuevos en función de producir más con lo que se tiene y bajo en ese fundamento se pronosticaron 3 posibles escenarios de mejora el nivel 1, nivel 2 y nivel 3 el cual cada uno de ellos muestra una mejora considerable respecto a lo que se tiene establecido, como se muestra en la tabla 65.

### Nivel 1 de mejora

Tabla 65: nivel 1 de mejora

<b>diagrama de PARETO medición de proceso RISK MANAGEMENT SCRUM AGILE</b>	
<b>Artículo de venta</b>	<b>código de insumo</b>
COFRE MED	VH-MED
COFRE GDE	VH-GDE
COFRE CH	VH-CH
PIEZAS	VH-PZA
REPARACIONES	VH-REP
OTROS ARTICULOS	VH-OTA

Para el análisis posterior, después haber analizado el proceso y obtener un arreglo del proceso, podemos estimar un aproximado de producción y un aumento en la misma y para esto el análisis se vuelve a generar considerando solo los cofres como se puede observar en la tabla anterior (tabla de diagrama de Pareto nivel 1).

Para poder llevar a cabo en análisis de Pareto y que sea congruente con el análisis hecho anteriormente se tuvieron que analizar las mismas métricas que se muestran en la siguiente tabla (Tabla 68: Factores de análisis Pareto nivel 1), en las cuales determinamos una nueva cantidad de producción (producción total/mes) y representamos cual es la frecuencia con la que se produce dicha medida de cofre y la señalamos de manera porcentual (frecuencia relativa) y por último la cantidad de retrabajos que debemos tener una frecuencia de efectividad de NO retrabajos de 85% y



en este caso no se muestran costos de retrabajos por lo que la frecuencia de efectividad es 1 que representa un 100%.

Tabla 66: factores de análisis Pareto 1

Costo producción unitario (MEDIA)	Producción total/mes	Total costos/mes	Frecuencia relativa	Acumulado	% Acumulado	Frecuencia de G>85%	%> 95 NG	Frecuencia de NG retrabajos
\$ 4,200.00	37	\$ 155,400.00	33.33%	37	25%	37	1	0.00
\$ 4,200.00	37	\$ 155,400.00	33.33%	74	49%	37	1	0.00
\$ 4,200.00	37	\$ 155,400.00	33.33%	111	100%	37	1	0.00

A continuación, se muestran datos que son necesarios para poder determinar un nuevo porcentaje de ganancia (tabla 66 factores de análisis Pareto nivel 1), en el cual consideramos el número total de trabajadores, costos logísticos, costos administrativos y otros gastos como salarios, seguro, como se pueden ver en la siguiente tabla (Tabla 67: Análisis de costos Pareto nivel 1).

Tabla 67: análisis de costos nivel 1

COSTOS				PROFIT NETO
Número de trabajadores OP				\$ 978,717.60
59	Costos logísticos	costos administrativos	costos IVA/IEPS/infonavit/seguro; ETC.	
	\$50,000	\$25,000	\$500,000	

Costos salarios	Costos salarios		
\$ 472,000.00			

Después de tener un entendimiento sobre todos los datos que se analizaron y el proceso que nos trajo hasta aquí, se realizó una tabla de profundidad al análisis de los márgenes de ganancia nivel 1, la cual tomo en cuenta los gastos, las ventas estimadas con los nuevos tiempos de producción para determinar la utilidad fuera de gastos, como se muestra en la siguiente tabla (Tabla 68: Profundidad al análisis de los márgenes de ganancia nivel 1).

Tabla 68: profundidad al análisis de los márgenes de ganancia nivel 1

mantención empresarial > \$1,047,000			
Profit bruto	costo porcentual EHH	costo Relativa total de NG	costo porcentual de NG
\$ 693,439.20	33.333%	\$ 693,439.20	33.33%
\$ 693,333.75	33.328%	\$ 1,386,772.95	66.66%
\$ 693,544.65	33.338%	\$ 2,080,317.60	100.00%
\$ -	0.000%		0.00%
\$ -	0.000%		0.00%
\$ -	0.000%		0.00%
\$ -	0.000%		0.00%
\$ -	0.000%	\$ 2,080,317.60	100.00%
\$ 2,080,317.60	100%	x	X

### Profit bruto nivel 1

Necesitamos como mínimo una ganancia de \$1,047,00.00 para poder subsidiar los gastos de MP`s procesos operativos, administrativos, etc.; según nuestro análisis estos costos representa un 50bn .32% de nuestra ganancia dándonos un margen de 49.67% de margen de utilidad neta, en este análisis estamos manejando una holgura de + -5%, con el arreglo ortogonal después del análisis de capacidad cual sería la capacidad real estandarizando los tiempos como los menciona nuestro diseño de experimentos viendo que alcance potencial se puede tener en un corto mediano y largo plazo de la aplicación en este nivel 1 se tendría de alcance un total de 111 cofres de producción contando con la misma plantilla operativa, con los mismos gastos pero produciendo más aumentando la eficiencia en la línea 1 de producción.

### Nivel 2 de mejora

Tabla 69: diagrama de Pareto nivel 2

<b>Diagrama de PARETO medición de proceso RISK MANAGEMENT SCRUM AGILE</b>	
<b>Artículo de venta</b>	<b>código de insumo</b>
COFRE MED	VH-MED
COFRE GDE	VH-GDE
COFRE CH	VH-CH
PIEZAS	VH-PZA
REPARACIONES	VH-REP
OTROS ARTICULOS	VH-OTA

Para el análisis posterior, después haber analizado el proceso y obtener un arreglo del proceso, podemos estimar un aproximado de producción y un aumento en la misma y para esto el análisis se vuelve a generar considerando solo los cofres como se puede observar en la tabla anterior (Tabla 69: Diagrama de Pareto nivel 2).

Para poder llevar a cabo en análisis de Pareto y que sea congruente con el análisis hecho anteriormente se tuvieron que analizar las mismas métricas que se muestran en la siguiente tabla (Tabla 70: Factores de análisis Pareto nivel 2), en las cuales determinamos una nueva cantidad de producción (producción total/mes) y representamos cual es la frecuencia con la que se produce dicha medida de cofre y la señalamos de manera porcentual (frecuencia relativa) y por último la cantidad de retrabajos que debemos tener una frecuencia de efectividad de NO retrabajos de 85% y en este caso no se muestran costos de retrabajos por lo que la frecuencia de efectividad es 1 que representa un 100%.

Tabla 70: factores de análisis Pareto nivel 2

Costo producción unitario (MEDIA)	Producción total/mes	Total costos/mes	Frecuencia relativa	Acumulado	% Acumulado	Frecuencia de G>85%	%> 95 NG	Frecuencia de NG retrabajos
\$ 4,200.00	37	\$ 155,400.00	33.33%	37	25%	37	1	0.00
\$ 4,200.00	37	\$ 155,400.00	33.33%	74	49%	37	1	0.00
\$ 4,200.00	37	\$ 155,400.00	33.33%	111	100%	37	1	0.00

A continuación, se muestran datos que son necesarios para poder determinar un nuevo porcentaje de ganancia, en el cual consideramos el número total de trabajadores, costos logísticos, costos administrativos y otros gastos como salarios, seguro, como se pueden ver en la siguiente tabla (Tabla 71: Análisis de costos Pareto nivel 2).

Tabla 71: análisis de costos Pareto nivel 2

COSTOS				PROFIT NETO
Número de trabajadores OP	costos logísticos	costos administrativos	costos IVA/IEPS/infonavit/seguro; ETC.	\$ 1,089,542.40
59				

		\$50,000	\$25,000	\$500,000
Costos salario s	Costos salario s			
\$ 472,000.00				

Después de tener un entendimiento sobre todos los datos que se analizaron y el proceso que nos trajo hasta aquí, se realizó una tabla de profundidad al análisis de los márgenes de ganancia nivel 2, la cual tomo en cuenta los gastos, las ventas estimadas con los nuevos tiempos de producción para determinar la utilidad fuera de gastos.

Tabla 72: profundidad al análisis de los márgenes de ganancia nivel 2

<b>Manutención empresarial &gt; \$1,047,000</b>			
<b>Profit bruto</b>	<b>Costo porcentual EHH</b>	<b>Costo Relativa total de NG</b>	<b>Costo porcentual de NG</b>
\$ 712,180.80	33.333%	\$ 712,180.80	33.33%
\$ 712,072.50	33.328%	\$ 1,424,253.30	66.66%
\$ 712,289.10	33.338%	\$ 2,136,542.40	100.00%
\$ -	0.000%		0.00%
\$ -	0.000%		0.00%
\$ -	0.000%		0.00%
\$ -	0.000%		0.00%
\$ -	0.000%	\$ 2,136,542.40	100.00%

\$ 2,136,542.40	100%	x	X
-----------------	------	---	---

Profit bruto nivel 2

Necesitamos como mínimo una ganancia de \$1,047,00.00 para poder subsidiar los gastos de materia prima operativos, administrativos, etc.; según nuestro análisis estos costos representa un 49.01% de nuestra ganancia dándonos un margen de 51.99% de margen de utilidad neta, en este análisis estamos manejando una holgura de + -5%, con el arreglo ortogonal después del análisis de capacidad cual sería la capacidad real estandarizando los tiempos como los menciona nuestro diseño de experimentos viendo que alcance potencial se puede tener en un corto mediano y largo plazo de la aplicación en este nivel 1 se tendría de alcance un total de 114 cofres de producción contando con la misma plantilla operativa, con los mismos gastos pero produciendo más aumentando la eficiencia en la línea 1 de producción. Obsérvese en la tabla 72.

Nivel 3 de mejora

Tabla 73: diagrama de Pareto nivel 3

<b>Diagrama de PARETO medición de proceso RISK MANAGEMENT SCRUM AGILE</b>	
<b>Artículo de venta</b>	<b>código de insumo</b>
COFRE MED	VH-MED
COFRE GDE	VH-GDE
COFRE CH	VH-CH
PIEZAS	VH-PZA
REPARACIONES	VH-REP
OTROS ARTICULOS	VH-OTA

Para el análisis posterior, después haber analizado el proceso y obtener un arreglo del proceso, podemos estimar un aproximado de producción y un aumento en la misma y

para esto el análisis se vuelve a generar considerando solo los cofres como se puede observar en la tabla anterior (Tabla 73: Diagrama de Pareto nivel 3).

Para poder llevar a cabo en análisis de Pareto y que sea congruente con el análisis hecho anteriormente se tuvieron que analizar las mismas métricas que se muestran en la siguiente tabla (Tabla 74: Factores de análisis Pareto nivel 3), en las cuales determinamos una nueva cantidad de producción (producción total/mes) y representamos cual es la frecuencia con la que se produce dicha medida de cofre y la señalamos de manera porcentual (frecuencia relativa) y por último la cantidad de retrabajos que debemos tener una frecuencia de efectividad de NO retrabajos de 85% y en este caso no se muestran costos de retrabajos por lo que la frecuencia de efectividad es 1 que representa un 100%.

Tabla 74: factores de análisis Pareto nivel 3

Costo producción unitario (MEDIA)	Producción total/mes	Total costos/mes	Frecuencia relativa	Acumulado	% Acumulado	Frecuencia de G>85%	%> 95 NG	Frecuencia de NG retrabajos
\$ 4,200.00	37	\$ 155,400.00	33.33%	37	25%	37	1	0.00
\$ 4,200.00	37	\$ 155,400.00	33.33%	74	49%	37	1	0.00
\$ 4,200.00	37	\$ 155,400.00	33.33%	111	100%	37	1	0.00

A continuación, se muestran datos que son necesarios para poder determinar un nuevo porcentaje de ganancia, en el cual consideramos el número total de trabajadores, costos logísticos, costos administrativos y otros gastos como salarios, seguro, como se pueden ver en la siguiente tabla (Tabla 75: Análisis de costos Pareto nivel 3).

Tabla 75: análisis de costos Pareto nivel 3

COSTOS				PROFIT NETO
Número de trabajadores OP	Costos logísticos	Costos administrativos	Costos IVA/IEPS/infonavit/seguro; ETC.	\$ 1,176,792.00
59				

	\$50,000	\$25,000	\$500,000
Costos salario s	Costos salario s		
\$ 472,000.00			

Después de tener un entendimiento sobre todos los datos que se analizaron y el proceso que nos trajo hasta aquí, se realizó una tabla de profundidad al análisis de los márgenes de ganancia nivel 1, la cual tomo en cuenta los gastos, las ventas estimadas con los nuevos tiempos de producción para determinar la utilidad fuera de gastos.

Tabla 76: profundidad al análisis de los márgenes de ganancia nivel 3

<b>Manutención empresarial &gt; \$1,047,000</b>			
<b>Profit bruto</b>	<b>costo porcentual EHH</b>	<b>costo Relativa total de NG</b>	<b>costo porcentual de NG</b>
\$ 749,664.00	33.333%	\$ 749,664.00	33.33%
\$ 749,550.00	33.328%	\$ 1,499,214.00	66.66%
\$ 749,778.00	33.338%	\$ 2,248,992.00	100.00%
\$ -	0.000%		0.00%
\$ -	0.000%		0.00%
\$ -	0.000%		0.00%



\$ -	0.000%		0.00%
\$ -	0.000%	\$ 2,248,992.00	100.00%
\$ 2,248,992.00	100%	x	X

Profit bruto nivel 3

Necesitamos como mínimo una ganancia de \$1,047,00.00 para poder subsidiar los gastos de MP`s procesos operativos, administrativos, etc.; según nuestro análisis estos costos representa un 46.55% de nuestra ganancia dándonos un margen de 53.44% de margen de utilidad neta, en este análisis estamos manejando una holgura de + -5%, con el arreglo ortogonal después del análisis de capacidad cual sería la capacidad real estandarizando los tiempos como los menciona nuestro diseño de experimentos viendo que alcance potencial se puede tener en un corto mediano y largo plazo de la aplicación en este nivel 1 se tendría de alcance un total de 120 cofres de producción contando con la misma plantilla operativa, con los mismos gastos pero produciendo más aumentando la eficiencia en la línea 1 de producción. Obsérvese en tabla 76.

Tópicos de manufactura

Balanceo, cálculo de operadores y estaciones.

Vamos a mostrar una tabla donde se muestre el ciclo del proceso que estamos mejorando, junto a los operadores y el tiempo en que estos lleven a cabo sus operaciones y con la intención adecuar según las variables de la empresa un proceso optimo desde la ejecución y la aplicación de una plantilla correcta de operadores según la carga de trabajo por área. El estudio se realiza en el área de producción en la Empresa CVNS Industrias S.A. de C.V. para la sistematización del proceso de producción para el proceso de transformación de materias primas cofres (sus múltiples tamaños, chico, mediano y grande), donde se identifican las actividades en cada una de las nueve estaciones de trabajo. En cada una de las estaciones, utilizando recursos de ingeniería, se hace: la medición, cálculo y registro de los tiempos normales, tiempos estándar utilizando como factor de desempeño de trabajo sobre la base de las tablas de diseño de experimentos bajo números aleatorios para procesos no estandarizados y valores propios de la Empresa. Se obtuvieron 3 Takt time uno optimista con 241.41, uno regular

de 250.85 y uno pesimista de 259.22, todos con unidades en minutos con una demanda en ese período de 8 unidades las cuales se programan un día anterior. Con los tiempos estándar se realiza la observación con el procedimiento para con ellos determinar el balanceo de línea y la correspondiente asignación de trabajo con un total 19 personas, debido a que se tiene que realizar las operaciones sincrónicamente planificadas para cuadrar todas las fases de producción.

Tabla 77: factores

<b>Proceso de producción</b>			
<b>Operadores por proceso</b>			
<b>FACTORES</b>		<b>MEDIAS</b>	<b>Unidades</b>
	2	26.01	Segundos
A/AB			
	2	27.41	Segundos
B			
	4	28.64	Segundos
C			
	3	27.85	Segundos
D			
	1	27.11	Segundos
F			
	2	24.61	Segundos
G			
	1	27.53	Segundos
H			
	3	27.72	Segundos
I			
	1	24.53	Segundos
J			

CVNS

Tabla 78: Llenado de datos

Llenado de Datos				
VH	Factor	Tiempo de Ciclo	Descripción	Datos
1	A-AB	156.06	OEE META:	99%
2	B-C	336.3	Tiempo disponible=	1020
3	D-F	329.76	Días por semana=	5
4	G-H	312.84	Hr Shifts 1=	8.5
5	I-J	313.5	Hr Shifts 2=	0
6	holgura	300	Hr Shifts 3=	0

Tabla 79: VH Factor

VH	Factor
1	A-AB
2	B-C
3	D-F
4	G-H
5	I-J
6	holgura

**NOTA:** Este apartado hace referencia a los sub procesos internos del proceso de producción, para cada punto se tomaron dos procesos y el último punto lo manejamos como holgura que nos dará tiempo y una cantidad de operarios maestros que pueden dar eficiencia al proceso, como se muestra en la tabla 79.

Tabla 80: tiempo de ciclo

Tiempo de Ciclo
156.06
336.3
329.76

<b>312.84</b>
<b>313.5</b>
<b>300</b>

**NOTA:** El tiempo de ciclo hace referencia a los minutos que tarda un cofre en transformarse de materia prima a producto terminado listo para almacenaje, anteriormente los arreglos ortogonales determinamos 3 tiempos (nivel 1 con 259.22, nivel 2 con 250.85 y un nivel 3 con 241.41), estos tiempos nacen de

los tiempos arrojados por el arreglo ortogonal, de ejemplo para demostrar la validez de esto, se sabe que para los procesos A-AB se tienen que terminar de procesar en un mínimo de 26.06 minutos, esto se multiplica por los cofres programados para el día en este caso 6 y haciendo esta operación resultan 156.06, este proceso se llevó a cabo en cada uno de los procesos. Los 300 de holgura los determinamos con base a dar un total de tiempo aproximado a un proceso en total (el más largo que es casi una media de 300, lo que más adelante serán operarios libres para aumentar la eficiencia en la producción), como se muestra en la tabla 80.

Tabla 81: descripción de datos

<b>Descripción Datos</b>	
<b>OEE META:</b>	<b>99%</b>
<b>Tiempo disponible=</b>	<b>1020</b>
<b>Días por semana=</b>	<b>5</b>
<b>Hr Shifts 1=</b>	<b>9</b>
<b>Hr Shifts 2=</b>	<b>0</b>
<b>Hr Shifts 3=</b>	<b>0</b>

**NOTA:** El OEE meta es al porcentaje deseado de eficiencia de producción, como estamos bajo la metodología de DMAIC de six sigma esta debe ser superior mínimo a 95% pero nosotros optamos por tomar un 99% ya que tenemos datos ajustados anteriormente con arreglos ortogonales. El tiempo disponible hace alusión al tiempo que tarda un cofre en salir, se sabe que la jornada laboral consta de 9.5 horas, se tomaron 8.5 horas de labor y se multiplicaron por los 60 minutos dando 1020 minutos útiles de trabajo. Los días de semana hace referencia a los días que se trabajan y el Hr shifts significan la hora de cada turno y como en nuestro caso solo tenemos un turno solo se contempló un turno de 8.5 horas. Obsérvese en tabla 81.

Tabla 82: estimado

<b>Estimado</b>
-----------------

Qty operators	Standard time
2	39.0
2	84.1
2	81.6
2	77.4
2	77.6
3	82.2
13	

Metrics	Data
OEE estimated =	88% #
IP (index / productivity) =	0.01 #
Time available (sec)=	153000 #
Lead Time (sec) =	1946.46 #
Tkt time =	87 #
Qty operator required =	13 #
Qty stations required =	9 #

Tabla 83: QYT operators CVNS

Qty operators	Standard time
2	39.0
2	84.1
2	81.6
2	77.4
2	77.6
3	82.2
13	

**NOTA:** Qty Operators es la cantidad de operarios que se requieren para ejecutar dicha operación y con tiempo estándar cada una con una dicha holgura, en este caso las holguras y las operaciones se disparan al alza debido a la variabilidad en los tiempos de proceso. En términos generales se requieren un total de 13 operarios para producir un total de 6 cofres, como se muestra en la tabla 83.

Tabla 84: métrica estimada CVNS

Metrics	Data
OEE estimated =	89%
IP (index / productivity) =	0.01
Time available (sec)=	153000

<b>Lead Time (sec) =</b>	<b>1946.46</b>
<b>Tkt time =</b>	<b>87</b>
<b>Qty operator required =</b>	<b>13</b>
<b>Qty stations required =</b>	<b>9</b>

**NOTA:** La métrica estimada nos menciona que si tomáramos la alternativa de operar con 13 operadores y producir 6 cofres tendremos un alcance máximo de 88-89% de eficiencia en la producción con un total de 9 estaciones de trabajo con 13 operadores 10 de base y 3 operarios multidisciplinarios para eficientar la

producción. En este caso se aleja del 99% de eficiencia porque le agregamos una holgura con un tiempo aproximado a una estación de trabajo y haciendo la operación de proporción esto si determina alrededor de un 10% de eficiencia, como se muestra en la tabla 84.

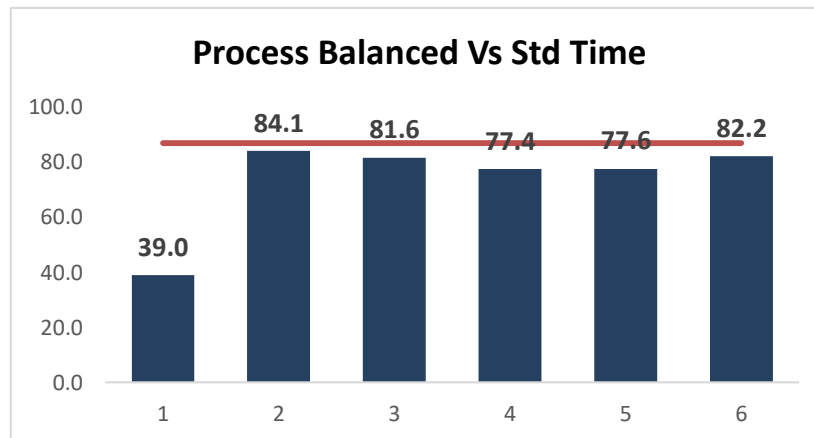


Figura 45: proceso balanceado vs tiempo

**NOTA:** Esta grafica (Figura:45 proceso balanceado vs tiempo) hace una comparativa de proceso balanceado con el tiempo estándar, si observamos la gráfica las operaciones que superan los 80 de tiempo son las operaciones determinantes o más

difíciles, los de 70 son operaciones que si manejan holgura y los inferiores son operaciones que se muestran estables y que están bajas de eficiencia, ya sea por ser una actividad simple o rápida o que no precede de ninguna otra operación el cual es nuestro caso ya que es la operación inicial y no tiene dependencias.

### Desarrollo de propuesta de problemática 2 (Materia prima)

Desperdicio de la producción

¿Qué es un proceso?



Figura 46: ¿qué es un proceso?

El proceso comúnmente va a constar de unas entradas, un proceso donde se le da el valor agregado y una salida donde ya sale al mercado (figura 46). Lean Manufacturing es conocido como un modelo de fabricación esbelta, encaminado a mejorar la productividad de las empresas mediante la simplificación de las operaciones y la reducción de costos. Tiene su origen en el sistema de producción Just in Time (JIT) desarrollado en los años 50 por la empresa automovilística Toyota.

Consiste en la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de “desperdicios”, entendidos estos como los procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Lean identifica los desperdicios derivados de la cadena productiva y tiende a eliminar todo lo que no se debería estar haciendo porque no agrega valor para el cliente.

#### Principios de tópicos lean de manufactura

Los principios más frecuentes asociados al sistema Lean, desde el punto de vista del factor humano, de la manera de trabajar y pensar son:

- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinares.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Utilizar sistemas “Pull” para evitar la sobreproducción.
- Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua.
- Utilizar el control visual para la detección de problemas.
- Eliminar inventarios a través de las diferentes técnicas JIT.
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño.
- Conseguir la eliminación de defectos.
- Crear un flujo de proceso continuo, que permita ver los problemas.

### Conceptos de despilfarro vs valor añadido

El valor se añade cuando todas las actividades tienen el único objetivo de transformar la materia prima desde el estado en que se ha recibido a otro de superior acabado. El valor añadido es lo que realmente mantiene viva a toda empresa, su cuidado y mejora debe ser la principal ocupación de todo el personal de la cadena productiva.

Se define como **desperdicio** a todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. Cabe señalar que existen actividades necesarias para el sistema o proceso, aunque no tengan un valor añadido. En este caso los desperdicios deberán ser asumidos. Eliminando los despilfarros, las empresas disponen de la herramienta más adecuada para mejorar sus costos.

En el entorno Lean la eliminación sistemática del desperdicio se realiza a través de tres pasos que tienen como objetivo apartarse de todo aquello que resulte improductivo, inútil o que no aporte valor añadido. Este método recibe el nombre de Hoshin (Brújula) y consiste en:

1. Reconocer el desperdicio y el valor añadido dentro de los procesos.
2. Actuar para eliminar el desperdicio.
3. Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para, posteriormente, volver a iniciar el ciclo de mejora.

MUDA (véase en figura 47) es un término japonés que significa “inutilidad; ociosidad; superfluo; residuos; despilfarro”. Los 7 muda son conceptos aplicados inicialmente por el ingeniero Taiichi Ohno, autor del JIT en el sistema de producción Toyota.



Figura 47: MUDA



A continuación, se identifican las principales características de los 7 MUDA, indicando cuales son las posibles causas que derivan en despilfarros, así como las acciones que propone el sistema Lean para su eliminación.

### **Inventario**

El exceso de almacenamiento de productos presenta la forma de despilfarro más clara porque esconde ineficiencias y problemas crónicos, hasta el punto que muchas veces se denomina al stock la “raíz de todos los males”. Se refiere al stock acumulado por el sistema de producción y su movimiento dentro de la planta, que afecta tanto a los materiales, como a piezas en proceso y producto acabado. Este exceso de materia prima, trabajo en curso o producto terminado no agrega ningún valor al cliente, pero muchas empresas utilizan el inventario para minimizar el impacto de las ineficiencias en sus procesos. El inventario que sobrepase lo necesario para cubrir las necesidades del cliente tiene un impacto negativo en la economía de la empresa y emplea espacio valioso.

A menudo, un stock es una fuente de pérdidas por productos que se convierten en obsoletos, hay posibilidades de que sufran daños, tiempo que se invierte en recuento y control, entre otros.

El despilfarro por almacenamiento es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias que las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material, antes y después del proceso, indica que el flujo de producción no es continuo.

#### a) Características:

- Excesivo espacio ocupado en el almacén.
- Contenedores o cajas demasiado grandes.
- Rotación baja de existencias.
- Costos de almacén elevados.
- Excesivos medios de manipulación.

#### b) Causas posibles:

- Procesos con poca capacidad.
- Previsiones de ventas erróneas.
- Sobreproducción.

- Problemas e ineficiencias ocultas.
- c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:
  - Nivelación de la producción.
  - Fabricación en células.
  - Cambio de mentalidad en la organización y gestión de producción.

### **Sobreproducción**

El desperdicio por sobreproducción es el resultado de fabricar más de la cantidad requerida o producir algo antes de que sea necesario. La sobreproducción es un desperdicio crítico porque no incita a la mejora ya que parece que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita para nada, lo que representa claramente un consumo inútil de material que a su vez provoca un incremento de los transportes y del nivel de los almacenes. En muchas ocasiones la causa de este tipo de desperdicio radica en el exceso de capacidad de las máquinas. Los operarios, preocupados por no disminuir las tasas de producción, emplean el exceso de capacidad fabricando materiales en exceso.

- a) Características:
  - Gran cantidad de stock. Necesidad de espacio para almacenaje.
  - Tamaños grandes de lotes de fabricación.
  - Falta de equilibrio en la producción.
- b) Causas posibles:
  - Procesos no capaces y pocos fiables.
  - Reducida aplicación de la automatización.
  - Tiempos de cambio y de preparación elevados.
  - Respuesta a las previsiones, no a las demandas.
  - Falta de comunicación.
- c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:
  - Flujo pieza a pieza (lote unitario de producción).
  - Implementación del sistema Pull mediante Kanban.
  - Acciones de reducción de tiempos de preparación SMED.
  - Nivelación de la producción.
  - Estandarización de las operaciones.

### Tiempos de espera

La espera es el tiempo durante la realización del proceso productivo en el que no se añade valor. Esto incluye esperas de material, información, máquinas, herramientas, retrasos en el proceso de lote, averías, cuellos de botella, recursos humanos.

En términos fabriles estaríamos hablando de los “cuellos de botella” cuando se genera una espera en el proceso productivo debido a que una fase va más rápida que la que le sigue, con lo cual el material llega a la siguiente etapa antes de que se la pueda procesar.

#### a) Características:

- El operario espera a que la máquina termine.
- Paradas no planificadas.
- Tiempo para ejecutar otras tareas indirectas.
- Tiempo para ejecutar reprocesos.
- Un operario espera a otro operario.

#### b) Causas posibles:

- Métodos de trabajo no estandarizados.
- Layout deficiente por acumulación o dispersión de procesos.
- Desequilibrios de capacidad.
- Falta de maquinaria apropiada.
- Operaciones retrasadas por omisión de materiales o piezas.
- Producción en grandes lotes.
- Baja coordinación entre operarios.
- Tiempos de preparación de máquinas elevados.

#### c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Nivelación de la producción. Equilibrado de la línea.
- Layout específico de producto. Fabricación en células en U.
- Automatización con un toque humano (Jidoka).
- Cambio rápido de técnicas y utillaje (SMED).
- Adiestramiento polivalente de operarios.

### **Transporte y movimientos innecesarios**

Cualquier movimiento innecesario de productos y materias primas ha de ser minimizado, dado que se trata de un desperdicio que no aporta valor añadido al producto. El realizar un transporte de piezas de ida y no pensar en la vuelta, representa un transporte eficaz

al 50%, habría que prever un recorrido eficiente, ya sea dentro de la propia empresa como en el exterior. El transporte cuesta dinero, equipos, combustible y mano de obra, y también aumenta los plazos de entrega.

Además, hay que considerar que cada vez que se mueve un material puede ser dañado, y para evitarlo se asegura el producto para el transporte, lo cual también requiere mano de obra y materiales. O el material puede ser ubicado en un espacio inadecuado de forma temporal, por lo que se deberá volver a mover en un corto periodo de tiempo, lo que ocasionará nuevamente mano de obra y costos innecesarios.

Todo movimiento innecesario de personas o equipamiento que no añada valor al producto es un despilfarro. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio. Estos desperdicios hacen un aumento del cansancio del operario con los consiguientes problemas dorso lumbares y demás dolencias, así como una disminución del tiempo dedicado a realizar lo que realmente aporta valor.

Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventarios. En este sentido es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores.

a) Características:

- Los contenedores son demasiado grandes, difíciles de manipular.
- Exceso de operaciones de movimiento y manipulación de materiales.

b) Causas posibles:

- Layout obsoleto.
- Gran tamaño de lotes.
- Procesos deficientes y poco flexibles.
- Programas de producción no uniformes.
- Tiempos de preparación elevados.
- Excesivos almacenes intermedios.
- Baja eficiencia de los operarios y las máquinas. - Reprocesos frecuentes.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles.

- Cambio gradual a la producción en flujo según tiempo de ciclo fijado.
- Trabajadores polivalentes o multifuncionales.
- Reordenación y reajuste de las instalaciones para facilitar los movimientos de los empleados.

### **Defectos, Rechazos y Reprocesos**

Los defectos de producción y los errores de servicio no aportan valor y producen un desperdicio enorme, ya que se consumen materiales, mano de obra para reprocesar y/o atender las quejas, y sobre todo porque pueden provocar insatisfacción en el cliente. Es preferible, por lo tanto, prevenir los defectos en vez de buscarlos y eliminarlos.

Hacer un trabajo extra sobre un producto es un desperdicio que debemos eliminar, y es uno de los más difíciles de detectar, ya que muchas veces el responsable del reproceso no sabe que lo está haciendo. Por ejemplo: limpiar dos veces, o simplemente, hacer un informe que nadie va a consultar. Debemos preguntarnos el por qué un proceso es necesario y por qué un producto es producido. Una vez realizada esta reflexión, es importante eliminar todos los procesos innecesarios.

#### a) Características:

- Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero.
- Planificación inconsistente.
- Baja motivación de los operarios.
- Flujo de proceso complejo.
- Recursos humanos adicionales necesarios para reprocesos.
- Espacios y técnicas extra para el reproceso.
- Maquinaria poco fiable.

#### b) Causas posibles:

- Movimientos innecesarios.
- Proveedores o procesos no capaces.
- Errores de los operarios.
- Formación o experiencia de los operarios inadecuada.
- Técnicas o utillajes inapropiados.
- Proceso productivo deficiente o mal diseñado.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro: Automatización con un toque humano.

Estandarización de las operaciones.

- Implantación de elementos de aviso o señales de alarma.
- Mecanismos o sistemas anti-error (Poka-Yoke).
- Incremento de la fiabilidad de las máquinas.
- Implantación mantenimiento preventivo.
- Aseguramiento de la calidad en puesto.
- Control visual: Kanban, 5S y andón.
- Mejora del entorno del proceso.
- Producción en flujo continuo para eliminar manipulación de las piezas de trabajo.

### **Potencial humano subutilizado**

Algunos autores consideran el desaprovechamiento del talento humano como el octavo desperdicio. Esto se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios. Se puede dar por diferentes causas:

- Una cultura y política de empresa anticuada que subestima a los operadores.
- Insuficiente entrenamiento o formación a los trabajadores.
- Salarios bajos que no motiven a los trabajadores.
- Un desajuste entre el plan estratégico de la empresa y la comunicación del mismo al personal.

Toda empresa debería enfocarse en aprovechar el conocimiento del operario que manipula todos los días la máquina y conoce cómo se comporta, más que el ingeniero o titulado que ocupa un puesto intermedio. Es importante garantizar un flujo de información de arriba a abajo y de abajo a arriba.

Todo el personal de la empresa se debe convertir en especialista en la eliminación de desperdicios, para lo cual la dirección de la organización debe propiciar un ambiente que promueva la generación de ideas y la eliminación continua de desperdicios.

Ya después de conocer todos los despilfarros que tiene la empresa CVNS Industrias SA de CV. Para este proyecto solo se solucionó la problemática de desperdicios de

materia prima en la línea de producción #1 y para su abordaje de solución planteamos técnicas Lean Manufacturing.

### **Técnicas Lean**

El Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, que pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características específicas de cada caso. Su aplicación debe ser objeto de un diagnóstico previo que establezca la hoja de ruta idónea. Las técnicas están agrupadas en tres grupos distintos, a modo de obtener una visión simplificada, ordenada y coherente de las mismas.

En un primer grupo están aquellas cuyas características, claridad y posibilidad real de implantación las hacen aplicables a cualquier circunstancia de empresa/producto/sector. Su enfoque práctico y en muchas ocasiones, el sentido común, permite sugerir que deberían ser de “obligado cumplimiento” en cualquier empresa que pretenda competir en el mercado actual, independientemente de si tiene formalizada la aplicación sistémica de Lean.

- **Las 5S.** Técnica utilizada para la mejora de las condiciones de trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo, técnica aplicada en la empresa de manera empírica y errónea.
- **Estandarización.** Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas, en la empresa ya existe, los operarios no siguen el manual de proceso guiándose por su experiencia técnica y por una baja supervisión del jefe de línea.
- **SMED.** Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación o puesta a punto de máquinas.
- **TPM.** Conjunto de múltiples acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las pérdidas por tiempos de paradas de máquinas.
- **Control visual.** Conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y el avance de las acciones de mejora, mejor conocidas como las HOE, elemento inexistente en la empresa.

En un segundo grupo están aquellas técnicas que, aunque son aplicables a cualquier situación exigen un mayor compromiso y cambio cultural de todas las personas, tanto directivos, mandos intermedios y operarios.

- **Jidoka.** Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.
- **Técnicas de calidad.** Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de garantía de calidad que persiguen la disminución y eliminación de defectos.
- **Sistemas de participación del personal (SPP).** Sistemas organizados de grupos de trabajo de personal que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean.

En un tercer grupo se encuentran las técnicas más específicas que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena logística. Precisamente son aquellas que se han asociado al éxito de las técnicas JIT en la industria del automóvil. Son técnicas más avanzadas, que exigen recursos especializados para llevarlas a cabo.

- **Heijunka.** Conjunto de técnicas que sirven para planificar y nivelar la demanda de clientes, en volumen y variedad, durante un periodo de tiempo, y que permiten a la evolución hacia la producción en flujo continuo, pieza a pieza.
- **Kanban.** Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas.

Se realizará una aproximación detallada de cada herramienta a medida que se vayan utilizando en el desarrollo de este proyecto. Así, con la ayuda de algunas de estas técnicas, se buscará brindar posibles soluciones a los problemas planteados inicialmente en la empresa CVNS Industrias SA. de CV.

Más allá del poder de estas técnicas, las acciones para su implementación deben centrarse en el compromiso de la empresa para invertir en su personal y promover la cultura de la mejora continua. El pensamiento Lean implica una transformación cultural profunda, de manera que empezar con un planteamiento modesto basado en pocas técnicas, incluso solo una, para generar un mini-éxito es la manera correcta de afrontar inicialmente el conocimiento e implantación de las otras de las técnicas Lean. De



cualquier forma, cualquier plan de acción debe plantearse a largo plazo, persiguiendo un cambio cultural que pase a formar parte de saber hacer de la empresa.

### Reducción de desperdicios de materia prima

Anteriormente se mencionaron los desperdicios en los que pueden incurrir las empresas. Estos no aportan valor añadido al producto o servicio que paga el cliente, por lo que representan un costo directo. Su reducción lleva a una mejora de costos y por lo tanto a ser más competitivos, brindando una mayor flexibilidad y eficacia al proceso productivo. En esta instancia del proyecto se atacarán parte de los desperdicios en los que incurre la empresa bajo estudio: **defectos, rechazos y reprocesos**, conceptos que fueron identificados como parte de los 7 muda. Cabe destacar que, hay actividades que son necesarias para el sistema o proceso, aunque no agreguen valor al producto, las cuales generan desperdicios que deberán ser asumidos.

Uno de los problemas actuales que tiene la empresa CVNS Industrias SA de CV.; es que, en la producción, los procesos son dependientes de la voluntad del operario y de su habilidad técnica. Por una parte, el operario debe tener en cuenta la distribución del material con el fin de optimizar la utilización de materia prima y, por otra, valorar el material del que se dispone (en existencias), como ser restos de otros trabajos, tratando siempre de aprovecharlos con el fin de no acumular desperdicios de materia prima. Se detectó que hay una mala utilización de la superficie de materia prima, por lo que se analizarán las causas y se brindarán posibles soluciones a dicho problema, para reducir de esta manera los costos y rentabilizar el material. A esto se le suma que, dadas las características del proceso, se produce una gran cantidad de scrap inevitable, que actualmente no es aprovechado. Esto se ve como una oportunidad para la empresa ya que el mismo tiene un valor económico, por lo tanto, se analizarán distintas alternativas para reutilizarlo. Además, se detectó un desgaste prematuro de los discos de corte y un mal uso de los mismos, por lo que también se buscará una solución a dicho problema.

Anteriormente fueron mencionadas las acciones Lean que se proponen para estos tipos de desperdicios. Para el caso particular de la empresa bajo estudio, se aplicarán en las soluciones las siguientes acciones:

- Mejora del entorno del proceso
- Aseguramiento de la calidad en el puesto

- Estandarización de las operaciones
- Mantenimiento preventivo
- TPM: Mantenimiento Productivo Total
- Control visual
- Producción en el flujo continuo

La reducción de costos busca mejorar la productividad, definida esta como un indicador que relaciona los recursos empleados para la obtención de una cierta cantidad de productos o bienes; cuantos más bienes obtengo a partir de la misma cantidad de recursos empleados, mayor es la productividad. Estas soluciones se proponen para un futuro, de desarrollo fue proponer un sistema de inventarios y competente.

### **PEPS**

El método PEPS (Primeras entradas; primeras salidas) consiste en tener identificados los productos que ingresaron primero para darle salida inmediata del almacén; ya sea por venta o traspaso. Este método; puede ser controlado o supervisado mediante un Kardex en donde se especifiquen campos necesarios de los productos o de la compra realizada; algunos de estos campos pueden ser:

- Fecha.
- Detalle de producto.
- Cantidad (Número de productos que ingresaron al almacén)
- Costo unitario del producto.
- Total, en moneda de las entradas.
- Cantidad (Número de productos que salen de tu almacén)
- Costo unitario del producto.
- Total, en moneda de las salidas.
- Cantidad (Número de productos existentes)
- Costo unitario de tus existencias actuales.
- Total, en peso de las existencias. (Solo si aplica)

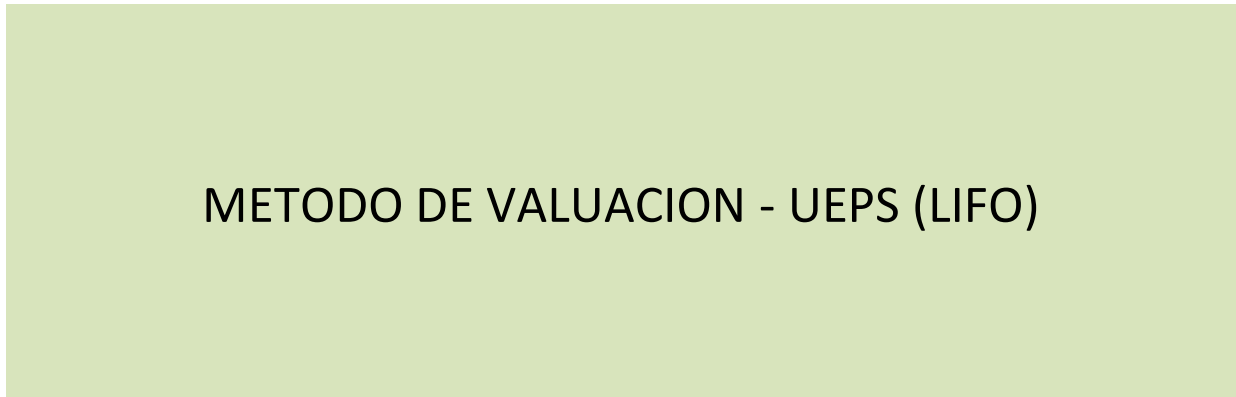
Una de las ventajas de utilizar el Kardex de producto para controlar tu inventario es; que tendrás actualizados los movimientos de tu empresa y si lo mantienes de esa manera siempre podrás contar con el costo total de los movimientos que realizas en tu almacén.

A diferencia del método promedio ponderado en donde los productos que se van comprando se van sumando al inventario y se obtiene un costo promedio entre las existencias que se poseen y las que va adquiriendo, en el PEPS sabrás el costo por separado de los movimientos de tu almacén tanto en entradas como en salidas.

Otra de las ventajas que tienes al utilizar el método PEPS es que tiene validez contable ya que las existencias al finalizar el ejercicio quedarán reconocidos los últimos precios de adquisición o de producción, mientras que en los resultados de costo de venta son los que corresponde al inventario inicial. El manejo físico de los productos no tiene que coincidir con la forma en la que se le asigna su costo para lograr esto bajo la fórmula PEPS deben de establecerse y controlar las fases del inventario según la fecha de adquisición

**KARDEX PEPS**

Tabla 85: Kardex PEPS



**Control de inventario**

FECH A	COMPRAS			VENTAS			SALDOS		
	Cantid ad	Costo Unidad	Costo Total	Cantid ad	Costo Unidad	Costo Total	Cantid ad	Costo Unidad	Costo Total
01-mar									-
05-mar			-				-		-
08-mar			-		-	-	-		-
					-	-	-		-

12-mar			-			-			-
18-mar			-	-	-	-			-
					-	-			-
23-mar			-			-			-
26-mar			-			-			-
29-mar			-		-	-			-
					-	-			-
					-	-			-
					-	-			-
					-	-			-
			-			-			

El kardex Peps como se observa en la tabla (Tabla 85: Kardex PEPS) nos ayudó a controlar las salidas de los inventarios y es la primera base para poder hacer otras mejoras como un carrito KIT de insumos entre otras ya que esto controlara que tanto insumo sale y podría darnos soluciones preliminares con amplias mejoras, pero esto da pie al mejoramiento continuo del control de insumos total.

Tabla 86: Supuestos

Supuestos
Cantidad Vendida
Precio de Venta
Ing Operacionales
Egre No Operac
Tasa Impositiva

**NOTA:** Los supuestos como se pueden observar en la tabla (Tabla 86: Supuestos) son para tener un control de los ingresos y egresos de los insumos y esto evalúa una cantidad de venta, el precio al que sale dicho producto, los ingresos operacionales, los egresos no operacionales y una tasa impositiva de interés que es determinada por el gobierno y esta es mejor conocida como los impuestos, posibles utilidades, dividendos etc.

Tabla 87: estado de resultados

Estado de Resultados	
Método PEPS	
Ventas Brutas	0
- Costo de Ventas	0
Utilidad Bruta en Ventas	0
+ Ingresos No-Operacionales	0
- Gastos No-Operacionales	0
= Utilidad antes de Impuestos	0
- Impuestos	0
<b>Utilidad</b>	<b>0</b>

**NOTA:** los estados de resultados como se puede observar en la tabla 87 son para tener un control visual de los costos comparados con los ingresos y esto nos puede determinar la funcionalidad del inventario, y ver si este tiene muchos gastos a lo largo de los meses y al tiempo poder tener proyecciones de compras determinada por la proyección de ventas y programaciones de producción.

## MRP

El MRP es un sistema de planificación de la producción que -en términos generales- ayuda a planear y controlar nuestra cadena de suministro. Este elemento es indispensable para la eficiencia y rentabilidad de cualquier negocio.

Entonces, con las funciones de un sistema MRP nos aseguramos de que nuestros productos lleguen al cliente final en tiempo y forma, por el menor costo posible. Precisamente por eso, iniciamos este artículo refiriéndonos a la rentabilidad, la meta de todos los negocios.

Específicamente, el MRP:

- Planifica actividades de fabricación, como la emisión de órdenes de entrega y de compras.
- Asegura que los materiales estén disponibles para la producción.
- Ayuda a mantener el inventario en un nivel óptimo.

Versiones básicas los MRP ofrecen funciones para:

- Controlar inventarios
- Elaborar listas de materiales
- Programar tareas elementales para administrar la producción
- Determinar cantidad de materiales que necesitamos
- Calcular los tiempos en que deben salir las órdenes de compra

Entre la información generada por un MRP, destacan las recomendaciones de un Plan Maestro de Producción y el Programa de Compras. El Plan Maestro de Producción consiste en un calendario con fechas de inicio y finalización, cantidades, una hoja de ruta y la lista de materiales. Es por eso que ya conociendo las cualidades de un MRP se propuso generar una plantilla para comenzar a controlar bajo este sistema como se observa en la siguiente tabla 88:

Tabla 88: Plantilla MRP

MRP Plan de requerimientos de materiales MRP Template								CNVS																									
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Programa maestro</th> </tr> <tr> <th>Artículo</th> <th>Artículo</th> <th>Cantidad MPS</th> <th>Semana</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Semana 1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Semana 2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Semana 3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Semana 4</td> </tr> </tbody> </table>										Programa maestro				Artículo	Artículo	Cantidad MPS	Semana				Semana 1				Semana 2				Semana 3				Semana 4
Programa maestro																																	
Artículo	Artículo	Cantidad MPS	Semana																														
			Semana 1																														
			Semana 2																														
			Semana 3																														
			Semana 4																														
Registro de inventario																																	
Código	Descripción	Nivel	Inventario disponible	Stock de seguridad	Elemento padre	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Recepciones programadas																									
								Semana	Cantidad																								
Planificación de materiales																																	
Artículo	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Periodo de tiempo																											
						1	2	3	4																								
0	0	0	0	0	Necesidades brutas																												
					Recepciones programadas																												
					Disponibles	0	0	0	0																								
					Necesidades netas	0	0	0	0																								
Recepción de orden																																	
Lanzamiento de orden																																	

## Control de hallazgos 5's

La metodología de 5's agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el propósito de crear y mantener condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de estandarizar y reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente, productivo y con gran nivel de disciplina.

Se ha desarrollado un formato (Tabla 89: Evaluación de 5's) de evaluación que permite conocer el nivel de cumplimiento de la metodología 5's con relación a sus cinco principios:

- Organización
- Orden
- Limpieza
- Estandarización
- Disciplina

Tabla 89: evaluación de 5'S

Evaluación de Organización			
		Sí	No
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?		
2	¿Se observan objetos dañados?		
3	En caso de observarse objetos dañados ¿Se han catalogado cómo útiles o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados?		
4	¿Existen objetos obsoletos?		
5	En caso de observarse objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?		
6	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?		
7	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?		

### Evaluación de Orden

		Sí	No
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario? ¿Cada cosa en su lugar?		
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?		
3	¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que le permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?		
4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano.		
5	¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?		
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?		
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?		

### Evaluación de Limpieza

		Sí	No
1	¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpia?		
2	¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse?		
3	¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? No solo la suciedad		
4	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?		
5	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?		

### Evaluación de Estandarización



		Sí	No
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?		
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?		
3	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?		
4	¿Se cuenta con una cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?		
5	¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área?		
6	¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos operativos estándar?		

### Evaluación de Disciplina

		Sí	No
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?		
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?		
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, no necesariamente al momento de diligenciar este formato, que afecten los principios 5s?		
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?		

### Control de asistencias

Es el conjunto de acciones de Recursos Humanos que la empresa se ejecutará durante el año para desarrollar las habilidades, conocimientos y aptitudes de sus funcionarios.

No existe un período adecuado para la planificación futura. Puede ser sólo para ese año, para los próximos 3 años, lo más importante es dejar todo planeado y proyectado,

incluyendo las asignaciones financieras. Una sugerencia nuestra es hacer esa planificación todo comienzo de año. Esto ayudo a dar un rumbo concreto a los colaboradores para que tengan certeza de que tan viable es su estancia en la empresa CVNS, la idea es que sea tan bueno que quieran quedarse en la empresa y controlar la asistencia y duradera. Para ello comenzamos con un análisis del puesto básico como se observa en la tabla 90.

### Plan de desarrollo profesional

Tabla 90: Plan de desarrollo profesional CVNS

Nombre:	
Posición actual:	
Fecha:	

La primera fase para que planifiques tu desarrollo profesional comienza por evaluar y comprender tus aspiraciones, fortalezas, intereses y áreas a mejorar. Se define en una tabla similar a la 91.

Tabla 91: planificar desarrollo personal

Aspiraciones	Fortalezas
Intereses	Áreas a mejorar

Para la definición de los objetivos, uno puede buscar consejo en otras personas del entorno para obtener más información sobre uno mismo en cuanto a su práctica profesional y orientación laboral. Aconsejamos, como mínimo, una reunión sobre las aspiraciones, fortalezas y debilidades, y posibilidades de desarrollo profesional.

Uno puede realizar una lista de las personas con las que comentar sus objetivos profesionales como, por ejemplo:

- Director
- Líder profesional
- Formador
- Mentor
- Otros
- \_\_\_\_\_

De los resultados del cuestionario de autoevaluación, ¿cuáles son las competencias que deseas desarrollar?

Es importante analizar qué posibilidades laborales pueden abrirse en función del estudio previo (fortalezas, intereses, competencias, aspiraciones, etc.)

**Posibilidad** **1:**

---

**Requisitos para conseguirlo:**

**Posibilidad** **2:**

---

**Requisitos para conseguirlo:**

**Posibilidad** **3:**

---

**Requisitos para conseguirlo:**

### **Ergonomía**

Tiene un enfoque que pretende conseguir la comodidad y facilidad en el trabajo físico del empleado, obteniendo así mayor productividad, reduciendo a su vez, el riesgo de accidentes, al minimizar el cansancio del trabajador.

Se debe investigar para un mayor rendimiento aspectos tales como:

- El ambiente de trabajo en lo relativo a humedad y temperatura
- El ambiente acústico
- El humo en el ambiente
- Las superficies de trabajo

- Las posiciones físicas que adopta el trabajador
- La forma en la que se eleva el peso
- Condiciones laborales
- La fatiga
- La forma de coger los utensilios de trabajo
- La manera de agacharse, etc.

La intención de la ergonomía es crear, atendiendo a las facultades de cada trabajador, a las máquinas, sistemas y tecnologías para que se pueda realizar la labor de forma sencilla y eficaz aumentando la productividad. Para conseguirlo se analizará al trabajador, así como la organización y la técnica utilizada.

Los propósitos principales son:

- Reducción de riesgos laborales
- Eficacia en el trabajo con mayor confort y seguridad
- Acondicionar el puesto de trabajo al trabajador
- Introducción de nuevas tecnologías en base a la capacidad del trabajador
- Motivar al trabajador
- Adquirir materiales y herramientas que faciliten el trabajo

Se trata de aumentar la productividad sin que el trabajador se tenga que adaptar al trabajo, sino consiguiendo todo lo contrario.

Los beneficios que persigue son:

- Se optimizará la situación laboral del trabajador haciéndola más cómoda y eficaz, aumentando así el rendimiento de la empresa.
- Con la ergonomía se analizan diversas situaciones laborales que repercuten en la salud y bienestar del operario, donde se incluyen el ambiente, nivel acústico, los utensilios, el calzado, la luz, etc., así como la repetición de acciones, las posturas del trabajador, la situación de sus herramientas, la seguridad y la forma de interacción entre las máquinas y el trabajador.

Así son beneficios notables de esta ciencia:

- La reducción de enfermedades laborales

- Aumentan tiempos y medidas, en consecuencia, la productividad
- Disminuye costos
- Calidad en los servicios y resultados
- Aumenta la motivación en movimientos repetitivos

También encontramos beneficios a nivel mental:

- Aumenta el compromiso del trabajador, su motivación y concentración
- Se reduce el estrés laboral y aumenta el nivel de producción y la calidad de vida del operario
- Eficiencia

### **Sistemas hombre-máquina-entorno laboral**

La ergonomía realiza el estudio de estos tres sistemas (hombre-máquina-laboral) de forma global, ya que el resultado de esta combinación es mayor que el estudiado de forma individualizada.



*Figura 48: hombre-máquina*

Debido a que la empresa no quiere apostar la producción para parar y hacer el estudio ergonómico de las estaciones se desarrollaron carteles ergonómicos como el de la figura 49.



Figura 49: cartel ergonómico ejemplo

## Análisis de productividad

Para poder lograr una administración de la producción altamente efectiva, es necesario medir los procesos productivos para afrontar con éxito las necesidades del mercado, tanto presentes como futuras.

En esa marcha hacia el futuro no puede permitirse quedarse atrás y precisamente nosotros representamos una excelente oportunidad para diseñar, optimizar, medir y controlar los productos y procesos de su organización.

Evaluamos la productividad con objeto de que disponga de elementos objetivos y confiables con los cuales podrá determinar parámetros de desempeño en cada uno de

los equipos o máquinas, puestos de trabajo u operaciones que intervienen en la producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

En el ámbito de desarrollo profesional se le llama productividad (P) al índice económico que relaciona la producción con los recursos empleados para obtener dicha producción, expresado matemáticamente como: **P = producción/recursos.**

La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado.

Una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta en una mayor rentabilidad para la empresa. Por ello, el sistema de gestión de la calidad de la empresa trata de aumentar la productividad un ejemplo sería la figura 50.



Figura 50: diagrama productividad

### Resumen de Resultados

Para determinar los resultados de este proyecto referido al semestre de Agosto-diciembre de 2020 se evaluaron si los puntos propuestos a mejorar en el ante proyecto se vieron mejorados o solucionados de manera directa o indirecta, el resultado propuesto trae consigo un desarrollo de una propuesta que abarca dos ramas específicas de mejoramiento en las cuales se solucionan múltiples factores de manera indirecta. En la

tabla de “contraste de resultados” (véase en la Tabla 92: resumen de resultados) se describe que objetivo teníamos y el impacto que se tuvo redactado de manera breve. Al final se realizó una redacción completa del seguimiento del proyecto y el impacto que tuvo en cada uno de los objetivos propuestos anteriormente, con la intención de clarificar las acciones y propuestas diseñadas para la empresa CVNS.

*Tabla 92: resumen de resultados*

Objetivo Propuesto ante proyecto	Resultado Esperado de propuesta
balanceo de líneas de producción	Se generó un balanceo de líneas dando eficiencia a las operaciones de las estaciones de trabajo donde ajustamos las líneas reduciendo los tiempos de producción y analizando las capacidades del proceso para conocer si eran capaces de mejorar y dentro de estas aplicaciones se puede lograr una producción continua de 6 cofres diarios con un total de 13 personas operativas en la línea de producción, actualmente se trabajan con 19 operarios con una producción variable de entre 4 y 8 cofres.
Generar programación de producción	La programación de la producción la hacían respecto a los faltantes, si hacía falta producir X cofre se producía sin la necesidad de producirlo y se envía a un almacén, para esto se presentó una propuesta de generar un MRP y una plantilla para la aplicación del mismo.
Control de hallazgos 5's	Para el control de los hallazgos de 5's se generó un documento que controla los hallazgos, la futura aplicación del mismo



	podrá evitar accidentes una mejor disciplina en la ejecución de las operaciones.
Control de asistencia	La rotación de personal es una problemática común dentro de la empresa para el control de las mismas se propuso el desarrollo del factor humano con un plan de proyección.
Generar análisis de productividad	En análisis de productividad, ya existe más esta manipulado para ofrecer números irreales según la función de sus variables, se generó un análisis de cómo debería ser la productividad de la línea con el ajuste del proceso, dando los conceptos básicos.
Ergonomía	La ergonomía es una cuestión complicada ya que el proceso y sus estaciones son manuales y no están sistematizadas para esto solo se generaron carteles con avisos de los posibles riesgos como solución preliminar.
Eliminación de cuellos de botella	La eliminación de los cuellos de botella surge de la problemática de que un cofre solo llega a la mitad del proceso en un día de labor, dando un cantidad de cofres enorme para un solo proceso al día siguiente, para esto generamos un arreglo ortogonal con una secuencia de tiempos en cada estación para evitar estos cuellos

	de botella.
Modelaje lay out 2D	El lay out de la empresa es obsoleto, y no se respetan las líneas de limitación de área (líneas amarillas) por el poco espacio, se supo que la empresa cambiara de localidad por lo que el modelaje de lay out se mantuvo.
Diseño de experimentos	Generamos un diseño de experimentos para comenzar a experimentar con el mismo en busca de aumentar la eficiencia de las estaciones de trabajo, el cual nos llevó a una análisis de Taguchi DOE para conocer la capacidad de proceso y esto derivó en un arreglo ortogonal de mejora para procesos variables, en los cuales usamos números aleatorios para simular tiempos de producción y generar un arreglo el cual determino tiempos óptimos y rangos de tiempos para producir los cuales determinamos en 3 niveles.
Análisis Pareto	Se utilizó para análisis distintas variables y determinar márgenes de ganancia y la cual sirvió para conocer que margen de ganancia existía y cual sería si se implementara este proyecto lo que alcanzaría un máximo de 16% de aumento de utilidad mensualmente.
MRP	Se generó una plantilla para tener control sobre la producción.

Costos de sobre inventario	Aquí no se implementó nada ni se propuso ninguna solución pues realizar el balanceo de líneas y el MRP deberían de producir solo lo demandado por el mercado por lo que los costos de sobre inventario deberán ser eliminados a la hora de terminación de unidades de exceso.
5W1H	Nos ayudó a poder conocer las interrogantes y las posibles soluciones de los distintos problemas.
Control de desperdicios	En el control de desperdicios en línea usamos y redactamos fundamentos LEAN y en el cual se determinaron los desperdicios y como poder eliminarlos.

Impacto de proyecto

El proyecto tiene como resultado varias propuestas hacia distintos enfoques, todo este estudio se hizo con una intención de mejorar las mejores prácticas a la hora de producir y de manera indirecta tener un margen de ganancia más amplio, en el desarrollo se puede observar que se generó un QFD para identificar que fallas tenemos y como podrían solucionarse, esto arrojó varias prioridades en el proyecto las cuales fueron nuestros enfoques primarios, y los enfoques secundarios tienen igual una propuesta pero no tan profunda. Respecto a los enfoques primarios se generó un diseño de experimentos para conocer la capacidad del proceso y se desarrolló un análisis de normalidad para ver si el proceso o la estación de trabajo estaba bien diseñada, ya después de aprobar todas las estaciones desarrollamos pruebas de capacidad, donde estas nos dirían que tan eficientes y bien programados estaban nuestros procesos, esto arrojó procesos eficientes pero con amplia capacidad de mejora por lo que se recurrió a un arreglo ortogonal para procesos de variabilidad en busca de un ajuste del proceso el cual generó 3 tiempos de 3 niveles distintos dando rangos máximos y mínimos de producción, después con el ajuste evaluamos la capacidad de poder producir para

contrastar la utilidad anterior que se demostró con un diagrama de Pareto y uno igual pero posterior con los 3 niveles de mejora que demostró estadísticamente que se llega a un 16% de aumento de utilidad, para mejorar el mismo se generó un balanceo de líneas, operadores y estaciones, donde metimos datos de los diseños de experimentos y está brindando una respuesta que menciona que la plantilla de trabajadores debería reducirse a 13 en vez de 19, con las mismas estaciones de trabajo y dando una secuencia continua de 6 cofres máximos programables en un día, esto da apertura a poder implementar un MRP y controlar los desperdicios ya que de manera indirecta se estarían controlando al darle métricas exactas a los procesos. En conclusión, el impacto está referido a la ganancia a aumentar en un 16% la utilidad mensual.

## **Capítulo 6 conclusión**

### *Conclusión de proyecto*

Haber realizado las prácticas profesionales en la empresa CVNS Industrias SA. De CV. Ayudo a ver la manera en que se lleva a la practica la proyección de soluciones en función de propuesta para la empresa.

Esto nos llevó de manera directa a abrir nuestras ideas y formas de pensar para entrar en un contexto de análisis para encontrar las soluciones más oportunas para las problemáticas que detectamos. También se pudo desarrollar y utilizar los conocimientos adquiridos en la universidad, así como nuestras propias habilidades y aptitudes natas de cada uno de nosotros.

Aprendimos mucho sobre la forma en que se trabaja de manera real en las industrias de nuestra entidad y lo más importante es que aprendimos a trabajar en equipo en busca de los mismos objetivos y personalmente haber podido tener la posibilidad de haber laborado en esta empresa.

CVNS es una empresa reconocida en el estado de Aguascalientes y es líder en el sector de fabricación de cofres de fibra de vidrio, queremos agradecerles la oportunidad de escuchar nuestras propuestas y que les puedan llegar a servir en el futuro. El proyecto se realizó en tiempo y en forma respecto a lo establecido con el cronograma de actividades, mas sin embargo encontramos varias complicaciones para realizarlo que con el tiempo pudimos conseguir información relevante sobre los aspectos de interés

para proponer soluciones factibles y de rápida aplicación y que si se quisiera implementar se podría aumentar la utilidad en un máximo de 16% de forma inicial.

Este proyecto culmina con un análisis de resultados donde planteamos los objetivos del anteproyecto y la manera en que les dimos abordaje a la hora de proponer soluciones para cada uno de ellos con la intención de otorgar una amplitud al proyecto de mejora pues aborda diferentes ramas.

El proyecto se compaginó de manera ideal para que tuviera un seguimiento coherente a la hora de ejecutar, proponer las propuestas y al ser leído pueda ser comprendido por los distintos lectores.

Este proyecto está fundamentado bajo los argumentos y antecedentes de autores por lo que la formulación y desarrollo del proyecto es real

## **Capítulo 7 competencias desarrolladas**

### *Competencias desarrolladas y/o aplicadas.*

Durante este periodo de estancia en CVNS uno de mis principales objetivos para realizar este proyecto era poder aplicar constantemente los conocimientos aprendidos a lo largo de mi estancia en el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga y complementarlos con todas aquellas enseñanzas aprendidas de forma práctica en la empresa CVNS Industrias. Durante este periodo aprendí el uso de herramientas en la práctica laboral como industrial, evaluando, midiendo y mejorando una empresa la cual se encuentra agradecida con las mejoras detalladas en su mayor parte en este documento, nos enfrentamos a problemas menos comunes como lo puede ser la complicación al acceso a la información pues no existen registros o los análisis para poder realizar y concretar las propuestas, cosas que se fueron puliendo al través de este tiempo y con lo cual pudimos desarrollar de manera óptima este proyecto.

En estas residencias profesionales tuve que aplicar habilidades directivas y de ingeniería en el diseño, gestión, y planificación de proyectos bajo los estándares de six sigma en su metodología de DMAIC. Se diseñó el proceso de manera simulada para poder aplicar fundamentos de diseño de experimentos donde realice análisis de series de tiempos, análisis de capacidad, pruebas de normalidad y por ultimo arreglos ortogonales para el ajuste de tiempo de un proceso de variabilidad alta. Busque información para que yo pudiera desarrollar propuestas de diferentes ramas de la ingeniería industrial como

puede ser la ergonomía, estudios del trabajo, y en todos ellos aplique fundamentos tanto básicos de estadística y estadística avanzada como lo puede ser la interpretación de datos de un modelo matemático de un proceso.

Tuve que investigar de manera coherente y eficiente donde destaco mis habilidades y fundamentos adquiridos durante las materias de investigación. Se desarrollaron Paretos que son aplicaciones de investigación de operaciones para poder determinar ciertos rubros de la empresa. Gestione sistemas integrales de calidad de simulación para la mejora de los procesos, ejerciendo un liderazgo estratégico y un compromiso ético con la empresa al desarrollar un proyecto viable, aplicable y sobre todo exitoso. Dirigí durante un cierto tiempo equipos de trabajo para la mejora continua como fundamento el liderazgo para poder controlar y saber manejar las situaciones organizacionales dentro de la empresa CVNS.

## Capítulo 8 fuentes de información

### Bibliografía

- Aguascalientes, I. T. (19 de Abril de 2002). *Conciencia tecnologica*. Obtenido de Conciencia tecnologica: <https://www.redalyc.org/pdf/944/94401906.pdf>
- CEUPE. (21 de Agosto de 2020). *CEUPE*. Obtenido de CEUPE: <https://www.ceupe.com/blog/los-procedimientos-de-trabajo.html>
- Gisber Soler, V. (2015). LEAN MANUFACTURING. QUÉ ES Y QUÉ NO ES, ERRORES EN SU APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN MAS USUALES. *Tecnología TC*, 179-202.
- Horngren, C. T. (2000). *Introducción a la contabilidad financiera*. México: PEARSON EDUCATION.
- Mayers, F. E. (2006). *Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales*. Estado de México: PEARSON EDUCATION.
- Menéndez Díaz, F. (2007). *Formación superior en prevención de riesgos laborales*. España : LEX NOVA, S. A.
- Meyers E., F. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura ágil*. Stanford : Pearson Education .
- Minitab, S. (17 de Agosto de 2019). *Soporte de Minitab*. Obtenido de Soporte de Minitab : <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/normality/test-for-normality/>
- Morales García, E. (13 de Octubre de 2002). *SEDIC*. Obtenido de SEDIC : [https://www.sedic.es/autoformacion/seccion7\\_Procedimientos.htm#:~:text=Los%20procedimientos%20de%20trabajo%20son,la%20revisi%C3%B3n%20de%20los%20procedimientos.](https://www.sedic.es/autoformacion/seccion7_Procedimientos.htm#:~:text=Los%20procedimientos%20de%20trabajo%20son,la%20revisi%C3%B3n%20de%20los%20procedimientos.)
- Morales, F. (12 de Octubre de 2016). *Economipedia*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/capacidad-de-produccion.html>
- Nadal Mora, V. J. (2011). *VENTILACIÓN INDUSTRIAL: PARTICULARIDADES DE CASOS DE ESTUDIOS* Y. Buenos Aires, Argentina : UNLP.
- Napolitano, O. (30 de Mayo de 2010). *Educación de ciencias quimicas*. Obtenido de Educación de ciencias quimicas: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46255110/disenos\\_fases.pdf?1465150552=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDisenos\\_fases.pdf&Expires=1602276136&Signature=Zg0WRtLm-QPlxPsMv-JjGWfto7D26xw~yl3U4FWEpwGxcFjj6-CVzXArHyLTNMP7M3~aYk5PLsCIU5Zzt](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46255110/disenos_fases.pdf?1465150552=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDisenos_fases.pdf&Expires=1602276136&Signature=Zg0WRtLm-QPlxPsMv-JjGWfto7D26xw~yl3U4FWEpwGxcFjj6-CVzXArHyLTNMP7M3~aYk5PLsCIU5Zzt)
- Navarro, I. (21 de Agosto de 2005). *Education Policy Analysis Archives/Archivos*. Obtenido de Education Policy Analysis Archives/Archivos: <https://www.redalyc.org/pdf/2750/275020513035.pdf>
- Peña, O. (3 de Septiembre de 2016). *Scientia Et Technica*. Obtenido de Scientia Et Technica : <https://www.redalyc.org/pdf/849/84950585006.pdf>
- Rincón de Parra, H. (4 de Enero de 2001). *Actualidad Contable Faces*. Obtenido de Actualidad Contable Faces: <https://www.redalyc.org/pdf/257/25700405.pdf>

Sacritán, F. (2005). *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid : FUNDACIÓN CONFEMETAL.

Tejeda, A. S. (11 de Junio de 2011). *INTEC*. Obtenido de INTEC:

<http://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/handle/123456789/1364>

Yepes Piqueras, V. (8 de Julio de 2014). *QFD: Despligue de la Fundión de Calidad* . (V. Yepes Piqueras, Intérprete) Valencia , Valencia , España .