



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACION DEL PHVA Y SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACION DE FILTROS PARA EL SECTOR DE CONSTRUCCION DE REPRESAS, EMPRESA CUMBRA INGENIERIA S.A. - CAJAMARCA 2020”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Jose Antonio Yalle Quispe

Asesor:

Ing. Mg. Roberto Encarnación Sotelo

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo de Suficiencia Profesional se lo dedicó a mi familia, quienes fueron el pilar principal en el transcurso y culminación de mi carrera profesional.

A mi esposa e hijas por crear en mi la iniciativa de tomar esta carrera profesional e incentivar me al buen habito del trabajo y por enseñarme que todas nuestras acciones deben ir enmarcadas por la honradez.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por guiar mi camino y darme la oportunidad de estar presente en esta etapa de mi vida.

A toda mi familia, especialmente a mi padre Antonio Yalle Puma, mi Madre Sinforiana Quispe Napanga y hermanos por todo el apoyo brindado durante todos estos años de mi formación como profesional.

A mi esposa e hijas que fueron el motor y motivo desde inicio y serán la causa base para el cumplimiento de cada una de mis metas establecidas.

De igual manera agradecer a mi asesor de tesis, Mg. Ing. Roberto Encarnación Sotelo por su visión crítica, constante apoyo y preocupación atendiendo inquietudes y enriqueciendo con sus puntos de vista el desarrollo del trabajo.

Y por último a mis jefes de trabajo José Ruiz Oliva y Manuel Espinosa, quienes me han motivado durante mi formación laboral proporcionando herramientas, consejos y guía para continuar con mi crecimiento profesional.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
RESUMEN EJECUTIVO	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Contexto de experiencia profesional.....	11
1.2. Organización de la Empresa.	11
1.3. Organigrama.....	14
1.4. Misión, Visión y Valores.	15
1.5. Proyectos.	16
1.6. Clientes.	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes.	17
2.2. Marco Conceptual.	23
2.2.1. Productividad.	23
2.2.2. Factores técnicos que influyen en la productividad.....	24
2.2.3. Medición de la productividad.	25
2.3. Ciclo de Deming o PHVA.	26
2.3.1. Planear (P).	27
2.3.2. Hacer (H).	29
2.3.3. Verificar (V).....	30
2.3.4. Actuar (A).	31
2.4. Los 7 + 1 desperdicio.....	32
2.4.1. Sobreproducción.	33
2.4.2. Transporte.	33
2.4.3. Inventario.....	34
2.4.4. Esperas.	34
2.4.5. Sobre procesos.	35
2.4.6. Defectos.	35
2.4.7. Movimientos.	35
2.4.8. Talento.....	36

2.5. Herramientas de mejora.....	36
2.6. Limitaciones.....	41
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	42
3.1. Ingreso laboral a la Empresa.	42
3.2. Equipo Involucrado.	43
3.3. Funciones de los Compradores y almacén.	43
3.4. Identificación del problema.....	43
3.5. Objetivos.	45
3.5.1. Objetivo General.	45
3.5.2. Objetivo Específico.	45
3.6. Metodología.....	45
3.7. Estrategias para el desarrollo del proyecto.....	46
3.8. Aplicación de la metodología PHVA.	47
3.8.1. Planear.	47
3.8.2. Hacer.	53
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	71
4.1. Verificar.	71
4.1.1. Eficiencia del trabajador.	71
4.1.2. Disponibilidad mecánica de los equipos.....	74
4.1.3. Aumento en la producción de filtros.	76
4.1.4. Reducción de costos operativos.....	79
4.2. Actuar.....	82
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS.....	88
ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Incremento de capacidad de envasado actual y propuesto.....	18
Tabla 2. Incremento de capacidad de productos intermedios actual y propuesto.	18
Tabla 3. Balance de resultados obtenidos de la implementación.	19
Tabla 4. Ejemplos de interpretación y medición de la productividad.....	26
Tabla 5. Disponibilidad mecánica de los equipos – Después de la mejora.	75
Tabla 6. Disponibilidad mecánica de los equipos – Antes de la mejora.	75
Tabla 7. Comparación de producción de filtro.....	76
Tabla 8. Reporte de producción de filtro diario – 2021.	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa Cumbra Ingeniería S.A.....	14
Figura 2. Comparativo del indicador efectividad.....	20
Figura 3. Comparativo del indicador productividad.	21
Figura 4. Indicador de productividad.	22
Figura 5. Grafica de un proceso de producción.....	23
Figura 6. Factores que influyen en la productividad.	24
Figura 7. Mediciones de productividad.	25
Figura 8. Ciclo Deming y los 7 pasos.	32
Figura 9. Los 7 + 1 desperdicios	33
Figura 10. Diagrama de causa – efecto	36
Figura 11. Técnicas de los 6M	38
Figura 12. Fases de la implementación de 5S.....	40
Figura 13. Diagrama de Pareto	40
Figura 14. Producción de filtros- 2019.	44
Figura 15. Hoja de identificación del equipo.	48
Figura 16. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de filtro.....	49
Figura 17. Diagrama de Pareto de los problemas más frecuentes.	50
Figura 18. Cronograma de actividades.	52
Figura 19. Diagrama de Pareto de los problemas.	53
Figura 20. Diagrama de causa y efecto del problema principal.....	54
Figura 21. Formato de perfil de puesto.	55
Figura 22. Formato de inspección de equipos.....	56
Figura 23. Formatos de programa de mantenimiento.	57
Figura 24. Tipos de materiales actualizados.	58
Figura 25. Formato de requerimiento de herramientas solicitados.....	60
Figura 26. Elaboración de la simulación del proceso de elaboración de Filtro.	61
Figura 27. Certificado de un trabajador que actualmente labora en planta.	62

Figura 28. Cronograma actualizado de trabajos ejecutados en planta.	64
Figura 29. Formatos para control de trabajos realizados.	65
Figura 30. Tipos de piezas de desgaste en equipos de chancado.	66
Figura 31. Especificaciones técnicas de diferentes tipos de pieza de desgaste.	67
Figura 32. Entrega de herramientas nuevas para personal técnico mecánico.	68
Figura 33. Entrega de herramientas nuevas para personal técnico soldador.....	68
Figura 34. Diagrama de flujo actualizado del proceso.....	70
Figura 35. Desempeño del personal– antes de la mejora.	72
Figura 36. Desempeño de personal– después de la mejora.....	73
Figura 37. Plan de producción de filtros presentado anualmente.	77
Figura 38. Plan de compras de piezas de desgaste para elaboración de filtros.	80
Figura 39. Cotización proveedor por piezas de desgaste de la chancadora HP 100. .	81
Figura 40. Procedimientos estandarizados para la operación de equipos para la elaboración de filtros.	82
Figura 41. Procedimiento de chancado para la elaboración de filtro.....	83
Figura 42. Procedimientos estandarizados para el mantenimiento de diferentes equipos.....	84
Figura 43. Programa de difusión de los procedimientos estandarizados.	85

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula para hallar la productividad.....	25
Ecuación 2. Fórmula de la utilización del equipo	44
Ecuación 3. Fórmula de disponibilidad mecánica	74

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se desarrolló durante el año 2020 en la empresa minera Cerro Corona, en lo cual el servicio de mantenimiento, elaboración de filtros y construcción de represas lo realiza la empresa Cumbra Ingeniería S.A. Se desarrolló e implementó un plan de mejora continua, mediante la metodología del PHVA (PLANEAR, HACER, VERIFICAR Y ACTUAR) que es el ciclo de DEMING. Se analizó el problema, donde se identificó paradas no programadas por motivo de un mal diseño de configuración de circuito de chancado, y otros desperdicios durante la elaboración de filtros para el sector de construcción de represas. Afectando considerablemente la productividad del proceso productivo. Y esto impactó en el incumplimiento de entrega a nuestro cliente. La propuesta de implementar una metodología involucraba tener resultados alentadores en el proceso de elaboración de filtros.

El aporte como Ingeniero Industrial en esta investigación consistió en aplicar las herramientas de mejora para incrementar la productividad, además la identificación de actividades de la línea de chancado que no agregaban valor durante la producción y que elevaban innecesariamente los costos operacionales. Teniendo como resultado un ahorro de \$ **45,066.72** anual y un aumento de producción en **12.5%**

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto de experiencia profesional.

El bachiller Jose Antonio Yalle Quispe, ingresó a la empresa CUMBRA INGENIERIA S.A. en marzo 2018, ocupando el cargo de asistente de equipos de mantenimiento. En el año 2020 fue ascendido a jefe de equipo de mantenimiento, que actualmente lo lidera el gerente de la obra, el Ing. Manuel Espinosa.

Ocupando el nuevo puesto, su objetivo y responsabilidad es de incrementar la productividad durante la elaboración de filtros para la construcción de la represa, utilizando la metodología de la Mejora Continua y sus herramientas de apoyo. Tuve grandes expectativas de crecer en esta empresa y mejorar sus procesos para beneficio de nuestros clientes, así mismo se coordinó con el área de soporte para comenzar a elaborar planes de acción y rediseño en el proceso de elaboración de filtros.

1.2. Organización de la Empresa.

La empresa CUMBRA INGENIERIA S.A. de RUC 20100356270 fue fundada en 1984, es una empresa especializada en estudios, ingeniería, supervisión, gerenciamiento y comisionamiento de proyectos, geomática, servicios EPCM y de consultoría ambiental en los sectores de:

- **Infraestructura.**

Desarrollan proyectos de infraestructura a pequeña y gran escala, tanto para entidades privadas como públicas, siendo parte importante en los proyectos de desarrollo que permiten mejorar la calidad de vida y sostener el crecimiento económico del país.

Desarrollan trabajos de ingeniería integral, desde las fases iniciales correspondientes a los Estudios de Campo, Ingenierías Conceptuales e Ingenierías Básicas, hasta el desarrollo de Ingenierías de Detalle, Ingenierías de Acompañamiento, Supervisiones de Obra y Gerencias de Construcción.

- **Minería.**

Cuentan con la capacidad y experiencia para ejecutar proyectos mineros de cobre, oro, plata y hierro en sus diversas etapas y segmentos; asegurando control de costos, presupuesto y generación de valor a sus clientes.

Su experiencia abarca la elaboración de estudios, ingeniería, supervisión, geomática y servicios EPCM para procesos industriales e infraestructura minera. Asimismo, hemos ejecutado múltiples Contratos Marco de proyectos in situ para las principales empresas mineras.

- **Gas y Petróleo.**

Cuentan con experiencia en el sector de petróleo, gas, transporte, almacenamiento, tanto en actividades Onshore como Offshore, proporcionando soluciones prácticas y técnicas para maximizar las inversiones del proyecto en las fases de exploración, producción, refinería y comercialización de gas y petróleo, para lo cual contamos con el adecuado soporte profesional experimentado.

Brindan servicios específicos o integrales que van desde la realización de estudios de prefactibilidad, factibilidad, conceptual, básica, FEED, detalle, bajo las modalidades de contratos marco o contratos específicos, así como la ejecución de proyectos bajo contratos EPCM o de Supervisión.

- **Industria y Edificaciones.**

Ofrecen los servicios de ingeniería integral, gestión de materiales, supervisión de obra, gerencia de proyectos y EPCMs. Acompañamos a nuestros clientes desde las etapas tempranas de los proyectos hasta la puesta en marcha.

Cuentan con las capacidades para hacer frente a diferentes tipos de proyectos de gran envergadura como: reasentamientos urbanos, campamentos, centros de salud, hoteles, oficinas y centros de entretenimiento. Somos reconocidos por nuestra experiencia brindando servicios de consultoría para la realización de grandes complejos hoteleros en el Perú y el Caribe. Así como, campamentos en diversas localidades del país y la reubicación de ciudades enteras.

- **Medio Ambiente.**

Nuestra trayectoria y equipo multidisciplinario, nos permite crear proyectos sostenibles en el tiempo para salvaguardar la calidad ambiental.

Nuestro enfoque engloba todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto, desde la concepción hasta la puesta en marcha y operación, asegurando la viabilidad ambiental, el cumplimiento de la permisología y de los compromisos ambientales asumidos, mediante estudios de línea base, permisos, monitoreo y planes que permitan la medición y control de los impactos en la naturaleza.

Desde nuestra área de consultoría ambiental, aseguramos una gestión basada en el planteamiento de soluciones ambientales, y uso de herramientas tecnológicas bajo el marco de un desarrollo sostenible.

1.3. Organigrama.

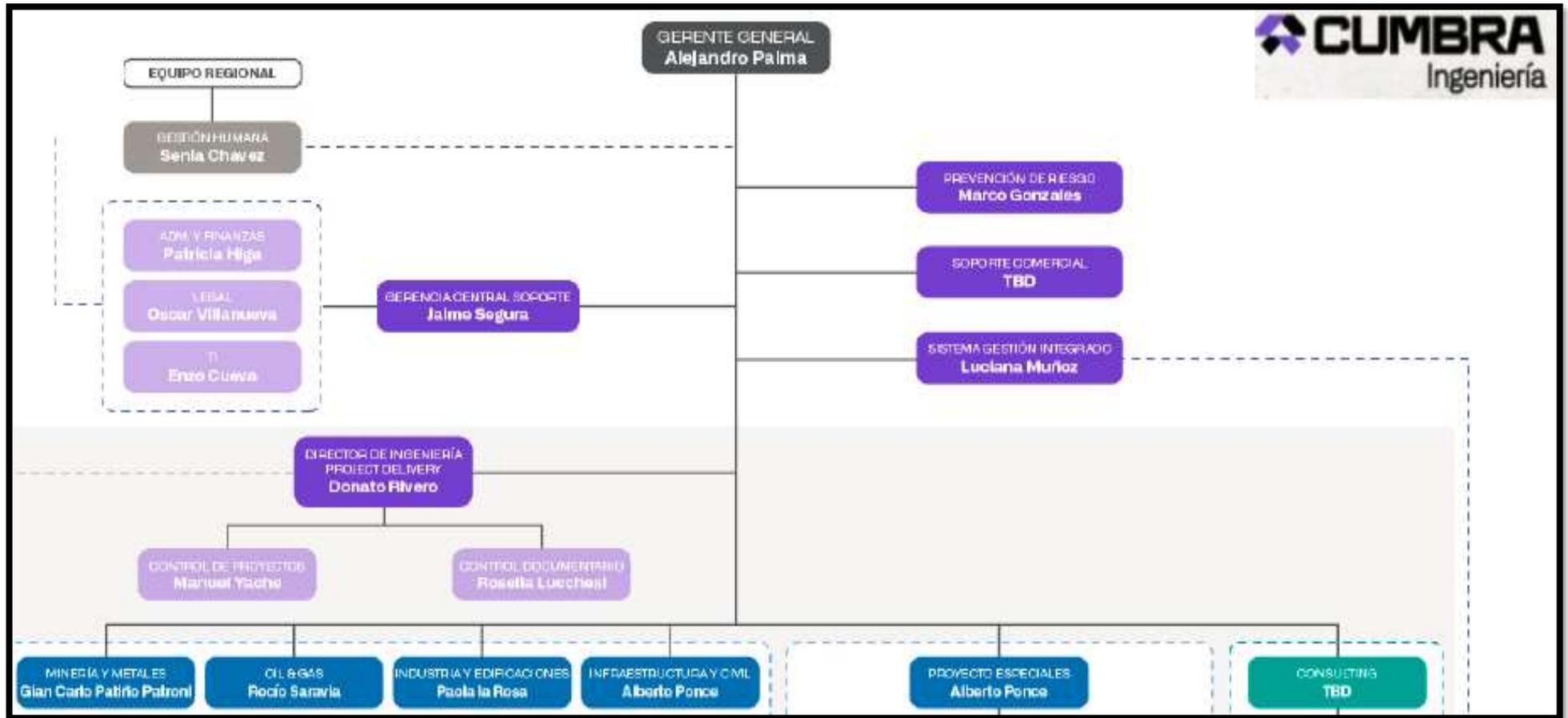


Figura 1. Organigrama de la empresa Cumbra Ingeniería S.A.

1.4. Misión, Visión y Valores.

✓ **Misión.**

Transformamos realidades y condiciones de vida, promoviendo un desarrollo responsable y facilitando el bienestar ciudadano, en permanente compromiso con la sociedad.

✓ **Visión.**

Aspiramos ser reconocidos como los referentes de la industria Latinoamérica.

✓ **Valores.**

- Seriedad
- Calidad
- Cumplimiento
- Eficiencia
- Seguridad

Actualmente a través de nuestras oficinas permanentes en Chile, Perú y Colombia potenciamos nuestras capacidades y generamos sinergias entre nuestros especialistas de cada país.

Gracias a esa experiencia, capacidad y debido a nuestro trabajo comprometido hemos cruzado las fronteras en Latinoamérica.

Contamos con experiencia en Chile, Colombia, Perú, Ecuador, Bolivia, Argentina, Venezuela, Guyana, Panamá, República Dominicana, Jamaica y México.

1.5. Proyectos.

- Refinería de Talara - 2021
- Gasnorp - 2021
- Minsur - 2020
- Cerro Corona - 2021
- Toromocho - 2019
- Camino de acceso a las Bambas - 2012
- Contrato Marco Pluspetrol - 2021
- Malvinas - 2018
- Contrato Marco Petrobras
- Contrato Marco de Ingeniería Antapaccay - 2015
- Contrato Marco de Ingeniería Cajamarquilla - 2015
- Inmaculada - 2014
- Hospital Daniel Alcides Carrión - 2013
- Nueva Ciudad de Fuerabamba - 2013

1.6. Clientes.

- Gold Fields.
- Anglo American
- Antamina
- Ausenco
- Chinalco
- Marcobre
- Melia Hotel International
- Las Bambas
- Minsur
- Nexa
- Petroperú
- Pluspetrol
- Ruara
- Repsol
- Unacem

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

➤ **Palomino L. y Cristian P. (2018).**

Realizaron una investigación en el cual propusieron la mejora de la productividad en una fábrica de Snacks, donde elaboraron diversas propuestas en el área de producción a fin de aumentar la capacidad de la empresa. Para lograr el objetivo, realizó un diagnóstico actual del estado de planta y se identificó 2 cuellos de botella que son la capacidad de envasado y producción de productos intermedios que ocasionaban un bajo rendimiento en planta. Los resultados que obtuvo respecto a estas áreas que ocasionaban una baja producción de Snacks fueron los siguientes (Tabla N° 1 y 2).

Según sus análisis presentaron diversas propuestas que se ven compiladas en 2 alternativas de mejora a fin de incrementar la productividad. Tener presente que si se opta por la alternativa 1 se tendrá un valor actual neto de S/ 1,818,381 a lo largo de 2.5 años y si se opta por la alternativa 2 se tendrá un valor actual neto de S/ 1,670,293 a lo largo de 2.5 años. Asimismo, es importante mencionar que si las ventas proyectadas se llegasen a caer hasta el 79% de lo proyectado aún sería viable con la alternativa 1 y la alternativa 2. La investigación concluyo en que se pudo mejorar el desempeño de la empresa estableciendo e implementando las herramientas Lean, la correcta gestión de procesos e investigación de los procesos y así reducir las entregas pendientes de productos terminados al área comercial.

Todo esto con el fin de incrementar la capacidad de envasado y producción de productos intermedios en 44.86% para evitar productos faltantes de entrega al área Comercial para su venta.

Tabla 1. Incremento de capacidad de envasado actual y propuesto.

Incremento del sistema de envasado	Antes	Después	Incremento de mejoras
Envasado Terceros	17.19%	51.57%	34.38%
Envasado planta a partir de los repuestos	37.95%	44.46%	6.51%
Envasado planta con ayuda del SMED	37.95%	48.32%	10.37%
Envasados faltantes promedio	44.86%	-6.40%	

La tabla muestra la comparación de la capacidad de productos del antes y después en el área de envasado, estas fueron realizados de diferentes formas. Además, demuestra que no se tuvo producto faltante con la mejora implementada.

Tabla 2. Incremento de capacidad de productos intermedios actual y propuesto.

Incremento de capacidad de productos intermedios.	Antes	Después	Incremento de mejoras
Producción en planta con la ampliación de turnos	62.03%	102.23%	33.50%
Producción en planta con las mejoras en mantenimiento preventivo en 10.8%	62.03%		6.70%
Faltante	37.97%	-2.23%	

La tabla muestra la comparación de la capacidad de productos del antes y después en el área de productos intermedios, estas fueron producidos de diferentes formas. Además, demuestra que no se tuvo producto faltante con la mejora implementada.

➤ **Álvarez V. y Paucar P. (2014).**

Desarrollaron una investigación que tiene como objetivo mejorar la productividad en un MYPE Metalmecánica. La investigación se basa en identificar las causas con mayor incidencia en las entregas no conforme que indicaban los clientes, siendo estas en la fabricación de tachos papeleros y mesas. La productividad total inicial de estos productos rentables fue de 62% y 61%, respectivamente. Aplicando la metodología PHVA o ciclo de Deming fue aumentar las productividades de estos productos en 10%, donde se obtuvieron los resultados de tachos papeleros en 95% y mesas 81%. Visualizar tabla 3.

Tabla 3. Balance de resultados obtenidos de la implementación.

Situación Inicial	Situación óptima (Planteada inicialmente)	Situación actual (Implementada)	$\Delta\%$ Deseado	$\Delta\%$ Logrado
Producción por centro de trabajo. Estudio de tiempos inicial (Tachos)	Producción con mejora del 10 %	Producción por centro de trabajo. Estudio de tiempos final (Tachos)	10%	33%
60 unid/mes	66 unid/mes	80 unid/mes		
720 unid/mes	792 unid/mes	960 unid/mes		
Producción por centro de trabajo. Estudio de tiempos inicial (Mesas)	Producción con mejora del 10 %	Producción por centro de trabajo. Estudio de tiempos final (Mesas)	10%	20%
10 unid/mes	11 unid/mes	12 unid/mes		
120 unid/mes	132 unid/mes	144 unid/mes		

La siguiente tabla muestra la producción de tachos y mesas, teniendo una comparación inicial y mejorada. Fueron producciones hechas por día y meses; donde se evidencia que los resultados son favorables de un 33% y 20% en comparación del 10 % que se tenía. Esto gracias a la aplicación de la metodología PHVA.

Además, determinaron que las soluciones que mejor se adecuaban para la empresa eran los siguientes: Distribución de plantas, 5S y el QFD. Estas herramientas son atractivas por su bajo costo, son sencillas y rápidas de ejecutar, y con resultados a corto plazo. Esto concluyo desde el punto de vista económico – financiero, la implementación de las propuestas de mejoras ha sido rentables.

➤ **Sofía S. y Rodrigo S. (2020),**

Plantearon la mejora de la productividad de la empresa dedicada a la fabricación de termas eléctricas, para lograrlo se realizó un diagnóstico de esta y se diseñaron planes de implementación a fin de incrementar la productividad en su planta de fabricación mediante la aplicación de la metodología PHVA. El diagnóstico de la empresa mostró una eficiencia de 65.19%, una eficacia de 52.49%, y un cuello de botella en el tiempo destinado al proceso de pintado y horneado de fundas.

Una vez implementado los planes de mejora por cada gestión junto con los detalles, resultados y evidencias, se volvió a medir el diagnostico anterior, apreciando como

algunos indicadores no lograron la meta establecida, estos fueron verificados de acuerdo con el ciclo de la mejora continua PHVA; de esta forma el estudio cumplió con el objetivo, puesto que se logró mejorar la efectividad de la empresa, pasó de 34.22% a 46.35%, debido al incremento de la eficacia en un 61.68% y la eficiencia en un 75.14%, esto impactó positivamente la productividad de la empresa, que pasó de 0.0334 a 0.0382 unidades por sol invertido, debido a la reducción de productos defectuosos o reprocesados y al óptimo manejo de la materia prima y los materiales en su selección. Visualizar Figura 2 y 3.

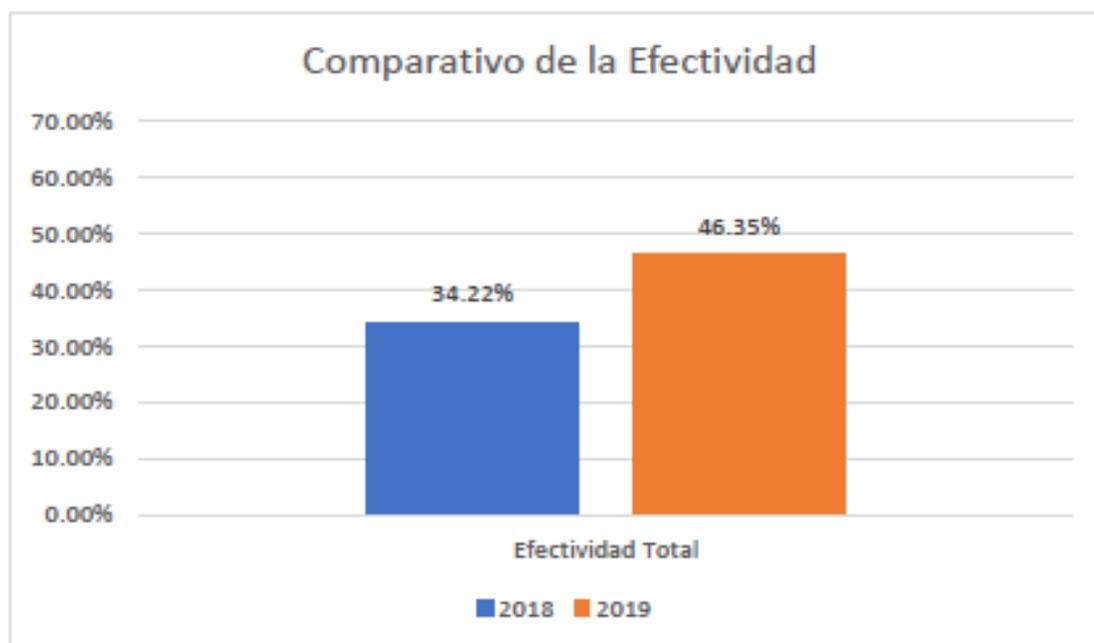


Figura 2. Comparativo del indicador efectividad.

La figura demuestra que la efectividad sea superior a lo de antes, eso debido al incremento de la eficiencia y eficacia por la mejora implementada que era el PHVA.



Figura 3. Comparativo del indicador productividad. Este aumento se dio por la reducción de productos defectuosos o reprocesados, por ello aumento su producción de termas eléctricas.

➤ **Anderson N. y Erick Q. (2017)**

Realizaron una investigación que tiene como objetivo de diseñar un sistema de mejora continua para aumentar la productividad de una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de archivadores y útiles de oficina hechos de cartón. Para lograr el objetivo, se apoyaron de la metodología de PHVA conocida como también como el ciclo de Deming, iniciando con la identificación de los principales problemas que afectan a la productividad, para posteriormente realizar la formulación e identificación de los indicadores que medirán la situación inicial de la empresa. Y posteriormente evaluar la efectividad de las mejoras que se aplican.

El resultado que se obtuvo con la metodología de mejora continua PHVA, se obtuvo una eficacia y eficiencia de 55% y 47%, dando una efectividad de 23% y por otro lado la productividad total da un valor de 1.18 unid/S/. Esto claramente se traduce en un logro de la mejora de los principales indicadores de gestión, ya que inicialmente

la empresa tenía una eficacia y eficiencia de 37% y 41%, dando como efectividad de 17% y una productividad total inicial con un valor de 1.14 unid. /S/.

Asimismo, se desarrolla el planeamiento estratégico donde se logra plantear los objetivos estratégicos y el Balance Score Card en donde se evalúa el progreso mediante los indicadores, posteriormente a través de la herramienta para la Gestión del talento Humano es posible medir el nivel de competencia de los trabajadores y finalmente realizar el mapa de procesos como parte de la evaluación de los sistemas de información.

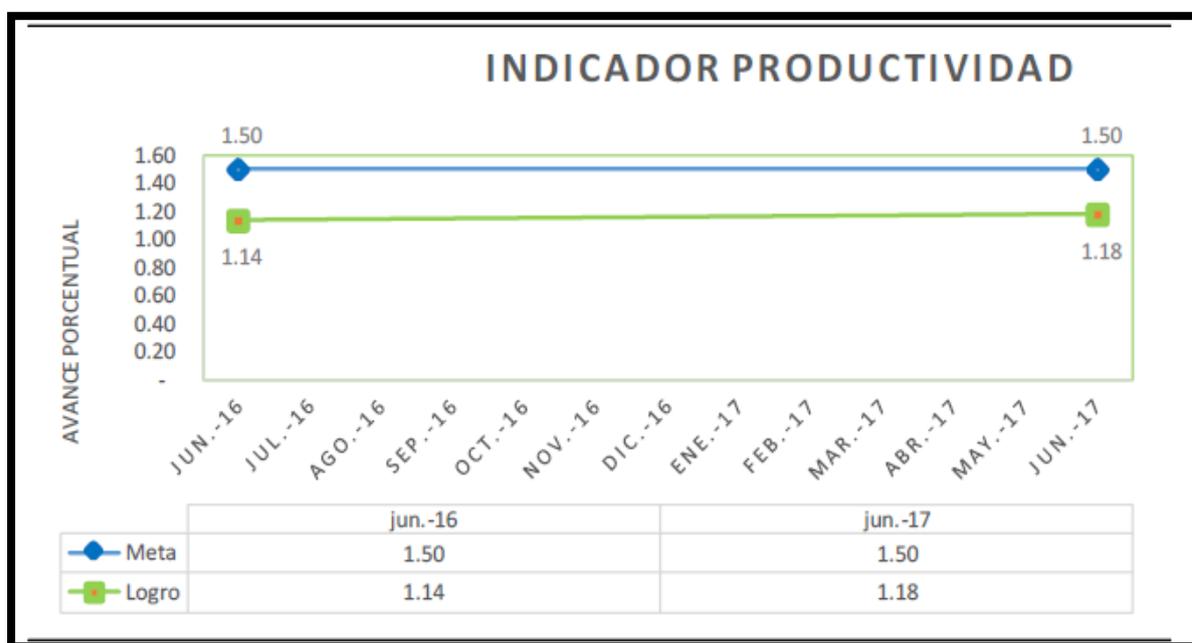


Figura 4. Indicador de productividad.

La figura muestra el aumento de la productividad en la fabricación de materiales hecho de cartón al mejorar la efectividad y eficacia del proceso productivo. Todo esto se alcanzó por la implementación de PHVA

2.2. Marco Conceptual.

2.2.1. Productividad.

El término de productividad tuvo sus orígenes en un artículo de Quesnay en 1776 (Sumanth, 1985). En la obra “El Capital” denomina a la fuerza productiva del trabajo o “productividad del trabajo” como la potencia que permite movilizar determinada cantidad de medios de producción para obtener cierta cantidad de producto (Karl Marx).

La productividad es un indicador que mide la capacidad de un proceso productivo, o varios, para crear determinados bienes, por lo que al incrementarla se logran mejores resultados, considerando los recursos empleados para generarlos (Miranda J y Toirac).

En términos generales cuando hablamos de productividad, nos referimos a la relación entre las salidas (Producto) y entradas (factores de producción o recurso), para nuestro caso de estudio nos referiremos a m³ de filtros como producto dividido entre los recursos utilizados para su elaboración dentro del proceso de producción.

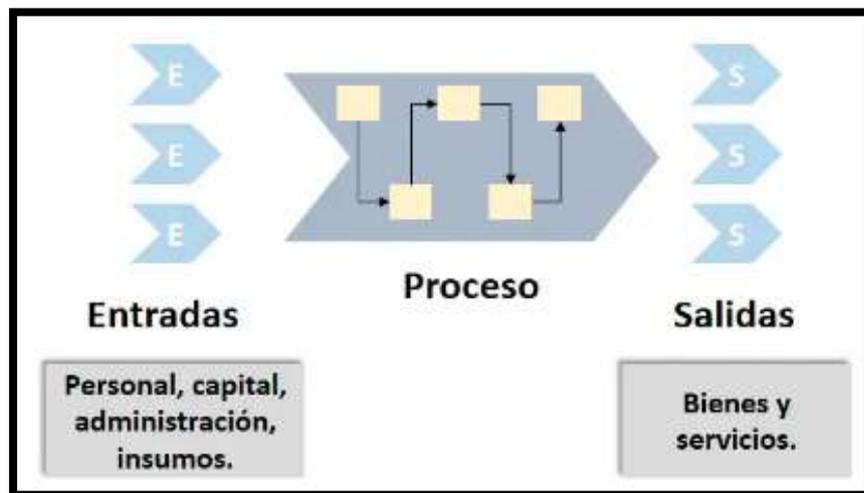


Figura 5. Grafica de un proceso de producción.

Indica las entradas, proceso y salida que se emplean para tener una producción de un producto o servicio.

2.2.2. Factores técnicos que influyen en la productividad.

La relación de los factores que influyen en la productividad en un sistema de producción se observa en la figura 6.

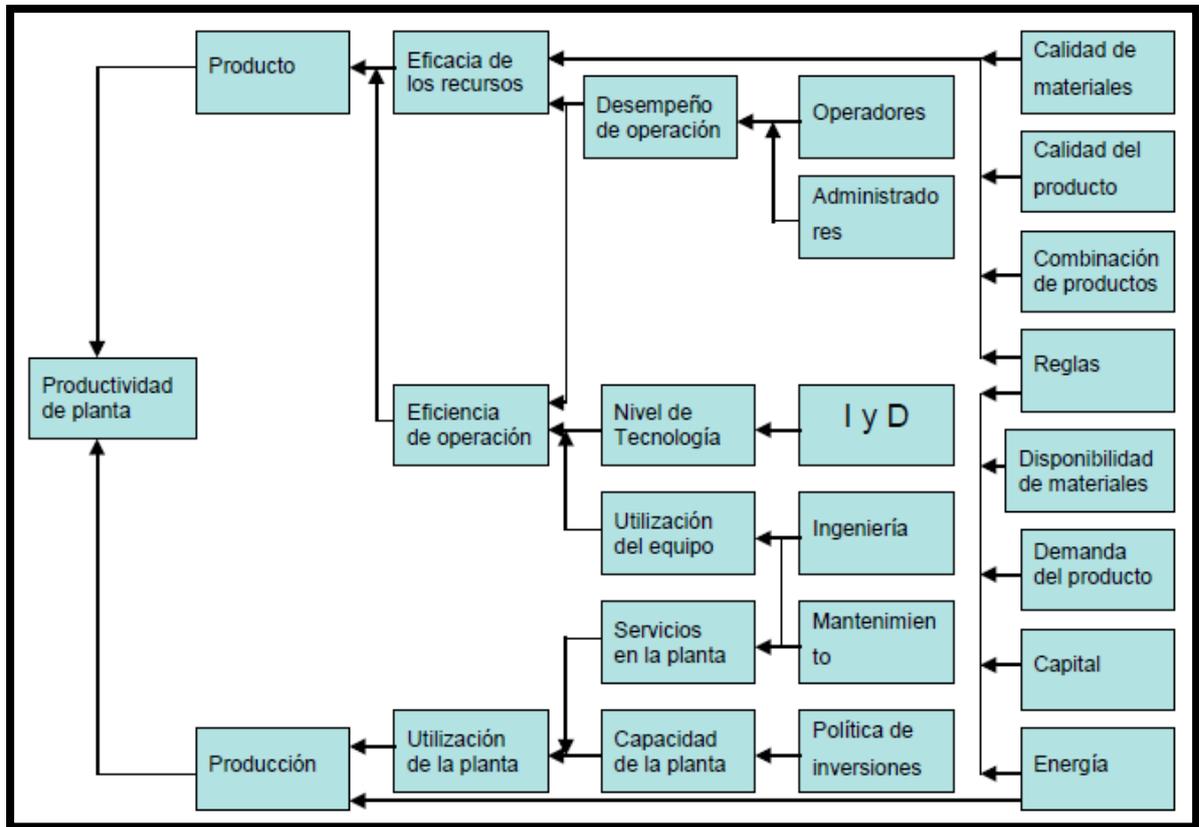


Figura 6. Factores que influyen en la productividad.

Los factores primarios producto y producción son aproximadamente equivalentes a productos e insumos. Una relación entre ellos, es un índice que relaciona los recursos, las operaciones y las instalaciones.

La obtención del producto con productividad se debe a la eficacia de los recursos y de la eficacia de las operaciones. La eficacia de los recursos se logra por la calidad de los materiales, la misma calidad de la manufactura del producto a través de sus ensambles o combinación de productos y esto lo ejecutan los administradores y personal operativo.

En cuanto a la eficiencia de la operación se da cuando se utiliza apropiadamente el equipo y se utiliza un cierto nivel de tecnología, de tal forma que se alcanza cierta productividad de planta.

Por otro lado, la producción o niveles de producción requeridos por la demanda, se logra con la utilización de la planta. Esta última es registrada por la capacidad de la planta y los servicios de apoyo que se le da al área de producción como los departamentos de mantenimiento e ingeniería.

2.2.3. Medición de la productividad.

La medición de la productividad a nivel de la empresa y de acuerdo a los objetivos perseguidos, se puede generar sistemas de medición que comprende a toda la organización, o bien, sistemas que se circunscriben a determinados procesos productivos. Siendo la productividad en su definición básica una relación entre insumo y producto se tiene que guardar particular cuidado que los universos a que se refieren el nominador y el denominador sean los mismos para no perder la congruencia y la pertenencia en el análisis, evitando así que se tomen decisiones equívocas.

Ecuación 1. Fórmula para hallar la productividad.

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{PRODUCTOS (Total de bienes y servicios)}}{\text{Personal + material + capital + otros}}$$

Medición parcial	Salida Mano de obra	Salida Capital	Salida Materiales	Salida Energía
Medición multifactorial	Salida Mano de obra + capital + energía		Salida Mano de obra + capital + material	
Medición total	Salidas Entradas		Bienes y servicios producidos Todo los recursos usados	

Figura 7. *Mediciones de productividad.*

La figura muestra las diferentes fórmulas para la medición de la productividad, dependerá del hacer de las empresas y las herramientas de medición de productividad que cuenten.

Tabla 4. Ejemplos de interpretación y medición de la productividad

PROCESO	PRODUCTIVIDAD
Servicio de comida. Ofrece carnes, pastas, mariscos, etc.; necesita 21 personas para satisfacer la demanda del día	$\frac{\text{Platos atendidos}}{\text{N}^\circ \text{ personas que trabajan}}$
Fabricamos 500 Kg de papa fritas por turnos, estos son llenados por empaques de presentaciones de 33gr, 180gr y 500gr	$\frac{\text{Kg papas fritas}}{\text{HH}}$
Entrega de porciones de pollo a la brasa, se necesita 5 motorizados para atender la necesidad en el Cercado de Lima	$\frac{\text{Porciones de pollos entregados}}{\text{N}^\circ \text{ de motorizados} + \text{N}^\circ \text{ M.O.}}$
Lavandería Delfín cuenta con 8 máquinas para dar servicio de lavado y secado, cada uno rinde 18kg/2 horas	$\frac{\text{Kg de ropa seca}}{\text{H. maquinas}}$
Lote de vacunas que llegaron al País, 1º lote es de 1 millón y los primeros en recibir serán los médicos	$\frac{\text{Cantidad de aplicaciones}}{\text{Costo}}$

La figura muestra los diferentes casos de empresas de lo que producen y ofrecen su servicio. Donde indica la manera de como hallar su productividad.

2.3. Ciclo de Deming o PHVA.

Fue desarrollado por el Dr. Shewhart, pero se popularizó en el año 1950 al ser presentado por el Dr. Deming. El ciclo PHVA, es de gran utilidad ya que permite a las empresas identificar oportunidades de mejora, implementarlas en sus procesos logrando un aumento en su productividad y manteniendo su competitividad.

Fontalvo y Vergara (2010) señalan que, considerando las condiciones cambiantes dentro de un entorno empresarial, es importante que toda empresa prestadora de servicios esté en la capacidad de dar solución a los problemas que se presentan; en este sentido el Ciclo PHVA se constituye en una herramienta efectiva para tal objetivo.

Cuatrecasas (2011) afirma que el Círculo de Deming resulta de aplicar la lógica y hacer las cosas de forma ordenada y correcta. Su uso no se limita exclusivamente a la implantación de la mejora continua, sino que se puede utilizar, lógicamente, en una gran variedad de situaciones y actividades.

González (2015) indica que en este contexto resulta ineludible utilizar la metodología PHVA impulsada por Deming, como una forma de ver las cosas que puede ayudar a la empresa a descubrirse a sí misma y orientar cambios que la vuelvan más eficiente y competitiva.

Para mejorar se puede utilizar un plan de proceso de mejora continua de siete pasos que es crítico para los servicios y sus procesos de soporte. El ciclo de PHVA ilustra el ciclo continuo de mejora del servicio que se mueve perpetuamente a través de las siguientes etapas:

2.3.1. Planear (P).

➤ Paso 1. Identificación de problema

Se caracteriza por formular y seleccionar los puntos sobre los que se enfocará la mejora. Para formular temas de mejora, se puede enfocar en temas relacionados a reducir tiempos totales en los procesos, disminuir fallas de maquinarias, aumentar la productividad de la empresa, usar menos recursos para producir un producto, entre otros. Luego, se busca data histórica que facilita la cuantificación del problema, esta herramienta puede tener como soporte los gráficos, fotografías, mientras que las pérdidas y ganancias viables son para obtener una justificación económica del problema planteado. Las herramientas que serían útiles para este paso serían:

- Tormenta de ideas.
- Técnica de grupo nominal
- Diagrama de Pareto
- Hoja de registro

- Diagrama de procesos, de flujo
- Entrevistas, investigaciones

➤ Paso 2. Comprender la situación actual

En la fase previa, se identificó el problema principal por medio del gráfico de Pareto y/o otros métodos de soporte. Por ello, esta fase está orientada a descubrir las características del problema, se logra con las herramientas: La estratificación, que consiste en ver el problema de diferentes puntos de vista; Listas de verificación de datos, que ayudan a conocer los detalles del proceso; finalmente se usan los gráficos de Pareto para identificar variables que más inciden en el problema hallado. Es importante mencionar que en esta etapa se observan las características del problema para más adelante plantear posibles soluciones. El control de la metodología es a través de un cronograma, por lo tanto, esta etapa es clave, porque menor tiempo dure esta etapa, más fácil resulta resolver el problema. Las herramientas que serían útiles para este paso serían:

- Diagrama de Pareto
- Hoja de registro
- Diagrama de flujo
- Grafica de control
- Entrevistas, investigaciones
- Estratificación
- Histogramas
- Diagrama dispersión

➤ Paso 3. Planificar las actividades

En la fase previa se identificó el problema principal, por ello en esta etapa se tiene que definir las causas que originan el problema con la ayuda de herramientas como: la lluvia de ideas; y por medio del diagrama de causa y efecto se identifican las causas que originan el problema (hipótesis). Es importante verificar las hipótesis, para ello se tiene que usar datos relevantes y listas de verificación, para obtener pruebas contundentes de las principales causas que originan el problema. Las herramientas que serían útiles para este paso serían:

- Tormenta de ideas
- Técnica del grupo nominal

2.3.2. Hacer (H).

➤ Paso 4. Analizar las causas

Esta etapa involucra a los grupos interesados, con el fin de crear una estrategia de acción, donde se busca establecer la duración en el tiempo y asignan responsables preparados para el éxito de la mejora. La elaboración del plan de acción tiene que ser efectiva, por ello se busca el bloqueo del principal problema identificado, también se realiza la revisión final del cronograma de todo el plan de mejora continua, donde se determina el presupuesto final para el desarrollo de esta metodología. Las herramientas que serían útiles para este paso serían:

- Diagrama de causa y efecto
- Tormenta de ideas
- Análisis de los 5 porqués
- Análisis FMEA
- Análisis P-M

➤ **Paso 5. Considerar e implementar**

Consiste en ejecutar lo propuesto en los pasos previos. La documentación del diagnóstico tiene que estar almacenada para evidenciar las mejoras; siempre con el apoyo de la alta dirección. Antes de desarrollar la implementación del plan de mejora, se realiza el entrenamiento del personal, para ello, previamente se divulga el plan en todos los niveles, y se hacen reuniones participativas. Finalmente, se procede a la ejecución de la acción con la guía de un plan y el cumplimiento del cronograma. Las herramientas que serían útiles para este paso serían:

- Tormenta de ideas
- Análisis de costo – beneficio
- Entrevistas, investigaciones
- Análisis de los 5 porqués

2.3.3. Verificar (V).

➤ **Paso 6. Verificar resultados**

Los resultados obtenidos se comparan por medio de gráficos de Pareto y otras herramientas, además se evalúan los pros y contra de la mejora continua. Seguido, se analizan los efectos secundarios como resultado de la mejora continua, y finalmente se verifica la continuación del problema principal. Las herramientas que serían útiles para este paso serían:

- Diagrama de Pareto
- Hoja de verificación
- Histogramas

2.3.4. Actuar (A).

➤ Paso 7. Estandarización

Se establece un nuevo procedimiento operacional y se incorpora siempre que sea posible, mecanismos a prueba de distraídos (Poka Yoke) en las operaciones mejoradas. Para evaluar la utilización del sistema estándar es necesario la educación y entrenamiento por medio de reuniones y conferencias, manuales de entrenamiento, y entrenamiento en el trabajo, ello se logra con el cumplimiento de trabajo estándar. Las herramientas que serían útiles para este paso serian:

- Diagrama de Pareto
- Procedimientos, instrucciones
- Diagrama de flujo
- Histogramas
- Análisis de los 5 porqués
- Gráfico de control
- Tormenta de ideas
- Análisis costo – beneficio
- Gráfico de líneas
- Técnica del grupo nominal

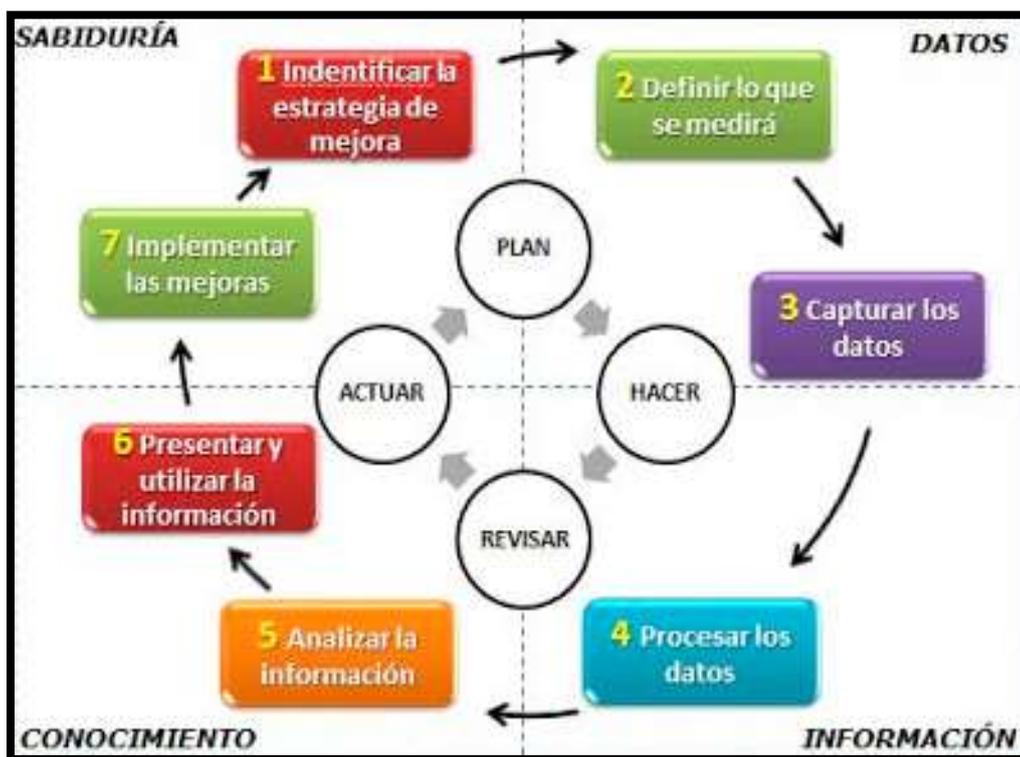


Figura 8. Ciclo Deming y los 7 pasos.
La figura demuestra que los 7 pasos están incluidos en la mejora continua del PHVA.

2.4. Los 7 + 1 desperdicios

Taiichi Ohno (1998) uno de los fundadores del sistema de producción de Toyota dijo esto acerca del desperdicio: “En realidad, sin embargo, tal desperdicio está usualmente escondido, haciéndolo difícil de eliminar... para implementar la metodología Lean en su propio negocio debe haber un total entendimiento del desperdicio. A menos que todas las fuentes de desperdicio sean detectadas y eliminadas el éxito será siempre sólo un sueño”.

Un desperdicio es definido como cualquier actividad desarrollada por la empresa que consume recursos y no produce valor para el cliente, ni contribuye a la transformación del producto, sabemos que para la manufactura esbelta los desperdicios se pueden separar en siete diferentes tipos, algunos pueden ser causados por otro desperdicio

pueden ser complementarios, lo importante es poder identificarlos dentro del espacio
laboral y después tratar de reducir sus efectos o eliminarlos.



Figura 9. Los 7 + 1 desperdicios

2.4.1. Sobreproducción

Este desperdicio se da cuando la producción no se ajusta a la demanda. Es decir, cuando producimos más de lo necesario, más rápido de lo que necesitamos o antes de necesitarlo. Es uno de los más destacados, puesto que en sí mismo genera muchos otros desperdicios.

Causas: Las causas más frecuentes son una planificación de la producción inadecuada, fallos en la previsión de la demanda, mermas o funcionamiento incorrecto de la maquinaria.

2.4.2. Transporte

El traslado de materiales, personas o documentos de un sitio a otro y que no añaden valor alguno a la empresa.

Causas: Los transportes inadecuados son muy comunes y pueden ser consecuencia de una mala distribución en planta o de una planificación inadecuada de recursos.

2.4.3. Inventario

Este desperdicio es el exceso de almacenamiento tanto de producto acabado como de materia prima o producto semielaborado.

Causas: Entre otros, un exceso de stock puede deberse al incumplimiento de plazos por parte de los proveedores, por el bajo rendimiento de las máquinas, por problemas de comunicación, errores en la previsión, cuellos de botella, estacionalidad de la demanda.

2.4.4. Esperas

El tiempo perdido por el paro de uno o varios procesos, reteniendo material e interrumpiendo las tareas de los trabajadores. Algunos ejemplos serían cuando se tiene que esperar a que llegue la materia prima para continuar con el proceso de fabricación, cuando un proyecto está parado porque la persona que tiene que validarlo está saturada y se convierte en cuello de botella, cuando alguien se retrasa en una reunión de equipo haciendo perder el tiempo al resto de compañeros, etc.

Causas: La falta de material o de herramientas, los equipos en mal estado por falta de mantenimiento (averías) y la escasez de documentación, de personal o comunicación ineficiente son algunas de las causas de espera.

2.4.5. Sobre procesos

Ocurre cuando se somete el producto a procesos que no añaden ningún valor al producto, es decir, que son completamente innecesarios o que el cliente no aprecia.

Causas: Por falta de información, es decir, requerimientos mal definidos, falta de estandarización o de enfoque o incluso, cuando se cambia de producto sin cambiar el proceso. También son una causa el exceso de controles de calidad.

2.4.6. Defectos

Pérdidas por problemas en la calidad del producto. Los defectos de producción y los errores de servicio no solo no aportan valor, sino que lo restan.

Causas: Pueden darse cuando las especificaciones del producto no están claras o no hay unos estándares establecidos o controles de calidad suficientes, pero también por la no capacitación del personal o por el uso indebido de equipos y máquinas, así como por proveedores poco comprometidos.

2.4.7. Movimientos

Todo movimiento físico que el personal realice y no agrega valor al producto, es considerado un acto innecesario y pérdida para la empresa.

Causas: Estos se deben a una mala distribución de herramientas de trabajo, exceso de producción, métodos de trabajo inadecuados, y falta de orden.

Este último desperdicio, añadido a la lista más recientemente, viene a recalcar la importancia de aprovechar las cualidades, fortalezas y conocimientos de todas las personas del equipo.

2.4.8. Talento

Es cuando se desperdicia el talento del personal. Que la persona no esté capacitada o esté capacitada de más, para los puestos de trabajo que va a desempeñar supone una gran pérdida de recursos.

Causas: No tener en consideración las aportaciones que hace el personal, no adaptar sus competencias a su puesto de trabajo, no premiar la calidad.

2.5. Herramientas de mejora

➤ Diagrama de Ishikawa

Cuatrecasas (2010, p.68). El diagrama de Ishikawa estudia de una forma organizada y ordenada los problemas, sus causas, y las causas de estas causas, cuyo resultado en lo que afecta a la calidad se denominará efecto.

Kaoru Ishikawa (1953). sintetizó los criterios de los ingenieros de una planta dándole la forma de un diagrama causa – efecto mientras discutían un problema de calidad. Siendo esta la primera vez que se utilizó este enfoque.

Hotoshi (2002). Un diagrama causa-efecto también se llama “Diagrama de espina de pescado” porque su similitud con una espina de un pez, como se ve en la figura 17.

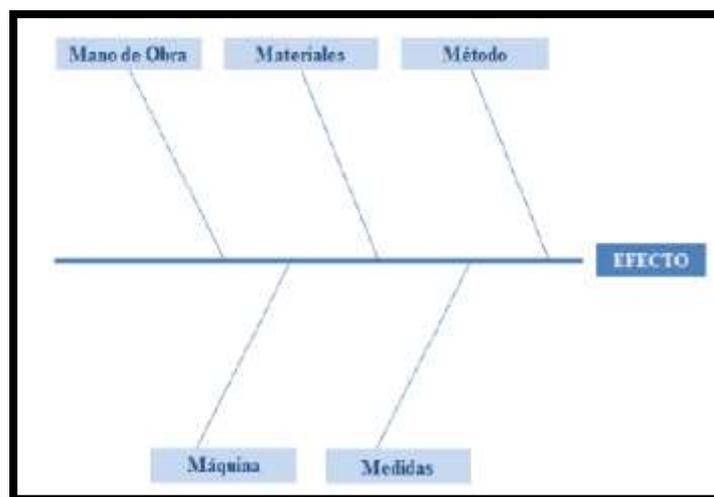


Figura 10. Diagrama de causa – efecto

Entonces el Diagrama Causa-Efecto no es sino una representación gráfica que muestra la relación cualitativa e hipotética de los diversos factores que pueden contribuir a un efecto o fenómeno determinado. Las características principales que ayudan a comprender mejor la naturaleza de esta herramienta son:

- **Impacto visual.** En efecto muestra las interrelaciones entre un efecto y sus posibles causas de forma ordenada, clara, precisa y de un solo golpe de vista.
- **Capacidad de comunicación.** Refleja las posibles conexiones causa-efecto facilitando así una mejor comprensión del fenómeno o problema en estudio, incluso en situaciones muy complejas o complicadas.

Las 6M son una herramienta mnemotécnica utilizada principalmente para resolver problemas o tomar decisiones. El Diagrama de Causas y Efectos, también conocido como Diagrama de Espina de Pescado, resulta extremadamente beneficioso al momento de explorar o analizar cualquier problema de producción u operaciones industriales. Se trata de una técnica de resolución de problemas que identifica las posibles causas de un problema y se compromete a solucionarlo.

El método 6M se basa en los siguientes parámetros:

- **Mano de obra:** Se refiere a la mano de obra operativa y funcional de las personas que participan en los procesos de la industria. Este parámetro comprueba si las capacidades técnicas y la experiencia del personal son adecuadas. Este aspecto del método 6M responde a si el personal tiene conciencia de calidad, sentido de responsabilidad y pertenencia.
- **Maquinaria:** Se refiere a las máquinas, herramientas y otras instalaciones junto a los sistemas de apoyo subyacentes. ¿La maquinaria empleada para la producción es

capaz de ofrecer el rendimiento óptimo? ¿Las máquinas y herramientas se están usando de la mejor forma para lograr un desempeño impecable?

- **Material:** Es la gestión de materia prima, componentes y recursos para satisfacer la producción y la prestación de servicios. Este parámetro comprueba la especificación correcta de los materiales, su adecuado almacenamiento, etiquetado y posterior utilización.
- **Método:** Procedimientos de producción y apoyo, así como su aplicación o contribución a la prestación de servicios. ¿Algunos de los procesos tiene demasiados pasos y actividades que no aportan valor al conjunto del sistema?
- **Madre-naturaleza:** En los procesos de operación, se consideran tanto las influencias ambientales controlables como las imprevisibles. El clima y otros fenómenos naturales entran en esta categoría. Facilita la toma de decisiones para afrontar los factores medioambientales que son manejables y cómo manejar aquellos que no lo son.
- **Medición:** Comprobación, evaluación y otras medidas físicas, ya sean manuales o automáticas. Estar atento a los errores de calibración y a otros problemas de medición. Este parámetro es muy importante para evitar incoherencias.



Figura 11. Técnicas de los 6M

➤ **Metodología de los 5s.**

Aldavert (2016, p.13), refiere que las 5S que es una herramienta mundialmente popular gracias a la huella y cambio que origina en una empresa como también en las personas que la fomentan. Se centra en desarrollar el aprendizaje de los empleadores de la empresa gracias a su simplicidad y velocidad para realizar cambios y mejora con el fin de estudiar y aprender de ellas.

Filosofía japonesa con origen en el TPS (Sistema de Producción Toyota). Es una herramienta de mejora continua que puede aplicarse a cualquier actividad, y conlleva a un entorno más limpio, ordenado, eficiente y seguro. Proporciona bienestar, disciplina y un ambiente de armonía con los demás. Se ha convertido en un gran aliado a la hora de reducir los siete desperdicios y es base de cualquier sistema de mejoramiento. El objetivo principal de las 5's es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo.

Las 5S están formadas por las 5 fases que participan durante el proceso de implementación del proyecto.

- La 1S es Seiri (seleccionar); separar lo necesarios de lo innecesarios.
- La 2S es Seiton, (ordenar); los elementos necesarios.
- La 3S es Seiso (limpiar); sanear el entorno para anticiparse a los problemas.
- La 4S es Seiketsu (estandarizar); las normas generadas por los equipos.
- Y la 5S es Shitsuke; (auditar) los seguimientos del hábito de la mejora constante

Fases de Implementación	Las 5S	5S Japonés	5S Castellano	Representación Gráfica
Operativas	1°S	<i>Seiri</i>	Seleccionar	
	2°S	<i>Seiton</i>	Ordenar	
	3°S	<i>Seiso</i>	Limpiar	
Funcionales	4°S	<i>Seiketsu</i>	Estandarizar	
	5°S	<i>Shitsuke</i>	Auditar	

Figura 12. Fases de la implementación de 5S

➤ **Diagrama de Pareto.**

Cuatrecasas (2010, p.70) refiere que el diagrama de Pareto; es una herramienta que se utiliza para priorizar causas a resolver logrando una mayor efectividad de solución en problemas. La regla consiste en que aproximadamente el 80% de los problemas se deben a tan sólo un 20% de causas. El diagrama de Pareto permite identificar ese pequeño porcentaje de causas más relevantes. La amplitud vertical indicará el número de fallos o de problemas que originan la causa que representa.

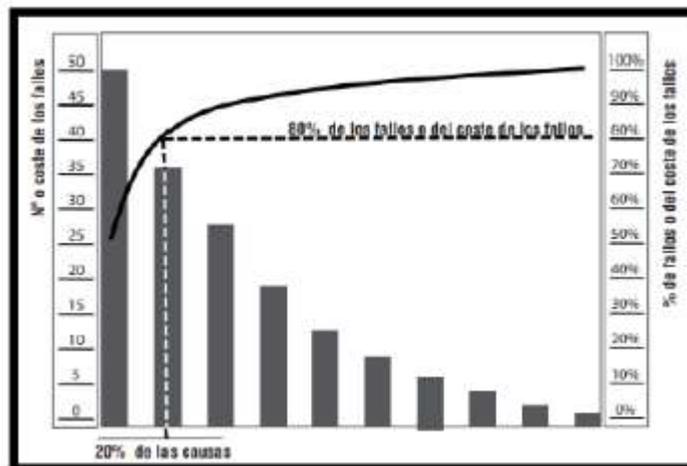


Figura 13. Diagrama de Pareto

Las diferentes etapas para llevar a cabo un diagrama de Pareto se indican a continuación:

- Definir claramente las variables que van a ser estudiadas.
- Proceder a la obtención o recogida de los datos necesarios.
- Elaboración de los dos diagramas de Pareto, tabulando de forma adecuada las cantidades que aparezcan, como se muestra Figura N°18.

2.6. Limitaciones.

- La falta de experiencia del personal para realizar el proyecto. Por temas como: Eran gente de la zona, sin estudios y desconocimiento en los equipos.

Para dar solución a esta limitante se tuvo que realizar un previo acuerdo con gerencia general para contratar nuevo personal para reemplazar a las personas que se contaba actualmente en la planta, los cuales fueron personal técnico foráneo y con experiencia de operación y reparación de Plantas Industriales.

- La falta de información de los equipos, puesto que no se tenía la última data de reparación en los equipos, ni mucho menos ordenada. Tuvo que trabajarse toda la información y darle la forma deseada para poder interpretar la data.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Ingreso laboral a la Empresa.

El titularante trabajó 3 años continuos en la empresa CUMBRA INGENIERIA S.A, ingresando el 15 de marzo del 2018, por concurso público ocupando inicialmente el cargo de Asistente de Equipos y el 18 julio del 2020 ocupa el nuevo puesto de Jefe de equipos en el área de Operaciones, para lo cual fue necesario superar las evaluaciones de pruebas de conocimiento, dinámicas en grupo, pruebas psicotécnicas, examen médico ocupacional y examen de perfil, como del cual fui declarado ganador, asumiendo las siguientes funciones:

- Responsable de la producción de diferentes tipos de filtro (Z3A, Z3, Z4, etc.) para la construcción de la represa.
- Responsable de la configuración de los equipos de chancado (Equipos especiales) para la obtención de los diferentes tipos de filtro.
- Planificar y organizar la reparación de toda la Planta Chancadora GF 01.
- Elaboración del planeamiento para la reparación de los equipos de chancado.
- Elaboración en la gestión de la adquisición de los repuestos especiales de todos los equipos de la Chancadora GF 01.
- Elaboración en la gestión de la adquisición de repuestos, materiales, EPP's, etc.
- Responsable de la supervisión de operatividad de todo el equipo que tiene la obra
- Responsable de la gestión para la reparación de los equipos por parte de los proveedores.
- Responsable de la elaboración del planeamiento para el mantenimiento de los equipos.

3.2. Equipo Involucrado.

El equipo que participó en este proyecto de mejora fue liderado por el gerente de Operaciones, Manuel Espinosa y el equipo del área de administración y almacén conformado por:

- Sthefanny Rodriguez Guevara (jefe Administración)
- Cesar León Llican (Comprador)
- Anny Moreno Zapata (Comprador)
- Miguel Roncal Zambrano (jefe de almacén)
- Edwin Chilon Gonzales (Asistente de almacén)

3.3. Funciones de los Compradores y almacén.

- Gestion de cotización de materiales y repuesto para los equipos por diferentes proveedores
- Compra de los materiales y repuestos.
- Coordinación de transporte de los materiales y repuestos a mina
- Revisión de materiales y repuestos.
- Entrega de repuestos y materiales en Planta Chancadora GF 01
- Entrega de accesorios para implementación del área de trabajo.

3.4. Identificación del problema.

Para la construcción de la represa que está siendo ejecutada por la empresa Cumbra Ingeniería S.A. se identificó un déficit de Filtros, teniendo como consecuencia la demora del avance de la Obra. Esto ocasionaba que muchos equipos y personal estén sin actividad laboral ya que no había producto que procesar. Esto provocó el reclamo por

parte del cliente por los costos elevados e incumplimientos de las fechas de entrega de la Obra.

Las subgerencias de operaciones inmediatamente tenían que revertir esta situación y como iniciativa fueron al área (Chancadora GF 01) donde se elaboraban los Filtros que se usaban para la construcción; llegando a identificar que había una baja productividad. Indicaban que había un alto costo en repuestos y materiales y bajo ratio de producción por guardia de trabajo. La capacidad que tenía antes la planta era un promedio de: **800** m³/día, la demanda que solicitaba la Obra era de **1000** m³/día. Donde tenemos que la utilización que había era de:

Ecuación 2. Formula de la utilización del equipo

$$\text{UTILIZACIÓN} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad proyectada}} = \frac{800}{1000} = \mathbf{80\%}$$

En conclusión, la planta no llegaba a la capacidad de demanda que solicitaba el área de construcción, tenían una utilización del 80% de producción y que no serían suficiente para cubrir la necesidad de la Obra por día.

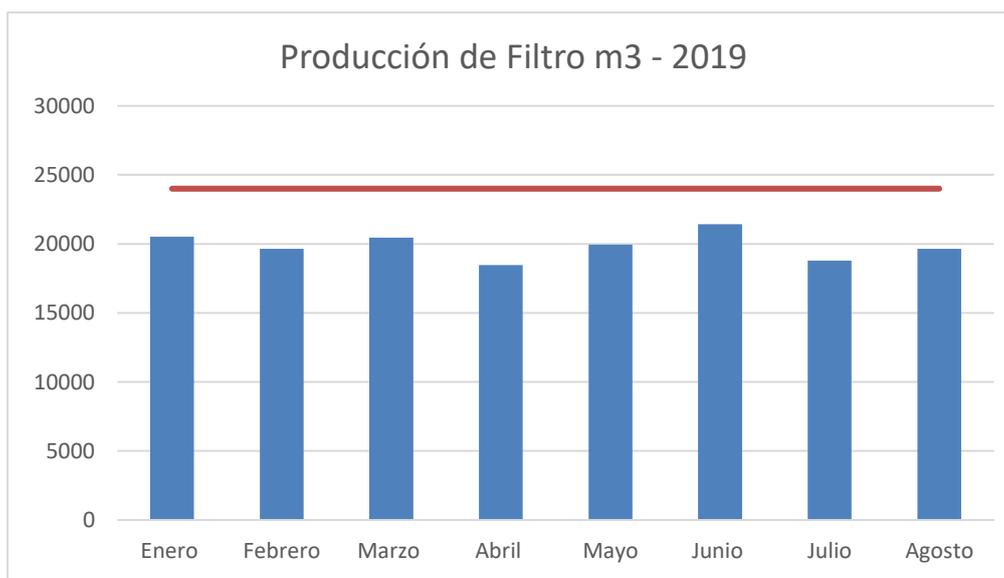


Figura 14. Producción de filtros- 2019.

Muestra la cantidad elaborada de filtro que se tuvo por mes, demostrando que la capacidad no era lo suficiente para cubrir los 24000 m³ que se necesitaba mensual.

3.5. Objetivos.

3.5.1. Objetivo General.

- Incrementar la productividad en el proceso de elaboración de filtros para el sector de construcción de la represa.

3.5.2. Objetivo Específico.

- Diagnosticar la operatividad del proceso en la elaboración de filtros
- Desarrollar la mejora continua mediante el PHVA, para tener un proceso de elaboración de filtros eficiente y eficaz de la empresa Cumbra Ingeniería S.A.
- Eliminar los desperdicios en el proceso de elaboración de filtros.
- Satisfacer al cliente y los beneficios económicos al ejecutar el aumento de la producción de los Filtros.

3.6. Metodología.

Se aplicó una metodología del tipo aplicativo, puesto que según Doménico (2011), la investigación está recopilando datos de las actividades que actualmente se realizan y a su vez es necesario que estas se encuentren correctamente aplicadas, ya que no sólo es necesario contar con la información, sino también analizarla y estudiarla, la cual comienza a describir cada actividad a realizar.

También se aplicó una metodología del tipo exploratorio, esta investigación estudia un problema que no está claramente definido, por lo que se lleva a cabo para comprenderlo mejor. Es una técnica flexible y genera hipótesis que impulsen el desarrollo de un estudio más profundo del cual se extraigan resultados y una conclusión.

3.7. Estrategias para el desarrollo del proyecto.

- El proyecto inicio haciendo la evaluación del funcionamiento de los equipos y el comportamiento del circuito actual que tenía la Planta Chancadora GF 01 de la empresa Cumbra Ingeniería S.A., a fin de conocer los problemas dentro del área, para ello se utilizó los archivos documentales de operatividad y mantenimiento que existían, también se aplicó una entrevista a los operarios y técnicos que estaban laborando en planta, para así saber cómo se operaban los equipos y se observó de manera directa el proceso de elaboración de filtros que se realizaba en planta.
- Conociendo el estado de los equipos, se realizó la implementación de programas, estrategias y planes de acción para ejecutar la reparación en dichos equipos. Elaborando un cronograma de actividades para cumplir tal fin.
- Después de conocer la forma de trabajo y estado de los equipos se realizó el levantamiento de la información en el desempeño de la producción de Filtros de los años 2018 y 2019, esta información fue canalizada por el área de planeamiento, además de brindarnos la cantidad de Filtros que debemos elaborar en planta y así evitar el déficit de este producto para cumplir con la construcción de la represa en el tiempo establecido que se le propuso al cliente.
- Luego se solicitó la información de los costos operativos en los años 2018 y 2019 por la elaboración de los filtros, esta información fue brindada por el área de valorizaciones donde nos detalló el impacto que ocasionaron altos costos operacionales.
- Finalmente se empezó hacer un recorrido por toda la planta, para saber el estado de algunos espacios físicos de planta, como el taller, los almacenes y oficinas y stock de herramientas y repuestos.

3.8. Aplicación de la metodología PHVA.

Mediante la metodología del PHVA se realiza la descripción de cada paso que conllevó al desarrollo del proyecto de investigación.

3.8.1. Planear.

➤ Paso 1. Seleccionar el Tema.

Dentro de la elaboración de producción de filtros, se cuenta con 5 etapas que conforman todo el proceso de elaboración de filtro, estas son:

- Etapa 1 - Trituración Primario
- Etapa 2 - Trituración Secundario
- Etapa 3 - Trituración Terciario
- Etapa 4 - Tamizado del material triturado
- Etapa 5 - Lavado del producto final.

Dentro de estas etapas se identificó que el chancado Secundario presentaba alta frecuencia de parada y bajo rendimiento de operatividad, afectando la productividad en la elaboración de filtros.

Esta fase de chancado secundario está compuesto por un equipo principal que es una trituradora de Modelo HP 200, es un dispositivo diseñado para disminuir el tamaño máximo de 4" de roca. Estos equipos son idóneos para reducir el tamaño y dar forma a la roca después de un circuito de chancado. Así, reducen el material en una cavidad de trituración mediante la compresión continua entre un elemento fijo (revestimiento del bowl) y un elemento móvil (manto).

HOJA DE IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO Y MANUALES		N° 90.126.109.309	
		REV. 00	FECHA 15/04/09
EQUIPO - TRITURADOR CÓNICO - HP200			
CLIENTE - METSO PERU			
Número de identificación			
Manual de Instrucciones	PF	Numero de Serie:	
MB-330 / Rev.02 - Equí. MB-395 / Rev.00 - Lub.	6311/2009	126.109	
Lista de Piezas			
90631101599 / Rev. 00			
En pedidos de piezas, informar el nombre del equipo y el numero de serie registrado en la placa de identificación.			
Características constructivas:			
» Conj. Forrador: STD MEDIO 80.311.471.503			
» Manto: 80.200.504.000 Revest. Bojo 80.211.482.003			
» Motor: 200HP - 60HZ - 4P - TFVE - WEG			
» Código: 80.312.626.212 Ctd. 01 pieza			
» Cambiador :			
» <input checked="" type="checkbox"/> Are <input type="checkbox"/> Agua			
» Correa "V" : PERFIL HC 8V1800			
» Código: 00.924.116.180 Ctd. 06 pieza			
» Rotación del Contra Eje: 950 RPM			
» Coxim Mac. Pac 80.401.579.000 Ctd. 06 piezas			
NOTAS:			
			

Figura 15. Hoja de identificación del equipo.

Llamado Triturado Cónico HP 200, donde se visualiza todos los componentes y parámetros de funcionamiento principales, además la marca, modelo y serie para facilitar el pedido de sus repuestos.

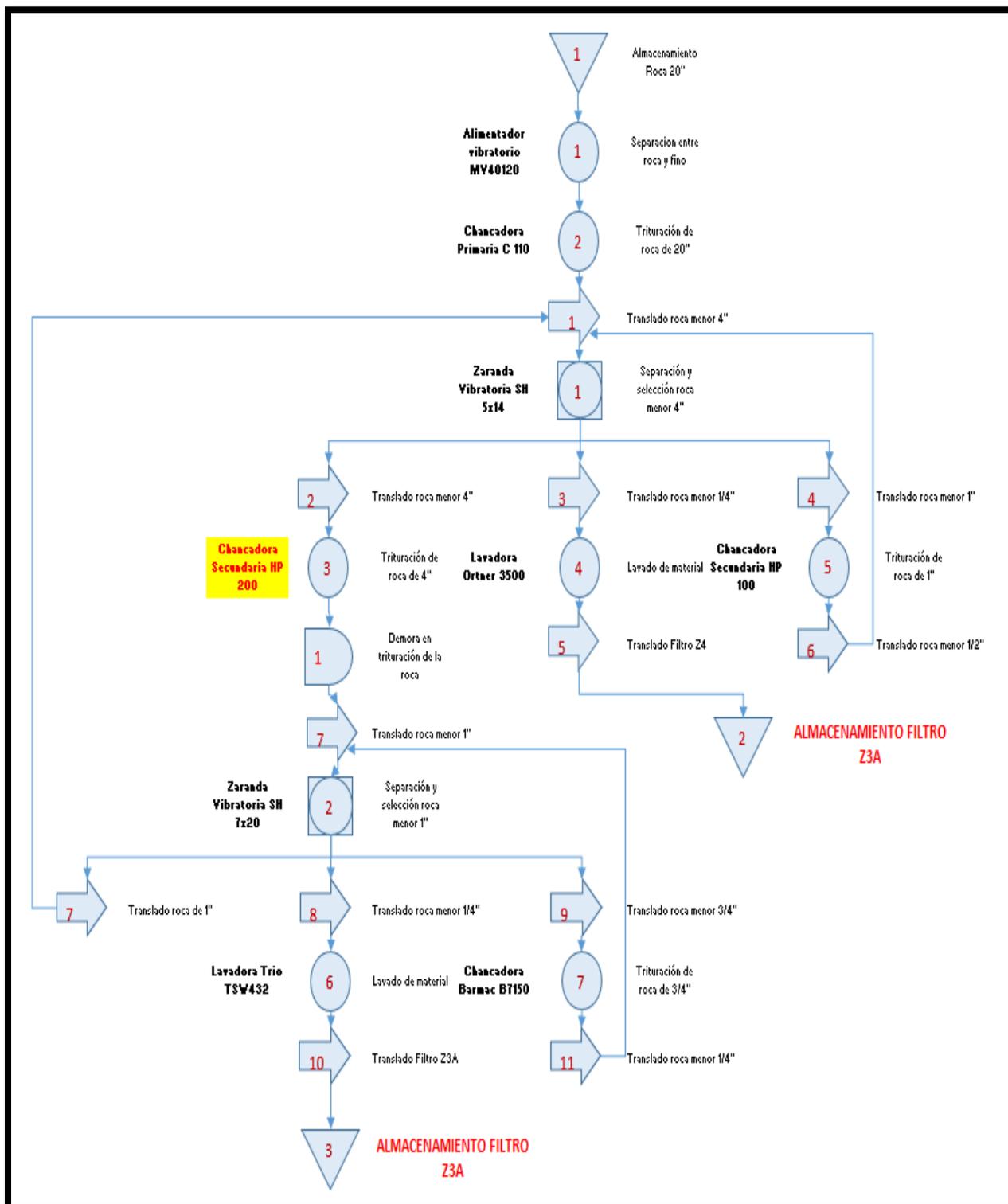


Figura 16. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de filtro. Muestra todos los equipos involucrados y como están distribuidos, además la identificación de donde empieza (Entrada) y termina (Salida) todo el proceso. Finalmente se encuentra resaltado el equipo que presenta problemas y perjudicaba en la producción de la planta

➤ **Paso 2. Compresión de la situación actual y establecer metas.**

Una vez identificado el equipo que ocasionaba paradas previstas en una de las etapas del proceso de elaboración de filtros, se procede analizar con más profundidad los problemas que estaban presentes. Teniendo como resultado la identificación de varios defectos que son:

- Falta de equipos y herramientas
- Falta de mantenimientos
- Funcionamiento Incorrecto
- Personal sin experiencia

Se elabora el diagrama de Pareto para conocer el problema más frecuente que afecta la operatividad del equipo y como consecuencias paradas no programadas en la línea de producción. frecuentes de la planta.

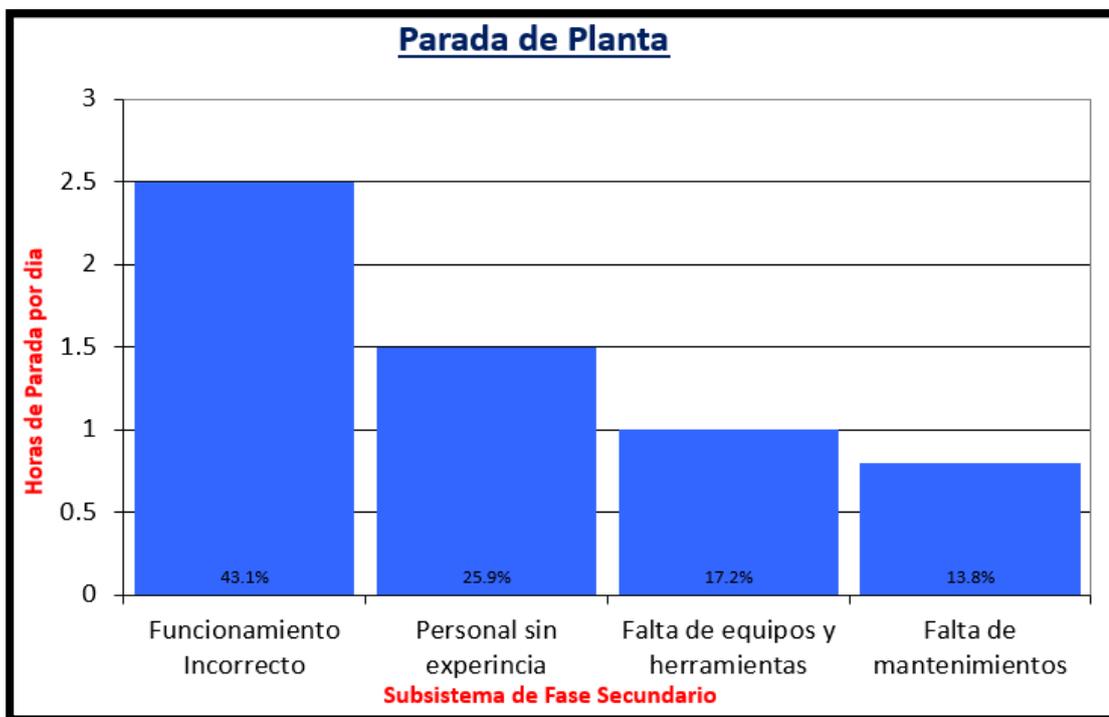


Figura 17. Diagrama de Pareto de los problemas más frecuentes.

Este diagrama demuestra los diferentes problemas presentes en el equipo principal de la etapa 2, identificando el problema significativo y continuo que estaba perjudicando en el funcionamiento del equipo y baja producción de filtros.

➤ **Paso 3 - Planear actividades.**

Según el cronograma elaborado para implementar la mejora continua en el proceso de elaboración de filtros se muestra que empezó en el mes de agosto del año 2020, donde se empieza con la identificación y comprensión de los problemas que presentaba la planta. Estas acciones se efectuaron en un tiempo de 30 días, ya que era importante saber a detalle los problemas que perjudicaba la productividad de la planta.

Luego se identificar los problemas se procede a planificar y analizar las posibles causas, esto tomó un tiempo máximo de 2 semanas y fue inmediato por la experiencia y conocimiento que se tiene en estos equipos.

Finalmente, empezando desde la quincena de Setiembre y con tiempo de duración de 2 meses se procedió a realizar la gestión e implementación de las mejoras para cambiar el estado actual de la planta, esto tomó mayor tiempo ya que para estas implementaciones estaban involucrados áreas de soporte como son:

- Área de compras
- Área de almacén
- Área de Recursos Humanos
- Área de equipos – Grúas móviles

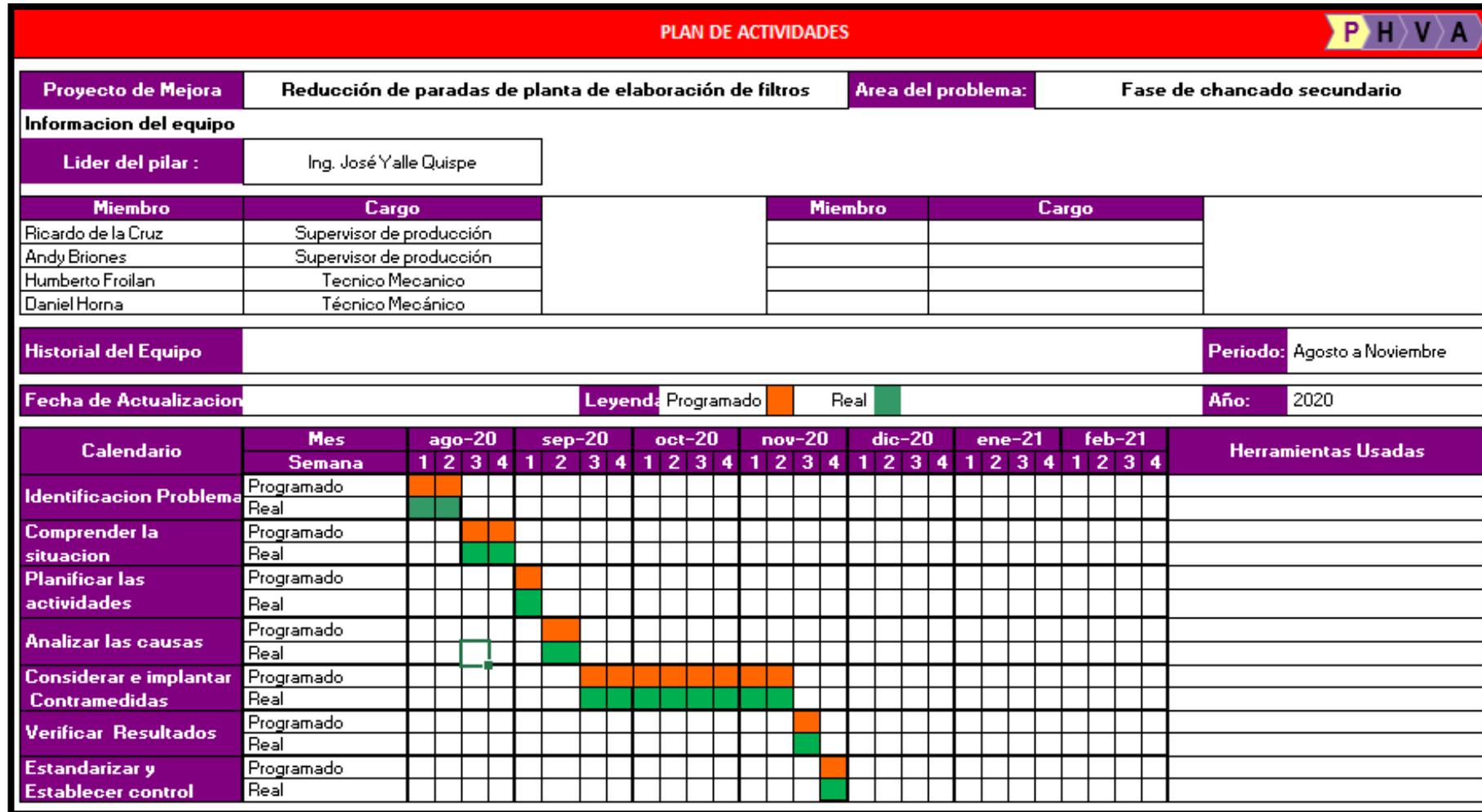


Figura 18. Cronograma de actividades.

Se detalla el tiempo y las acciones que se realizaron para implementar la mejora en la productividad de la planta

3.8.2. Hacer.

➤ Paso 4 - Análisis de causas.

Se realizó una lluvia de ideas para la identificación de posibles causas que están asociados al problema principal que es el circuito de proceso incorrecto, mostrado en la figura 17. En la figura 19 se puede apreciar las principales causas que acarrearán para la elaboración de filtros. Por circuito de proceso incorrecto representa el 37%.

Para identificar las posibles causas se utilizó el Diagrama de Ishikawa, también se consideró la técnica de las 6M para clasificarlos y relacionarlo con el problema principal. Ver figura 20.

Estas causas eran los motivos de las paradas imprevistas del equipo, de todas estas se llegó a identificar la causa principal.

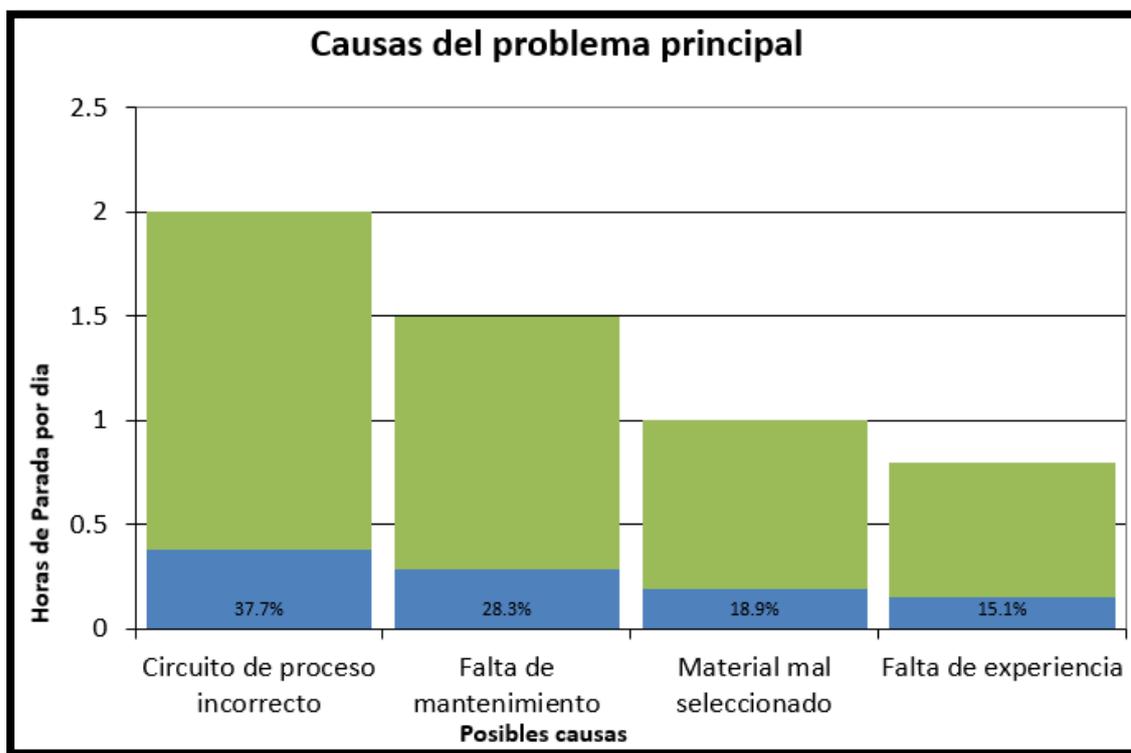


Figura 19. Diagrama de Pareto de los problemas.

Este diagrama identificó los problemas principales que tenía el equipo en la etapa 2 del proceso de elaboración de filtro.

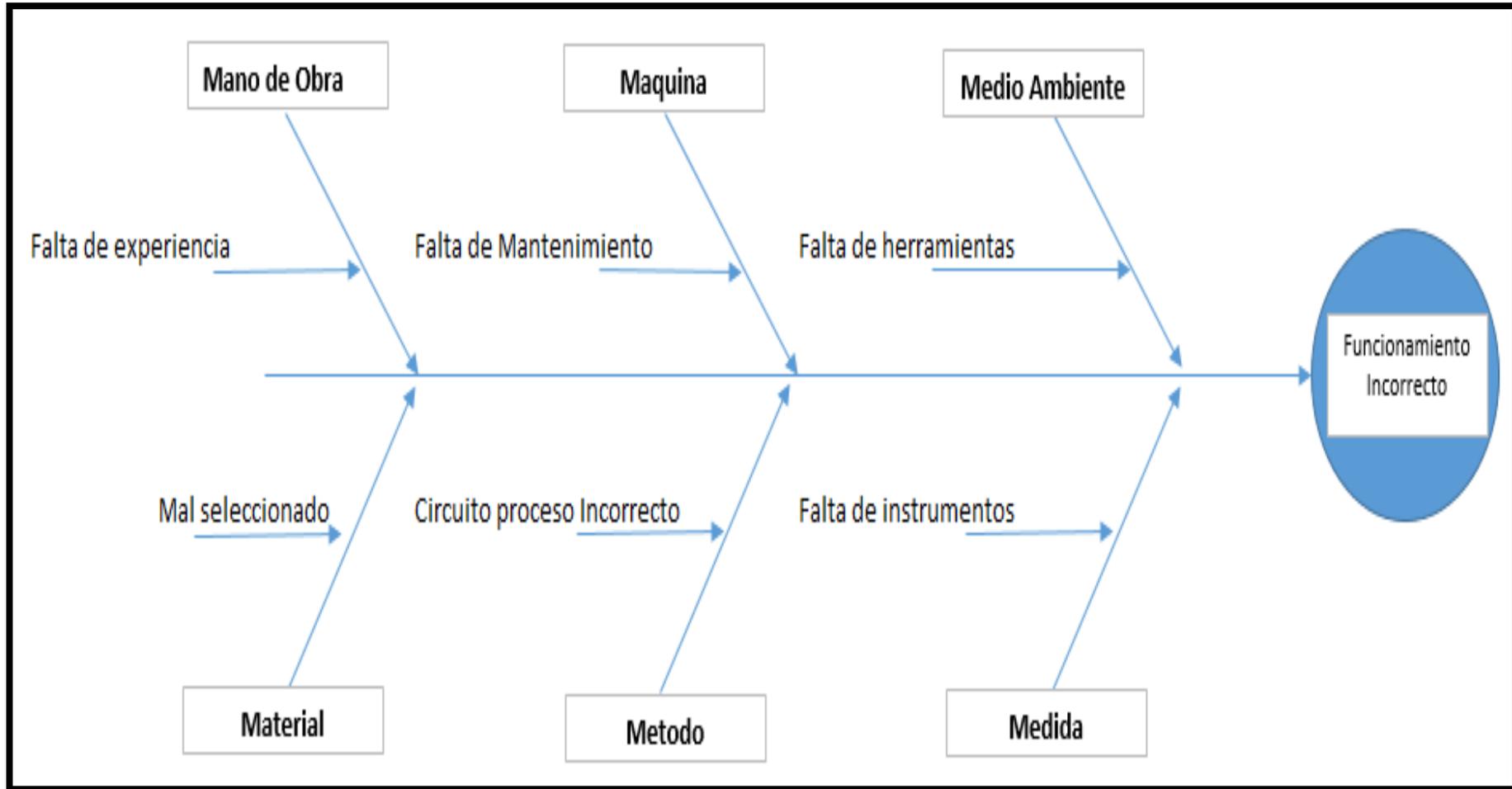


Figura 20. Diagrama de causa y efecto del problema principal.

Este diagrama con las técnicas de los 6M nos ayudó a identificar las causas que provocaban del problema principal que se tenía en la etapa 2. Demostrando que se tenían 6 causas.

➤ **Paso 5 - Considerar e implementar medidas**

Este paso se menciona las acciones que ayudaron a solucionar los problemas mencionados anteriormente.

• **Consideraciones que se presentaron:**

○ **Elaboración de perfil de puesto**

El perfil de los técnicos es importante para el puesto, es por ello, que se elaboró un perfil de puesto incluyendo aquellos requisitos que necesita tener el Operador de planta en conocimiento de estos equipos. Entre los puntos claves considerados para el perfil están los siguientes:

- ✓ Formación académica
- ✓ Experiencia laboral
- ✓ Capacitaciones

Perfil	
Mínimo: (Incluye el perfil mínimo requerido a un puesto por alguna entidad reguladora, de ser el caso)	Óptimo: (Perfil de Valoración)
Nivel de Estudios: SECUNDARIA EGRESADO	Nivel de Estudios: TÉCNICA EGRESADO
Tipo de Educación: MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA DE PLANTA	Tipo de Educación: MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA DE PLANTA
Postgrado: NO	Postgrado: NO
Tipo:	Tipo:
Mención: MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE ARMAMENTO Y EQUIPOS AUXILIARES,	Mención: MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE ARMAMENTO Y EQUIPOS AUXILIARES,
Idiomas: Inglés -	Idiomas: Inglés -
Años de experiencia en puestos afines: 5 años	Años de experiencia en puestos afines: 7 años
Formación / Conocimiento Adicional: ⊕ MS Office	Formación / Conocimiento Adicional: ⊕ Soldadura ⊕ Carpintería
Contexto del Puesto	
Relacionamiento con entidades externas:	Electricidad

Figura 21. *Formato de perfil de puesto.*

Fue elaborado para que el área de Gestión Humana consideren esas condiciones y requisitos que deben tener los personales para su contratación y trabajen en la planta.

PROGRAMA DE TRABAJO CERRO CORONA - 2021											
EQUIPO CODIGO TRABAJO FECHA DE INICIO DEL PROCESO		CHANCADORA C-110, CHANCADORA HP 200, LAVADORAS DE ARIDOS Y FAJAS TRANSPORTADORAS									
		REPARACIÓN 2021									
		07-nov-20									
Item	PROCESO	X Reservar	07-nov	08-nov	09-nov	10-nov	11-nov	12-nov	13-nov	14-nov	15-nov
1	CHANCADORA HP 200										
1.01	Reforzamiento de la camara de chancado										
1.02	fabricación										
1.03	Desmontaje de cono y ajuste de pernos										
3.04	Mantenimiento del sistema electrico										
2	ZARANDA VIBRATORIA 7X20										
2.01	Reparación de chute de descarga para CV 108										
2.02	Reparación de chute de descarga para CV 110										
2.03	Reforzamiento de las bases del chute principal										
2.04	Montaje de bases para motor vibrador										
2.05	Colocación de los visores de aceite y respirador										
2.06	Cambio de todas las mallas del 1 y 2 nivel										
2.07	Mantenimiento del sistema electrico										
3	LAVADORA DE ARIDOS ONTNER										
3.01	Cambio de aceite del reductor de velocidad										
3.02	Mantenimiento del sistema electrico										
4	FAJAS TRANSPORTADORA CV 101										
4.01	Cambio de toda la lona										
4.02	Cambio de bastidor auto liniable										
4.03	Cambio de aceite del reductor de velocidad										
4.04	Mantenimiento del sistema electrico										
	PERSONAL:										
S1	SOLDADOR HOMOLOGADO 1										

Figura 23. Formatos de programa de mantenimiento.

Se elaboró estos formatos para la planificación de trabajos en los equipos, esto ayudo a que todo el grupo de trabajo se organice correctamente y tengan los recursos que corresponde por cada trabajo que ejecutarían.

- **Entrega de información de los tipos de materiales actualizados para su uso en los equipos.**

Se evidenció que los materiales que usaban para las actividades del proceso de chancado durante la elaboración de filtros no eran los correctos, el equipo presentaba deficiencia en su operación ya que no trabajan con el material (pieza de desgaste) idóneo; esto por el desconocimiento de su existencia. Teniendo como consecuencia daños en el equipo y provocando paradas imprevistas en la planta. Por tanto, se hizo entrega de materiales actualizados para que los equipos trabajen eficientemente y así no presentar daño alguno durante su operación.

BOWL LINER	BOWL LINER PART NUMBER	MAT'L	WEIGHT (LBS.)	FEED OPENING OPEN SIDE	FEED OPENING CLOSED SIDE	MINIMUM CSS	MANTLE PART NUMBER	MAT'L	WEIGHT (LBS.)
FINE	N 5520 8140	XT610	1185	5.04"	3.74"	0.54"	10 5013 0813	XT610	1062
	N 5520 8142	XT720					70 5530 8001	XT720	
	N 5520 8141	XT710					N 5530 8011	XT710	
MEDIUM	N 5520 8137	XT610	1160	6.15"	4.92"	0.69"	10 5013 0813	XT610	1062
	N 5520 8139	XT720					70 5530 8001	XT720	
	N 5520 8138	XT710					N 5530 8011	XT710	
COARSE	N 5520 8134	XT610	1213	8.20"	7.28"	0.75"	10 5013 0813	XT610	1062
	N 5520 8136	XT720					70 5530 8001	XT720	
	N 5520 8135	XT710					N 5530 8011	XT710	

NOTE: Short Head Extra Fine only available in XT720

All Bowl Liners listed here use Adapter Ring Part Number 63917032 and Wedge Bolts Part Number 7088463250

All Mantles listed here use Torch Ring Part Number 63914005

Figura 24. Tipos de materiales actualizados.

Esta información y otras más fueron entregadas al área de mantenimiento, para su correcta selección y luego sean usados en los equipos. En la actualidad existen una variedad de materiales para diferentes equipos de chancado y para diferentes usos que se le darán.

- **Listado y elaboración de requerimientos de las herramientas y equipos.**

Se identificó que el personal técnico no tenía las herramientas necesarias y estas se encontraban en mal estado para ejecutar sus trabajos habituales, esto conllevaba a la falta de compromiso y el desánimo que manifiesta el personal para realizar sus trabajos.

Por esta razón se identificó que herramientas faltaban y realizar su pedido, para así implementar correctamente a todo el personal técnico de la Planta. Ver Tabla 12.

- **Elaboración de simulación del circuito de todo el proceso de la planta.**

Se detectó que para la elaboración de filtros se ejecutaba de manera incorrecta, provocando reprocesos y que el producto final no cumpla con las especificaciones de calidad requerida y esto no agregaba valor al proceso. Además, se producía un alta de costo por la adquisición de materiales de estos equipos.

Se procedió a realizar una simulación con el programa BRUNO que pertenece al fabricante del equipo, de esta manera se procedería a identificar los cambios que debería hacerse en el proceso y además en la reducción de costos. Ver figura 24.

CUMBRA Ingeniería		FORMULARIO GESTION DE PROYECTOS				CUMING.FR.001			
NOMBRE PROYECTO : 1937 - GOLD FIELDS - SERVICIOS DE DIRECCIÓN TÉCNICA, CONSTRUCCIÓN, INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS					MARCAR TIPO DE COMPRA		FECHA DE REQUERIMIENTO:	10/08/2020	NOMBRE DE USUARIO SOLICITANTE:
REQUERIMIENTO DE MATERIALES, EQUIPOS Y SERVICIOS					EMERGENCIA: 2-3 DÍAS		PROYECTO/FRENTE:		JOSE ANTONIO YALLE
MARCAR CONDICIÓN DE COMPRA:					URGENCIA: 3-7 DÍAS		COMPRADOR		
N° REQUERIMIENTO: 7					X PLANIFICADO: 7-15 DÍAS		ÁREA:	Chancadora GF01	
REEMBOLSABLE									
NO REEMBOLSABLE									
ITEM	COD. ORACLE	CANT.	UND.	DESCRIPCIÓN MATERIAL / EQUIPO	FECHA DE REQUERIMIENTO	FECHA NECESARIA EN OBRA	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	
01		1	Und.	ALIGATE PRESION RECTO 8"	10-ago-2020	25-ago-2020	Mantenimiento		
02		1	Und.	JUEGO DE LLAVES MIXTA LARGO STD DE 7MM A 32MM S/M	10-ago-2020	25-ago-2020	Mantenimiento		
03		2	Und.	LLAVE MIXTA 3/4"	10-ago-2020	25-ago-2020	Mantenimiento		
04		2	Und.	LLAVE MIXTA 15/16"	10-ago-2020	25-ago-2020	Mantenimiento		
05		1	Und.	LLAVE FRANCESA 18"	10-ago-2020	25-ago-2020	Mantenimiento		
06		1	Und.	LLAVE STILSON 24"	10-ago-2020	25-ago-2020	Mantenimiento		
07		1	Und.	LLAVE STILSON 36"	10-ago-2020	25-ago-2020	Mantenimiento		
08		2	Und.	COMBA DE MANGO CORTO 4LB	10-ago-2020	25-ago-2020	Mantenimiento		
09		2	Und.	BARRETILLA PATA DE CABRA HEXAGONAL 20"	10-ago-2020	25-ago-2020	Mantenimiento		
10		1	Und.	JUEGO LLAVE HEXAGONAL (ALLEN) FORMA "L" DE 1/8" A 1" .S/M	10-ago-2020	25-ago-2020	Mantenimiento		
11		1	Und.	JUEGO LLAVE HEXAGONAL (ALLEN) FORMA "L" DE 1.5 MM A 14MM	10-ago-2020	25-ago-2020	Mantenimiento		
12		5	Und.	CUTER INDUSTRIAL RETRACTIL + REPUESTOS	10-ago-2020	25-ago-2020	Mantenimiento		

Figura 25. Formato de requerimiento de herramientas solicitados.

Se presentó la lista de pedido de todas las herramientas y equipos faltantes en planta. Ya que estos son importantes para mantener en buenas condiciones y operativo a todos los equipos. Esto motiva al trabajador en realizar sus trabajos con entusiasmo.

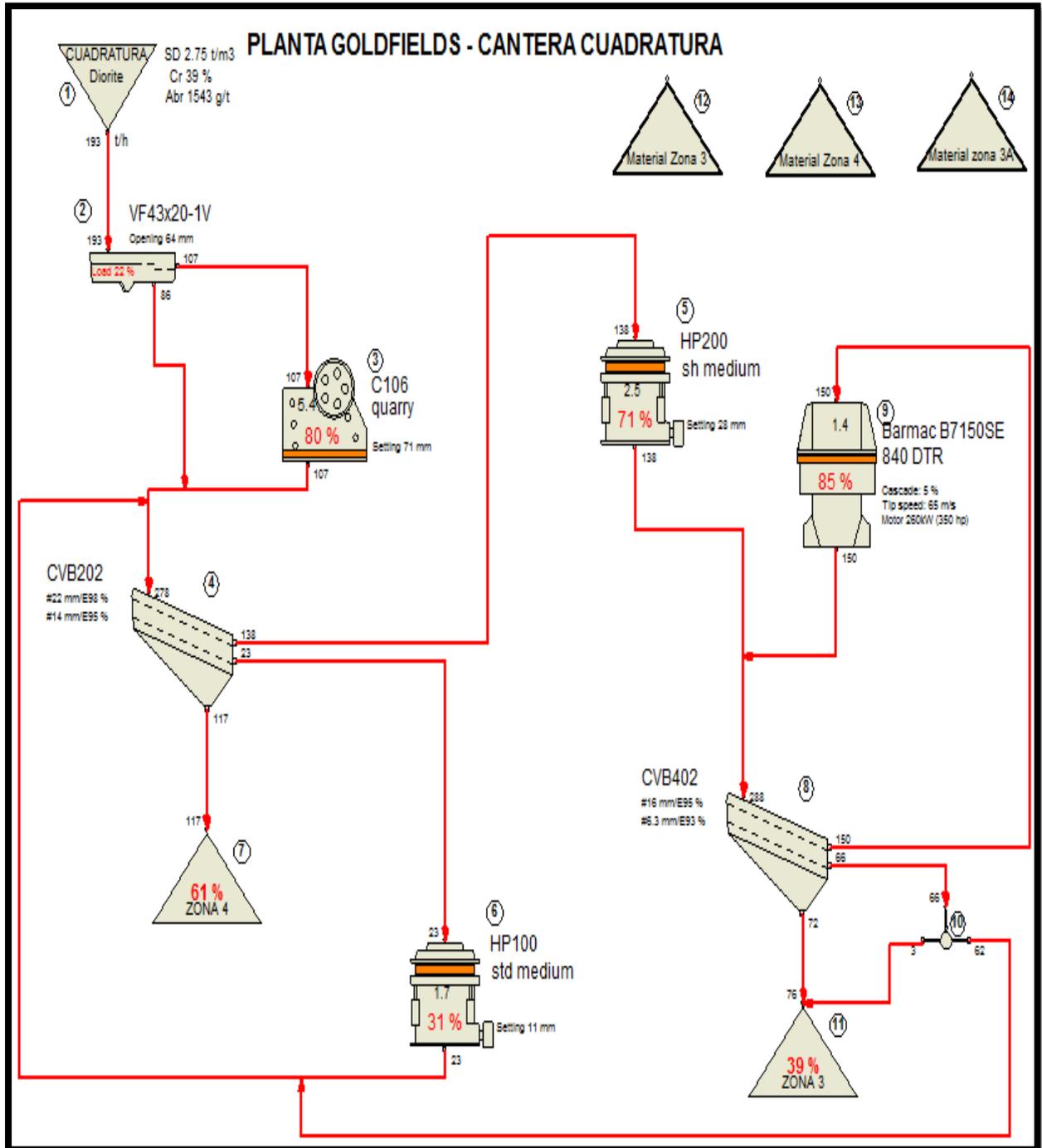


Figura 26. **Elaboración de la simulación del proceso de elaboración de Filtro.** Esta simulación se da con un programa llamado BRUNO, que es brindado por la empresa fabricante de estos equipos. Realizando esto se llega a identificar que equipos no trabajan correctamente o no están aportando valor al proceso. Además, indica la capacidad de producción que se puede obtener.

- **Implementaciones:**

- **Ingreso de personal calificado.**

Luego de solicitar el perfil de puesto de los técnicos que se necesita en Planta con el área de Gestión Humana, ellos procedieron en realizar el reclutamiento de dichos personales. Teniendo actualmente técnicos con experiencia en los equipos de la planta y brindando soporte confiable para los equipos.

Esta implementación fue efectiva ya que se tuvo mayor tiempo de operatividad y confiabilidad en los equipos, disminuyendo paradas imprevistas. Todo esto por la experiencia y conocimiento que presentaban y demostraban en diferentes frentes de trabajo.

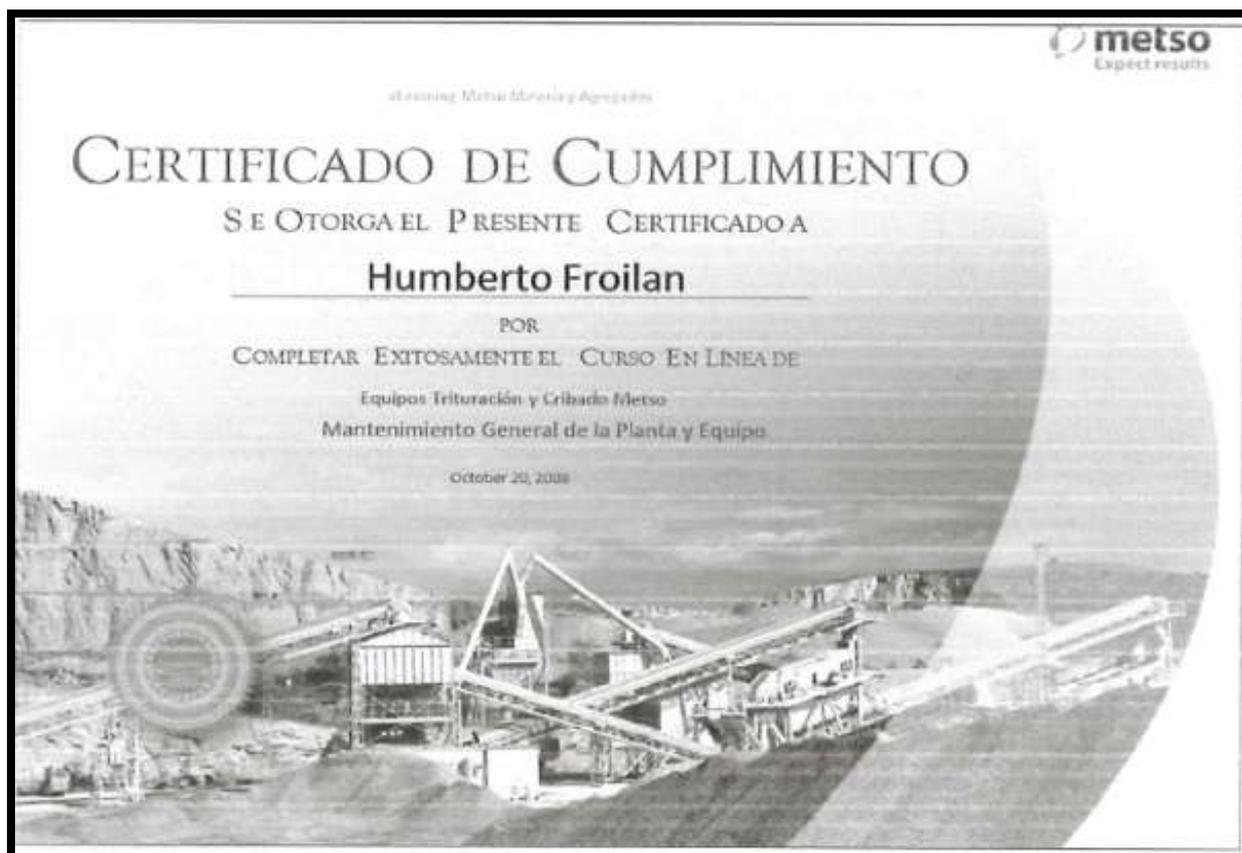


Figura 27. Certificado de un trabajador que actualmente labora en planta. Este documento demuestra la experiencia que tienen estos técnicos en los equipos de chancado, tienen capacitaciones para brindar el soporte idóneo .

○ **Programa de mantenimiento establecidos e implementados.**

Los formatos para la inspección y cronogramas de mantenimientos que fueron considerados para su implementación y elaboración fueron aprobados.

Esta iniciativa incentiva al personal a tener una cultura de planificación y organización en los trabajos que realizan, además de brindarles mayor tiempo en obtener o solicitar los recursos que necesitarían para intervenir en los equipos. Además, se consiguió tener menos tiempos de parada por la falta de algún recurso cuando están reparando los equipos.

Con esta implementación se mejoró en:

- ✓ **El mantenimiento preventivo.** Presenta un control de la vida útil por repuesto, lubricante o pieza de desgaste; esto con el fin de saber cuándo deben ser reemplazados para así evitar daños potenciales en el equipo. El control de los tiempos de cambio de estos equipos es brindado por el manual y especificaciones del fabricante.
- ✓ **Mantenimiento Correctivo.** No se tenían muchos de estos trabajos, ya que existía un programa establecido de mantenimiento preventivo.
- ✓ **Mantenimiento Predictivo.** Existía un programa que indica el día en que se ejecutará una reparación en el equipo. Por consiguiente, se podría adicionar o aplicar el mantenimiento predictivo en esos días programados, evitando paradas adicionales.

CRONOGRAMA DE EJECUCION - MANTENIMIENTO DE PLANTA CHANCADORA FASE 1																				
FRENTE	COD	ACTIVIDAD	CUADRILLA	TIEMPO	RECURSOS	MARZO														
						J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Chancadora de Quijada C110	1.01	Placas laterales	Operario Mecanico 1	2 hr										X						
	1.02	Togle	Operario Mecanico 1+1 Ay+Esp. METSO	2 hr										X						
	1.03	Mandibulas	Operario Mecanico 1+1 Ay	2 hr										X						
	1.04	Resortes de Alimentador Vibratorio	Operario Mecanico 1+1 Ay	3 hr	Andamios						X			X						
	1.05	Sistema de Transmision	Operario Mecanico 2 + 1 Ay +Esp. METSO	6 hr							X			X						
	1.06	Mesa Vibratoria	Mecanico Estructural+ 1 Ay	10 hr	Andamios + Grua									X						
	1.07	Chutes	Mecanico Estructural+ 1 Ay	2 hr	Andamios									X			X			
	1.08	Tolva de Alimentacion	Mecanico Estructural+ 1 Ay + 1 Soldador 3G	4 hr										X			X			
	1.09	Motor Electrico Chancadora	Capataz Electricista+ 1 Ay.	10 hr				X						X						
	1.10	Motor Electrico Mesa Vibratoria	Capataz Electricista+ 1 Ay.	10 hr	Andamio			X						X						
	1.11	Sistema vibrador y accionamiento,lubricación	Operario Mecanico 3 + 1 Ay.+Esp. METSO	4 hr	Andamio									X						
	1.12	Alineamiento de Estructura	Topografo+ 1 Ayudante	10 hr																
Chancadora Secundaria HP 200	2.01	Sistema Hidraulico	Operario Mecanico 1+1 Ay+ Esp. METSO	4 hr										X						
	2.02	Bocinas de eje excentrico	Operario Mecanico 1+1 Ay+ Esp. METSO	2 hr										X						
	2.03	Eje Excentrico de Chancadora	Operario Mecanico 1+1 Ay+ Esp. METSO	3 hr										X						
	2.04	Motor Electrico	Capataz Electricista+ 1 Ay.	10 hr	Andamio				X					X						
	2.05	Desgastables (cono y manto)	Operario Mecanico 2 y 3+1 Ayudante	10 hr	Andamio + Grua			X						X						
	2.06	Chutes	Mecanico Estructural+ 1 Ay + 1 Soldador 3G	4hr				X						X			X			
	2.07	Acumuladores	Operario Mecanico 3 + 1 Ay.	2 hr				X						X			X			
	2.08	Hilos de la taza	Operario Mecanico 3 + 1 Ay.+Esp. METSO	1 hr	Grua									X						
	2.09	Sistema de Transmision	Operario Mecanico 3 + 1 Ay.+Esp. METSO	3 hr										X						
	2.10	Alineamiento de Estructura	Topografo+ 1 Ayudante	10 hr		X														

Figura 28. Cronograma actualizado de trabajos ejecutados en planta.

Este formato tuvo como fin de indicar en qué fecha se realizarían los trabajos, que recursos se necesitan, los técnicos involucrados y el estado de avance.

	OBRA: CUMBRA PERÚ S.A. - 1021 : STRACON SHAHUINDO SISME - Sistema de Mantenimiento de Equipos	Fecha Reporte: 17/07/2021 Hora Reporte: 10:58:51 AM Página 1 de 1															
	ORDEN DE TRABAJO NRO: 00163																
Fecha: 15/07/2021		Responsable: RICHER APONTE HUERTA															
Equipo: 0006400017 - PLANTA CHANCADORA Marca: METSO Servicio: Referencia: CAMBIO DE ACEITE DE LUBRICACIÓN Y FILTROS Sist. Equi. SISTEMA DE LUBRICACION	Modelo: NW200HPS Estado Orden: Pendiente	Serie Equipo: 125328 Placa:															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Horómetros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Inl. Trabajo A:</td> <td>0</td> <td>B: 25111 C: 25111</td> </tr> </tbody> </table>		Horómetros			Inl. Trabajo A:	0	B: 25111 C: 25111	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Datos Último Servicio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nro de OT:</td> <td>00159</td> <td>Fecha: 09/07/2021 Horom C: 25080.4</td> </tr> <tr> <td>Estado OT:</td> <td>Pendiente</td> <td>Actividad: SEGÚN PLANOS DE MANTENIMIENTO DE 125 HRS.</td> </tr> </tbody> </table>	Datos Último Servicio			Nro de OT:	00159	Fecha: 09/07/2021 Horom C: 25080.4	Estado OT:	Pendiente	Actividad: SEGÚN PLANOS DE MANTENIMIENTO DE 125 HRS.
Horómetros																	
Inl. Trabajo A:	0	B: 25111 C: 25111															
Datos Último Servicio																	
Nro de OT:	00159	Fecha: 09/07/2021 Horom C: 25080.4															
Estado OT:	Pendiente	Actividad: SEGÚN PLANOS DE MANTENIMIENTO DE 125 HRS.															
TRABAJOS A REALIZAR																	
MANTENIMIENTO SISTEMA DE LUBRICACIÓN																	
DESCRIPCION REFERENCIAL DE TRABAJOS REALIZADOS:																	
<p>* CAMBIO DE 65 GLNS DE ACEITE MOBILGEAR 600 XP 150 MOBIL MOBIL * CAMBIO DE 01 FILTRO DE LUBRICACION METSO 7002445751 * CAMBIO DE 02 FILTRO DE AIRE METSO N02445788</p> <p>LIMPIEZA GENERAL.</p> <p>FECHA EJECUTADA: 15/7/21 HOROMETRO:25187.9</p>																	
Horómetro(B): 25187.9		Fecha Elección: 15/07/2021															

Figura 29. *Formatos para control de trabajos realizados.*

Este documento es elaborado por medio de un programa llamado SISME, donde el personal técnico llena todos los trabajos que ha realizado para luego son guardados en el sistema y así tener un historial en mantenimiento de los equipos.

○ **Selección e implementación de pieza de desgaste correcto.**

Los equipos de chancado de la planta trituran el material rocoso, que es lo más crítico para la elaboración de filtros. La ejecución de este trabajo (trituration) los equipos tienen piezas de desgaste que son claves para obtener buenos resultados en la calidad y cantidad de la producción, su mala elección perjudicaría en dichos controles.

Se identificó que uno de los equipos del proceso (en la etapa 2) tenía colocado una pieza que no era el idóneo para el material que estaba procesando, por ello su función de trituración era deficiente, teniendo como consecuencia un bajo ratio de producción y calidad.

Dicha pieza que se encontró en el equipo era llamada un forro Estándar – Medio. Luego del análisis del trabajo que realizaba este equipo se tomó la decisión de colocar un forro Estándar - Grueso.

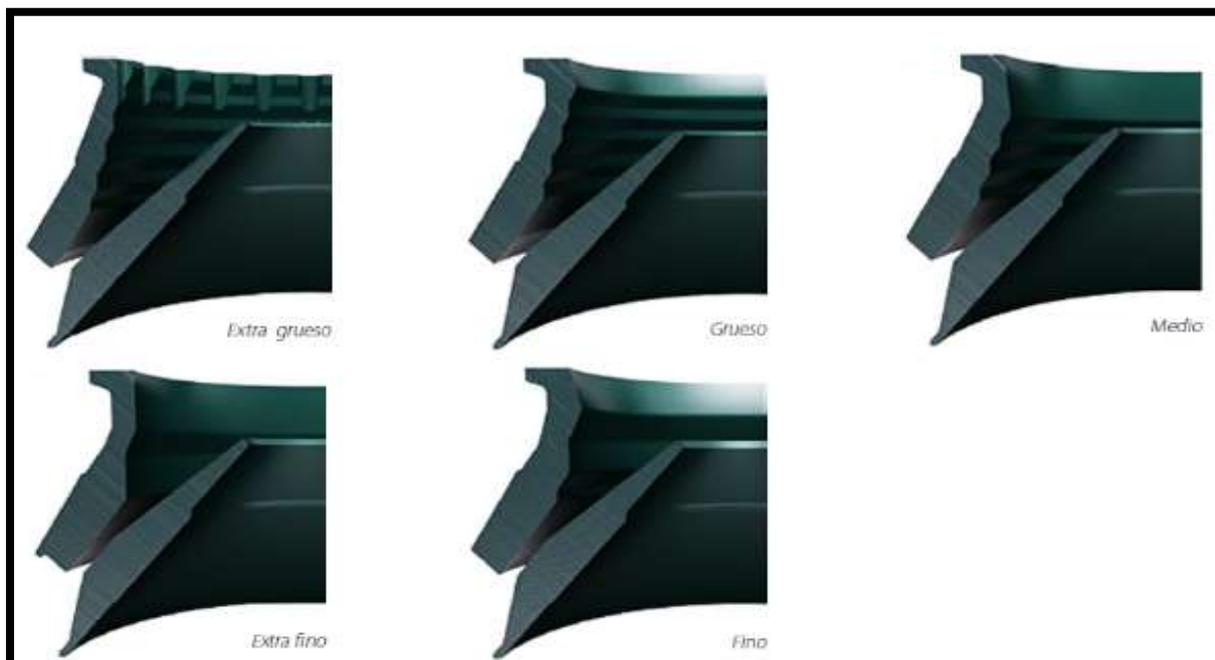


Figura 30. Tipos de piezas de desgaste en equipos de chancado.

Esta imagen demuestra que un solo modelo de equipo de chancado tiene varios tipos de piezas de desgaste que tritura la roca. La selección de estas influye mucho el material rocoso que procesará y el producto final que obtendrá, para así seleccionar el correcto.

Tamaño trituradora	Cámara	Estandar		Cabeza corta	
		Reglaje mínimo "A"	Tamaño alimentación "B"	Reglaje mínimo "A"	Tamaño alimentación "B"
HP100	Extra fino			6 mm (0.24 in)	20 mm (0.79 in)
	Fino			9 mm (0.35 in)	50 mm (1.97 in)
	Medio			9 mm (0.35 in)	70 mm (2.76 in)
	Grueso			13 mm (0.51 in)	100 mm (3.94 in)
	Extra grueso			21 mm (0.83 in)	150 mm (5.91 in)
HP200	Extra fino			6 mm (0.24 in)	25 mm (0.98 in)
	Fino	14 mm (0.24 in)	95 mm (3.74 in)	6 mm (0.24 in)	25 mm (0.98 in)
	Medio	17 mm (0.31 in)	125 mm (4.92 in)	8 mm (0.31 in)	54 mm (2.13 in)
	Grueso	19 mm (0.39 in)	185 mm (7.28 in)	10 mm (0.39 in)	70 mm (2.99 in)
	Extra grueso				
HP300	Extra fino			6 mm (0.24 in)	25 mm (0.98 in)
	Fino	13 mm (0.51 in)	107 mm (4.21 in)	6 mm (0.24 in)	25 mm (0.98 in)
	Medio	16 mm (0.63 in)	150 mm (5.91 in)	8 mm (0.31 in)	53 mm (2.09 in)
	Grueso	20 mm (0.79 in)	211 mm (8.31 in)	10 mm (0.39 in)	77 mm (3.03 in)
	Extra grueso	23 mm (0.98 in)	233 mm (9.17 in)		

Figura 31. Especificaciones técnicas de diferentes tipos de pieza de desgaste.

En este cuadro se aprecia los diferentes tipos de piezas para diferentes modelos de equipos de chancado, según estos datos se relaciona con el material rocoso a procesar y la calidad a obtener.

○ **Implementación de equipos y herramientas.**

La falta de herramientas y equipos no son favorables para un proceso productivo que es generado por equipos, todo personal técnico debe contar con estos y así puedan brindar el soporte correcto en los equipos que intervienen. Además, deben estar en buen estado y calibrados.

Por ello se implementó de equipos y herramientas nuevas, recién adquiridas a todo personal técnico que integraba en la planta, quienes recibieron fueron:

- Técnico soldador
- Técnico electricista
- Técnico mecánico

Dada la implementación, todos los personales realizaron correctamente las reparaciones de los equipos que intervenían, esto ayudo mucho en terminar un trabajo de mantenimiento en el tiempo correcto y sin demora por la falta de estas herramientas.



Figura 32. Entrega de herramientas nuevas para personal técnico mecánico. Estas fueron nuevas recién adquiridas, esto le ayudo a realizar sus trabajos correctamente.



Figura 33. Entrega de herramientas nuevas para personal técnico soldador. Estas fueron nuevas recién adquiridas, esto le ayudo a realizar sus trabajos correctamente.

○ **Cambio del circuito de proceso de elaboración de filtros.**

La planta tenía un circuito de funcionamiento para el proceso de elaboración de filtros. Esto consistía en que cada equipo tenía una ubicación y que ellos se conectaban entre sí por medio de fajas transportadoras, donde detalla en como hace el recorrido el material desde que ingresa (Roca 20”) hasta su salida (Filtro – Producto final), según como se muestra en el diagrama de flujo de la figura 17.

El funcionamiento de este circuito se analizó realizando una simulación con el programa BRUNO, que fue brindado por la empresa fabricante Metso – Ferreyros. Realizando esto se llega a identificar equipos que no agregaban valor; en conclusión, eran equipos que realizan reprocesos sin valor en todo el proceso de producción.

Por esto se toma la decisión de modificar el circuito, donde esto involucra reubicación de algunos equipos y luego aplicar simulación del nuevo circuito de proceso. Teniendo como resultado un funcionamiento correcto, después de haber retirado 2 equipos (1 chancadora HP 100 y 1 faja transportadora) del proceso.

El nuevo circuito de proceso para la elaboración de filtros se ve en el nuevo diagrama de flujo que actualmente tiene la planta que es la figura 35.

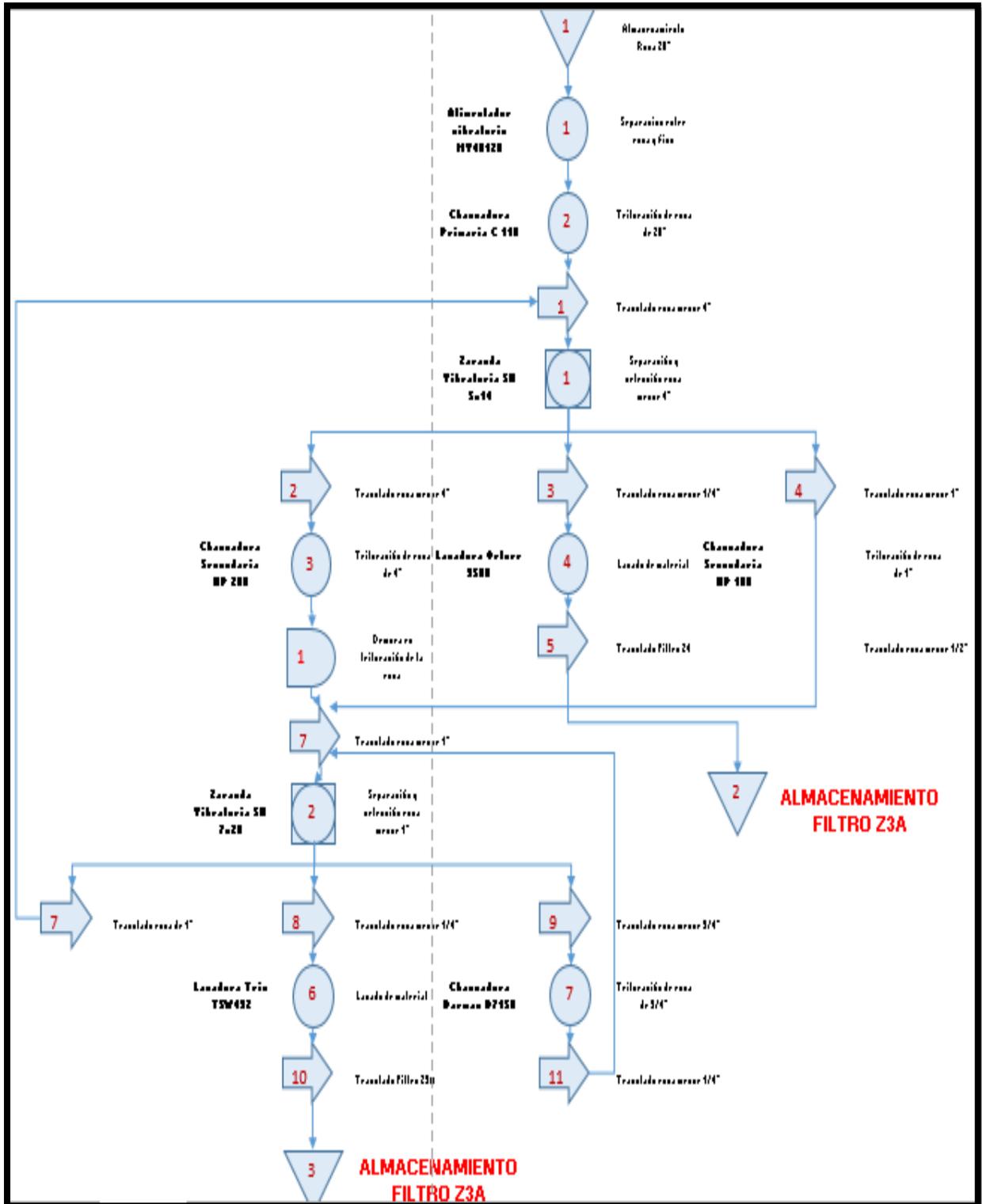


Figura 34. Diagrama de flujo actualizado del proceso. Donde se indica las reubicaciones y eliminaciones de algunos equipos, teniendo como resultado un circuito de proceso correcto. Dicho diagrama muestra desde donde inicia y finaliza el proceso la producción de filtro.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Verificar.

- **Paso 6. Verificar.** En esta etapa se compararon los datos obtenidos, antes y después de realizar la implementación de mejora, así como también evaluar los resultados con la meta establecida.

4.1.1. Eficiencia del trabajador

Un colaborador eficiente es aquel que es capaz de lograr su mayor nivel de productividad sin exigirse al máximo. Esto implica cometer la menor cantidad de errores en el periodo evaluado, cumplir, e incluso superar, los objetivos asignados en los plazos esperados sin sacrificar la calidad del trabajo. En resumen: hacer un buen trabajo sin sufrir en el camino.

Esto fue conseguido con los personales que fueron contratados para trabajar en la planta, donde demostraron la capacidad en solucionar los problemas, trabajar con seguridad, cuidado del medio ambiente, etc. Además, se realizó una evaluación de desempeño teniendo los siguientes resultados en comparación con lo de antes.

- Eficiencia de los trabajadores antes de la mejora: Menor de 75%
- Eficiencia de los trabajadores después de la mejora: Mayor de 90%

Responsable de la evaluación		Construcción/Equipos		Seguridad y Salud Ocupacional		Medio Ambiente		Calidad		Gestión Humana / Administración		%																										
Nota ponderada		20%		20%		20%		20%		20%																												
Criterio		Conocimiento/Experiencia/Entrega /Avance		Cumplimiento del Estándar - SST		Gestión Ambiental		Cumplimiento de Procedimientos /Protocolos		Valores/Trabajo en equipo/Gestión																												
Descripción		Evaluar el conocimiento, la instrucción en el puesto, así como la experiencia en el desarrollo de sus actividades, cumpliendo las metas trazadas por el Jefe Inmediato, obteniendo una adecuada disposición en el trabajo. Cumplir con el reporte y entrega de Parte diarios de trabajo y equipos.		Deben cumplir con el correcto llenado del IPERC, haber realizado y registrado la charla de 5min, permisos de trabajo de alto riesgo, inspección de equipos y herramientas, etc. En relación al COVID-19, cumplir el distanciamiento social y uso		Realizar el orden y limpieza en los frentes de trabajo, administrando el correcto uso de desechos, productos químicos, colocando en los residuos clasificados.		Velar por el correcto procedimientos, planos y conceptos de calidad		Evaluar las aptitudes de los colaboradores, en el desarrollo de vuestro valores, obteniendo eficiencia, integración, espíritu de crecimiento, cumplimiento, trabajo en equipo y ante abersidades buscando una capacidad de gestión																												
item	Nombre del trabajador	Especialidad	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Prom	1	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Prom	2	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Prom	3	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Prom	4	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Prom	6	
1	Tecnico Mecanico	Tecnico Mecanico	70%	76%	70%	72%	70%	72%	14%	74%	78%	80%	72%	74%	76%	15%	80%	82%	76%	74%	75%	77%	15%	80%	84%	86%	88%	81%	84%	17%	72%	73%	75%	76%	80%	75%	15%	77%
2	Tecnico Electricista	Tecnico Electricista	66%	64%	65%	66%	70%	66%	13%	60%	66%	68%	69%	70%	67%	13%	80%	76%	75%	74%	80%	77%	15%	76%	78%	74%	70%	74%	74%	15%	80%	80%	74%	76%	78%	78%	16%	72%
3	Tecnico Soldador	Tecnico Soldador	70%	66%	62%	61%	60%	64%	13%	80%	80%	80%	74%	74%	78%	16%	68%	70%	66%	74%	78%	71%	14%	70%	70%	76%	76%	78%	74%	15%	70%	70%	76%	78%	70%	73%	15%	72%
4			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Ponderación de referencia		
Conocimiento/Instrucción	25%	
Experiencia/Disposición	25%	
Reporte PT/Entrega/Avance	50%	
	100%	

IPERC	
IPERC	20%
charla 5min	10%
Permisos TAR / PETS	20%
Check list equipos y herr	10%
Uso de EPP's	15%
Orden en área de trabajo	15%
conceptos de SST	10%
	100%

Orden y limpieza	
Orden y limpieza	20%
Check list SGA	15%
Manejo productos Químicos	25%
Conceptos MA	5%
Clasificación de Residuo	25%
Hojas MSDS	10%
	100%

Procedimientos en campo	
Procedimientos en campo	50%
Planos actuales	25%
Conceptos de CA	25%
	100%

Respeto/Eficiencia	
Respeto/Eficiencia	30%
Cumplimiento	10%
Integración/Puntualidad	15%
Desarrollo Personal	20%
Trabajo en equipo	10%
Capacidad de gestión	15%
	100%

Figura 35. Desempeño del personal– antes de la mejora.

En este cuadro se evidencia que el personal tenía una baja eficiencia en la planta, esto por la falta de la experiencia para brindar soluciones. Para tener un equipo con una eficiencia de casi el 100% es recomendable contar con personal seleccionado y evaluado ante de su ingreso. La eficiencia de los colaboradores antes de la mejora era menor a 75%, no era lo suficiente.

Responsible de la evaluación		Construcción/Equipos							Seguridad y Salud Ocupacional							Medio Ambiente							Calidad							Gestión Humana / Administración							%	
Nota ponderada		20%							20%							20%							20%							20%								
Criterio		Conocimiento/Experiencia/Entrega /Avance							Cumplimiento del Estándar - SST							Gestión Ambiental							Cumplimiento de Procedimientos /Protocolos							Valores/Trabajo en equipo/Gestión								
Descripción		Evaluar el conocimiento, la instrucción en el puesto, así como la experiencia en el desarrollo de sus actividades, cumpliendo las metas trazadas por el Jefe Inmediato, obteniendo una adecuada disposición en el trabajo. Cumplir con el reporte y entrega de Parte diarios de trabajo y equipos.							Deben cumplir con el correcto llenado del IPERC, haber realizado y registrado la charla de 5min, permisos de trabajo de alto riesgo, inspección de equipos y herramientas, etc. En relación al COVID-19, cumplir el distanciamiento social y uso							Realizar el orden y limpieza en los frentes de trabajo, administrando el correcto uso de desechos, productos químicos, colocando en los residuos clasificados.							Velar por el correcto procedimientos, planos y conceptos de calidad							Evaluar las aptitudes de los colaboradores, en el desarrollo de vuestro valores, obteniendo eficiencia, integración, espíritu de crecimiento, cumplimiento, trabajo en equipo y ante abersidades buscando una capacidad de gestión							NOTA	FINAL
item	Nombre del trabajador	Especialidad	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Prom	1	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Prom	2	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Prom	3	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Prom	4	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Prom		
1	Humberto Froilan Sierra	Tecnico Mecanico	100%	99%	100%	98%	99%	99%	20%	98%	96%	94%	98%	96%	96%	19%	90%	92%	93%	94%	98%	93%	19%	92%	92%	92%	92%	94%	92%	18%	96%	97%	98%	94%	98%	97%	19%	96%
2	Julio Huaripata Cortez	Tecnico Electricista	98%	96%	100%	94%	98%	97%	19%	92%	92%	90%	98%	96%	94%	19%	94%	94%	93%	94%	92%	93%	19%	94%	88%	89%	90%	94%	91%	18%	95%	92%	90%	92%	90%	92%	18%	93%
3	Franklin Inoñan Daga	Tecnico Soldador	96%	94%	99%	98%	96%	97%	19%	90%	98%	98%	96%	94%	95%	19%	90%	98%	96%	94%	92%	94%	19%	90%	88%	90%	92%	90%	18%	90%	92%	94%	96%	98%	94%	19%	94%	
4			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Ponderación de referencia		IPERC		Orden y limpieza		Procedimientos en campo		Respeto/Eficiencia	
Conocimiento/Instrucción	25%	IPERC	20%	Orden y limpieza	20%	Procedimientos en campo	50%	Respeto/Eficiencia	30%
Experiencia/Disposición	25%	charla 5min	10%	Check list SGA	15%	Planos actuales	25%	Cumplimiento	10%
Reporte PT/Entrega/Avance	50%	Permisos TAR / PETS	20%	Manejo productos Químicos	25%	Conceptos de CA	25%	Integración/Puntualidad	15%
	100%	Check list equipos y herr	10%	Conceptos MA	5%		100%	Desarrollo Personal	20%
		Uso de EPP's	15%	Clasificación de Residuo	25%			Trabajo en equipo	10%
		Orden en área de trabajo	15%	Hojas MSDS	10%			Capacidad de gestión	15%
		conceptos de SST	10%		100%				100%

Figura 36. Desempeño de personal– después de la mejora.

En este cuadro se evidencia que el personal tenía una alta eficiencia en la planta, esto por las capacitaciones y experiencia que tienen para brindar soluciones. Para tener un equipo con una eficiencia de casi el 100% es recomendable contar con personal seleccionado y evaluado ante. La eficiencia de los colaboradores después de la mejora era mayor a 90%.

4.1.2. Disponibilidad mecánica de los equipos.

La disponibilidad de una máquina es el rendimiento de los elementos que realizan una función determinada, en un momento y período determinado, en función de los criterios de confiabilidad, mantenibilidad y soporte para el mantenimiento de los equipos.

Actualmente la disponibilidad mecánica en los equipos de planta aumentó, esto se consiguió al implementar programas de mantenimiento, formatos de inspección, herramientas y equipos en comparación con lo de anteriores.

La misión de calcular la disponibilidad de los equipos industriales fue esencial, esto se realizó antes y después de la implementación que a continuación se muestra y con la siguiente formula.

Ecuación 3. Formula de Disponibilidad mecánica

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{Hrs Totales} - \text{Hrs paradas por mantenimiento}}{\text{Hrs Totales}} \times 100$$

Donde se considera los siguientes datos:

- ✓ Horas de trabajo diario: 18 hrs
- ✓ Horas efectivas mínimo: 480 hrs
- ✓ Días de trabajo por mes: 28 días

Tabla 5. Disponibilidad mecánica de los equipos – Después de la mejora.

HORAS EFECTIVAS DEL 01 AL 30 DE ENERO - 2021							PERFORMANCE	
FLOTA	CODIGO	HORAS DE TRABAJO DIARIO PROMEDIO	DIAS EN OBRA	HORAS MANTENIMIENTO PROMEDIO X MES	HORAS EFECTIVAS	HORAS MINIMAS	DM	% CUMPLIMIENTO HMIN
Planta de Procesos de elaboración de filtro	HP 200	9	30	18	500	480	96%	104%
	C110	9	30	14	520	480	97%	108%
	B7150	9	30	10	500	480	98%	104%
	Z7x20	9	30	14	520	480	97%	108%
	Ortner 3500	9	30	10	520	480	98%	108%

La tabla muestra que la disponibilidad mecánica de los equipos más importantes del proceso es alta. Esto se debe a la implementación de programas de mantenimiento, formatos para inspección, personal con experiencia, entrega de herramientas y equipos.

Tabla 6. Disponibilidad mecánica de los equipos – Antes de la mejora.

HORAS EFECTIVAS DEL 01 AL 30 DE SETIEMBRE - 2019							PERFORMANCE	
FLOTA	CODIGO	HORAS DE TRABAJO DIARIO PROMEDIO	DIAS EN OBRA	HORAS MANTENIMIENTO PROMEDIO X MES	HORAS EFECTIVAS	HORAS MINIMAS	DM	% CUMPLIMIENTO HMIN
Planta de Procesos de elaboración de filtro	HP 200	9	30	30	400	480	93%	83%
	C110	9	30	20	420	480	95%	88%
	B7150	9	30	20	400	480	95%	83%
	Z7x20	9	30	25	420	480	94%	88%
	Ortner 3500	9	30	20	440	480	95%	92%

La tabla muestra que la disponibilidad mecánica de los equipos más importantes del proceso es baja. Esto se debe a la deficiencia de gestión para realizar los mantenimientos.

4.1.3. Aumento en la producción de filtros.

El área de planeamiento de la Obra es el responsable de indicar la cantidad de filtros que se debe producir por semana, para el cumplimiento de colocación de estos productos para la construcción y brindar el avance de ejecución al cliente.

La planta es el núcleo en la construcción de esta obra por la materia prima que brinda, además debe de abastecer según la demanda que lo solicita, un mínimo déficit de la cantidad de este producto traería como consecuencia incremento de paradas no programadas y, por consiguiente, personal operativo sin actividad.

Anteriormente, antes de la mejora este producto tenía un déficit de cantidad elaborada en el cual ponía en riesgo la pérdida de la Obra.

Actualmente la capacidad de producción supera a lo demandado, esto debido a la implementación de mejoras en aumentar la productividad en el proceso de elaboración de filtros.

El área de planeamiento elaboraba su plan según las cantidades y ratios últimos de producción que tenía la planta.

Tabla 7. Comparación de producción de filtro

PRODUCCIÓN FILTRO SEMANAL			
TURNO	ANTES 2019	DESPUES 2021	Incremento %
1	2400 m3	2700 m3	12.5%
2	4800 m3	5400 m3	12.5%
RATIO	50 m3/hr	60 m3 /hr	

La tabla muestra el incremento de la producción que se tiene por la mejora implementada.

		JUNIO		JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE								
		S29	S30&31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40&41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49				
Requerimiento		19-jun	26-jun	03-jul	10-jul	17-jul	24-jul	31-jul	07-ago	14-ago	21-ago	28-ago	04-sep	11-sep	18-sep	25-sep	02-oct	09-oct	16-oct	23-oct				
		25-jun	02-jul	09-jul	16-jul	23-jul	30-jul	06-ago	13-ago	20-ago	27-ago	03-sep	10-sep	17-sep	24-sep	01-oct	08-oct	15-oct	22-oct	29-oct				
Filtro Z3		18,633	860	1,191	1,632	1,632	1,632	1,632	1,632	1,786	772	1,053	1,837	772	575	-	-	-	-	-				
Filtro Z4		15,925	1,049	1,582	1,582	1,582	1,537	1,247	746	746	2,152	746	746	625	-	-	-	-	-	-				
Filtro Z3A		118,426	1,768	2,223	3,203	3,549	2,329	1,861	6,229	5,928	5,724	4,229	6,663	4,595	6,695	8,746	8,072	7,783	9,170	5,686	5,197			
Consumo Parcial		3,677	4,997	6,418	6,763	5,543	5,030	3,108	8,306	8,255	7,154	8,462	7,238	8,092	3,321	8,072	7,783	9,170	5,686	5,197				
Req. Acum.		3,677	8,674	15,091	21,854	27,397	32,428	41,536	43,842	58,097	65,251	73,713	80,351	83,043	98,363	106,435	114,219	123,389	129,075	###				
Consumo Prom		3,677	5,750	5,750	5,750	5,750	5,750	6,206	6,206	6,206	6,206	6,257	6,257	6,257	6,257	6,257	6,959	6,959	6,959	6,959				
Ratios de Producción		JUNIO		JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE								
		S29	S30&31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40&41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49				
		19-jun	26-jun	03-jul	10-jul	17-jul	24-jul	31-jul	07-ago	14-ago	21-ago	28-ago	04-sep	11-sep	18-sep	25-sep	02-oct	09-oct	16-oct	23-oct				
		25-jun	02-jul	09-jul	16-jul	23-jul	30-jul	06-ago	13-ago	20-ago	27-ago	03-sep	10-sep	17-sep	24-sep	01-oct	08-oct	15-oct	22-oct	29-oct				
Rendimiento diario esc. 4		300	300	450	800	400	400	800	400	400	800	400	400	800	800	800	750	750	750	750				
Filtro 1		0.65	0.65	0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				
Filtro 2		0.35	0.35	0.35																				
Días semana esc 3		6.00	6.00	4.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00				
Días semana esc 4		6.00	6.00	3.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00				
Turnar:		2	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2				
RESUMEN STOCKS - Sem		JUNIO		JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE								
		S29	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40&41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49				
		19-jun	26-jun	03-jul	10-jul	17-jul	24-jul	31-jul	07-ago	14-ago	21-ago	28-ago	04-sep	11-sep	18-sep	25-sep	02-oct	09-oct	16-oct	23-oct				
		25-jun	02-jul	09-jul	16-jul	23-jul	30-jul	06-ago	13-ago	20-ago	27-ago	03-sep	10-sep	17-sep	24-sep	01-oct	08-oct	15-oct	22-oct	29-oct				
Filtro Z3		12,365																						
Filtro Z4		12,352																						
Filtro Z3A		51,487																						
Filtro Z3A		76,205																						
Turnar:		2	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2				
VOLUMEN A PRODUCIR		Material		Vol. Proc.		JUNIO		JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				
						S29	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40&41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49
						19-jun	26-jun	03-jul	10-jul	17-jul	24-jul	31-jul	07-ago	14-ago	21-ago	28-ago	04-sep	11-sep	18-sep	25-sep	02-oct	09-oct	16-oct	23-oct
						25-jun	02-jul	09-jul	16-jul	23-jul	30-jul	06-ago	13-ago	20-ago	27-ago	03-sep	10-sep	17-sep	24-sep	01-oct	08-oct	15-oct	22-oct	29-oct
Filtro Z3		6,333	6,397	855	3,510	2,633																		
Filtro Z4		3,572	5,270	1,962	1,890	1,418																		
Filtro Z3A		66,333	67,400	2,500	4,000	2,400	2,400	4,800	2,400	2,400	4,800	2,400	2,400	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,500	4,500	4,500	4,500	
Steaming		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Producción por		5,317	5,400	4,050	4,000	2,400	2,400	4,800	2,400	2,400	4,800	2,400	2,400	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,500	4,500	4,500	4,500	
Producción Acu		81,522	86,922	90,972	94,972	97,372	99,772	104,572	106,972	109,372	114,172	116,572	118,972	123,772	128,572	133,372	137,872	142,372	146,872	151,372				

Figura 37. Plan de producción de filtros presentado anualmente.

Este cuadro es elaborado por el área de planeamiento, donde indica la demanda anual de filtro que se necesitaría para el avance de la construcción de la Obra. Lo resaltado de amarillo es la cantidad que debe producir por semana la planta, un retraso en esta programación se tendría consecuencias no favorables.

Tabla 8. Reporte de producción de filtro diario – 2021.

REPORTE DE PRODUCCIÓN DE FILTROS - 2021												
FECHA	MES	SEMANA	TURNO	VOLUMENES DE MATERIALES			STATUS			Total	Horas	Ratio m3/ h
				ZONA 3 (FAJA N° 107)	ZONA 4 (FAJA N° 113)	ZONA 3A (FAJA N° 107)	ZONA 3 (FAJA N° 107)	ZONA 4 (FAJA N° 113)	ZONA 3A (FAJA N° 107)			
22-jun	Junio	24	Noche	0	146.15	330.98	-	APROBADO	APROBADO	477.13	9.3	51.30
23-jun	Junio	24	Día	0	162.46	319.08	-	APROBADO	APROBADO	481.54	8.5	56.65
23-jun	Junio	29	Noche	0	73.97	260.15	-	APROBADO	APROBADO	334.12	6.6	50.62
24-jun	Junio	29	Día	0	223.4	258.24	-	APROBADO	APROBADO	481.64	8.8	54.73
24-jun	Junio	29	Noche	0	122.99	285.21	-	APROBADO	APROBADO	408.2	8.3	49.18
25-jun	Junio	29	Día	0	127.99	319.99	-	APROBADO	APROBADO	447.98	8.3	53.97
26-jun	Junio	29	Día	0	108.8	306.97	-	APROBADO	APROBADO	415.77	8	51.97
26-jun	Junio	29	Noche	0	197.65	339.53	-	APROBADO	APROBADO	537.18	9	59.69
27-jun	Junio	29	Día	0	189.5	272.59	-	APROBADO	APROBADO	462.09	8.3	55.67
27-jun	Junio	29	Noche	0	120.79	421.67	-	APROBADO	APROBADO	542.46	9	60.27
28-jun	Junio	29	Día	0	108.42	365.19	-	APROBADO	APROBADO	473.61	8.3	57.06
28-jun	Junio	29	Noche	0	104.63	348.5	-	APROBADO	APROBADO	453.13	6.8	66.64
29-jun	Junio	29	Día	0	92.4	175.49	-	APROBADO	APROBADO	267.89	4.3	62.30
29-jun	Junio	29	Noche	0	71.68	277.11	-	APROBADO	APROBADO	348.79	6.9	50.55
30-jun	Junio	29	Día	0	222.71	444.94	-	APROBADO	APROBADO	667.65	9.5	70.28
30-jun	Junio	29	Noche	0	78.63	292.38	-	APROBADO	APROBADO	371.01	6.3	58.89
01-jul	Julio	30	Día	0	130.6	409.66	-	APROBADO	APROBADO	540.26	8.3	65.09
01-jul	Julio	30	Noche	0	131.07	365.93	-	APROBADO	APROBADO	497	8.6	57.79

La tabla muestra la cantidad de producción actual que se tiene en planta. Se evidencia que la ratio de producción por hora es superior a lo solicitado por el área de planeamiento, esto es favorable tanto para la construcción de la Obra y el mantenimiento de la planta.

4.1.4. Reducción de costos operativos.

Para la elaboración de filtros se tiene 2 tipos de costo:

- Los Costos variables que son:
 - Materiales consumibles para técnico
 - Proveedores externos
 - EPP's
 - Combustible y recursos energéticos, etc.
- Los Costos fijos que son:
 - Alquiler de equipos pesados
 - Salarios
 - Piezas de desgaste
 - Personal de vigilancia. Etc.

De esta lista de costos nombrados se pudo reducir uno de ellos, nos referimos a 1 costo fijo – Pieza de desgaste. Esta reducción se realizó por la eliminación de 1 equipo que no agregaba valor al proceso.

Este equipo (Chancadora Secundaria HP 100) fue identificado por la simulación que se realizó y lo muestra el diagrama de flujo de la figura 35. Por ello ya no se solicitaron más piezas de desgaste, teniendo en cuenta que para la producción anual se requería de 4 juegos de piezas para ese equipo. Además, indicando al área administrativa de eliminar de su plan de compras las piezas de desgaste para la HP 100 que anteriormente lo realizaban.

Realizando esta acción se tiene un ahorro en costo operativos de \$ 45,066.72 anual, según como se muestra en la imagen 39.

PROYECTO	RQ	OC	ITEM	CONCEPTO	CODIGO	EQUIPO	DESCRIPCION ARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD	PROVEEDOR	MONEDA	PRECIO UNITARIO	MONTO APROBADO	COMENTARIOS
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-236 Rev	19370002568	1	WIBLES REP. CHANMI4.GM12.00093	MI4.GM12.00093	HP 100	PROTECTOR DE BRAZO	Unidad	2	CHAYZA	USD	\$ 599.00	\$ 1,198.00	ANULADO
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-236 Rev	19370002568	2	WIBLES REP. CHANMI4.GM12.00055	MI4.GM12.00055	HP 100	PROTECTOR DE BRAZO DEL COM	Unidad	1	CHAYZA	USD	\$ 283.00	\$ 283.00	ANULADO
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-236 Rev	19370002568	3	WIBLES REP. CHANMI4.GM12.00100	MI4.GM12.00100	HP 100	BOCIANS DEL CONTRAEJE	Unidad	2	CHAYZA	USD	\$ 643.00	\$ 1,286.00	ANULADO
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-134 Rev	19370002010	1	WIBLES REP. CHANMI4.GM02.00045	MI4.GM02.00045	HP 100	BOCIANS DE FIJACION	Unidad	6	CHAYZA	USD	\$ 76.78	\$ 460.68	ANULADO
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-134 Rev	19370002010	2	WIBLES REP. CHANMI4.GM02.00045	MI4.GM02.00045	HP 100	PROTECTOR CONTRA PESO	Unidad	1	CHAYZA	USD	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	ANULADO
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-141 Rev	19370002109	1	WIBLES REP. CHANMI4.GM12.00093	MI4.GM12.00093	HP 100	BOCINA EXCENTRICA	Unidad	1	CHAYZA	USD	\$ 1,431.00	\$ 1,431.00	ANULADO
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-141 Rev	19370002109	2	WIBLES REP. CHANMI4.GM12.00037	MI4.GM12.00037	HP 100	CONO DE ALIMENTMNTACIÓN	Unidad	1	CHAYZA	USD	\$ 284.24	\$ 284.24	ANULADO
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-141 Rev	19370002109	3	WIBLES REP. CHANMI4.GM12.00093	MI4.GM12.00093	HP 100	ANILLO OXICORTANTE	Kilogramo	1	CHAYZA	USD	\$ 160.00	\$ 160.00	ANULADO
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-141 Rev	19370002109	4	WIBLES REP. CHANMI4.GM12.00038	MI4.GM12.00038	HP 100	MORDAZA FIJA	Unidad	1	CHAYZA	USD	\$ 1,350.00	\$ 1,350.00	ANULADO
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-141 Rev	19370002109	5	WIBLES REP. CHANMI4.GM12.00038	MI4.GM12.00038	HP 100	MANTO	Unidad	1	CHAYZA	USD	\$ 1,208.00	\$ 1,208.00	ANULADO
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-141 Rev	19370002109	7	WIBLES REP. CHANMI4.GM12.00038	MI4.GM12.00038	HP 100	TORNILLO HEXAGONAL	Unidad	1	CHAYZA	USD	\$ 3.76	\$ 3.76	ANULADO
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-141 Rev	19370002109	8	WIBLES REP. CHANMI4.GM12.00038	MI4.GM12.00038	HP 100	BOCINA DE CABEZA	Unidad	1	CHAYZA	USD	\$ 2,402.00	\$ 2,402.00	ANULADO
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-141 Rev	19370002109	9	WIBLES REP. CHANMI4.GM12.00027	MI4.GM12.00027	B7150	PLACA LATERAL INFERIOR (901528) S/M	Unidad	2	METALURGIA DEL	USD	\$ 591.60	\$ 1,183.20	GESTIONAR
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-141 Rev	19370002109	10	WIBLES REP. CHANMI4.GM12.00027	MI4.GM12.00027	B7150	CHEEK PLATE UPPER (901531) S/M	Unidad	4	METALURGIA DEL	USD	\$ 424.40	\$ 1,697.60	GESTIONAR
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-1418 Rev	19370002112	24	WIBLES REP. CHANMI10.GM25.00045	MI10.GM25.00045	B7150	TIP/CAVITY WEAR PLATE BOLT SET (B963941500/B) S/M	Juego	8	FERREYROS S.A	USD	\$ 122.88	\$ 983.04	GESTIONAR
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-1418 Rev	19370002112	25	WIBLES REP. CHANMI10.GM25.00027	MI10.GM25.00027	B7150	TOP WEAR PLATE SET (B96334170C) S/M	Juego	4	FERREYROS S.A	USD	\$ 666.91	\$ 2,667.64	GESTIONAR
STRUCCION TSF	80-GMI-ADM-21-1418 Rev	19370002112	26	WIBLES REP. CHANMI10.GM99.00077	MI10.GM99.00077	B7150	LIPPED BOTTOM WEAR PLATE SET B96334180A	SET	4	FERREYROS S.A	USD	\$ 699.54	\$ 2,798.16	GESTIONAR

Figura 38. Plan de compras de piezas de desgaste para elaboración de filtros.

Se observa en el cuadro el plan de compras anual del área administrativa, donde se anulan la adquisición de piezas de desgaste de la Chancadora HP 100 y generando un ahorro en los costos operativos de la planta.

Item	Descripción del equipo/Servicio	Nro Parte	Peso (Kg)	UM	Ctd	Plazo Entrega	Valor	Sub Total
REPUESTOS: HP100								
1	Protector de Brazos.	CHF-7022102001		UND	2	STOCK	\$ 599.00	\$ 1,198.00
3	Protector de Brazo del contra eje	CHF-7022102000		UND	1	6-8 SEM	\$ 283.00	\$ 283.00
3	Bocinas del contra eje	CHF-7015604504		UND	2	STOCK	\$ 643.00	\$ 1,286.00
4	Bocina de Fijación	CHF-7015554502		UND	6	6-8 SEM	\$ 76.78	\$ 460.68
5	Protector de contra peso	CHF-7090228106		UND	1	STOCK	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
6	Bocina exéntrica	CHF-7015655250		UND	1	STOCK	\$ 1,431.00	\$ 1,431.00
7	Cono de alimentación	CHF-7065558000		UND	1	STOCK	\$ 284.24	\$ 284.24
8	Anillo Oxidante	CHF-7012080200		UND	1	STOCK	\$ 160.00	\$ 160.00
9	Mordaza fija	CHF-7055208002		UND	1	STOCK	\$ 1,350.00	\$ 1,350.00
10	Manto	CHF-7055308121		UND	1	STOCK	\$ 1,208.00	\$ 1,208.00
11	Tomillo Hexagonal	CHF-7001532416		UND	1	STOCK	\$ 3.76	\$ 3.76
13	Bocina de cabeza	CHF-7015656202		UND	1	6-8 SEM	\$ 2,402.00	\$ 2,402.00
							SUB TOTAL EN DOLARES	\$ 11,266.68
							IGV 18%	\$ 2,028.00
							TOTAL GENERAL EN DOLARES USD	\$ 13,294.68
CONDICIONES GENERALES EN NUESTRA COTIZACIÓN								
- A excepción de alguna variación o variaciones que sean detalladas en esta cotización por escrito o en un acuerdo posterior por las condiciones de venta establecidas en esta cotización se aplicarán a toda venta y formarán parte de cualquier contrato;								
Orden Compra, Orden De servicio extendido para CHAYZA SAC por cualquier COMPRADOR (en adelante COMPRADOR)								
- Las condiciones de pago deberán de efectuarse de acuerdo a esta cotización , a menos que CHAYZA SAC acepte por escrito o acuerde por escrito alguna condición diferente.Estas condiciones aplican para los despachos totales o parciales.								
- Las entregas de STOCK son despachadas 24 horas despues de colocada la orden de compra y realizado el pago, disponibilidad salvo venta previa a su OC								
- Los repuestos ofertados en esta proforma son de nuestro representado FORNAC originales de Brasil								
- Los precios ofertados son por el paquete total de esta cotización, para compras de ítems de manera individual los precios tienen variaciones a mayor valor.								
- Una vez colocada la OC no se aceptan cambios ni devoluciones al respecto de las cantidades, precios, salvo previa aceptación por parte de Chayza SAC y se cobrará una tasa administrativa del 8% del valor de la cotización.								
- Precios no incluye IGV								
- Toda cotización de Chayza SAC por escrito esta sujeta a cambio hasta el momento de la aceptación del pedido por parte de Chayza SAC lo cual será comunicada por escrito y tendrá una validez de 15 días calendario. No existen cotizaciones verbales y no se aceptan acuerdos verbales.								
- Chayza SAC no acepta multas por entregas retrasadas , tampoco se aceptan penalidades								
- Los seguros o coberturas de la mercadería que usted adquiere de Chayza SAC corren por cuenta del comprador, desde el lugar despacho en adelante, todos los riesgos que corra la mercadería serán responsabilidad unica y exclusivamente del comprador								
- La emisión de una orden de compra para Chayza SAC implicará la aceptación de todas estas condiciones.								
- Los seguros o coberturas de la mercadería que usted adquiere de Chayza SAC corren por cuenta del comprador, desde el lugar despacho en adelante, todos los riesgos que corra la mercadería serán responsabilidad unica y exclusivamente del comprador								
- Aceptación de pedidos : Los pedidos recibidos por CHAYZA SAC están sujetos a su aceptación. En caso de cualquier motivo CHAYZA SAC no aceptare la orden de compra del COMPRADOR, este último recibirá una notificación por escrito, dentro de los 07 días hábiles siguientes a la recepción de la orden de compra. La confirmación de la orden de compra del COMPRADOR no implicará la aceptación de las condiciones de compra así estén por escrito en la orden de compra del COMPRADOR								
DATOS DE LA EMPRESA								
EMPRESA: CHANCADORAS Y ZARANDAS S.A.C.								
RUC: 20477478728								

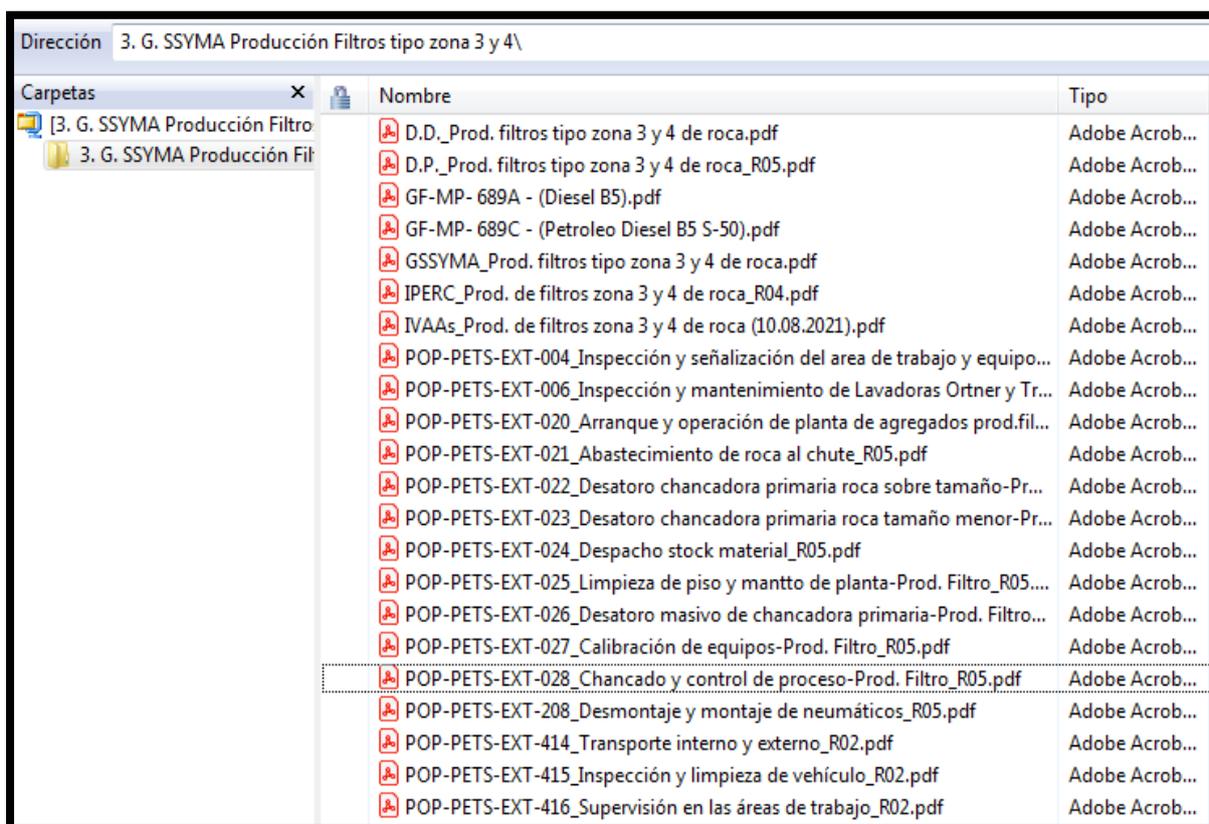
Figura 39. Cotización de proveedor por piezas de desgaste de la chancadora HP 100.

El documento muestra el precio total de 1 juego de piezas de desgaste que usaría el equipo, el ahorro anual seria 4 veces al precio de esa cotización que se consigue por eliminar dicha chancadora.

4.2. Actuar.

Luego de haber verificado que las soluciones se ajustaron a la meta establecida; el siguiente paso fue validar que las mejoras implementadas sean sostenibles en el tiempo, la estandarización de actividades fue determinante con el objetivo que puedan ser aplicadas a cualquier trabajador nuevo o antiguo que labora en la planta. Así también la difusión y ejecución. Se realizaron las siguientes estandarizaciones:

- Se normalizó los procedimientos de elaboración de filtros. Estos fueron colocados en el sistema y difundidos a todo el personal. Donde se detalla en cómo se debe realizar la operación de cada equipo y saber cómo ejecutar el proceso productivo. Además, de ser compartido con otras áreas.



Carpeta	Nombre	Tipo
[3. G. SSYMA Producción Filtro	D.D._Prod. filtros tipo zona 3 y 4 de roca.pdf	Adobe Acrob...
3. G. SSYMA Producción Fil	D.P._Prod. filtros tipo zona 3 y 4 de roca_R05.pdf	Adobe Acrob...
	GF-MP- 689A - (Diesel B5).pdf	Adobe Acrob...
	GF-MP- 689C - (Petroleo Diesel B5 S-50).pdf	Adobe Acrob...
	GSSYMA_Prod. filtros tipo zona 3 y 4 de roca.pdf	Adobe Acrob...
	IPERC_Prod. de filtros zona 3 y 4 de roca_R04.pdf	Adobe Acrob...
	IVAAs_Prod. de filtros zona 3 y 4 de roca (10.08.2021).pdf	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-004_Inspección y señalización del area de trabajo y equipo...	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-006_Inspección y mantenimiento de Lavadoras Ortner y Tr...	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-020_Arranque y operación de planta de agregados prod.fil...	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-021_Abastecimiento de roca al chute_R05.pdf	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-022_Desatoro chancadora primaria roca sobre tamaño-Pr...	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-023_Desatoro chancadora primaria roca tamaño menor-Pr...	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-024_Despacho stock material_R05.pdf	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-025_Limpieza de piso y mantto de planta-Prod. Filtro_R05....	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-026_Desatoro masivo de chancadora primaria-Prod. Filtro...	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-027_Calibración de equipos-Prod. Filtro_R05.pdf	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-028_Chancado y control de proceso-Prod. Filtro_R05.pdf	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-208_Desmontaje y montaje de neumáticos_R05.pdf	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-414_Transporte interno y externo_R02.pdf	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-415_Inspección y limpieza de vehículo_R02.pdf	Adobe Acrob...
	POP-PETS-EXT-416_Supervisión en las áreas de trabajo_R02.pdf	Adobe Acrob...

Figura 40. *Procedimientos estandarizados para la operación de equipos para la elaboración de filtros. Estos fueron elaborados y algunos actualizados después de la implementación de la mejora.*

 <p>PROCEDIMIENTOS ESCRITOS DE TRABAJO SEGURO (PETS)</p>	U.E.A. CAROLINA I CERRO CORONA																			
	Código: SS/YMA-P02.04-P01																			
	Versión: 05																			
	Fecha de aprob.: 30/07/2019																			
Tarea: CHANCADO Y CONTROL DE PROCESO (primario, secundario, terolario y cuaternario)																				
Código PETS: POP-PETS-EXT-028	Área: Construcción	Revisión: 5																		
Personal Jefe de Planta, Supervisor de planta, Supervisor técnico mecánico, Supervisor técnico electricista, Electricista, Mecánico, Supervisor de seguridad y medio ambiente, Personal de piso, Operador mecánico de planta, Operador electricista de planta, Operador soldador de planta.																				
Equipo de Protección Personal Específico (adional al uso del casco, lentes y zapatos de seguridad) * Respirador de media cara con filtros para polvo y para humos metálicos 2097 * Ropa con cinta reflectante * Orejeras tipo copa * Guantes para riesgo mecánico (nivel de resistencia al *Alcohol * Barbiquejo * Bloqueador solar FPS>=30 FPS * Tapones de oído * Zapatos dieléctricos * Guantes dieléctricos * Mascarilla KN-95																				
Equipos/Herramientas/Materiales <table border="0"> <tr> <td>Equipos:</td> <td>Herramientas:</td> <td>Barricadas de seguridad:</td> </tr> <tr> <td>* Radios de comunicación</td> <td>* Llaves mixtas, raches, dados</td> <td>* Cáncamos con drizas</td> </tr> <tr> <td>* Pinza amperimétrica</td> <td>* Carretilla</td> <td>* Conos con barras retráctil</td> </tr> <tr> <td>* Pistola engrasadora</td> <td>* Escaleras fijas</td> <td>* Barrera New Jersey</td> </tr> <tr> <td>* Candado y tarjeta de bloqueo</td> <td>* Palas</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>* Picos</td> <td></td> </tr> </table>			Equipos:	Herramientas:	Barricadas de seguridad:	* Radios de comunicación	* Llaves mixtas, raches, dados	* Cáncamos con drizas	* Pinza amperimétrica	* Carretilla	* Conos con barras retráctil	* Pistola engrasadora	* Escaleras fijas	* Barrera New Jersey	* Candado y tarjeta de bloqueo	* Palas			* Picos	
Equipos:	Herramientas:	Barricadas de seguridad:																		
* Radios de comunicación	* Llaves mixtas, raches, dados	* Cáncamos con drizas																		
* Pinza amperimétrica	* Carretilla	* Conos con barras retráctil																		
* Pistola engrasadora	* Escaleras fijas	* Barrera New Jersey																		
* Candado y tarjeta de bloqueo	* Palas																			
	* Picos																			
Prerrequisitos de Competencia Jefe de planta. : con experiencia mínima de 3 años en Trabajos Similares Supervisor de planta. : con experiencia mínima de 3 años en Plantas chancadoras. Supervisor técnico. : con experiencia mínima de 3 años en trabajos similares Operador de planta mecánico (operador de planta) : con experiencia mínima de 3 años en trabajos similares Operador de planta soldador (operador de planta) : con experiencia mínima de 3 años en trabajos similares Operador de planta electricista (operador de planta) : con experiencia mínima de 3 años en trabajos similares Operador de planta : con experiencia mínima de 3 años en trabajos similares Operario Mecánico : con experiencia mínima de 3 años en Plantas chancadoras. Oficial mecánico. : con experiencia mínima de 1 año en Plantas chancadoras. Operario Electricista. : con experiencia mínima de 3 años en Plantas chancadoras. Oficial Electricista. : con experiencia mínima de 1 año en Plantas chancadoras. Operador de cargador frontal : con experiencia mínima de 3 años en trabajos similares Operador de excavadora : con experiencia mínima de 3 años en trabajos similares Operador de Mini Cargador. : con experiencia mínima de 1 año en Plantas chancadoras. Peones. : con experiencia mínima de 1 año en Plantas chancadoras. * Curso IPERC. (Todos los trabajadores) * Curso Uso de equipo de protección personal (EPP). (Todos los trabajadores) * Curso Prevención y protección contra incendio (sólo operadores). * Curso Prevención de accidentes por desprendimiento de rocas. (Todos los trabajadores) * Curso : Seguridad con herramientas manuales y eléctricas. (Todos los trabajadores) * Curso : Riesgo Eléctrico. (Todos los trabajadores) * Curso : para Trabajos en altura. (Todos los trabajadores) * Examen médico para trabajos en altura. (Todos los trabajadores) * Curso Prevención de Covid-19. (Todos los trabajadores)																				
Restricciones * No contar con Supervisión permanente durante la ejecución del trabajo de alto riesgo.																				

Figura 41. Procedimiento de chancado para la elaboración de filtro.

Se muestra el detalle de todas las herramientas, personas, equipos de protección personal, restricciones y como ejecutar esta tarea. Es un documento que consta de 4 páginas.

- Se normalizó los procedimientos de mantenimiento de los equipos que tiene la planta.

Estos fueron colocados en el sistema y difundidos a todo el personal. Donde se detalla en cómo realizar el mantenimiento a los diferentes equipos para mantener su operatividad. Además, de ser compartido con otras áreas.

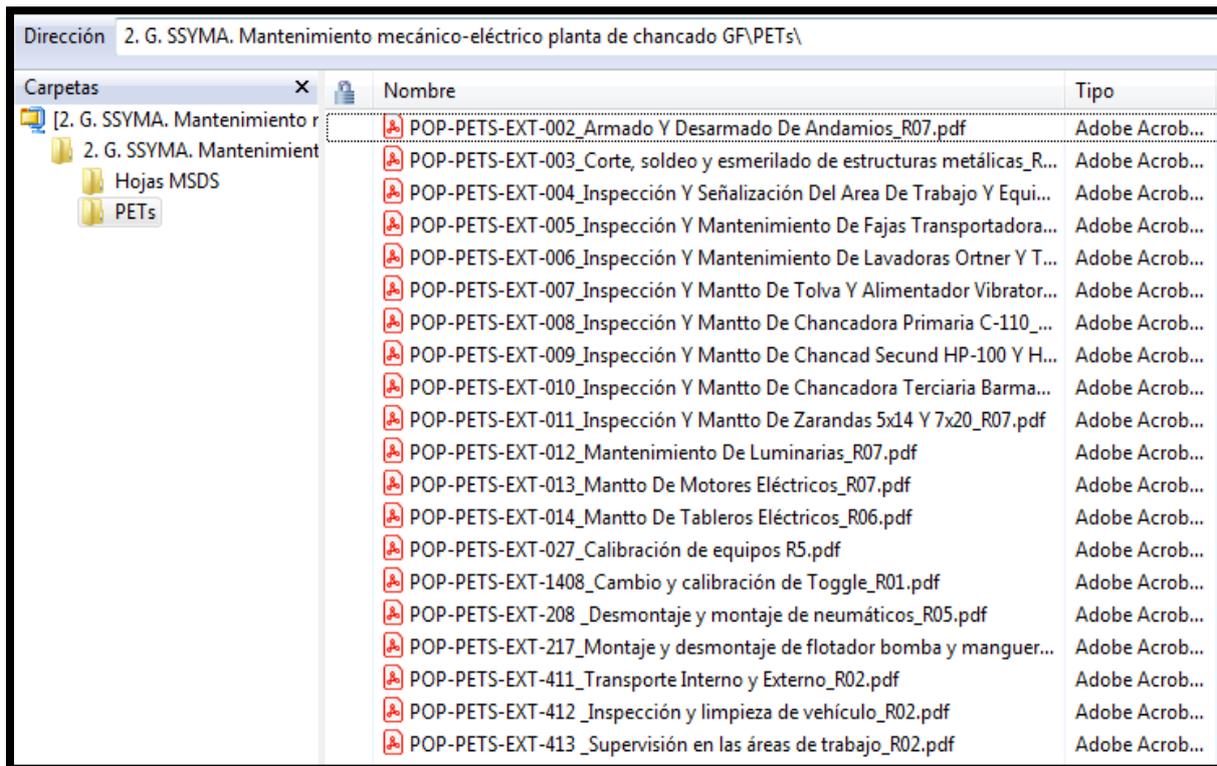


Figura 42. *Procedimientos estandarizados para el mantenimiento de diferentes equipos. Estos fueron elaborados y algunos actualizados después de la implementación de la mejora.*

- Se proporciona entrenamiento y difusión de los procedimientos estandarizados, realizando un cronograma de actividades para realizarlo.

Esta programación incluye a todo el personal que pertenece las 3 guardias, indicando que el resultado de todo esto es por las mejoras implementadas en el área de trabajo. Además, se indica que estos documentos estarán físicamente en sus lugares de trabajo en el cual deben conservarse adecuadamente y mantenerse al alcance de todos los interesados.

 PROGRAMA DE DIFUSIÓN DE GESTIÓN DE CAMBIO "MANTENIMIENTO DE COMPONENTES MECÁNICOS - ELÉCTRICOS"						
Gdia.A	Gdia.B	Gdia.C	DOCUMENTO DE GESTIÓN DE RIESGOS	ESTATUS (A)	ESTATUS (B)	ESTATUS (C)
				P/E	P/E	P/E
18/06/2021	21/06/2021	19/06/2021	POP-PETS-EXT-1408_Cambio y calibración de Toggle_R01	E	E	E
			POP-PETS-EXT-027_Calibración de equipos R5	E	E	E
19/06/2021	22/06/2021	20/06/2021	POP-PETS-EXT-002_Armado Y Desarmado De Andamios_R07	E	E	E
			POP-PETS-EXT-003_Corte, soldeo y esmerilado de estructuras metálicas_R08	E	E	E
20/06/2021	23/06/2021	21/06/2021	POP-PETS-EXT-004_Inspección Y Señalización Del Area De Trabajo Y Equipos_R09	E	E	E
			POP-PETS-EXT-005_Inspección Y Mantenimiento De Fajas Transportadoras_R07	E	E	E
28/06/2021	24/06/2021	22/06/2021	POP-PETS-EXT-006_Inspección Y Mantenimiento De Lavadoras Ortner Y Trio_R09	E	E	E
			POP-PETS-EXT-007_Inspección Y Mantto De Tolva Y Alimentador Vibratorio_R07	E	E	E
29/06/2021	25/06/2021	23/06/2021	POP-PETS-EXT-008_Inspección Y Mantto De Chancadora Primaria C-110_R07	E	E	E
			POP-PETS-EXT-009_Inspección Y Mantto De Chancad Secund HP-100 Y HP-200_R07	E	E	E
30/06/2021	26/06/2021	24/06/2021	POP-PETS-EXT-010_Inspección Y Mantto De Chancadora Terciaria Barmac_R07	E	E	E
			POP-PETS-EXT-011_Inspección Y Mantto De Zarandas 5x14 Y 7x20_R07	E	E	E
01/07/2021	27/06/2021	25/06/2021	POP-PETS-EXT-012_Mantenimiento De Luminarias_R07	E	E	E
			POP-PETS-EXT-013_Mantto De Motores Eléctricos_R07	E	E	E
02/07/2021	28/06/2021	26/06/2021	POP-PETS-EXT-014_Mantto De Tableros Eléctricos_R06	E	E	E
			POP-PETS-EXT-208_Desmontaje y montaje de neumáticos_R05.pdf	E	E	E
03/07/2021	29/06/2021	27/06/2021	POP-PETS-EXT-217_Montaje y desmontaje de flotador bomba y manguera_R04	E	E	E
			POP-PETS-EXT-411_Transporte Interno y Externo_R02	E	E	E
04/07/2021	30/06/2021	28/06/2021	POP-PETS-EXT-412_Inspección y limpieza de vehículo_R02	E	E	E
			POP-PETS-EXT-413_Supervisión en las áreas de trabajo_R02	E	E	E
05/07/2021	01/07/2021	29/06/2021	IPECR_Mantto de comp. mecánico-eléctrico de plta agregados GF 1_R05	E	E	E
			IVAAs_Mantto de comp. mecánico-eléctrico de plta agregados GF 1 (13.09.2021)	E	E	E

Figura 43. Programa de difusión de los procedimientos estandarizados.

Estos son realizados para las 3 guardias que tiene la planta, además de dar la entrega de estos físicamente en los diferentes lugares de trabajo.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se evaluó la operatividad del proceso de elaboración de filtros, identificando el problema más relevante que era el funcionamiento incorrecto de los equipos, esto provocaba la baja productividad en planta y por consiguiente una baja satisfacción al cliente en no cumplir con las entregas en el tiempo acordado.
- Se implementó la metodología de mejora continua PHVA con el apoyo de las herramientas de análisis y solución de problemas. Ayudaron a analizar todo el proceso productivo, donde se identificaron los problemas y sus causas, así también nos brindó las ideas para solucionar estos inconvenientes. Teniendo como resultado una productividad en la elaboración de filtro eficiente y eficaz.
- Se eliminaron los desperdicios que no agregaban valor al proceso, estos desperdicios eran provocados por equipos que producían sobre reprocesos. Además, producían un alto costo operativo.
- La productividad de la planta mejoró mediante la eficiencia del personal técnico y aumentó de un 75% a 90%, el incremento de la producción de filtros en un 12.5% y mayor disponibilidad mecánica en los equipos de un 90% a 97%.
- Cumplimiento de la programación del plan maestro, donde indica la demanda que solicita el área de construcción para el avance de la Obra.
- Ahorro anual en los costos operativos para la elaboración de filtros de \$45,066.72.

RECOMENDACIONES

- Contar con procedimientos estandarizados para todas las operaciones, asegurando el correcto uso de los equipos, sea personal nuevo o con experiencia y en cualquier guardia.
- Implementar un programa de reconocimiento, y motivar al trabajador a superar las expectativas establecidas de producción y al cuidado en los equipos.
- Implementar controles automatizados para un mejor control en el proceso productivo y mantenimiento de los equipos.
- Capacitar al personal en tema de seguridad, medio ambiente y conocimiento en los equipos, para así tener un buen desempeño laboral.
- Contar con un sistema de mejora continua en las empresas, para generar ideas de mejora, predisposición de los trabajadores en mejorar sus procesos.
- Crear una cultura de cambio y sea un valor competitivo para las empresas que siempre desean mejorar de manera continua.

REFERENCIAS

- Deming, W. (1989). *Out of the crisis, calidad, productividad y competitividad*. Madrid, España: Editorial Diaz de Santos.
- Gutiérrez, H. (2014). *Calidad total y productividad*. 4^{ta} edición. Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw-Hill.
- Bonilla, E (2020). *Mejora continua de los procesos: Herramientas y Técnicas*. Lima, Universidad de Lima: Fondo Editorial.
- Asier, T., Mañes, N. & Julian. (2009). *Las claves del éxito Toyota. LEAN, más que un conjunto de herramientas y técnicas*. Cuadernos de gestión, 111-122.
- Rojas, S. (2015) *Propuesta de un sistema de mejora continua, en el proceso de producción de productos de plástico domestico aplicando la metodología PHVA. Tesis para optar el título de ingeniero industrial*. Universidad San Martin de Porres (USMP) Lima, Perú.
- Ariza, I. (2017). *Capítulo 2 El Ciclo PHVA en la gestión del talento humano*. Obtenido de JSTOR: <https://www-jstor-org.ezproxy.umng.edu.co>
- Medianero, D. (2016). *Productividad Total, Teoría y métodos de medición*. Lima: Editorial Macro.
- Silva, L. (2017). *Mejora del proceso de producción de tiradores de acero inoxidable para. Tesis para Título de Ingeniero Industrial, Universidad Cesar Vallejo - UCV, Lima*.
- Salazar, R. (2017). *Propuesta de Mejora continua en el proceso de producción de techos livianos aplicando la Metodología PHVA y las 5S. Trabajo para optar por el grado de Ingeniero Industrial*. Universidad Privada del Norte, Perú.
- Konz, S. (1991). *Diseño de Instalaciones Industriales*. Ciudad de México, México: Editorial Limusa.
- Velázquez, G. (2006). *Administración de los sistemas de Producción*. Ciudad de México, México: Editorial Limusa
- Harrington, J. (1993). *Mejoramiento de los Procesos de la empresa*, Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill.
- Cuatrecasas, L. (2014). *Gestión de mantenimiento de los equipos productivos*. Madrid, España: Ediciones Diaz de Santos.

ANEXOS

Anexo N° 1. Hoja de identificación del equipo que pertenece a la Etapa 1 del proceso de elaboración de Filtros.

EQUIPMENT AND MANUAL IDENTIFICATION SHEET		N° 90.015.271.307	
		REV. 00	DATE 11/19/07
MACHINE - JAW CRUSHER C-110			
CLIENT - METSO MINERALS PERU S/A.			
Identification number			
Serial number	Instruction manual	Parts manual	
15.271	MB-321 / Rev. 01	Parts Book	
PF	JOB	Parts list	
3990-01	34.972	80.810.676.800/ Rev.05	
<p>When ordering parts, please indicate the part name and number as stated in the parts manual supplied with the equipment. In order to avoid wrong shipments we recommend that you inform, too, the designation of the equipment and the serial number registered on the machine's identification plate.</p>			
Constructive characteristics			
Swing Jaw Plate: Type:	Quarry	n° 10.280.033.000 / Rev.03	
Stationary Jaw Plate: Type:	Quarry	n° 10.280.034.000 / Rev.03	
Togle Plate:	-	n° 80.200.019.580 / Rev.00	
Flywheel - Flat:		n° 80.315.526.500 / Rev.00	
Flywheel Grooved:	(7x8V)	n° 80.315.527.500 / Rev.01	
Belt: SUPER HC PERFIL 8V2240		n° 00.924.116.224 / Rev.02 - Quantity: 07 parts	
Motor: 200 HP / VI Poles / Frequency: 60 Hz / 440V			
Notes: Electric motor properly for 4.000 m.a.n.m. operation.			
			

Anexo N° 2. Hoja de identificación del equipo que pertenece a la Etapa 3 del proceso de elaboración de Filtros.

EQUIPMENT AND MANUAL IDENTIFICATION SHEET		N° 90.125.564.307
		REV. 00
MÁCHINE - VIBRATING FEEDER MV-40120		
CLIENT - METSO MINERALS PERU S/A.		
Identification number		
Serial number	Instruction manual	Parts manual
125.564	MB-073 / Rev.04 MB-192 / Rev.00	PARTS LIST
PF	JOB	Parts list
3992-01	35.040	53.182.953.502 / Rev.00
<p>When ordering parts, please indicate the part name and number as stated in the parts manual supplied with the equipment. In order to avoid wrong shipments we recommend that you inform, too, the designation of the equipment and the serial number registered on the machine's identification plate.</p>		
Constructive characteristics		
Vibrator: V-40 Drawing : 53.185.200.502 / Rev.06		
Bearings: 59.941.000.017 / Rev.11		
Spring: 59.411.353.000 / Rev.10 Quantity: 12 parts		
Motor: 10 HP VI Poles Frequency: 60 Hz Quantity: 02 parts		
Drive: Cardan		
<p>Notes: - Equipment supplied with Frequency Inverter. - Motor maid to 4000 MASL.</p>		
		

Anexo N° 3. Hoja de identificación del equipo que pertenece a la Etapa 4 del proceso de elaboración de Filtros.

EQUIPMENT AND MANUAL IDENTIFICATION SHEET		N° 90.125.563.307	
		REV. 00	DATE 11/21/07
MACHINE - VIBRATING SCREEN CBS 7' x 20' DD			
CLIENT - METSO MINERALS PERU S/A.			
Identification number			
Serial number	Instruction manual	Parts manual	
125.563	MB-231/ Rev.04	PARTS LIST	
PF	JOB	Parts list	
3992-03	35.039	53.277.306.500 / Rev.01	
<p>When ordering parts, please indicate the part name and number as stated in the parts manual supplied with the equipment. In order to avoid wrong shipments we recommend that you inform, too, the designation of the equipment and the serial number registered on the machine's identification plate.</p>			
Constructive characteristics			
Vibrator: V-160		Dwg.n°.: 53.175.255.501 / Rev.07	
Bearing: 59.941.000.031 / Rev.11 and 59.941.000.019 / Rev.11		Spring Dwg. n°. 59.414.118.080 / Rev.01	
Support Frame		Qty.: 08 parts	
	1° 2° 3° 4°	Screen cloths	1° 2° 3° 4°
Crowned	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Steel wire	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Flat	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Rubber	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Rubber Lined	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Polyurethane	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Motor: 40 HP	VIII Poles	Frequency: 60 Hz	
Notes: Motor maid to 4000 MASL.			
			

Anexo N° 4. Hoja de identificación del equipo que pertenece a la Etapa 5 del proceso de elaboración de Filtros.

LAVADOR DE MATERIAL FINO TSW4432			
1	Diámetro tornillo	44"	1118 mm
2	Longitud batea	32'	9754 mm
3	Polea conducida (montada en el equipo)	12,24" (4 B-Groove)	311 mm (4 canales sección B)
4	Sección correas en V	"B"	
5	Cantidad de correas en V	4	
6	Capacidad (t/h)		
7	Tamaño máximo material	3/8"	9 mm
8	Potencia motor(HP)	25 HP	18,5 KW
9	Cantidad de agua necesaria	Corte malla 200	460 GPM@25psi 1740 LPM@1,7bars
		Corte malla 150	760 GPM@25psi 2875 LPM@1,7bars
		Corte malla 100	1720 GPM@25psi 6510 LPM@1,7bars
10	Velocidad tornillo (RPM)	17	
11	Peso total	22154 Lbs	10070 Kg.
12	Angulo de instalación	3 7/8" elevación/pie (10 cm elevación/30cm)	18°

Anexo N° 5. Cantidad de piezas de desgaste anual del equipo de trituración de la fase 2 del proceso productivo – Antes de la mejora

Item	Descripción	Número de Parte	Cantidad	Unidad	Marca	Equipo	Duración (horas)	Pedido para 180 K
1	Mordaza fija	N55208139	1	Unid.	METSO	HP 200	500	6
2	Manto	7055308001	1	Unid.	METSO	HP 200	500	6
3	Recina epóxica	1095059949	30	Kg	METSO	HP 200	500	181
4	Anillo oxicotable	1063914005	1	Unid.	METSO	HP 200	500	6
5	Cono de distribución	N65558054	1	Unid.	METSO	HP 200	500	6
6	Perno	7001530623	1	Unid.	METSO	HP 200	500	6
7	Protector contrapeso	7022072000	1	Unid.	METSO	HP 200	500	2

Producto	Total Requerido	Duración de Cono	Ratio	Producción total	Horas Total
		500	60	30,000.00	3,021.98
Z4	70,545.57				
Z3A	110,773.50				
TOTAL	181,319.07	Total Requerir		6.0	

Anexo N° 6. Cantidad de piezas de desgaste anual del equipo de trituración de la fase 2 del proceso productivo – Despues de la mejora

Item	Descripción	Número de Parte	Cantidad	Unidad	Marca	Equipo	Duración (horas)	Pedido para 180 K
1	Mordaza fija	N55208139	1	Unid.	METSO	HP 200	800	4
2	Manto	7055308001	1	Unid.	METSO	HP 200	800	4
3	Recina epóxica	1095059949	30	Kg	METSO	HP 200	800	113
4	Anillo oxicortable	1063914005	1	Unid.	METSO	HP 200	800	4
5	Cono de distribución	N65558054	1	Unid.	METSO	HP 200	800	4
6	Perno	7001530623	1	Unid.	METSO	HP 200	800	4
7	Protector contrapeso	7022072000	1	Unid.	METSO	HP 200	800	1

Producto	Total Requerido	Duración de Cono	Ratio	Producción total	Horas Total
		800	60	48,000.00	3,021.98
Z4	70,545.57				
Z3A	110,773.50				
TOTAL	181,319.07	Total Requerir		3.8	

Anexo N° 7. Hoja de participación de la difusión de los procedimientos estandarizados por la mejora implementado.

CUMBRA		FORMATO DE PARTICIPACIÓN		U.E.A. CUMBRA 1 CENSO CENSO	
TEMA		<input type="checkbox"/> MEDIO AMBIENTE <input checked="" type="checkbox"/> SEGURIDAD Y SALUD <input type="checkbox"/> COSTO		<input type="checkbox"/> INICIACIÓN GENERAL <input checked="" type="checkbox"/> CURSO DE ENTRENAMIENTO <input type="checkbox"/> SIMULACIÓN	
NOMBRE DEL TITULAR MIEMBRO		R.U.C.		DOMICILIO	
WALON SOCIAL		2656732815		Paraje Cuyabachi 5045 Sector Pradita La Jirca Huánuco - Cajamarca	
ACTIVIDAD ECONOMICA		N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL			
Minera		3862			
EXPOSITOR		PUESTO DE TRABAJO		NRO. DNICE/PASAPORTE	
Jose Yalle Quispe		Jefe de Equipos		42128729	
TEMA		ARCA		ARCA	
PUNTOS a tratar: Inspección y Mantenimiento Charcos Secundarios		SUPERVISOR DEL EXPOSITOR		HORA INICIO	
		Manuel Espinosa		07:00 - 08:00	
N°	DNICE/PASAPORTE	APELLIDOS Y NOMBRES	EMPRESA	FIRMA	
1	72150875	Quispe Galindo Aka	cumbra ing		
2	40254773	PROYON SIERVA HUNTCARO	cumbra		
3	42276113	de Silva SANCHEZ	cumbra		
4	42502574	Benavente Gomez Wilton	cumbra		
5	46137966	moran puga franklin	cumbra		
6	12947218	Diaz Cabrejos Jorge	Cumbra Ing		
7	73228255	Perez caza Andres	Cumbra		
8	42247226	Hernandez David	Cumbra		
9	46090960	Barca Torres Edwin	Cumbra Ing		
10	47717193	García Paquiano Erik	Cumbra		
11	47528532	Saldana SUAREZ ROSE	Cumbra		
12	47468720	Gilberto Rivas Manuel	cumbra		
13	73924018	Suarez Suarez Wilmer	Cumbra		
104	47883444	CoTena Chalon Ruth	Cumbra		
15	74150621	Murillo Cortes Julia	Cumbra		
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
COMENTARIOS/OBSERVACIONES					
Difusión de Procedimientos					

Anexo N° 8. Equipo puesto fuera de servicio, siendo causante de 1 desperdicio (reproceso)
y exceso de costo operativo en el proceso de elaboración de filtros.

