

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



ESTUDIO DE MEJORA PARA LOS INDICADORES DE CUMPLIMIENTO DE AVANCE DE OBRA EN LA EMPRESA PEGAMA INGENIEROS

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero
Industrial

Stephen Amadeo Rodriguez Rojas
Código 20122162

Asesor
Doris Adriana Zaldívar Peña

Lima – Perú
Enero de 2022

**STUDY OF IMPROVEMENT FOR COMPLIANCE
INDICATORS OF WORK PROGRESS IN THE PEGAMA
INGENIEROS COMPANY**



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.1 Breve descripción de la empresa	1
1.2 Descripción de sector.....	6
1.3 Descripción del problema.....	8
1.4 Oportunidades.....	18
1.5 Amenazas.....	19
CAPÍTULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1 Objetivo general	20
2.2 Objetivos específicos	20
CAPÍTULO III: ALCANCE Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.1 Zona donde se desarrollan los procesos	21
3.2 Áreas involucradas en el presente proyecto.....	21
3.3 Las restricciones del proyecto	21
CAPÍTULO IV: JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	23
4.1 Justificación técnica.....	23
4.2 Justificación económica.....	23
4.3 Justificación social.....	24
4.4 Justificación ambiental y de responsabilidad social	25
CAPÍTULO V: PROPUESTAS Y RESULTADOS	26
5.1 Soluciones propuestas.....	26
5.2 Implementación de la solución diseñada	30
5.3 Análisis de costos	52
5.4 Resultados obtenidos	54
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
6.1 Conclusiones.....	57
6.2 Recomendaciones	58
REFERENCIAS	59



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Valor de exportaciones por sectores económicos.....	7
Tabla 4.1 PBI por sectores económicos en el año 2020	23
Tabla 4.2 Cotización promedio de los principales metales en el 2021.....	24
Tabla 5.1 Matriz de enfrentamiento de criterios de evaluación	27
Tabla 5.2 Puntaje al criterio “Inversión”	27
Tabla 5.3 Puntaje al criterio “Retorno de la inversión”	27
Tabla 5.4 Puntaje al criterio “Tiempo de implementación”	28
Tabla 5.5 Puntaje al criterio “Tiempo de capacitación”	28
Tabla 5.6 Ranking de factores	28
Tabla 5.7 Puntaje del criterio “Inversión”	29
Tabla 5.8 Puntaje al criterio “Retorno de la inversión”	29
Tabla 5.9 Puntaje al criterio “Tiempo de implementación”	29
Tabla 5.10 Puntaje al criterio “Tiempo de capacitación”	29
Tabla 5.11 Ranking de factores	30
Tabla 5.12 Costo de implementación del taller de overhaul	52
Tabla 5.13 Costo de equipos de protección personal (EPPs) por colaborador.....	52
Tabla 5.14 Costo de overhaul de un scoop R1300G	53
Tabla 5.15 Resumen de costos de 5S	53
Tabla 5.16 Resumen total de costos	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Cargador de bajo perfil R1300G	2
Figura 1.2 Jumbo DD210	3
Figura 1.3 Small bolter 99	3
Figura 1.4 Muki FF.....	4
Figura 1.5 Muki LHBP-2R.....	5
Figura 1.6 Dumper 16TD	5
Figura 1.7 Cumplimiento mensual de avances medidos en metros lineales	8
Figura 1.8 Cumplimiento mensual de producción en metros lineales.....	8
Figura 1.9 Motivos de incumplimiento de avance	9
Figura 1.10 Disponibilidad mecánica de máquinas.....	9
Figura 1.11 Disponibilidad mecánica de scoops	10
Figura 1.12 Horómetro de scoops al 15 de Enero 2021	10
Figura 1.13 Costo horario de cargadores de bajo perfil expresados en USD.....	13
Figura 1.14 Indicador de nivel de servicio	14
Figura 1.15 Identificació de causa raíz con Ishikawa.....	15
Figura 1.16 Identificación de causa raíz con arbol de problemas	17
Figura 5.1 Plano de taller de Overhaul y reparaciones de componentes.....	33
Figura 5.2 Diagrama de Gantt del proceso de overhaul	36
Figura 5.3 Diagrama de flujo del proceso de reparación de Scoop R1300G	38
Figura 5.4 Diagrama de flujo de proceso de atención de pedidos.....	41
Figura 5.5 Diagrama de flujo del proceso de gestión de servicios	43
Figura 5.6 Tarjeta roja	44
Figura 5.7 Almacén N°1.....	46
Figura 5.8 Almacén N°2.....	47
Figura 5.9 Almacén N°3.....	48
Figura 5.10 Almacén N°4.....	48
Figura 5.11 Almacén N°5.....	49
Figura 5.12 Señalización en puerta de almacén	50
Figura 5.13 Señalización almacén de botas y pernos	50

Figura 5.14 Señalización del piso de almacén de filtros y repuestos	51
Figura 5.15 Señalización y organización de herramientas del área logística	51
Figura 5.16 Disponibilidad mecánica de Scoops.....	54
Figura 5.17 Nivel de servicio del área logística	55
Figura 5.18 Porcentaje de cumplimiento de avances	55
Figura 5.19 Porcentaje del cumplimiento de producción	56



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Fotografías de las mesas de trabajo en el área de reparación de componentes	62
Anexo 2 Fotografías del proceso de reparación de una cuchara de scoop R1300G.....	63
Anexo 3 Fotografías de motor, transmisión y ejes diferenciales antes de ser reparados	64
Anexo 4 Fotografías durante la articulación del bastidor posterior y delantero de un Scoop R1300G.....	65
Anexo 5 Fotografías de componentes reparados a la espera de su instalación	66
Anexo 6 Fotografías del motor reparado y la instalación de los ejes diferenciales en el scoop R1300G	67
Anexo 7 Fotografía del scoop R1300G después del proceso de overhaul	68



RESUMEN

El presente proyecto profesional se desarrolla en la empresa PEGAMA INGENIEROS, que es una contratista especializada en brindar servicios en minería subterránea.

PEGAMA es una empresa que incumplía sus programas de avance y producción en un promedio de 97% debido a una baja disponibilidad mecánica que bordeaban el 54% en 2 de sus 10 equipos de carguío y la falta de suministros utilizados en las operaciones. La baja disponibilidad se debía a que sus equipos ya habían superado las 13 000 horas de su vida útil esperada y la falta de suministros tenía, como causa raíz, una mala gestión del área logística, pues los procesos internos del área no estaban estandarizados y los almacenes no estaban ordenados ni clasificados.

Después de identificar las causas raíces, PEGAMA decide implementar un taller donde realizar el overhaul de sus equipos de carguío y de esta manera darles una segunda vida. Para esto, primero se definen las áreas de trabajo y su ubicación dentro del taller. Posteriormente, se realiza la adquisición de las herramientas y equipos necesarios. Después, se realizan las instalaciones eléctricas y sanitarias de acuerdo a las necesidades de los trabajos a ejecutar dentro del taller. Finalmente, después de haber terminado con la implementación del taller y una inversión alrededor de 226 000 .00 dólares, se ejecutó el primer overhaul de un cargador de bajo perfil.

Por otro lado, el área logística define y estandariza sus procesos internos e implementa 5S en los almacenes con el objetivo de optimizar espacios y que los tiempos de ejecución de las tareas realizadas por los auxiliares disminuya significativamente.

Como consecuencia de la implementación del presente proyecto profesional, se ve una notable mejora en el cumplimiento de los programas de avance y producción.

Palabras clave: Overhaul, 5S, optimización, mejora, inversión y cumplimiento de programas

ABSTRACT

This professional project is developed in the company called PEGAMA INGENIEROS, which is a contractor specialized in providing subway mining services.

PEGAMA did not comply with its process and production schedules by an average of 97% due to low mechanical availability that bordered on 54% in 2 of its 10-loading equipment and the lack of supplies used in operations.

The low availability was due to the fact that its equipment had already exceeded 13,000 hours of its expected useful life and the lack of supplies was caused by poor management of the logistics area, since the area's internal processes were not standardized and the warehouses were not sorted or classified.

After identifying the root causes, PEGAMA decided to implement a workshop to overhaul its loading equipment and thus, give them a second life. For this purpose, first, the work areas and their location within the workshop are defined. Subsequently, the necessary tools and equipment are purchased. Afterwards, the electrical and sanitary installations are made according to the needs of the works to be executed inside the workshop. Finally, after having finished with the implementation of the workshop and an investment of around US\$226,000, the first overhaul of a low-profile loader was executed.

On the other hand, the logistics area defines and standardizes its internal processes and implements 5S in the warehouses in order to optimize spaces and significantly reduce the execution time of the tasks performed by the auxiliary staff.

As a consequence of the implementation of this professional project, there has been a notable improvement in the fulfillment of the progress and production schedules.

Key words: Overhaul, 5S, optimization, improvement, investment and compliance program.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1 Breve descripción de la empresa

Pegama Ingenieros S.A.C. (en adelante PEGAMA) es una empresa contratista especializada en brindar servicios en minería subterránea a compañías mineras que deseen subcontratar parte de su operación. Entre sus servicios más importantes destacan los siguientes:

- Avance de galerías
- Avance de cruceros
- Avance de rampas positivas y negativas
- Avance de chimeneas
- Explotación mecanizada
- Explotación semi mecanizada y convencional

Fundada en el año 2002, con el propósito de brindar servicios a pequeñas compañías mineras que trabajan con métodos convencionales, PEGAMA inicia sus operaciones en la mina Yauricocha. Tras 10 años de operación, esta es vendida a los dueños actuales. En el año 2014, con el objetivo de incrementar la producción de la mina Yauricocha, se inicia el proceso de mecanización y esto obliga a PEGAMA a reinventarse, mediante la adquisición y gestión de maquinaria especializada en minería subterránea.

Actualmente, PEGAMA cuenta con 475 trabajadores y la ubicación de sus operaciones se encuentra en la mina Yauricocha que pertenece a la provincia de Yauyos, departamento de Lima. Asimismo, PEGAMA se encuentra en la búsqueda de nuevos clientes participando en los procesos de licitaciones que las compañías mineras publican cada vez que tienen nuevos proyectos.

La capacidad de sus operaciones se mide en metros avanzados y toneladas métricas de mineral extraídos. Los avances actualmente bordean los 900 metros lineales de avance entre rampas negativas, positivas y verticales. Respecto a la producción, esto se ha mantenido alrededor de 70 000.00 tm de mineral por mes. Todo esto se lleva a cabo gracias a una flota de 26 máquinas especializadas en minería subterránea.

La cartera de equipo que posee PEGAMA incluye cargadores de bajo perfil codificados como CAT, equipos emperradores codificados como BOLT, jumbos frontoneros o de taladros largos codificados como JUMBO o MUKI y camiones de bajo perfil codificados como DUMPER. A continuación, se describe cada uno de estos:

1.1.1 SCOOP R1300G

El R1300G es un cargador de bajo perfil especializado en carguío de mineral o desmonte. Este equipo recoge el mineral o desmonte del suelo producto del proceso de disparo y lo traslada hasta un lugar destinado para dejar la carga y luego esto sea cargado en el equipo Dumper. En la figura 1.1, se muestra una referencia del R1300G. De este tipo de máquinas , PEGAMA posee 10 unidades

Figura 1.1

Cargador de bajo perfil R1300G



Nota: De R1300G, de CAT, 2021, CAT
(https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/underground-hard-rock/underground-mining-load-haul-dump-lhd-loaders/18192466.html)

1.1.2 JUMBO SANDVIK DD210

Equipo electrohidráulico especializado en el desarrollo de frentes horizontales y diagonales. Este equipo se traslada y mueve sus articulaciones gracias al motor diésel que posee. También, posee un motor eléctrico, el cual activa una bomba hidráulica que otorga la presión de aceite necesaria para la activación de la perforadora que está instalada en la viga. Esta perforadora, juntamente con una barra hexagonal y broca de botones realiza agujeros de hasta 11 pies de profundidad y de un diámetro de hasta 45mm. En la figura 1.2, se muestra una referencia del DD210. De este tipo de máquina, PEGAMA posee 5 unidades.

Figura 1.2

Jumbo DD210



Nota: De DD210 DEVELOPMENT DRILL RIG, Sandvik, 2021, rocktechnology.sandvik (<https://www.rocktechnology.sandvik/es-la/productos/equipos-de-perforacion-subterranea-y-emperadores/equipos-de-perforacion-de-desarrollo/equipo-de-perforacion-para-desarrollodd210/>)

1.1.3 SMALL BOLTER 99

Equipo electrohidráulico especializado en el sostenimiento mecanizado de labores. Este equipo se traslada y mueve sus articulaciones gracias al motor diésel que posee. También, posee un motor eléctrico, el cual activa una bomba hidráulica que otorga la presión de aceite necesaria para la activación de las 2 perforadoras que están instaladas en la torreta. Esta perforadora, juntamente con una barra hexagonal y broca de botones, realiza agujeros de hasta 8 pies de profundidad y de un diámetro de hasta 38 mm. Posteriormente, la otra perforadora instala el perno helicoidal que sostiene las rocas de la parte lateral y superior de la zona de trabajo. En la figura 1.3, se muestra una referencia del Small bolter 99. De este tipo de máquina, PEGAMA posee 3 unidades.

Figura 1.3

Small bolter 99



Nota: De SMALL BOLTER 99, RESEMIN, 2021, RESEMIN (https://www.resemin.com/index.php?route=product/product&product_id=77)

1.1.4 MUKI FF

Equipo electrohidráulico diseñado para perforación de frentes y sostenimiento en secciones angostas. Este equipo se traslada y mueve sus articulaciones gracias al motor diésel que posee. También, posee un motor eléctrico, el cual activa una bomba hidráulica que otorga la presión de aceite necesaria para activar la perforadora que está instalada en la viga. Esta perforadora, juntamente con una barra hexagonal y broca de botones, realiza agujeros de hasta 10 pies de profundidad y de un diámetro de hasta 45 mm en el caso de perforación de frentes y de 8 pies de profundidad y de un diámetro de hasta 38 mm en el caso de sostenimiento de labores . En la figura 1.4, se muestra una referencia del Muki FF. De este tipo de máquina, PEGAMA posee 3 unidades.

Figura 1.4

Muki FF



Nota: De MUKI FF, RESEMIN, 2021, RESEMIN
(https://www.resemin.com/index.php?route=product/product&product_id=61)

1.1.5 MUKI LHBP-2R

Equipo electrohidráulico diseñado para producción mediante taladros largos en secciones angostas. Este equipo se traslada y mueve sus articulaciones gracias al motor diésel que posee. También, posee un motor eléctrico, el cual activa una bomba hidráulica que otorga la presión de aceite necesaria para activar la perforadora que está instalada en la torreta. Esta perforadora, juntamente con un juego de barras de extensión y broca de botones, realiza agujeros de hasta 15 metros de profundidad y de un diámetro de hasta 64 mm. En la figura 1.5, se muestra una referencia del MUKI LHBP-2R. De este tipo de máquina, PEGAMA posee 2 unidades.

Figura 1.5

Muki LHBP-2R



Nota: De MUKI LHBP-2R, RESEMIN, 2021, RESEMIN (http://www.resemin.com/index.php?route=product/product&product_id=56)

1.1.6 DUMPER

Camión de bajo perfil articulado especializado en traslado de mineral y desmonte en secciones angostas. Tiene una capacidad de carga de 16 toneladas y todo su funcionamiento parte de un motor diésel que permite el traslado y la actuación de sus implementos mediante la activación de una bomba hidráulica. En la figura 1.6, se muestra una referencia del Dumper 16TD. De este tipo de máquinas, PEGAMA posee 3 unidades.

Figura 1.6

Dumper 16TD



Nota: De Joy 16TD, KOMATSU, 2021, mining.komatsu (<https://mining.komatsu/es/product-details/joy-16td>)

1.2 Descripción de sector.

El año 2020 fue desafiante para el sector minero debido a la paralización de sus actividades, la falta de inversión y la disminución de su fuerza laboral que fue producto del COVID19.

Para el 2021, existe un panorama favorable para la actividad minera. Si bien en el 2020 ningún proyecto fue iniciado, se espera que este 2021, 7 proyectos inicien sus actividades y comiencen a producir entre el 2022 y 2024 (Cardozo, 2021)

Según el boletín estadístico minero, las inversiones en el sector minero, durante el mes de Julio del 2021 alcanzaron los 418 millones de dólares, esto representa un incremento del 15.5% comparado con el 2020. Respecto a las exportaciones de minerales metálicos, esto aumentaron en promedio el 71.9% comparado con el 2020., (Ministerio de energía y minas, 2021)

Como se observa en la tabla 1.1, el sector minero representa alrededor del 66% de las exportaciones nacionales, en el mes de junio del 2021, el valor de las exportaciones ha crecido en un ritmo mayor que las cifras pre pandemia, apoyado por el alto valor actual de los metales. (Ministerio de energía y minas, 2021)

Por otro lado, el sector ha empleado a más de 227 675 personas al mes de Julio del 2021 de manera directa, un 0.7% más comparado con el mes anterior y un 40% más comparado con el mismo mes del año 2020. (Ministerio de energía y minas, 2021)

Tabla 1.1*Valor de exportaciones por sectores económicos*

DESCRIPCIÓN	Junio			Enero-Junio			
	2020	2021	Var. %	2020	2021	Var. %	Part. %
I. Productos tradicionales	2074	3683	77.50%	11947	20520	71.8%	73.8%
a) Minero metálicos	1896	3321	75.20%	10605	18232	71.9%	65.5%
Cobre	1008	1804	79.00%	5117	9440	84.5%	33.9%
Estaño	27	46	70.20%	143	302	111.7%	1.1%
Hierro	25	205	716.80%	342	1268	270.9%	4.6%
Oro	631	855	35.30%	3430	4618	34.6%	16.6%
Plata refinada	7	11	57.50%	35	57	65.6%	0.2%
Plomo	81	119	47.80%	640	975	52.5%	3.5%
Zinc	79	188	139.10%	699	1186	69.6%	4.3%
Molibdeno	37	94	155.50%	198	384	94.4%	1.4%
Otros	2	0	-92.70%	2	1	-63.2%	0.0%
b) Petróleo y gas natural	63	125	97.40%	734	835	13.80%	3.00%
c) Pesqueros	88	205	133.20%	484	1322	173.00%	4.80%
d) Agrícolas	28	32	16.50%	124	131	5.60%	0.50%
II. Productos no tradicionales	829	1197	44.50%	5132	7213	40.50%	25.90%
a) Agropecuarios	440	562	27.60%	2717	3317	22.10%	11.90%
b) Pesqueros	74	141	90.20%	501	839	67.60%	3%
c) Textiles	60	127	112.60%	389	726	86.70%	2.60%
d) Maderas y papeles	17	20	22.10%	109	133	22.20%	0.50%
e) Químicos	110	130	18.30%	662	881	32.90%	3.20%
f) Minerales no metálicos	31	49	59.50%	184	292	59.00%	1.10%
g) Sidro - metalúrgicos y joyería	59	114	95.30%	348	726	108.80%	2.60%
h) Metal - mecánicos	33	43	30%	189	241	27.60%	0.90%
i) Resto	6	11	86.80%	35	58	67.10%	0.20%
III. Otros	7	14	99.90%	62	90	44.40%	0.30%
TOTAL	2910	4895	68.20%	17142	27823	62.30%	100%

Nota: Adaptado de "Reporte de inversiones a Julio de 2021", por MINEM, 2021, Boletín estadístico minero, 7, p.10, (<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2021/BEM%2007-2021.pdf>)

1.3 Descripción del problema

El problema principal de la empresa radicaba en el incumplimiento de sus programas de avance y producción que, durante meses, no llegaron a la meta establecida, como se evidencia en las figuras 1.7 y 1.8.

Figura 1.7

Cumplimiento mensual de avances medidos en metros lineales

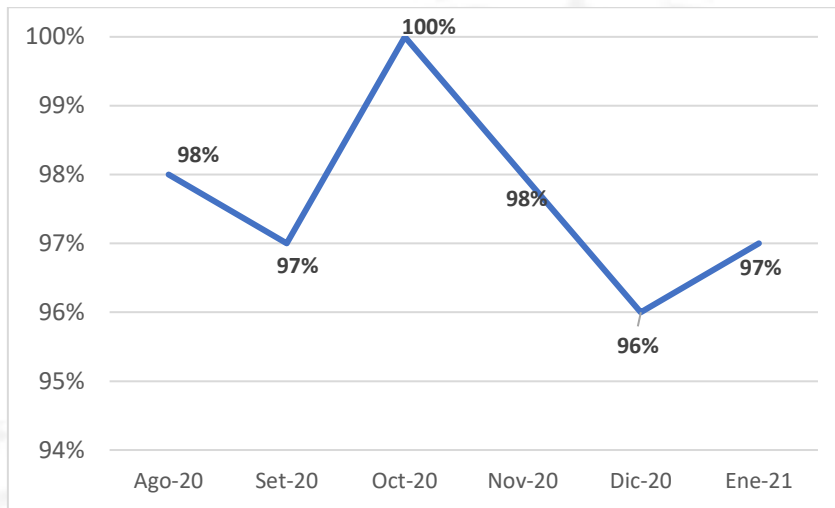
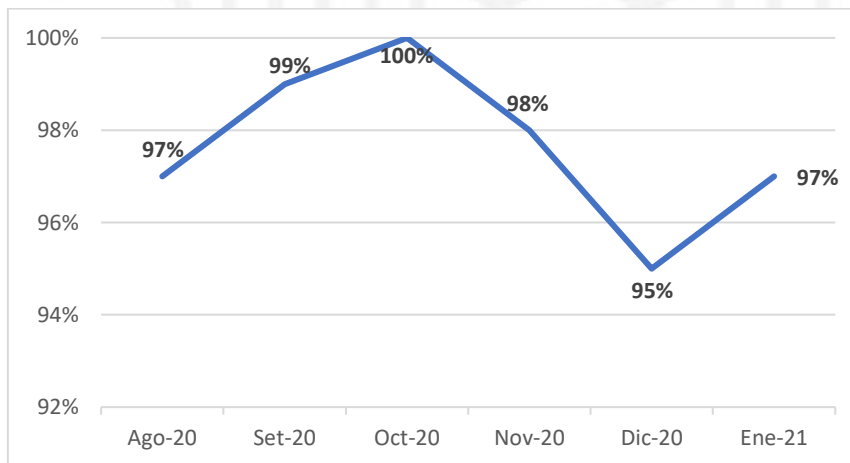


Figura 1.8

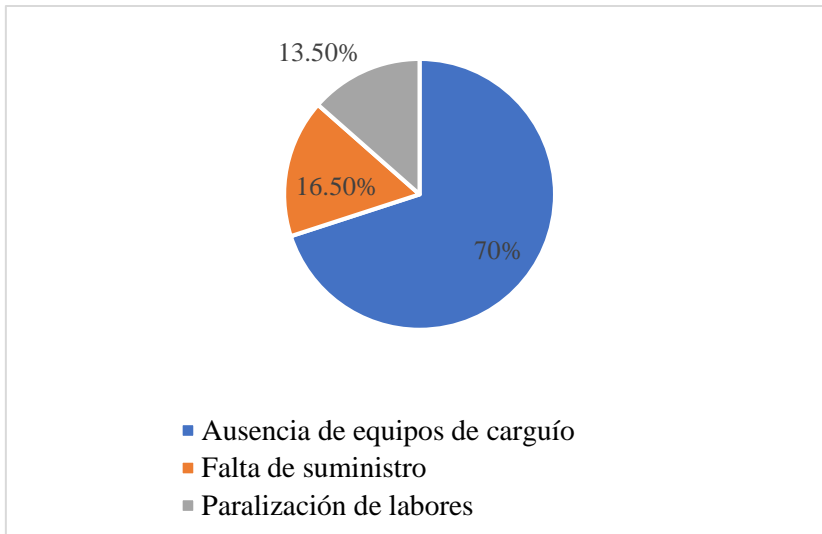
Cumplimiento mensual de producción en metros lineales



Cuando se analizó las causas raíces del problema, se identificó lo siguiente:

Figura 1.9

Motivos de incumplimiento de avance



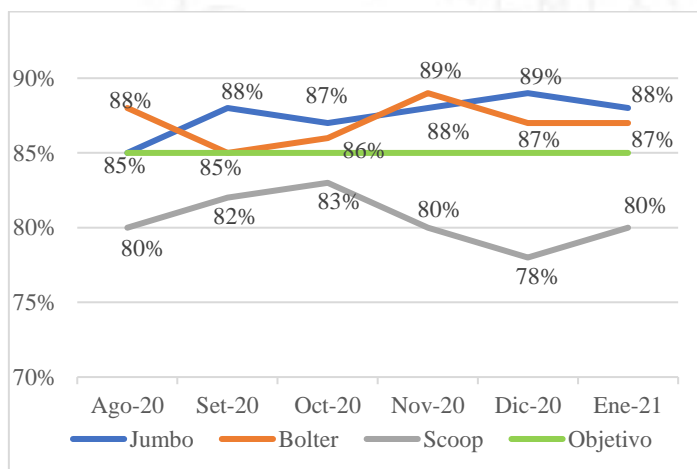
Nota: De reporte mensual de gerencia de operaciones PEGAMA

Como se observa en la figura 1.9, los problemas radicaban principalmente en la ausencia de equipos de carguío (equipos inoperativos por falla) y la falta de suministro.

Como se observa en la Figura 1.10, los indicadores de disponibilidad mecánica de la flota de equipos de carguío estaban por debajo del objetivo que es 85%. Al revisar la Figura 1.11 se identifica que los equipos que tenían la peor disponibilidad eran CAT 1 y CAT 2 con una disponibilidad que bordea el 55% y al revisar la figura 1.12, se observa que dichos equipos se encuentran cerca de las 14 000 horas de trabajo.

Figura 1.10

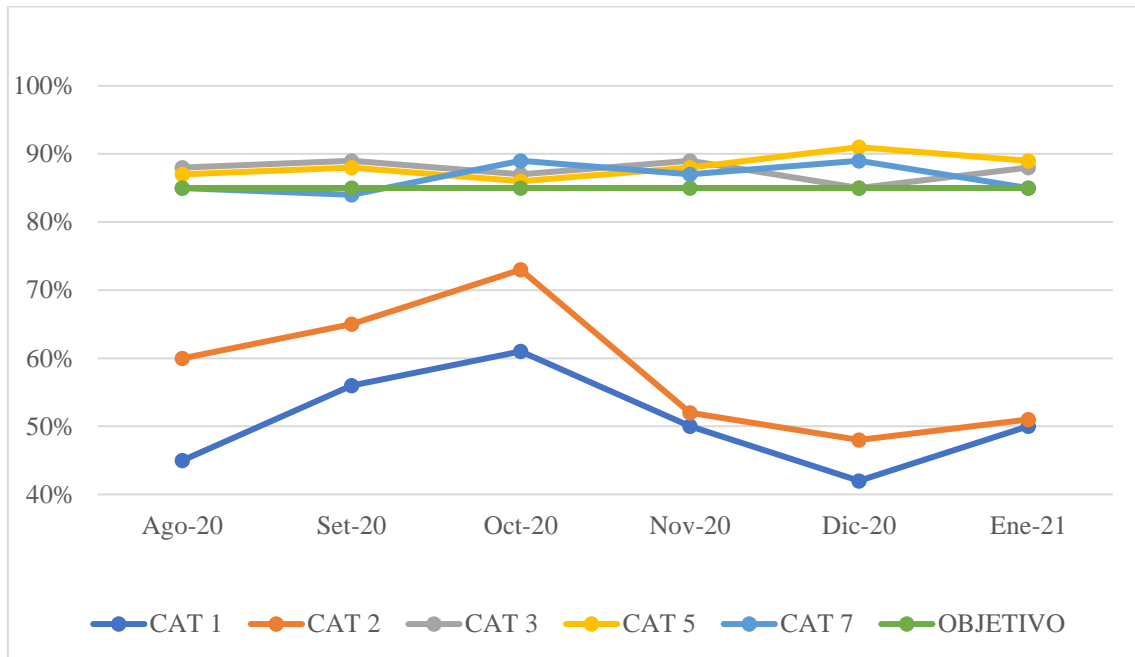
Disponibilidad mecánica de máquinas



Nota: De reporte mensual del área de mantenimiento de PEGAMA

Figura 1.11

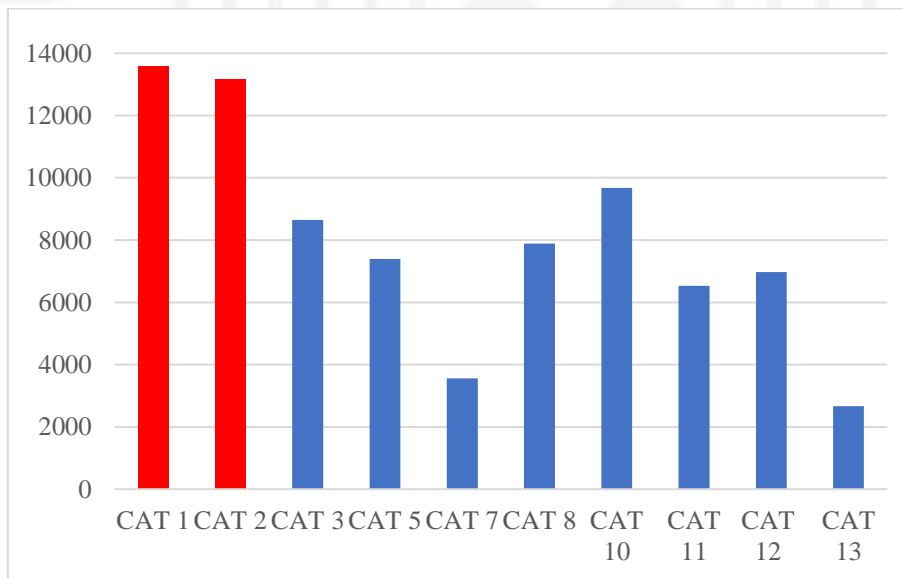
Disponibilidad mecánica de scoops



Nota: De reporte del área de mantenimiento de PEGAMA

Figura 1.12

Horómetro de scoops al 15 de Enero 2021



Nota: De reporte del área de mantenimiento de PEGAMA

En la tabla 1.2, se muestra el plan de mantenimientos preventivos (PM) que actualmente tienen PEGAMA de acuerdo a la cantidad de horas de trabajo. Los mantenimientos se realizan cada 250 horas, pero hay mantenimientos “mayores” que se realizan cuando el equipo llega a las 500, 1000 o 2000 horas de trabajo. En estos casos, se adicionan otros tipos de filtro y aceite. Este plan de mantenimiento fue modificado respecto al recomendado de fábrica, pues las condiciones de trabajo actuales exigen que se incremente la frecuencia de cambios de filtros de aire y combustible.

Tabla 1.2

Plan de mantenimiento preventivo de Scoops

Tipo de mantenimiento preventivo	PM1	PM2	PM3	PM4
Frecuencia según horómetro	250 horas	500 horas	1000 horas	2000 horas
Filtro de admisión de aire primario	3	3	3	3
Filtro de admisión de aire secundario	1	1	1	1
Filtro primario de combustible	3	3	3	3
Filtro secundario de combustible	2	2	2	2
Filtro de aceite de motor	1	1	1	1
Filtro de aceite de transmisión	0	1	1	1
Filtro de aceite de hidráulico	0	2	2	2
Aceite de motor 15W40	7	7	7	7
Aceite de transmisión SAE30	0	0	15	15
Aceite hidráulico 10W	0	0	0	25
Aceite de diferenciales y mando final SAE50	0	0	25	25

En la tabla 1.3, se muestra el costo de mantenimiento total de Scoops que actualmente tiene PEGAMA por hora de trabajo. En la columna “CANTIDAD 250”, se muestra la cantidad de unidades que se reemplaza en 250 horas de trabajo. Para el caso de aquellos elementos cuya cantidad muestra un valor menor a 1, significa que estos se cambian en un periodo mayor a 250 horas. Respecto a los aceites SAE 30 y SAE 50, los precios están dados en baldes de 5 galones. Respecto al aceite hidráulico, el precio está dado en cilindro de 55 galones. En el caso de los neumáticos, se muestra la cantidad de horas de trabajo que realiza en 250 horas, y eso posteriormente, se totaliza en las 4 ruedas. Primero, se calcula el costo horario de mantenimiento preventivo, después se le adicionan los costos operativos que incluyen a los suministros clasificados como “consumibles”. Posteriormente, se le adiciona el costo horario de mantenimiento correctivo que se calcula en base al historial de componentes comprados para los Scoops en 2000 horas de trabajo

bajo condiciones normales. Finalmente, se le adiciona el valor de posesión del Scoop que se calcula al dividir el precio del equipo entre la cantidad de horas de trabajo estimadas, esto da como resultado un costo total de 50.58 dólares la hora.

Tabla 1.3

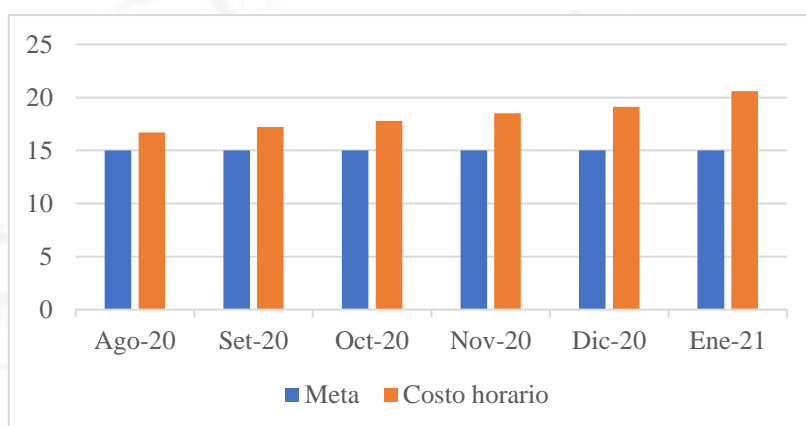
Costos de mantenimiento

COSTO MANTENIMIENTO PREVENTIVOS 2000 HORAS SCOOP R1300G					
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	CANTIDAD 250	TOTAL	PRECIO UNI	TOTAL
Filtro de aire primario	8N-6309	3	24	135.89	\$ 3,261.36
Filtro de aire secundario	8N-2556	1	8	136.42	\$ 1,091.36
Filtro separador de combustible	423-8521	3	24	51.02	\$ 1,224.48
Filtro secundario de combustible	1R-0750	2	16	23.16	\$ 370.56
Filtro de aceite de motor	1R-1807	2	16	23.91	\$ 382.56
Aceite de motor	3E-9713	7	56	12.94	\$ 724.64
Filtro hidráulico	9T-9054	1	8	32.44	\$ 259.52
Filtro de transmisión	1R-0722	0.5	4	36.17	\$ 144.68
Aceite de transmisión SAE 30	8T-9572	0.75	6	72.9	\$ 437.40
Aceite de diferencial SAE 50	8T-9576	1.25	10	72.9	\$ 729.00
Aceite hidráulico	Tellus 68	0.13	1	547.72	\$ 547.72
TOTAL COSTO POR 2000 HORAS					\$ 9,173.28
COSTO MANTTO PREVENTIVO POR HORA					\$ 4.59
COSTOS OPERATIVOS 2000 HORAS SCOOP R1300G					
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	CANTIDAD 250	TOTAL	PRECIO UNI	TOTAL
Grasa	GULF	2	8	\$ 56.15	\$ 449.22
Neumáticos	GOODYEAR	250	8000	\$ 1.17	\$ 9,383.36
Labio de cuchara y refuerzos	TOPO	250	2000	\$ 0.84	\$ 1,677.49
Refrigerante	CAT	0.63	5	\$ 94.58	\$ 472.90
TOTAL COSTO POR 2000 HORAS INCLUIDO NEUMÁTICOS					\$ 21,156.25
COSTO MANTTO PREVENTIVO Y CONSUMIBLES POR HORA					\$ 10.58
Costo histórico de mantenimiento correctivo en condiciones normales					\$ 5.14
COSTO OPERATIVO HORARIO TOTAL					\$ 15.72
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	CANTIDAD 250	TOTAL	PRECIO UNI	TOTAL
COSTO DE POSESIÓN	15000 HORAS	250	2000	\$ 40.00	\$ 80,000.00
TOTAL COSTO MANTTO PREVENTIVO POR 2000 HORAS INCLUIDO NEUMÁTICOS Y POSESIÓN					\$ 101,156.25
COSTO TOTAL POR HORA					\$ 50.58

Como se observa en la figura 1.13, los costos horarios operativos superaron a la meta durante los últimos meses, los sobrecostos se generaban porque el área de mantenimiento no se anticipaba a la falla, sino reparaban o reemplazaban componentes después de que estos hayan fallado y el quipo quede inoperativo. Esto resulta más caro que predecir fallas y reemplazar componentes con anticipación, pues cuando los componentes trabajan defectuosamente, las partes internas se dañan en corto tiempo y cuando se quiere reparar, se deben cambiar más de estas partes.

Figura 1.13

Costo horario de cargadores de bajo perfil expresados en USD



Nota: De reporte de centro de costos CAT 1 del área logística de PEGAMA

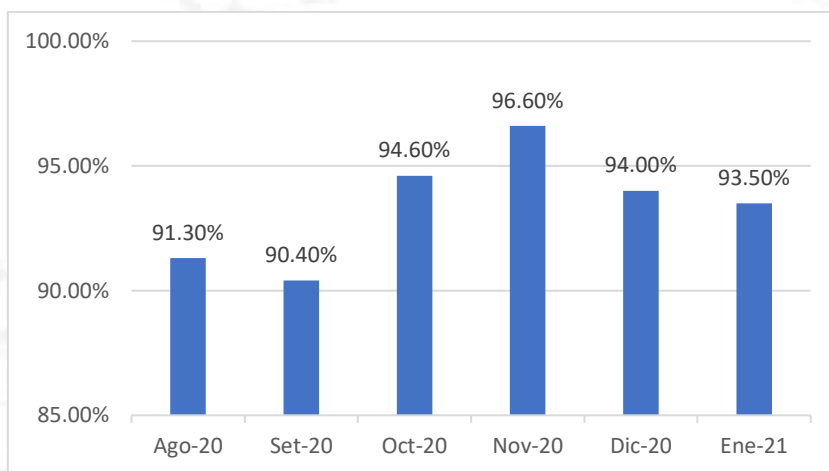
El indicador del nivel de servicio del área logística mide el porcentaje de ítems atendidos a mina respecto a la cantidad de ítems solicitados. Según la figura 1.4, en todos los meses, este indicador se encontraba por debajo de 95%; lo que evidencia una atención incompleta por parte del área logística.

A pesar de que el indicador “nivel de servicio” históricamente supere el 90%, esto no significa que la atención sea correcta, sino que el porcentaje no atendido, que en promedio es 8%, puede tener un alto impacto en las labores si es que los ítems que están incluidos en ese porcentaje de desatención son de categoría “crítico”

Un ejemplo de esto es que en más de una ocasión se paralizaron labores debido a la ausencia de brocas de botones (usadas para perforar la roca en la mina) porque en la bodega, ubicada en interior mina, ya no contaban con este importante suministro debido a que no se atendieron en la cantidad solicitada para el mes. Esto también podría suceder con un repuesto de categoría crítico, cuya falla deja al equipo inoperativo y que no fue atendido por un error atribuible al área logística.

Figura 1.14

Indicador de nivel de servicio



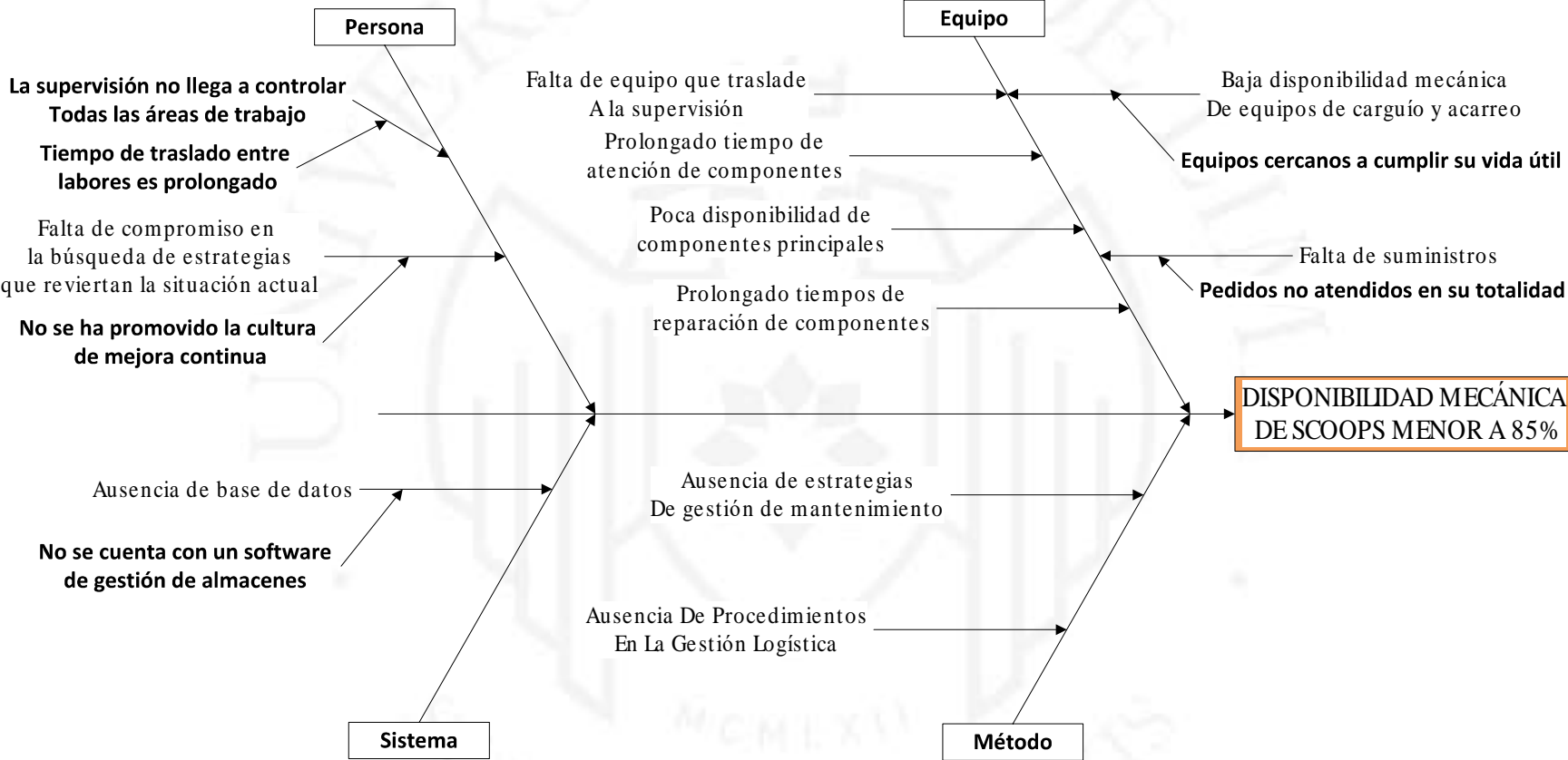
Nota: De reporte del área logística de PEGAMA

El objetivo de este indicador es 95%, pero para confirmar que se ha logrado el objetivo, los ítems de categoría crítica deben ser atendidos al 100%. De esta manera se garantizaría que las labores no van a paralizar por ausencia de suministros y solo quedarían pendiente aquellos ítems que por su naturaleza tienen procesos de adquisición prolongados ya sea debido a una importación, un servicio de fabricación o reparación.

Debido a los resultados de los indicadores obtenidos en los últimos meses, se inició la búsqueda de la causa raíz para identificar donde radicaban los problemas, para esto, se realizó un ISHIKAWA (Figura 1.15) cuyo problema principal es que la disponibilidad mecánica de Scoops es menor a 85%

Figura 1.15

Identificació de causa raíz con Ishikawa



En base al factor persona, la baja disponibilidad mecánica de los scoops se debe a que la supervisión no llega a controlar todas las zonas de trabajo porque el tiempo de traslado entre las labores es elevado. Adicionalmente se evidencia una falta de compromiso del personal para buscar estrategias que permitan cumplir las metas de mantenimiento porque hasta el momento no hubo proyectos iniciados por sugerencia de la supervisión que busquen revertir los resultados.

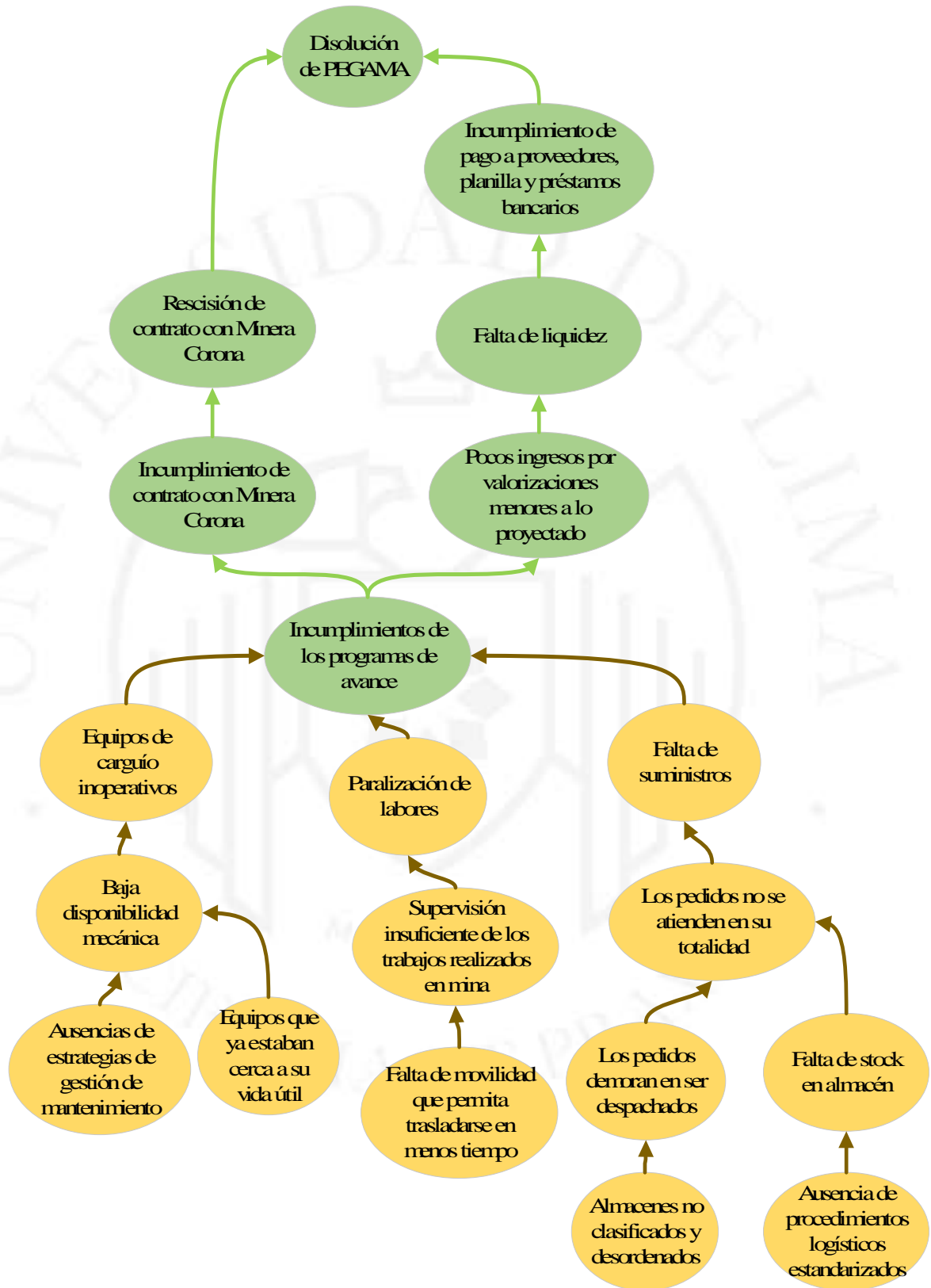
Respecto al factor equipos, los resultados muestran una baja disponibilidad de los equipos de carguío. Esto se debería a que algunos ya están cerca al final de su vida útil. Además, no existe una movilidad que facilite el traslado de la supervisión entre labores. El área de mantenimiento presentó reclamos sobre el área logística por atenciones incompletas respecto a suministros, por los prolongados tiempos en la atención de componentes, por los prolongados tiempos que le toma al área logística retornar los repuestos que salen de mina para reparación. Adicionalmente, el área de mantenimiento menciona que no tiene la disponibilidad de componentes principales (cilindros hidráulicos, bomba hidráulica, radiador, motor, transmisión y ejes diferenciales) listos para su reemplazo en caso estos fallen en mina.

El factor método, demuestra la ausencia de planes de mantenimiento en los equipos y un incorrecto proceso logístico de atención

Adicionalmente, se realizó también el análisis de causa raíz a través de la herramienta de árbol de problemas, como se muestra en la figura 1.16.

Figura 1.16

Identificación de causa raíz con arbol de problemas



Por medio del diagrama de árbol se encontró que el incumplimiento de los programas de avance se debe a la baja disponibilidad de los equipos, a una supervisión insuficiente de los trabajos realizados en mina y a la falta de suministros en las labores que se trabajan. En complemento con el diagrama Ishikawa, se pudo concluir entonces que la causa raíz de los problemas encontrados fueron la antigüedad de los scoops, que el almacén principal estaba desordenado y que los procesos logísticos no han estado estandarizados.

1.4 Oportunidades

El 2021, se augura un incremento en la extracción de los metales, sobre todo del oro y el cobre, motivado por el alza en su cotización internacional. Esto representa una gran oportunidad para las empresas contratistas mineras, pues las compañías principales incrementarán su producción y las contratistas tendrán más trabajo. Por lo tanto, PEGAMA tendría la confianza para invertir en mejorar sus procesos internos, pues tendría la seguridad de recuperar dicha inversión en los meses posteriores.

Otro factor importante que se destaca como oportunidad en la minería es el potencial de explotación. Éste incluye al conjunto de rocas mineralizadas que aún no han sido explotadas, según la revista Rumbo Minero. En base a esta afirmación se infiere que existen territorios que pueden ser explotados por nuevas compañías mineras y éstas representan una oportunidad de expansión para las empresas contratistas. Aquellas contratistas que controlen mejor sus costos y tengan un historial de buenos resultados, serán las que se posicionen mejor.

En resumen, las oportunidades son:

- Incremento en precio de metales
- Incremento en producción de compañías mineras
- Potencial de explotación en el territorio peruano

1.5 Amenazas

Actualmente, PEGAMA cobra la valorización de su venta mensual en moneda “Soles”, el historial del incremento del tipo de cambio ha ocasionado que sus costos aumenten mes a mes, debido a que sus compras las hace mayormente en dólares.

De acuerdo con el último reporte de la Defensoría del Pueblo, a febrero de 2020 se tienen 82 conflictos activos relacionados al sector minero. Estas paralizaciones que pueden sufrir las actividades mineras impactan negativamente en otros sectores. Para PEGAMA, una paralización de las actividades en la mina Yauricocha implicaría enormes pérdidas económicas ya que, además de dejar de percibir ingresos, contraería deudas con sus trabajadores y con sus principales proveedores. Esto impediría que el presente proyecto se quede sin presupuesto para su ejecución.

El número de empresas contratistas en el sector minero está en constante aumento, este número aumenta a razón de 120 empresas por cada año (Ministerio de Energía y Minas [MINEM], 2020), lo que debilita el poder de negociación de los proveedores actuales y genera una oportunidad para nuevos entrantes y por ende una alta competencia. El número de nuevas empresas contratistas por año mantendrá la tendencia que ha tenido hasta ahora amenaza a las empresas existentes y les obliga a ajustar sus márgenes para que puedan ser competitivos en el sector y sus contratos puedan ser renovados. Esta reducción de margen ocasiona que PEGAMA no priorice invertir en el presente proyecto.

En resumen:

- Incremento del tipo de cambio
- Potenciales conflictos sociales mineros
- Ingreso de nuevos competidores

CAPÍTULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Objetivo general

Realizar un estudio de mejora para los indicadores de cumplimiento de avance de obra en la empresa PEGAMA INGENIEROS.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar los problemas que ocasionan el incumplimiento de los indicadores de avance y producción
- Determinar la causa raíz de los problemas actuales que tiene PEGAMA
- Elaborar las propuestas de solución y seleccionar las mejores opciones
- Implementar las propuestas de solución para las causas raíces encontradas
- Medir los resultados obtenidos

CAPÍTULO III: ALCANCE Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Zona donde se desarrollan los procesos

Este proyecto se desarrolla en la ciudad de Huancayo, pues el almacén principal y el taller se encuentra en dicha ciudad, estratégicamente ubicados a 3 horas de la mina Yauricocha y es supervisado desde la oficina principal ubicado en Lima.

3.2 Áreas involucradas en el presente proyecto

Debido a que el presente proyecto identifica que los principales problemas son la baja disponibilidad mecánica y el abastecimiento de suministros, el área de mantenimiento y el de logística son los directos involucrados. Asimismo, el área logística es el que brinda el soporte al área de mantenimiento; por lo tanto, debe haber una buena integración entre ellos.

3.3 Las restricciones del proyecto

3.3.1 Situación actual respecto a la COVID19

La falta de oxígeno fue un factor limitante para el abastecimiento de los gases necesarios en el taller de reparaciones tales como acetileno, argón, CO₂ y oxígeno industrial.

3.3.2 Los recursos disponibles

En el aspecto económico, no fue posible adquirir la totalidad de los instrumentos necesarios al inicio del proyecto; la adquisición se hizo progresivamente porque el presupuesto total no fue aprobado en su totalidad al inicio, sino fue aprobado conforme se ejecutaba el proyecto. Esta restricción se dio debido a que el proyecto no estuvo considerado dentro de la política anual de inversiones de la empresa.

3.3.3 Conocimiento técnico

El personal de logística desconocía aspectos técnicos respecto al funcionamiento y repuestos de las máquinas, entonces para que puedan involucrarse en el proyecto, se tuvo que capacitar a todo el personal del área.

En el área logística y taller de mantenimiento, no se había divulgado anteriormente información sobre las herramientas propuestas en el presente proyecto, por lo tanto, se tuvo que capacitar a todos.



CAPÍTULO IV: JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Justificación técnica

El presente estudio se justifica técnicamente debido a que se cuenta con los conocimientos en herramientas de Ingeniería Industrial relacionadas a la mejora continua necesarios para desarrollar el diagnóstico de los procesos y la elaboración de la propuesta de mejora. Además, se cuenta con acceso a la información de la situación actual del negocio y con facilidades para realizar las entrevistas con el personal pertinente de la organización.

4.2 Justificación económica

Tabla 4.1

PBI por sectores económicos en el año 2020

	2020	2021		2022	
		RI dic. 20	RI Mar.21	RI dic.20	RI Mar.21
PBI primario	-7.7	9.5	7.4	4.6	5.7
del cual:					
Minería metálica	-13.5	14.4	11	4.8	6.9
PBI no primario	-12.1	12	11.7	3.8	4.2
Manufactura	-17.3	16.9	18.1	2.0	2.0
Electricidad y agua	-6.1	7.9	7.5	2.3	2.3
Construcción	-13.9	17.4	17.4	3.8	3.8
Comercio	-16.0	18.4	18	3.3	3.3
Servicios	-10.3	9.5	8.9	4.3	4.8
Producto bruto interno	-11.1	11.5	10.7	4.0	4.5

Nota: De Presentación del reporte de inflación marzo 2021 del BCRP (<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2021/marzo/reporte-de-inflacion-marzo-2021-presentacion.pdf>)

Como se ve en la tabla 4.1, existe un panorama favorable para la actividad minera, proyectándose un crecimiento de 11% para el año 2021 en dicho sector según el BCRP. (BCRP)

Según la tabla 4.2, durante el 2021 el precio del oro ha evolucionado favorablemente y se estima que cerrará con una cotización de alrededor de USD 1,876 la onza, según los expertos de Coin Price Forecast (FOREX, 2021)

De igual manera, en el 2021, el precio del zinc ha evolucionado favorablemente, 8.7% respecto a enero del 2021 y 36.1% respecto al mismo mes del 2020 (LME, 2021)

Tabla 4.2

Cotización promedio de los principales metales en el 2021

METAL	Jul. 2021	Variación % respecto de:		
		Jun. 21	Ene. 21	Jul. 20
Cobre (cUS\$/lb)	427.90	-1.9%	18.4%	48.5%
Oro (US\$/ozt)	1 805.87	-1.6%	-3.4%	-1.9%
Zinc (cUS\$/lb)	133.49	-0.2%	8.7%	36.1%
Plata (US\$/ozt)	25.76	-4.6%	-0.7%	26.2%
Plomo (cUS\$/lb)	106.00	6.8%	16.0%	29.0%
Hierro (US\$/TM)	211.99	-1.2%	26.2%	96.2%

Nota: De "Reporte de inversiones a Julio de 2021", MINEM, 2021, Boletín estadístico minero, 7, p.12 (<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2021/BEM%2007-2021.pdf>)

El MEF prevé un crecimiento moderado de la inversión minera por la culminación de grandes proyectos mineros, hasta la fecha tiene en cartera 46 proyectos por un valor de US\$ 56 158 millones que podrían dar inicio en los siguientes años. (MINEM, 2021)

4.3 Justificación social

La minería es un sector muy importante para el desarrollo del país, esto se puede reconocer al ver su desempeño durante el 2020, pues representó el 10% del PBI y cerca del 62% del valor total de las exportaciones en dicho año. Además, la actividad minera generó más de 227,000 empleos a junio del 2021 según el Ministerio de Energía y Minas. Esto significó un crecimiento del 40% respecto al mismo mes del año 2020 y 0.7% respecto a junio del mismo año. Las regiones que lideran este crecimiento son Ancash, Arequipa, Moquegua y Junín. (MINEM, 2021)

En base a lo mencionado en el párrafo anterior, un mejor desempeño de PEGAMA contribuirá con un incremento importante en el pago de impuestos, incremento de ingresos a su personal mediante el pago de utilidades. Además, un futuro crecimiento de las operaciones, generaría nuevos puestos de trabajo formal.

4.4 Justificación ambiental y de responsabilidad social

Dado que Pegama Ingenieros es una contratista, el manejo ambiental y las acciones de responsabilidad social empresarial están a cargo de Sociedad Minera Corona. Esto consiste en el manejo de sus residuos sólidos, control de efluentes, de aguas superficiales y subterráneas; así como control de calidad del aire, emisiones atmosféricas y mantenimiento de obras, todo lo cual se aplica en función a su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental - PAMA. Además, como parte de la labor de responsabilidad social Sociedad Minera Corona ha suscrito diversos convenios y compromisos con las comunidades de Tinco, San Lorenzo de Alis, Laraos, Huancachi y Tomas. Entre los principales proyectos implementados se tiene: fomento del emprendimiento, fortalecimiento de la actividad turística, desarrollo agropecuario, impulso de la producción de papa nativa y el apoyo a la educación. Con los aspectos anteriormente mencionados, Sociedad Minera Corona mantiene relaciones cordiales con la comunidad y a la fecha no he tenido paralizaciones de sus actividades por conflictos sociales.

CAPÍTULO V: PROPUESTAS Y RESULTADOS

5.1 Soluciones propuestas

En base a los problemas y causas raíces identificadas en el capítulo 1, se proponen soluciones con el objetivo de renovar los scoops y mejorar la gestión logística.

Respecto a la renovación de scoops, se propuso lo siguiente:

- Realizar overhaul, posterior a la implementación de un taller (ALTERNATIVA A).
- Vender los scoops y comprar unos nuevos o reman (ALTERNATIVA B).

Respecto a mejorar la gestión logística, se propuso lo siguiente:

- Estandarización de procesos logístico y “5S” en almacén principal (ALTERNATIVA C).
- Subcontratar al representante de CAT para que se encarguen de la gestión y soporte de los equipos y a BOART para que se encargue del abastecimiento directo de aceros de perforación en mina. (ALTERNATIVA D).
- Contratar a una empresa para que se encargue de almacenar los productos y despacharlos a mina (ALTERNATIVA E).

5.1.1 Selección de propuesta a mejorar

Para la solución renovar los equipos de carguío y mejorar la gestión logística, se cuenta con dos propuestas de solución; por lo tanto, se debe establecer ciertos criterios para evaluarlas y en base a los resultados definir las prioridades con las cuales serán implementadas. Los criterios a evaluar son los siguientes:

- Inversión: Se refiere al monto total a invertir en la propuesta.
- Retorno de inversión: Se refiere a la velocidad con la que se recuperará la inversión.
- Tiempo de implementación: Se refiere al tiempo necesario para implementar la propuesta.
- Tiempo de capacitación: Se refiere al tiempo necesario para capacitar a los involucrados en la ejecución de la propuesta de solución.

Tabla 5.1*Matriz de enfrentamiento de criterios de evaluación*

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	Inversión	Retorno de inversión	Tiempo de implementación	Tiempo de capacitación	Total	Peso
Inversión	X	0	1	1	2	0.33
Retorno de inversión	1	X	0	1	2	0.33
Tiempo de implementación	0	1	X	0	1	0.17
Tiempo de capacitación	0	0	1	X	1	0.17

En la tabla 5.1, respecto a la renovación de scoops; después de haber obtenido el peso de cada criterio de evaluación, se determinan el puntaje para la inversión en la tabla 5.2; el puntaje para el criterio retorno a la inversión en la tabla 5.3; el puntaje para el criterio tiempo de implementación en la tabla 5.4 y el puntaje para el criterio tiempo de capacitación en la tabla 5.5.

Tabla 5.2*Puntaje al criterio “Inversión”*

Inversión	Puntaje
0 - 100 K	3
100 K - 500 k	2
> 500 K	1

Tabla 5.3*Puntaje al criterio “Retorno de la inversión”*

Retorno de la inversión	Puntaje
1 año	3
2 años	2
3 años	1

Tabla 5.4*Puntaje al criterio “Tiempo de implementación”*

Tiempo de implementación	Puntaje
2 meses	3
3 - 4 meses	2
> 4 meses	1

Tabla 5.5*Puntaje al criterio “Tiempo de capacitación”*

Tiempo de capacitación	Puntaje
1 mes	3
2 meses	2
>2 meses	1

Después de haber asignado el puntaje a cada criterio de evaluación, se realiza el ranking de factores con el objetivo de definir la propuesta de solución a implementar

Tabla 5.6*Ranking de factores*

	A	Peso	Total	B	Peso	Total
Inversión	2	0.33	0.67	1	0.33	0.33
Retorno de inversión	2	0.33	0.67	1	0.33	0.33
Tiempo de implementación	1	0.17	0.17	2	0.17	0.33
Tiempo de capacitación	1	0.17	0.17	3	0.17	0.50
	TOTAL		1.67	TOTAL		1.50

Después de haber realizado el ranking de factores, como se observa en la tabla 5.6, la mejor opción para renovar scoops es implementar un taller y posteriormente realizar el overhaul a los scoops.

Respecto a mejorar la gestión logística, se determina el puntaje para el criterio inversión en la tabla 5.7; el puntaje para el criterio retorno de la inversión en la tabla 5.8; el puntaje

para el criterio tiempo de implementación en la tabla 5.9 y el puntaje para el criterio tiempo de capacitación en la tabla 5.10.

Tabla 5.7

Puntaje del criterio “Inversión”

Inversión	Puntaje
0 - 10 K	3
10 K - 50k	2
> 50 K	1

Tabla 5.8

Puntaje al criterio “Retorno de la inversión”

Retorno de la inversión	Puntaje
1 año	3
2 años	2
3 años	1

Tabla 5.9

Puntaje al criterio “Tiempo de implementación”

Tiempo de implementación	Puntaje
2 meses	3
3 - 4 meses	2
> 4 meses	1

Tabla 5.10

Puntaje al criterio “Tiempo de capacitación”

Tiempo de capacitación	Puntaje
1 mes	3
2 meses	2
>2 meses	1

Después de haber asignado el puntaje a cada criterio de evaluación, se realiza el ranking de factores con el objetivo de definir la propuesta de solución a implementar

Tabla 5.11

Ranking de factores

	C	Peso	Total	D	Peso	Total	E	Peso	Total
Inversión	3	0.33	1	3	0.33	1	3	0.33	1
Retorno de inversión	3	0.33	1	2	0.33	0.67	2	0.33	0.67
Tiempo de implementación	3	0.17	0.5	2	0.17	0.33	2	0.17	0.33
Tiempo de capacitación	3	0.17	0.5	3	0.17	0.50	3	0.17	0.50
	TOTAL		3	TOTAL		2.5	TOTAL		2.5

Después de haber realizado el ranking de factores, como se observa en la tabla 5.11, la mejor opción para renovar la gestión logística fue la estandarización de los procesos logísticos y la implementación de las 5S en el taller.

5.2 Implementación de la solución diseñada

5.2.1 Disposición de taller de overhaul de equipo y ejecución de overhaul

Los equipos de carguío de PEGAMA se encuentran cerca al fin de su vida útil; por lo tanto, se tiene dos opciones. La primera es venderlos y comprar uno nuevo; la otra opción, es realizarle un overhaul. Debido a que comprar un equipo nuevo, significa invertir hasta un 100% más de dinero comparado con la inversión en un overhaul, PEGAMA decide realizar este último. Para esto, necesita de un taller que cuente con las condiciones mínimas donde pueda ejecutarlo. Por lo tanto, lo primero que se realiza es la construcción del “Taller de overhaul y reparaciones” de PEGAMA y esto siguió los siguientes pasos:

- 1 Construcción del ambiente destinado para el taller de PEGAMA
- 2 Disposición del taller de acuerdo a los recorridos que se realizarán en él
- 3 Implementación del taller de acuerdo a los equipos necesarios para ejecutar un OVERHAUL
- 4 Realizar el primer overhaul

El presente proyecto profesional inicia en el paso 2, después de haber recibido una construcción techada y tuvo como primer objetivo realizar la disposición del taller. Para esto, primero, se definió la cantidad de áreas de trabajo que serán necesarias en el taller. Después, se identificó los principales recorridos que se realizarán dentro del taller mientras se ejecuta la reparación. Posteriormente, se proyectó la capacidad instalada y finalmente se diseñaron las instalaciones eléctricas y sistema pluvial.

Áreas de trabajo:

- Soldadura y corte
- Limpieza y pintura
- Reparación de componentes menores
- Bahía de ensamble
- Maestranza (proyecto a futuro)
- Almacén de componentes terminados

Áreas con mayor conexión:

- Bahía de ensamble - Limpieza y pintura
- Bahía de ensamble - Reparación de componentes
- Bahía de ensamble – Soldadura y corte
- Almacén de componentes terminados – Reparación de componentes

Debido al que las máquinas tienen dimensiones grandes, es importante que estos ingresen a las bahías de ensamble, fácilmente; por lo tanto, se prioriza que la ubicación de dichas bahías esté cerca al ingreso del taller.

Para la ubicación de las demás áreas, se analiza la interacción entre áreas y se determina que todas deben estar cerca de la bahía de ensamble, pues cada componente que se retire, irá directamente al área que le corresponda.

El área de soldadura, debe estar cerca al ingreso debido a la ventilación que necesita para liberar los gases producto de la fundición de los electrodos y que los componentes que suelen necesitar pasar por esta área, son de grandes dimensiones.

El área de limpieza y pintura también debe estar cerca al ingreso debido a la ventilación que necesita producto del esmerilado de estructura y el polvo de la pintura, pero debe estar lejos del área de soldadura para que no le llegue ninguna chispa.

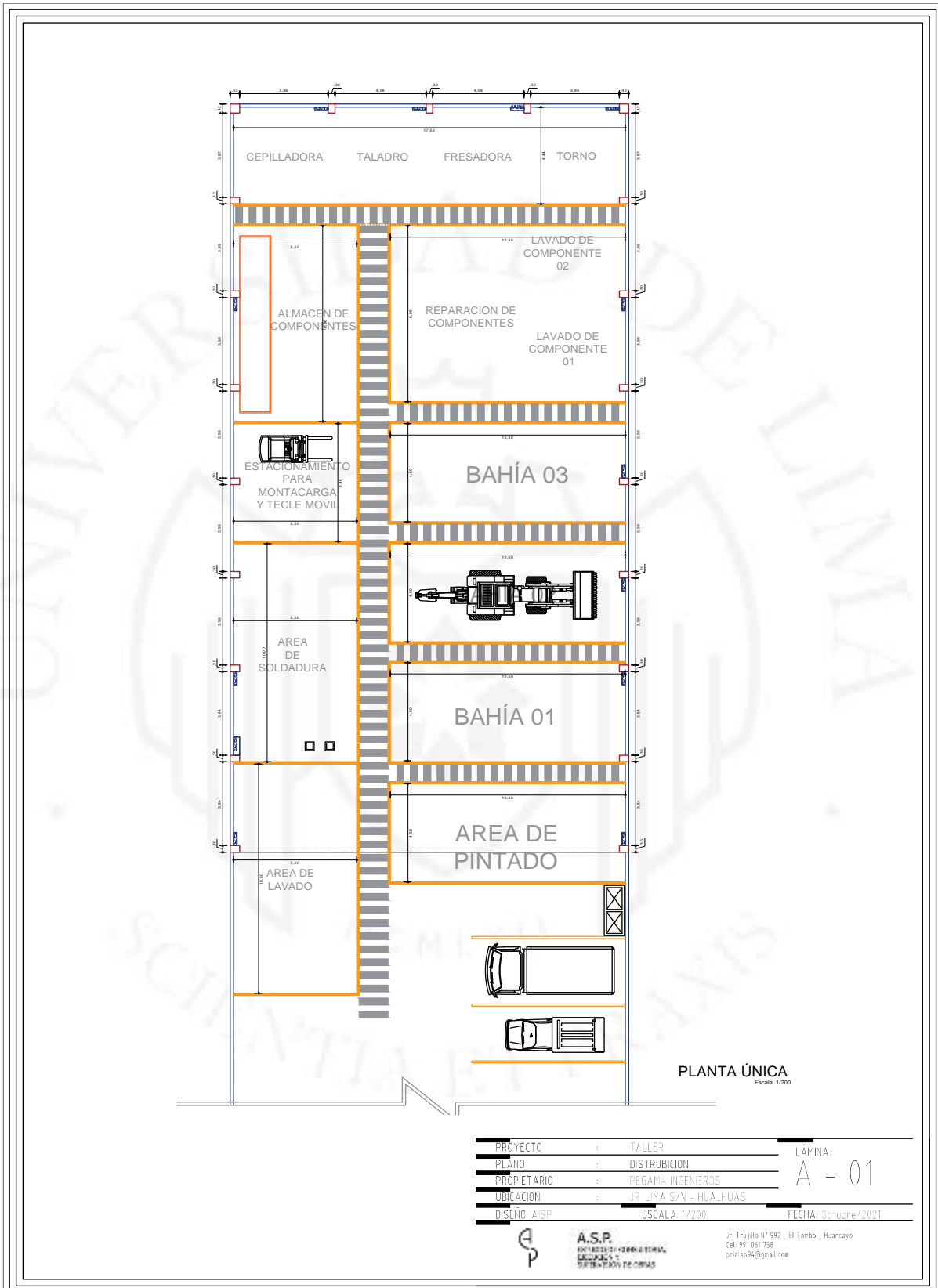
El área de reparación de componentes puede estar alejado del ingreso debido a que no necesita ventilación, por el contrario, debe ser un lugar cerrado que impida que el viento y polvo llegue fácilmente. Sin embargo, este último debe estar cerca al almacén de componentes terminados.

Después del análisis hecho, se determina que el área de pintura estará cerca al ingreso del taller, pero en la parte que no es techada completamente para que la pintura suspendida en el aire se elimine con facilidad. Se calculó que puede haber hasta 3 bahías de ensamble, cada una con la capacidad para reparar un Scoop de hasta 4.2 Yd³ y estarán a lado del área de pintura. La zona de lavado estará frente a la zona de pintura y a la vez las rejillas de sumidero cruzarán esta zona por la mitad con el objetivo de drenar el agua con facilidad. El área de soldadura estará frente a las bahías de ensamble número 1 y 2. El estacionamiento del montacargas estará a lado del área de soldadura y frente a la bahía de ensamble número 3, pues debe tener un fácil acceso a todas las áreas. El área de reparación de componentes, que debe incluir zonas de lavado de componentes, estará a lado de las bahías de ensamble y frente al almacén de componentes reparados que, a su vez, estará a lado del estacionamiento del montacargas. Con una visión a futuro, la parte más alejada del ingreso queda para el área de maestranza donde se podrían instalar tornos, taladros, cepilladoras y fresadoras CNC con el objetivo de fabricar piezas para los equipos. Cada zona de trabajo debe tener su propia luminaria y conexiones eléctricas, sobretodo el área de reparación de componentes donde se necesita revisar minuciosamente cada parte de los componentes principales que salen de los equipos. Al ingreso del taller, antes de la zona de pintado, se instalarán 2 lavaderos para que, al ingresar y salir de trabajar, los técnicos puedan lavarse las manos. A lado de los lavaderos se ubicarán los estacionamientos para los vehículos de la empresa.

En la figura 5.1 se muestra la disposición final del taller de overhaul de PEGAMA donde se evidencia todo lo descrito en el párrafo anterior.

Figura 5.1

Plano de taller de Overhaul y reparaciones de componentes



Una vez que la disposición estuvo lista, se procedió con la implementación del equipamiento necesario para la ejecución de los procesos de overhaul que se llevarían a cabo en el taller. Entre los equipos mínimos necesarios, se encontraron los siguientes:

- Montacargas de 2.5 toneladas: Ayuda en el traslado interno y carga de los componentes pesados.
- Camión de 4 toneladas: Se utiliza para el traslado de componentes grandes desde el taller hacia las instalaciones de los proveedores y viceversa.
- Camioneta Pick up: Se utiliza para el traslado de componentes pequeños y medianos desde el taller hacia las instalaciones de los proveedores o agencias de transporte de carga y viceversa.
- Tecles manuales de 10 toneladas: Permite izar los componentes en el proceso de desmontaje.
- Equipo de corte con plasma (oxicorte se descartó debido a falta de oxígeno): Se utiliza para el corte de planchas que se instalarán en la cuchara.
- Máquina de soldar de 600^a: Se utiliza para cortar los collets en el desmontaje del equipo y para el armado de la cuchara.
- Compresor de aire para inflar neumáticos de scoops, suministrar de aire al equipo de corte con plasma y engrasadora neumática.
- Compresor de aire para pintura.
- Herramientas eléctricas como taladros, amoladoras y turbineta
- Herramientas manuales como juego de llaves, dados, pinzas, machos y desarmadores.
- Herramientas de alta precisión como torquímetros, multiplicador de toque y llave dinamométrica.
- Herramientas neumáticas como pistola neumática y engrasadora.
- Tomacorrientes industriales en cada zona de trabajo monofásicos y trifásicos.
- Iluminación independiente en cada zona de trabajo.

Una vez que se implementaron las herramientas necesarias en el taller, se procedió a recibir y realizar el primer overhaul de un cargador de bajo perfil R1300G.

El proceso para realizar el overhaul inicia con el lavado del equipo y desmontaje de implementos. Posteriormente, se desarma el resto de la máquina y se procede a revisar los sistemas y sus componentes que son los siguientes:

- Motor
- Transmisión
- Ejes diferenciales
- Cilindros hidráulicos
- Cuchara
- Articulaciones
- Sistema eléctrico
- Sistema hidráulico
- Cabina del operador
- Línea cardánica

Después de revisar cada sistema utilizando las herramientas adecuadas y realizar los respectivos ensayos, se determina qué componentes se pueden recuperar y cuáles deben ser cambiados en su totalidad. En caso de que deban ser cambiados, se realiza un requerimiento a logística del componente que se necesita. Caso contrario, se procede a generar una orden de trabajo para reparar dicho componente o se terceriza la reparación con una empresa especializada.

La cantidad de componentes que se reemplazan en un overhaul supera los 300 ítems, esto incluye componentes grandes como son las llantas, cuchara, el motor y transmisión. Sin embargo, debido al poco espacio que se tiene en el taller, se debe planificar correctamente el tiempo de llegada de cada componente al almacén para que este coincida con la necesidad del taller (JUST IN TIME) de esta manera, una vez que llegue cada componente, este es instalado en el equipo y se evita la acumulación de repuestos en la zona de trabajo. Para esto, se elaboró un diagrama de Gantt del proceso de overhaul del equipo y en base a esto, se gestionaron los procesos de compras y reparaciones de componentes.

En la figura 5.2, se observa el diagrama de Gantt del proceso de overhaul de un cargador de bajo perfil. En este diagrama se puede observar qué parte del proceso es tercerizado (color amarillo) y qué parte es realizada por el personal del taller de PEGAMA (color azul). Asimismo, se estima que un proceso de overhaul toma alrededor de 12 semanas desde que ingresa el equipo al taller hasta que esté listo para su traslado a mina.

Figura 5.2

Diagrama de Gantt del proceso de overhaul

Tiempo	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8	semana 9	semana 10	semana 11	semana 12
Evaluación y desarmado del equipo	TALLER											
Reparación de motor	TERCERO											
Reparación de transmisión	TERCERO											
Reparación de ejes diferenciales	TALLER											
Reparación de línea cardánica	TERCERO											
Reparación de bomba hidráulica	TALLER											
Reparación de tanque hidráulico	TALLER											
Reparación de tanque de combustible	TALLER											
Reparación de radiador	TERCERO											
Reparación de cilindros hidráulicos	TERCERO											
Reparación de sistema eléctrico	TERCERO											
Recuperación de chasis, articulaciones y cabina	TALLER											
Recuperación de cuchara	TALLER											
Instalación de transmisión	TALLER											
Instalación de motor y radiador	TALLER											
Instalación de ejes diferenciales	TALLER											
Instalación de línea cardánica	TALLER											
Instalación de mangueras hidráulicas	TALLER											
Instalación de mangueras de combustible	TALLER											
Instalación de sistema eléctrico	TERCERO											
Instalación de tanques y accesorios	TALLER											
Instalación de neumáticos	TALLER											
Instalación de cuchara	TALLER											
Pruebas	TALLER											

Una vez los componentes nuevos lleguen al almacén, el área logística verifica que los componentes sean, exactamente, los que el taller solicitó. Al llegar al taller, estos componentes pasan por un control de calidad para evitar que un componente defectuoso ingrese al sistema y ocasione fallas con consecuencias graves.

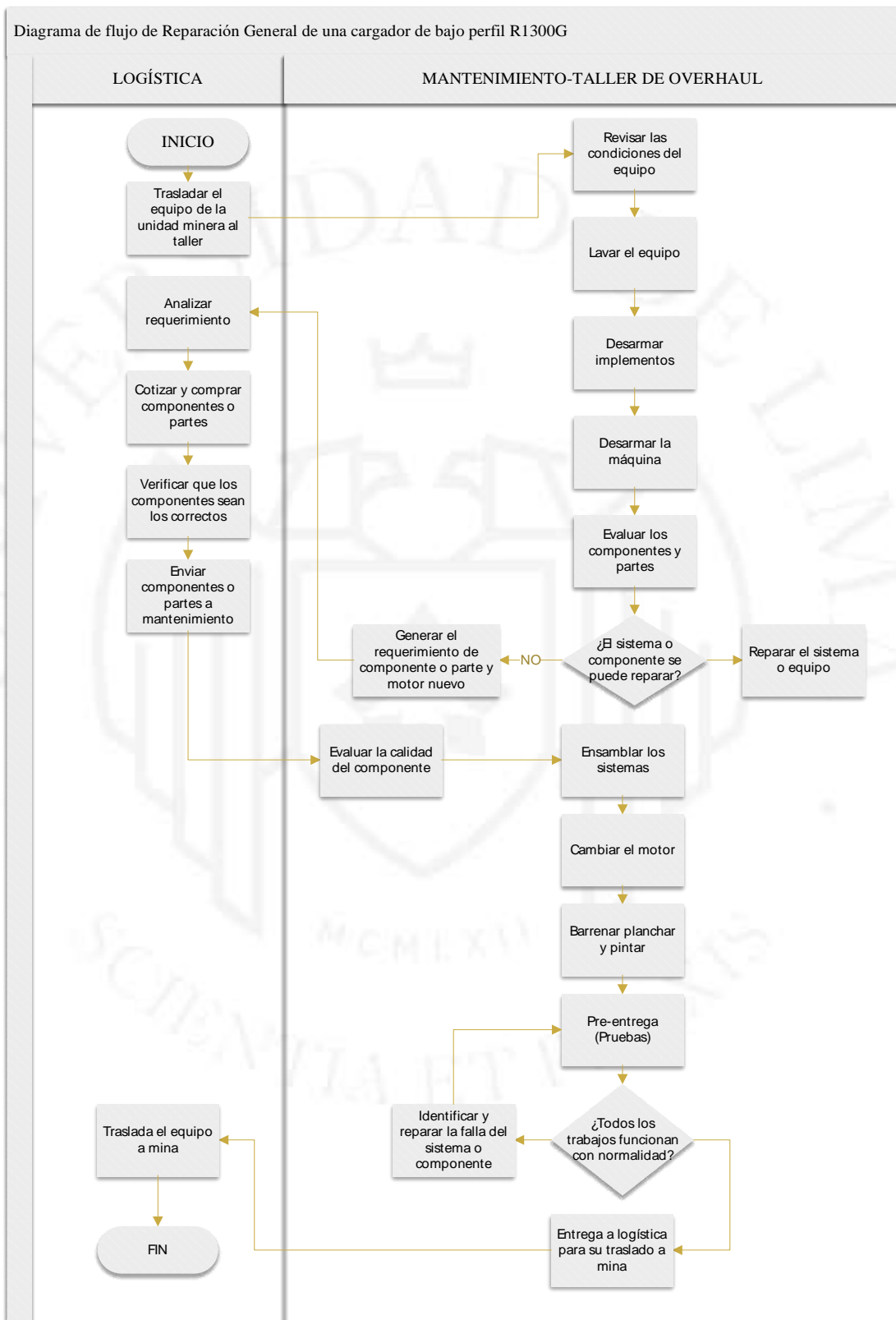
Cuando lleguen los componentes reparados al taller, el técnico líder verifica que el componente sea reparado bajo los estándares solicitados y cotizados por los proveedores.

Conforme lleguen los componentes al taller, se procede al ensamble de los sistemas y armado de la máquina. Previamente, se ha llevado a cabo el proceso de barrenado de articulaciones, planchado y pintado de la estructura de la máquina. Finalmente, se realiza la pre-entrega que consiste en realizar pruebas de todos los sistemas que componen el equipo. En caso algún sistema presente algún defecto, se procede con la revisión y el levantamiento de todas las observaciones. Caso contrario, se entrega a logística para su traslado a la unidad. En la figura 5.3, se muestra el diagrama de flujo del proceso de reparación de un Scoop R1300.

En los anexos se puede observar fotografías del proceso de Overhaul del scoop R1300G

Figura 5.3

Diagrama de flujo del proceso de reparación de Scoop R1300G



5.2.2 Estandarización de los procedimientos logísticos

El bajo nivel de servicio del área logística se sustentó en que los procedimientos internos del área eran desordenados, no existía un procedimiento estándar, no había un correcto seguimiento a las compras, no existía un control de despachos a mina, no existía un correcto control de servicios de componentes y el almacén no estaba distribuido de la manera correcta ni estaba ordenado.

Como búsqueda de solución a los problemas hallados, se estandarizó el proceso de la cadena de suministros de la siguiente manera:

Gestión de compras:

1. El área logística recibe, mediante correo, un requerimiento de mina
2. El jefe de logística define si se aprueba o no el requerimiento
3. Si se aprueba el requerimiento, se revisa en el sistema si hay stock en almacén para atender el requerimiento. Si no se aprueba, el proceso termina.
4. Si hay stock en almacén, se agrega a la lista de despachos para que el asistente de almacén registre la salida en el sistema, elabore la guía de remisión, aliste el pedido, lo envíe a mina y finaliza el proceso. Si no hay stock, se agrega a la lista de compras.
5. Una vez el pedido esté en la lista de compras, el asistente de compras, solicita una cotización a los proveedores.
6. Una vez recibida la cotización, se elige al proveedor y se genera la orden de compra.
7. Si la compra se hará al contado, el jefe de logística aprueba la orden y se envía la orden a gerencia para que realicen el pago y una vez que se tenga la evidencia del abono, se envía al proveedor para su atención. Si la compra se hará al crédito, el jefe de logística aprueba la orden y se envía directamente al proveedor para su atención.
8. Se hace seguimiento al estado de atención de la compra hasta que este sea enviado a oficina de Lima o mediante una agencia de transportes a la ciudad de Huancayo.
9. Si la recepción se hace en Lima, se traslada de manera particular hasta la ciudad de Huancayo. Si la recepción se hace en una agencia de transportes en

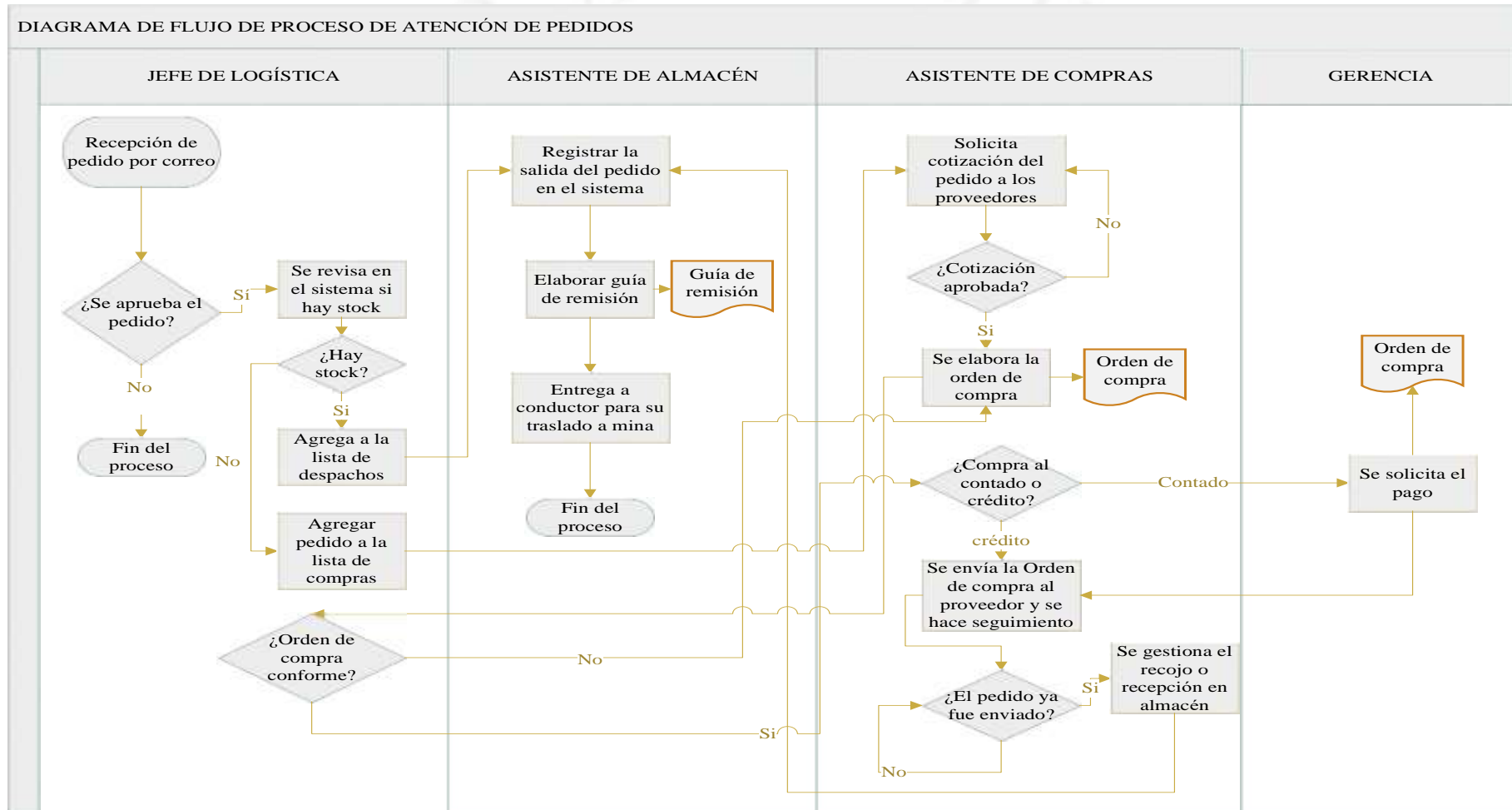
Huancayo, el conductor con un auxiliar logístico se dirige a la agencia, recogen el pedido y lo trasladan a almacén.

10. Una vez el pedido llegue a almacén, el auxiliar de almacén, recepciona el pedido y verifica que coincida con la guía de remisión. Si coincide la cantidad de productos y ítems recepcionados con la guía de remisión, se compara con la orden de compra para saber si fue una atención parcial o total de la orden. Si no coincide, se informa al área de compras, para que presente un reclamo al proveedor y se regresa al paso 8 hasta que se complete la cantidad indicada en la guía de remisión.
11. Una vez verificado esto, se sella la guía de remisión y se le entrega al asistente de almacén para que registre en el sistema el ingreso de los productos, también al jefe de logística y al área de compras para que de conformidad a la atención de su pedido. Después, el jefe de logística, agrega el pedido a la lista de despachos para su atención.
12. El asistente de almacén registra en el sistema la salida del pedido, imprime el reporte para que el auxiliar de almacén aliste el pedido y elabora la guía de remisión.
13. Se entrega la guía el pedido con la guía de remisión al conductor y se traslada el pedido a mina

En la figura 5.4, se muestra el diagrama de flujo del proceso de atención de pedidos.

Figura 5.4

Diagrama de flujo de proceso de atención de pedidos



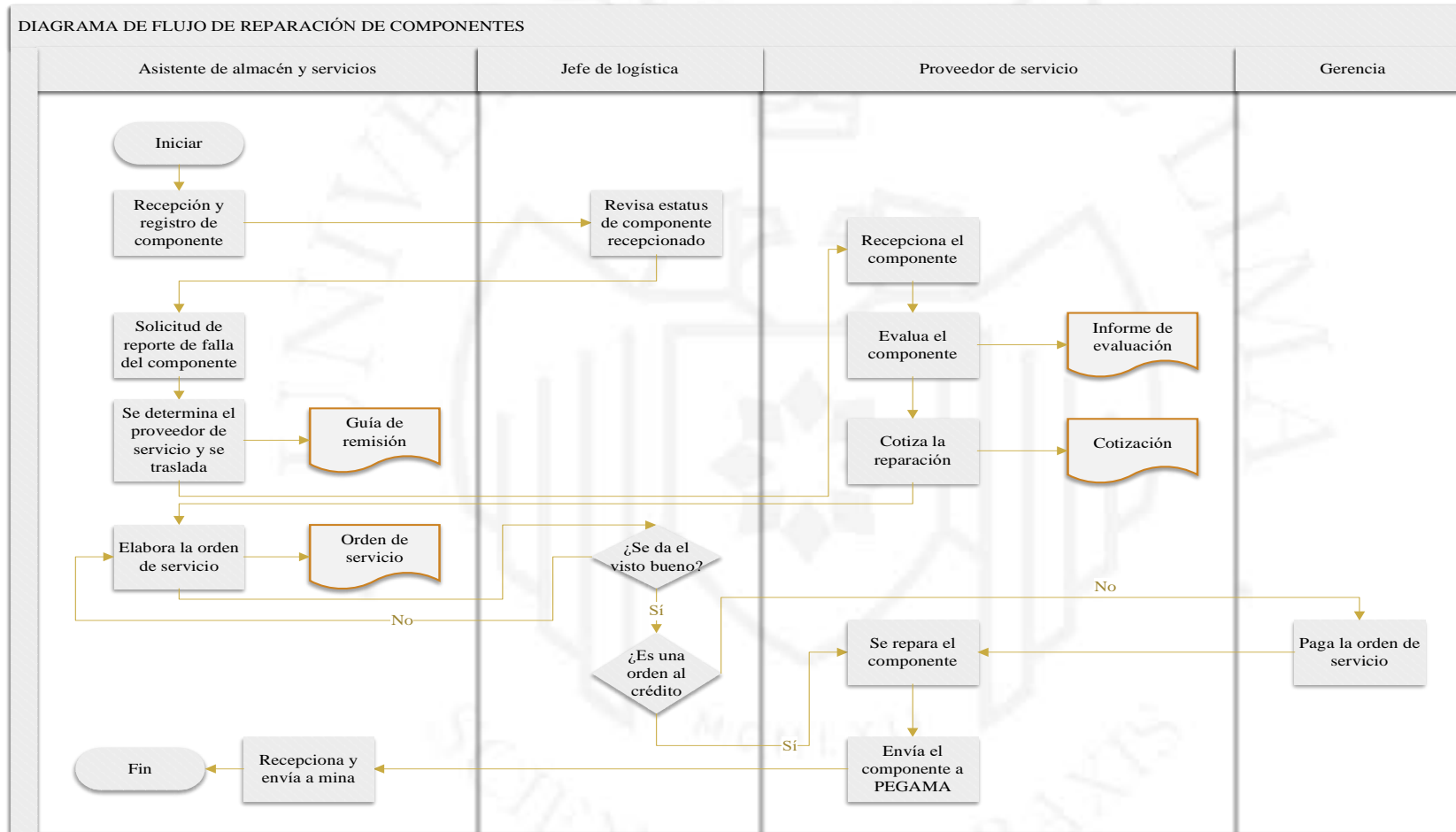
Gestión de servicios:

1. El área logística recibe un componente averiado en almacén de Huancayo
2. El asistente de almacén identifica el componente, la máquina de origen, su número de serie y lo registra
3. Se solicita el reporte de falla del componente al área de mantenimiento
4. Se determina el proveedor del servicio
5. Se elabora una guía de remisión y se traslada el componente al proveedor de servicio
6. Se solicita el informe de la evaluación del componente
7. Se solicita el presupuesto de reparación
8. Se elabora la orden de servicio y se envía al jefe de logística para que de el visto bueno
9. Una vez que da el visto bueno, si es un servicio al crédito, se envía la orden de servicio directamente al proveedor. Si es una orden de servicio al contado, se envía la orden de servicio a gerencia para su pago y luego se envía al proveedor con la evidencia de pago
10. Se hace seguimiento al servicio hasta que el componente esté reparado y sea enviado a Huancayo por una agencia de transporte o sea recogido en un proveedor de la ciudad de Huancayo.
11. Se recepciona en almacén, se registra en la base de datos y se agrega a la lista de despachos
12. Se elabora la guía de remisión y se entrega al conductor para que traslade el componente a mina

En la figura 5.5, se muestra el diagrama de flujo del proceso de gestión de servicios.

Figura 5.5

Diagrama de flujo del proceso de gestión de servicios



Ante la causa raíz “demora en alistar los pedidos” se decidió rediseñar la distribución interna de los almacenes y la clasificación de estos, pues suministros que pertenecen a diferentes familias se encontraban en los mismos almacenes.

5S en almacén:

Es necesario mejorar las condiciones de trabajo en el almacén y taller; es por ello, que se debe aplicar la metodología de las 5S.

Para que la metodología 5S resulte efectiva, fue necesario involucrar a todos operarios y que se hagan responsable de su área de trabajo, sus herramientas y los EPP. Esto ayudó a identificar malos hábitos y a gestionar los recursos necesarios para la implementación de la metodología.

Paso 1: Clasificar (Seiri)

Esta primera “S” se refiere a eliminar del área de trabajo todo lo innecesario. Se utilizó una tarjeta roja como se muestra en la figura 5.6 para identificar aquellos “elementos innecesarios”, para que posteriormente sean trasladados a otro lugar o dispuestos como residuos.

Figura 5.6

Tarjeta roja

Logo: PEGAMIN INCENDIOS

No. _____

TARJETA ROJA 5'S

Información Gen-:

Propuesta por _____ Responsable de área _____

Area / Depto. _____

Descripción de artículo _____

CATEGORIA

<input type="checkbox"/> Máquina/Equipo	<input type="checkbox"/> Material gastable
<input type="checkbox"/> Herramienta	<input type="checkbox"/> Materia prima
<input type="checkbox"/> Instrumento	<input type="checkbox"/> Trabajo en proceso
<input type="checkbox"/> Partes eléctricas	<input type="checkbox"/> Producto terminado
<input type="checkbox"/> Partes mecánicas	<input type="checkbox"/> Otros

OTROS/COMENTARIO _____

RAZON DE TARJETA

<input type="checkbox"/> Innecesario	<input type="checkbox"/> Defectuoso
<input type="checkbox"/> Fuera de especificaciones	<input type="checkbox"/> Otros

Otros _____

ACCION REQUERIDA

<input type="checkbox"/> Eliminar
<input type="checkbox"/> Agrupar en espacio separado
<input type="checkbox"/> Retornar

Otros: _____

Fecha inicio ___/___/___ Final de la acción ___/___/___

Nota: Adaptado de Metodología 5S, Hacia La Excelencia Parte II, por The Cubbe, 2018 (https://www.thecubbe.com/2018/10/metodologia-5s-hacia-la-excelencia_22.html)

Paso 2: Ordenar (Seiton)

La segunda “S” se refiere a crear sistemas de almacenamiento eficientes. Para ello, se realizó lo siguiente:

- Ordenar las herramientas de trabajo de manera que se deje al alcance solo aquellas que son necesarias para las actividades del área.
- Señalización del suelo para la identificación de accesos peatonales
- Codificar y clasificar las herramientas de trabajo y habilitar tablero para ubicarlas.
- Identificación de almacenes
- Señalización de zonas de trabajo

Paso 3: Limpiar (Seiso)

La tercera “S” hace referencia a la limpieza del lugar. Una vez ordenado el taller, se realizará una limpieza profunda del mismo. Posteriormente, con el fin de mantener una buena limpieza siempre, se desarrolló en los trabajadores un sentimiento de orgullo por el orden y limpieza del taller además de elaborar un régimen de limpieza.

Este régimen, se apoya en campañas de limpieza en las que participa todo el personal de taller y almacén, además de contar con una planificación para realizarla. Asimismo, el área donde se almacenan los artículos de limpieza se ubica en una zona de fácil acceso y se entrenó al personal en la utilización de cada uno de los elementos. Por otro lado, se implementó un lugar apropiado con tachos clasificados según el tipo de desperdicio que van a desechar.

Paso 4: Estandarizar (Seiketsu)

La cuarta “S” hace referencia a la estandarización. En este punto, lo que se buscó fue mantener lo logrado y buscar la mejora continua. Para ello, se realizan comunicaciones de reforzamiento en las charlas de 5 minutos. Adicionalmente, se brindan reconocimientos a los trabajadores que mantengan las 5S dentro de sus áreas. Esto se refuerza con fotografías del estado ideal de cada área de trabajo.

Paso 5: Disciplina (Sheitsuke)

La última “S” se refiere a la disciplina. El jefe de logística con el apoyo del asistente de almacén, quienes fueron los encargados de liderar esta implementación, fue también el

encargado de continuar el trabajo ya hecho, dando el ejemplo y siendo firme con el cumplimiento de los pasos anteriores.

La infraestructura que tiene PEGAMA, en un inicio, fue una gran limitación debido a que no estaba construido con la visión de almacén. En vez de ser una nave industrial, son ambientes separados con muros de concreto. Esto limita el flujo de ítems almacenados y la altura de trabajo es de máximo 2.4 m. Debido a que no se puede destruir la infraestructura actual para construir una nueva, se buscó la mejor manera de optimizar dichos espacios y se implementó 5S siguiendo los pasos descritos en los párrafos anteriores.

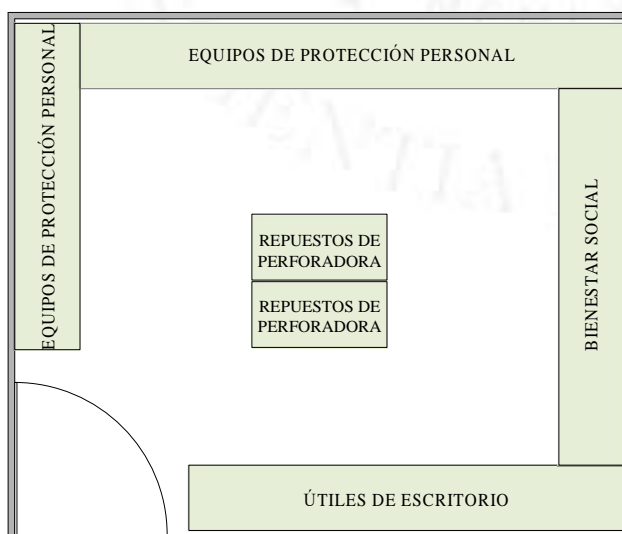
Como consecuencia de los 5 pasos de las 5S se determinó los almacenes se definieron de la siguiente manera:

Almacén N°1

En la figura 5.7, se muestra la disposición del almacén 1, donde se encuentran los EPPs, herramientas, útiles de escritorio, artículos de bienestar social y repuestos de perforadora Jack Leg. Parte de los equipos de protección personal se ubicaron cerca al ingreso debido a que son aquellos que se despachan en mayor cantidad. Las herramientas también se ubican cerca al ingreso debido al peso que tienen. A lado de estos, más alejados del ingreso, se ubican los artículos de bienestar social. Esto se da gracias a que estos artículos tienen bajo peso. Al medio se encuentran los repuestos de máquinas perforadoras debido a la gran cantidad de ítems que se manejan en esa categoría.

Figura 5.7

Almacén N°1

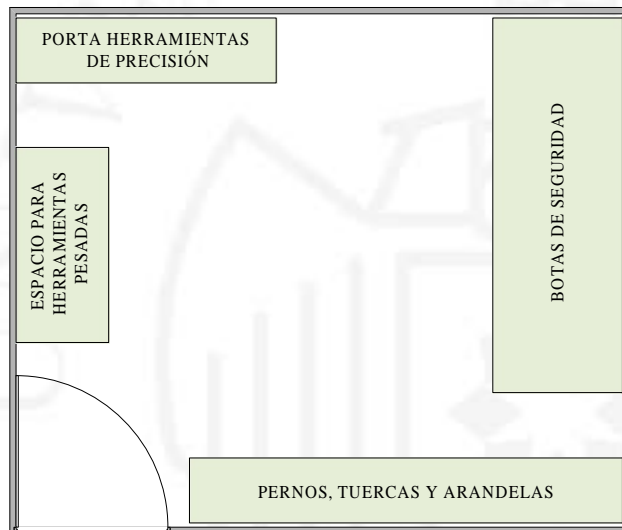


Almacén N° 2

En la figura 5.8, se muestra el almacén 2, donde se ubican las botas de seguridad, los pernos y las herramientas del taller. Debido a que los costales de botas son grandes y pesados, se buscó que este estante esté frente a la puerta. La posición inicial iba a ser donde están ubicados el portaherramientas de precisión, pero el ángulo de las paredes no es totalmente 90° y por eso se optó por colocar ahí un estante más pequeño. El organizador de tuercas se instala a lado de la puerta debido a que hay una ventana que permite el ingreso de luz natural en esa pared y este organizador solo tiene 1.5 m de altura.

Figura 5.8

Almacén N°2

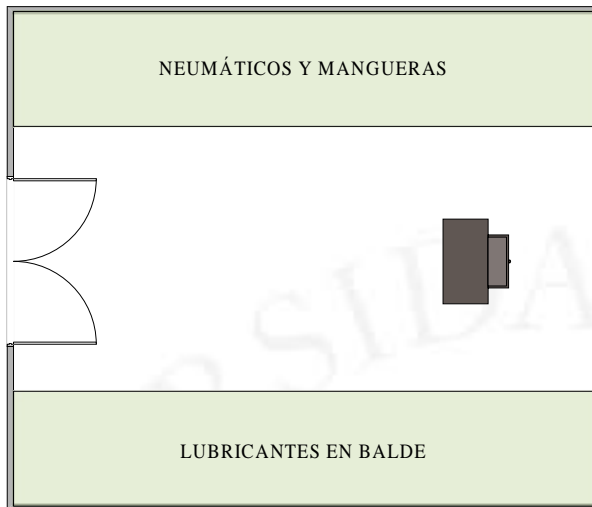


Almacén N° 3

En la figura 5.9, se muestra la disposición del almacén 3, donde se ubican los baldes de aceite, las mangueras y los neumáticos de las máquinas de mina. Necesitan de un amplio pasillo para que se pueda manipular los grandes artículos almacenados. Frente a la puerta, en el otro extremo se ubica el escritorio del auxiliar de almacén.

Figura 5.9

Almacén N°3

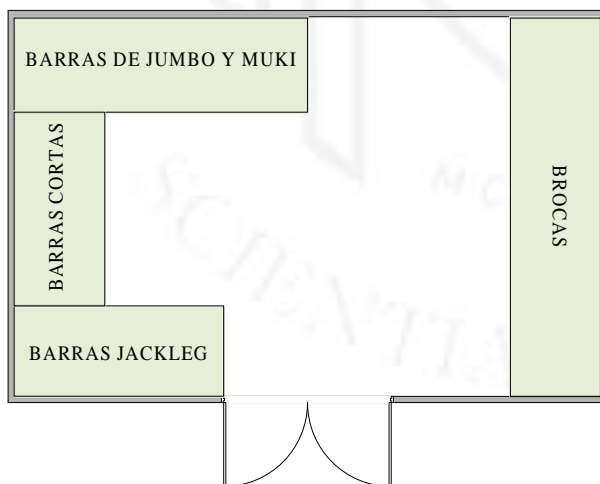


Almacén N° 4

En la figura 5.10, se muestra la disposición del almacén 10, donde se ubican los aceros de perforación. Las barras se ubican al lado izquierdo y las brocas a la derecha. Se deja un amplio espacio al medio para que se pueda maniobrar las barras que son largas.

Figura 5.10

Almacén N°4



Almacén N° 5

En la figura 5.11, se muestra la disposición del almacén, donde se ubicaron los repuestos y filtros de las máquinas. Debido a la columna frente a la puerta, los filtros se ubicaron hacia el lado izquierdo ya que estos pueden ser grandes y se facilita el ingreso. Al lado derecho se colocaron los repuestos ya que estos suelen ser de menor tamaño y no tendrían problemas para pasar por la columna.

Figura 5.11

Almacén N°5



Con el objetivo de ubicar fácilmente los productos almacenados, se señaló la distribución interna de los almacenes y se identificó cada almacén como se muestra en la figura 5.12 y 5.13. Asimismo, se señalaron los pasillos por donde se traslada el personal como se ve en la figura 5.14. Adicionalmente, se elaboró un tablero debidamente señalado para el fácil acceso a las herramientas del área logística, así como se muestra en la figura 5.15.

Figura 5.12

Señalización en puerta de almacén



Figura 5.13

Señalización almacén de botas y pernos



Figura 5.14

Señalización del piso de almacén de filtros y repuestos



Figura 5.15

Señalización y organización de herramientas del área logística



5.3 Análisis de costos

5.3.1 Implementación de taller y overhaul de un scoop R1300

Para la implementación un taller de overhaul se necesitó realizar una disposición de las zonas de trabajo y de acuerdo a esta disposición, se realizaron las instalaciones eléctricas. Posteriormente, se adquirieron las herramientas eléctricas, manuales y aquellas herramientas de precisión que se necesitarán para la reparación de componentes. Además, se debió invertir en la protección de los colaboradores, por lo que se les proporcionó EPPs apropiados para el tipo de trabajo que se realiza en un overhaul. El costo de toda esta implementación se observa en las tablas 5.12 y 5.13.

Tabla 5.12

Costo de implementación del taller de overhaul

Arquitectura y sistema eléctrico	S/ 23 000
Herramientas eléctricas	S/ 20 300
Compresor para neumáticos	S/ 4 500
Compresor para pinturas	S/ 600
Amoladoras	S/ 1 750
Taladros	S/ 1 300
Turbineta	S/ 750
Cortadora de banco	S/ 1 200
Máquina de soldar	S/ 19 500
Máquina cortadora de plasma	S/ 15 000
Total	S/ 87 900

Tabla 5.13

Costo de equipos de protección personal (EPPs) por colaborador

Overol	S/ 65
Zapatos de seguridad	S/ 60
Guantes	S/ 25
Respirador	S/ 75
Filtro para respirador	S/ 40
Lentes transparentes	S/ 6
Casco	S/ 45
Orejeras	S/ 80
Total	S/ 396

Después de haber realizado la implementación del taller y haber equipado a los trabajadores, se realizó el primer overhaul a un scoop y el resumen de costos de este proceso se observa en la Tabla 5.14.

Tabla 5.14

Costo de overhaul de un scoop R1300G

Sistema	MONTO
Motor	\$ 49 000
Transmisión	\$ 38 000
Ejes diferenciales	\$ 25 000
Línea cardánica	\$ 5 500
Sistema eléctrico	\$ 15 000
Chasis	\$ 32 000
Cucharon	\$ 13 000
Cilindros hidráulicos	\$ 10 500
Sistema hidráulico	\$ 12 500
Total	\$ 200 500

Paralelamente al overhaul de scoop, se aplican las 5S en el almacén y para esto, se requiere de la compra de los elementos descritos en la tabla 5.15

Tabla 5.15

Resumen de costos de 5S

Cintas amarilla para piso	S/	168
Tableros porta herramientas	S/	220
Letreros	S/	400
Tachos de basura	S/	280
Pintura de tráfico	S/	539.40
Horas hombre	S/	400
Total	S/	2 007.40

Finalmente, se resumen los costos del proyecto profesional incluyendo los costos de la implementación de las 5S. En la tabla 5.16, se observa que todo el proyecto tiene un costo total de USD 227,403.10.

Tabla 5.16

Resumen total de costos

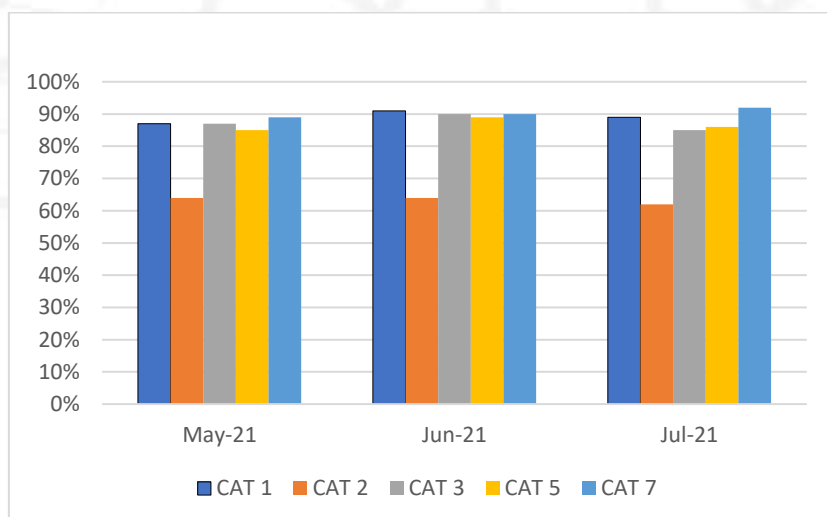
Descripción	Monto
Implementación del taller	\$ 26 403.10
Overhaul de scoop	\$ 200 500
5s	\$ 500
Total	\$ 227 403.10

5.4 Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos se muestran en los indicadores de desempeño a partir del mes de mayo del 2021 que son los de disponibilidad mecánica, nivel de servicio del área logística, cumplimientos de avances y producción. Se evidencia una mejora y tendencia al alza en dichos indicadores comparados con los meses anteriores.

Figura 5.16

Disponibilidad mecánica de Scoops

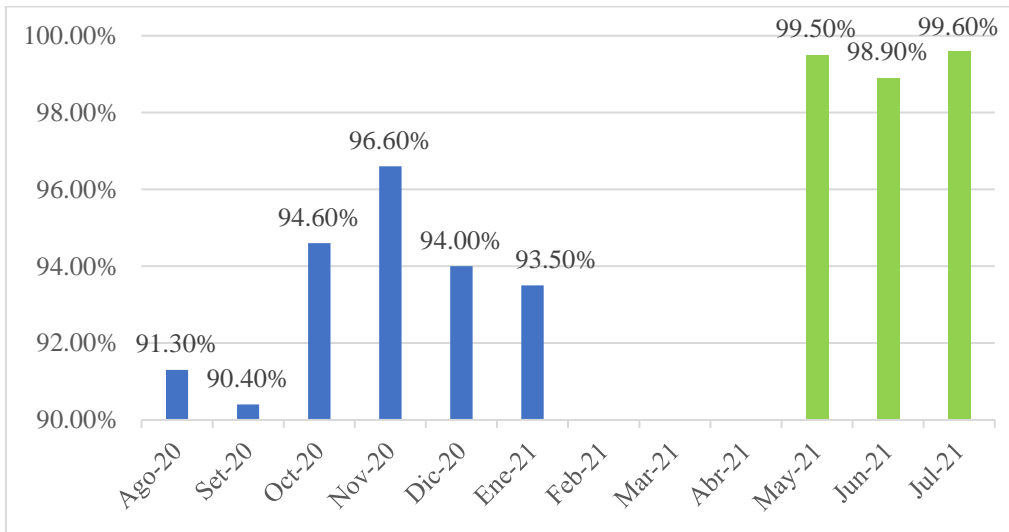


Como se observa en la figura 5.16, la disponibilidad mecánica del CAT 1, mejoró notablemente y se encuentra dentro de los rangos correctos.

Por otro lado, en la figura 5.17, también se observa que el nivel de servicio actual está alrededor de 99%. Si se compara con los primeros meses del año, el nivel de servicio ha mejorado, pues antes bordeaba 93% (véase figura 1.14)

Figura 5.17

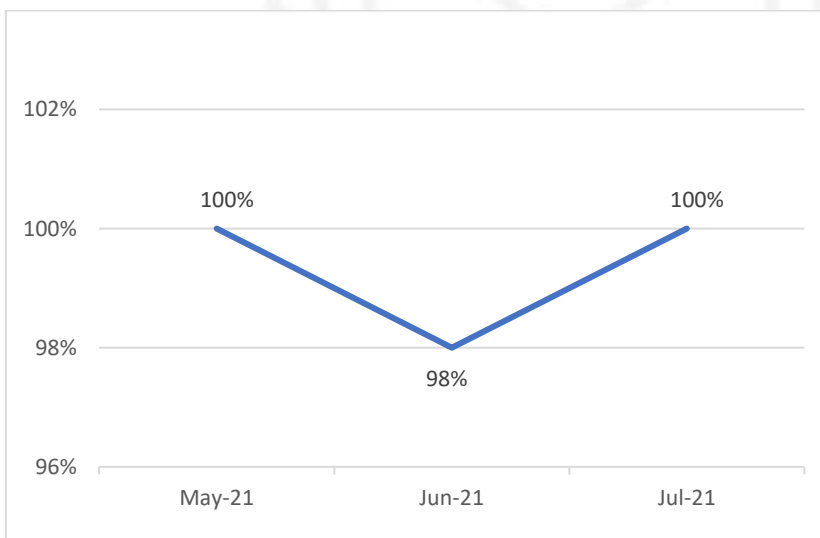
Nivel de servicio del área logística



Gracias al incremento de la disponibilidad mecánica y el nivel de servicio, el resultado más importante que es el cumplimiento de avances tuvo una notable mejora pasando de 93.5 % a inicios del 2021 (véase figura 1.7) a estar entre 98% y 100% para los meses de mayo a julio, como se observa en la figura 5.18. Además, se ha cumplido el programa establecido por Corona en 2 de los últimos 3 meses. Estos resultados son muy importantes para la empresa, pues además del incremento de ingresos, se da una mejor imagen hacia el cliente.

Figura 5.18

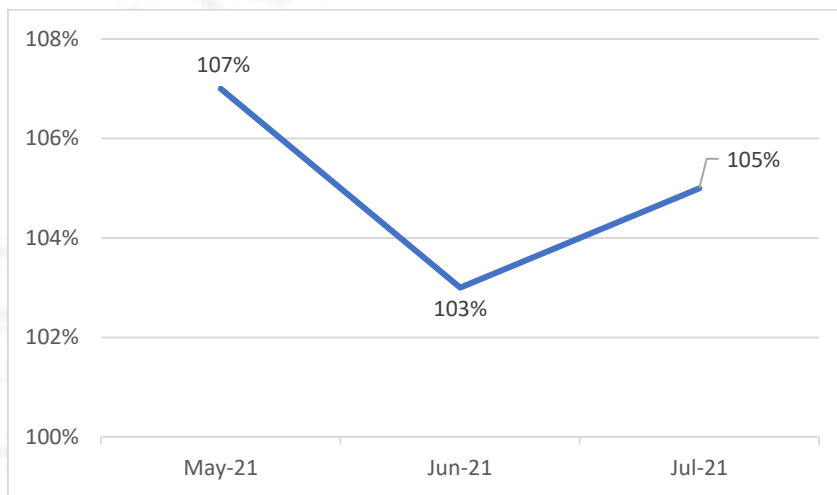
Porcentaje de cumplimiento de avances



El incremento en los avances de obra conlleva al incremento de la producción, pues mientras más labores se desarrollan en la mina, mayor es la cantidad de mineral que se puede extraer. Como se observa en la figura 5.19, este indicador muestra un cumplimiento en el mes de julio del 2021 de 105%, equivalente a aproximadamente 735 000 toneladas de mineral. Como se observa en la figura 1.8, hasta el mes de enero del 2021, casi no se lograba alcanzar la meta de cumplimiento de producción; sin embargo, después del proyecto, superar el 100% fue posible.

Figura 5.19

Porcentaje del cumplimiento de producción



CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se identificó que los problemas que impactan en el incumplimiento de los avances principalmente se deben a la falta de suministros y ausencia de equipos de carguío.
- Se realizó un diagrama ISHIWAKA y un árbol de problemas para identificar las causas raíces de los problemas. De esta manera se identifica que la antigüedad de los equipos y una mala gestión logística tenían impacto en los resultados de las operaciones.
- Se han propuesto 2 soluciones para renovar los equipos de carguío y 3 soluciones para mejorar la gestión logística de la empresa y se seleccionó 1 solución para cada problema.
- Se mostró el desarrollo de las 2 propuestas de manera conjunta. La primera fue realizar la disposición del taller de Overhaul y reparaciones donde se realizó el primer overhaul y la segunda fue realizar la estandarización de los procesos logísticos acompañado de 5S en los almacenes.
- Los valores obtenidos en la medición de los resultados producto de la implementación del proyecto se muestran al final del capítulo 5, donde se observa que los indicadores del mes de Julio evidencian una importante mejora en la disponibilidad del CAT 1 pasando de un 45% a superar el 80% y en el cumplimiento de los avances pasando de un 97% a un 100%

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda desarrollar el proceso de overhaul al resto de la flota de Scoops, Jumbos y Dumper que lleguen al término de su vida útil
- Se recomienda medir el costo total de operación de un scoop reparado en taller de PEGAMA y compararlo con el costo total de operación de un scoop reparado por el dealer de la marca CAT.
- Se recomienda investigar nuevas tecnologías que permitan acelerar los procesos de overhaul
- Se recomienda evaluar la posibilidad de adquirir vehículos que permitan el traslado de suministros exclusivos de PEGAMA y de esta manera, se podría solucionar una causa más de la problemática de esta empresa.

REFERENCIAS

- Ministerio de Energía y Minas. (07 de Enero de 2020). *Directorio Minero*.
http://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=1&idTitular=162&idMenu=su b150&idCateg=162
- Ministerio de Energía y Minas. (30 de Abril de 2019). *Boletín Estadístico Minero*.
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2019/BEMMAR2019.pdf>
- FOREX, L. (2021). <https://www.liteforex.com/es/blog/analysts-opinions/prevision-precio-oro/>
- LME. (2021). <https://www.lme.com/>
- BCRP. (2021). *REPORTE DE INFLACIÓN MARZO 2021*.
- Cardozo, M. (04 de 01 de 2021). *INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERÚ*. <https://iimp.org.pe/institucional/noticias/mineria-2021:-perspectivas-2021-y-la-agenda-del-sector-minero-peruano>
- Ministerio de energía y minas. (2021). Boletín estadístico minero.
- RESEMIN. (2021). *MUKI FF*.
https://www.resemin.com/index.php?route=product/product&product_id=61
- RESEMIN. (2021). *MUKI LHBP-2R*.
https://www.resemin.com/index.php?route=product/product&product_id=56
- RESEMIN. (2021). *SMALL BOLTER 99*.
https://www.resemin.com/index.php?route=product/product&product_id=77
- CAT. (2021). *RI300G*.
(https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/underground-hard-rock/underground-mining-load-haul-dump-lhd-loaders/18192466.html)
- SANDVIK. (2021). *DD210 DEVELOPMENT DRILL RIG*.
<https://www.rocktechnology.sandvik/es-la/productos/equipos-de-perforaci%C3%B3n-subterr%C3%A1nea-y-empunadores/equipos-de-perforaci%C3%B3n-de-desarrollo/equipo-de-perforaci%C3%B3n-paradesarrollodd210/>
- KOMATSU. (2021). *Mining.komatsu*. Camiones Joy 16TD.
<https://mining.komatsu/es/product-details/joy-16td>
- Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. (26 de Noviembre de 2019).
<https://iimp.org.pe/noticias/mejores-proyecciones-para-el-oro-y-el-cobre>

BIBLIOGRAFÍA

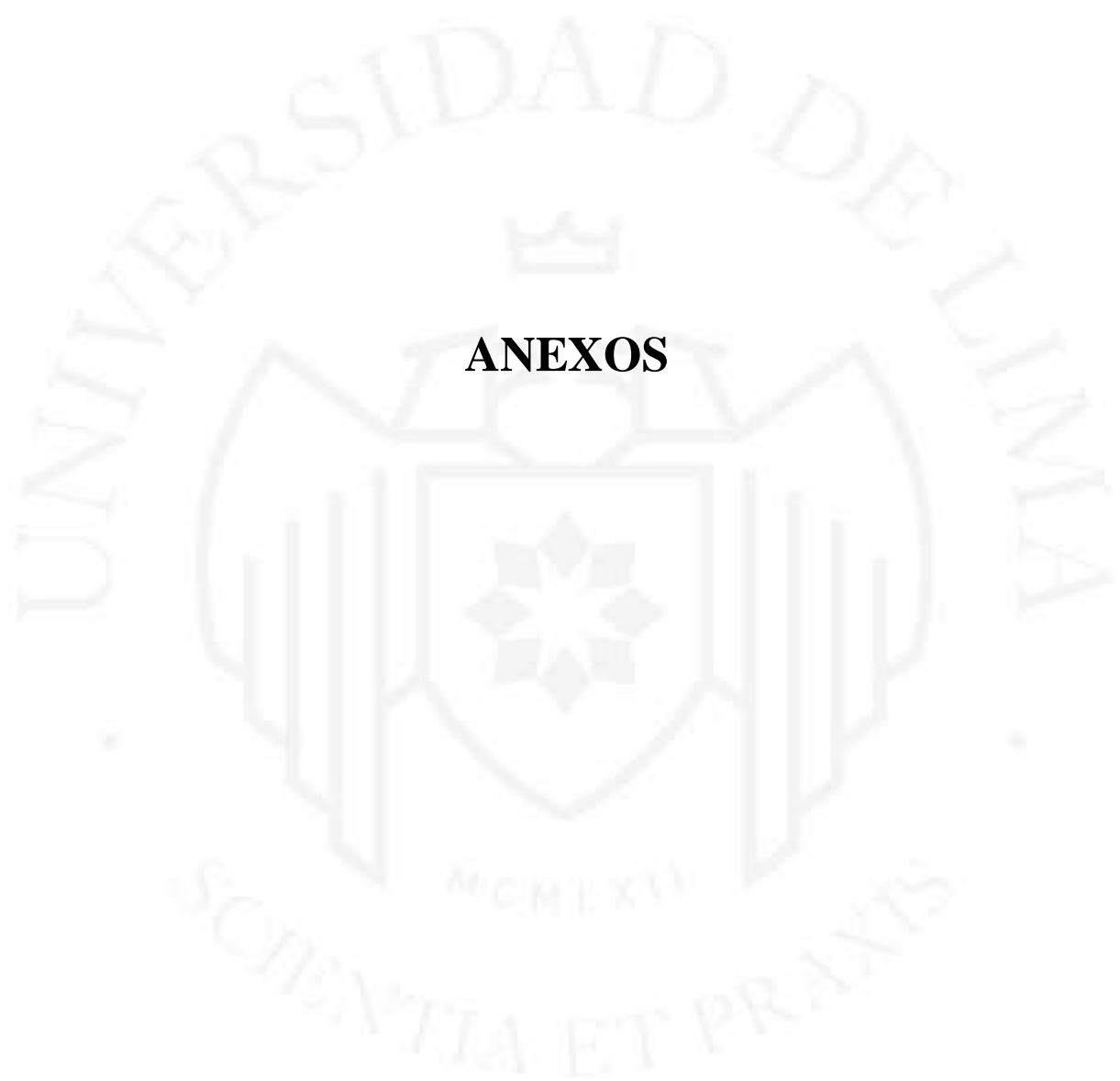
Costa, C. et al (2018). *Implementation of 5s methodology in a metalworking company*. DAAAM international scientific book 2018

E.Dhanashree (2020). Implementation of “5s methodology” in an organization. *ARRF*, 7, 13-23.

Ruiz, O. y Josselyn C. (2019). Efectos de la implementación de 5s en talleres de mantenimiento de maquinaria pesada. [Proyecto de Investigación para la obtención del Título de Ingeniero Civil, Unach. Riobamba]

Alvarez Popovich, S. (2020). *Mejora en el proceso de gestión de compras, respecto a la validación de nuevos materiales, gestión de no conformidades y evaluación de desempeño de proveedores en la empresa San Esteban S.A.* [trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima.]

Martinez, M. (2007). *Gestión de compras* . Fundación COFEMETAL.



ANEXOS

Anexo 1: Fotografías de las mesas de trabajo en el área de reparación de componentes



**Anexo 2: Fotografías del proceso de reparación de una
cuchara de scoop R1300G**



Anexo 3: Fotografías de motor, transmisión y ejes diferenciales antes de ser reparados



Anexo 4: Fotografías durante la reparación del bastidor posterior y delantero de un Scoop R1300G



Anexo 5: Fotografías de componentes reparados a la espera de su instalación



Anexo 6: Fotografías del motor reparado y la instalación de los ejes diferenciales en el scoop R1300G



**Anexo 7: Fotografía del scoop R1300G después del
proceso de overhaul**

