

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de suficiencia Profesional

**Disminuir la vibración de los paquetes de rodillos
mediante la estandarización de medidas en la
producción de bolas de molienda de la empresa
Molycop Adesur**

William Jesus Zegarra Gomez

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2023

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

TSP - ZEGARRA GOMEZ WILLIAM JESUS

INFORME DE ORIGINALIDAD

35%

INDICE DE SIMILITUD

35%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

18%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	10%
2	www.cursosaula21.com Fuente de Internet	10%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	3%
4	proactivo.com.pe Fuente de Internet	2%
5	es.wikipedia.org Fuente de Internet	2%
6	ul.edu.co Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Militar Nueva Granada Trabajo del estudiante	1%
8	rodavigo.net Fuente de Internet	<1%
9	www.gef.es Fuente de Internet	

<1 %

10

Submitted to Universidad Alas Peruanas

Trabajo del estudiante

<1 %

11

obsbusiness.school

Fuente de Internet

<1 %

12

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

13

www.monografias.com

Fuente de Internet

<1 %

14

Submitted to Instituto Superior de Artes,
Ciencias y Comunicación IACC

Trabajo del estudiante

<1 %

15

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

16

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

17

Submitted to Universidad Manuela Beltrán

Trabajo del estudiante

<1 %

18

repositoriodspace.unipamplona.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

19

Submitted to Universidad Inca Garcilaso de la
Vega

Trabajo del estudiante

<1 %

20	Submitted to Instituto Madrilen de Formacion Trabajo del estudiante	<1 %
21	www.gekon.net.pl Fuente de Internet	<1 %
22	www.buenastareas.com Fuente de Internet	<1 %
23	biblos.uamerica.edu.co Fuente de Internet	<1 %
24	site.age-alfena.net Fuente de Internet	<1 %
25	www.nucleodoconhecimento.com.br Fuente de Internet	<1 %
26	contenido.bce.fin.ec Fuente de Internet	<1 %
27	garciasayan.com Fuente de Internet	<1 %
28	especiales.elheraldo.co Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
30	prezi.com Fuente de Internet	<1 %

31	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	www.lexology.com Fuente de Internet	<1 %
34	yuneux.com Fuente de Internet	<1 %
35	doczz.com.br Fuente de Internet	<1 %
36	lacamara.pe Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
38	Submitted to Universidad de San Buenaventura Trabajo del estudiante	<1 %
39	m.mlb.com Fuente de Internet	<1 %
40	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
41	www.baruta.gov.ve Fuente de Internet	<1 %
42	www.dspace.uce.edu.ec	

Fuente de Internet

<1 %

43

www.ssoar.info

Fuente de Internet

<1 %

44

doku.pub

Fuente de Internet

<1 %

45

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

46

www.bancomer.com

Fuente de Internet

<1 %

47

www.minsalud.gov.co

Fuente de Internet

<1 %

48

www.onlymanuals.com

Fuente de Internet

<1 %

49

www.peruweek.pe

Fuente de Internet

<1 %

50

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme fortaleza para vencer las adversidades. A mi padre en el cielo, por darme la oportunidad de ser profesional, a mi madre, por su constante apoyo, a mi novia, por sus muestras de cariño y amor hacia mi persona y por su labor desinteresada.

A la Universidad Continental y al Ing. Steve Torres, por haberme brindado los mejores conocimientos para, de esta manera, contar con más oportunidades de salir adelante, y poder culminar mi proyecto.

A la empresa Molycop y a los ingenieros, que me dan la oportunidad de desarrollarme como profesional día a día.

DEDICATORIA

A mi padre, Guillermo Zegarra, en el cielo, por darme la oportunidad de ser la clase de persona y la clase de profesional que soy.

ÍNDICE

Agradecimiento	ii
Dedicatoria	iii
Índice	iv
Lista de tablas	viii
Lista de figuras	ix
Resumen	xi
Introducción	xii
CAPÍTULO I	13
ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	13
1.1. Datos generales de la empresa	13
1.2. Actividades principales de la empresa	14
1.3. Reseña histórica de la empresa	14
1.4. Organigrama de la empresa	16
1.5. Visión y misión	17
1.6. Bases legales o documentos administrativos	17
1.6.1. Normas nacionales.....	17
1.6.2. Normas nacionales.....	18
1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales	18
1.7.1. Área de operaciones.....	18
1.7.2. Área de Mantenimiento.....	18
1.7.3. Área de seguridad	19
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa	19
CAPÍTULO II	22
ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	22
2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional	22
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional	23
2.3. Objetivos de la actividad profesional	23
2.3.1. Objetivo principal	23
2.3.2. Objetivo específico	24
2.4. Justificación de la actividad profesional.....	24
2.4.1. Técnica.....	24
2.5. Profesional	24
2.6. Resultados esperados.....	25
CAPÍTULO III	26
MARCO TEÓRICO	26

3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas	26
3.1.1. Vibración.....	26
3.1.2. Tipos de instrumentos para el análisis de vibraciones	29
3.1.3. Acelerómetros	29
3.1.4. Sensores de proximidad o proxímetros	30
3.1.5. Sensores de desplazamiento	30
3.1.5.1. Sensores de velocidad o velocímetros	30
3.1.6. Vibrómetros.....	31
3.1.7. Analizadores de frecuencia	31
3.1.8. Monitoreo de vibraciones on line	32
3.1.8.1. Técnicas que se utilizan para hacer la medición de vibraciones	33
3.1.9. Cálculo del espectro de vibración esperado	33
3.1.10. Digitalización de la señal	33
3.1.11. Convertir a espacio de frecuencia	33
3.1.12. Análisis de fase.....	34
3.1.13. Análisis de datos de vibración	34
3.1.13.1. Picos de vibración síncrona	34
3.1.13.2. Picos subsíncronicos.....	34
3.1.13.3. Caseta de laminación o paquete de rodillos	35
3.1.13.4. Rodillo de laminación.....	35
3.1.13.5. Eje	36
3.1.13.6. Rodamientos de rodillos cónicos.....	36
3.1.13.7. Tuerca de fijación.....	37
3.1.13.8. Arandelas de fijación.....	38
3.1.13.9. Péndulo o brazo.....	38
3.1.13.10. Vernier o pie de rey	38
3.1.13.11. Micrómetro de exteriores.....	39
3.1.13.12. Micrómetro de interiores	39
3.1.13.13. Flexómetro	40
3.1.13.14. Bomba hidráulica	40
3.1.13.15. Tuerca hidráulica	41
CAPÍTULO IV.....	42
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	42
4.1. Descripción de actividades profesionales	42
4.1.1 Enfoque de las actividades profesionales.....	42
4.1.2 Alcance de las actividades profesionales	42
4.1.3 Entregables de las actividades profesionales.....	46

4.3.3.26. Lubricación	77
CAPÍTULO V	79
RESULTADOS	79
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas	79
5.2. Logros alcanzados	79
5.3. Dificultades encontradas.....	80
5.4. Planteamiento de mejoras	80
5.4.1. Metodologías propuestas.....	80
5.4.2. Trabajo en equipo	81
5.4.3. Descripción de la implementación.....	81
5.5. Análisis.....	81
5.6. Aporte del bachiller en la empresa	95
Conclusiones.....	96
Recomendaciones	97
Lista de referencias	98
Anexos	99

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normas nacionales 1.....	17
Tabla 2. Normas nacionales 2.....	18
Tabla 3. Responsabilidades del cargo del bachiller	19
Tabla 4. Responsabilidades del cargo del bachiller como líder de célula	21
Tabla 5. Inventario de todos los componentes del paquete de rodillos	47
Tabla 6. Cronograma de actividades realizadas.....	50
Tabla 7. Alojamiento de rodamiento en brazo.....	63
Tabla 8. Alojamiento de excéntrica en brazos.....	63
Tabla 9. Alojamiento menor.....	64
Tabla 10. Alojamiento.....	64
Tabla 11. Juegos residuales	67
Tabla 12. Producción de rodillos en julio del 2017	83
Tabla 13. Producción de rodillos en agosto del 2017	84
Tabla 14. Producción de rodillos en septiembre del 2017.....	85
Tabla 15. Información de rodillos que han producido en octubre	86
Tabla 16. Información de rodillos que han producido en noviembre	87
Tabla 17. Rendimiento de rodillos mecanizados del 28/12/17 al 31/01/18.....	88
Tabla 18. Rendimiento de rodillos mecanizados del 31/01/18 al 29/02/18.....	89
Tabla 19. Rendimiento de rodillos mecanizados del 28/02/18 al 29/03/18.....	90
Tabla 20. Rendimiento de rodillos mecanizados del 31/3/18 al 28/04/18.....	91
Tabla 21. Rendimiento de rodillos mecanizados del 31/05/18 al 20/06/18.....	92
Tabla 22. Rendimiento de rodillos mecanizados del 28/07/18 al 22/08/18.....	93
Tabla 23. Rendimiento de rodillos mecanizados del 31/08/18 al 14/09/18.....	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valor de importación.....	13
Figura 2. Valor de exportación.....	14
Figura 3. Organigrama de la empresa	16
Figura 4. Vibrómetro	31
Figura 5. Diagrama básico del análisis de vibraciones	32
Figura 6. Caseta de laminación o paquete de rodillos.....	35
Figura 7. Rodillo de laminación	35
Figura 8. Eje	36
Figura 9. Rodamientos de rodillos cónicos	37
Figura 10. Tuerca de fijación.....	37
Figura 11. Vernier o pie de rey	39
Figura 12. Micrómetro de exteriores.....	39
Figura 13. Micrómetro de interiores	40
Figura 14. Flexómetro.....	40
Figura 15. Bomba hidráulica	41
Figura 16. Tuerca hidráulica.....	41
Figura 17. Secuencia del alcance de las actividades profesionales.....	43
Figura 18. Medidas a inspeccionar en todos los brazos	46
Figura 19. Tabla para obtener la altura en porcentaje según el diámetro de rodillo y bola	46
Figura 20. Vista frontal de rodillos laminadores	51
Figura 21. Vista frontal de rodillos laminadores	51
Figura 22. EPP para el armado de rodillos laminadores	53
Figura 23. EPP adecuados para el calentado de brida cónica.....	54
Figura 24. Calibración e inspección de rodamientos	55
Figura 25. Calibración de brazos	56
Figura 26. Inspección y calibración de eje con su acople (brida)	57
Figura 27. Inspección de canal chavetero y chaveta	58
Figura 28. Inspección de ejes	59
Figura 29. Inspección de cilindros neumáticos.....	60
Figura 30. Inspección de tintes penetrantes de barra Solís.....	61
Figura 31. Inspección y calibración de puentes	62
Figura 32. Inspección y calibración de puentes	62
Figura 33. Calibración de excéntricas.....	63
Figura 34. Inspección y calibración de componentes menores.....	65
Figura 35. Calibración de pines, anillos de 19 y 54 mm	66

Figura 36. Posicionamiento de rodillos.....	66
Figura 37. Montaje de rodamiento.....	67
Figura 38. Ajuste de rodamiento.....	68
Figura 39. Ajuste de tuerca de sujeción	69
Figura 40. Montaje de brazos	70
Figura 41. Montaje de cilindros neumáticos	71
Figura 42. Montaje de brazos perpendiculares a ejes.....	72
Figura 43. Montaje de puente y excéntricas	73
Figura 44. Montaje de bridas.....	74
Figura 45. Forma correcta de calentar una brida	74
Figura 46. Calentamiento de bridas	75
Figura 47. Montaje de barras Solís	76
Figura 48. Medición de la altura del paquete	77
Figura 49. Lubricación.....	78

RESUMEN

En el presente informe de trabajo de suficiencia profesional, se expone la disminución de la vibración de los paquetes de rodillos mediante la estandarización de medidas en la producción de bolas de molienda en la empresa Molycop Adesur.

El principal problema que se tiene es la excesiva vibración en los paquetes de rodillos durante su producción, además de la baja capacidad de tonelaje de cada rodillo, lo que se ve reflejado en la baja productividad mensual.

El objetivo de las actividades profesionales es desarrollar y mostrar un conjunto de medidas estandarizadas que ayuden a llevar un mejor control de todos los componentes de los paquetes de rodillos, y así disminuir la vibración de estos paquetes en producción y tengan más tonelaje acumulado.

El desarrollo del informe inicia hablando de las características generales de la empresa. Seguidamente, se dispondrá a dar experiencia propia del bachiller de cada una de las labores de las que fue parte importante para el adecuado desarrollo, describiendo los procesos operativos, los aportes brindados y las consideraciones más sustanciosas. En la parte final del presente informe se encuentra una serie de apreciaciones, conclusiones y recomendaciones para cada una de las labores mencionadas.

La implementación de este conjunto de medidas se llevó a cabo satisfactoria y efectivamente desde el año 2018, obteniendo resultados muy buenos, logrando reducir la vibración de los rodillos en la línea de producción y, además, incrementado así la productividad mensual de la RF4.

Palabras claves: paquete de rodillos

INTRODUCCIÓN

En el presente informe, se hace mención del trabajo realizado dentro de la empresa Molycop Adesur, empresa del rubro minero que se dedica a la fabricación de bolas para molienda. El trabajo está netamente relacionado al principal equipo dentro de la planta que son los paquetes de rodillos o casetas laminadoras.

El principal problema es la alta vibración de los rodillos cuando producen y, por ende, tienen un bajo tonelaje o productividad mensual, que es observada por el gerente de la corporación. Por ello, se desarrolla el presente trabajo que consta principalmente en la estandarización de un conjunto de medidas de todos los componentes de los paquetes de rodillos para poder así disminuir la vibración de estos paquetes y aumentar su productividad. El desarrollo se efectuó en la planta de Molycop en La Joya, Arequipa.

El capítulo 1, trata sobre los aspectos generales de la empresa, como datos generales, actividades principales, reseña histórica, organigrama, visión y misión, bases legales, descripción del área, descripción del cargo del bachiller.

En el capítulo 2, se trata sobre los aspectos generales de las actividades profesionales, como: antecedentes o diagnóstico situacional, identificación de oportunidad, objetivos, justificación y resultados esperados.

En el capítulo 3 se trata sobre el marco teórico.

En el capítulo 4, está la descripción de las actividades profesionales, como descripción de actividades profesionales, aspectos técnicos de la actividad profesional y ejecución de las actividades profesionales.

El capítulo 5, es sobre los resultados obtenidos al finalizar el proyecto, como resultados finales, logros alcanzados, dificultades encontradas, planteamiento de mejoras, análisis y aporte del bachiller en la empresa.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.1. Datos generales de la empresa

Los datos principales de la empresa Molycop Adesur, establecidos ante la Sunat con RUC N.º 20100192064, con el nombre o razón social Molycop Adesur S. A. La fecha de inicio de todas sus operaciones fue el 29/6/1980 y hasta la actualidad se viene desempeñando en el rubro minero, con la fabricación de bolas para molienda, por laminación y prensado. Su domicilio fiscal es Avenida Santa Rosa N.º 110, distrito de Santa Anita.

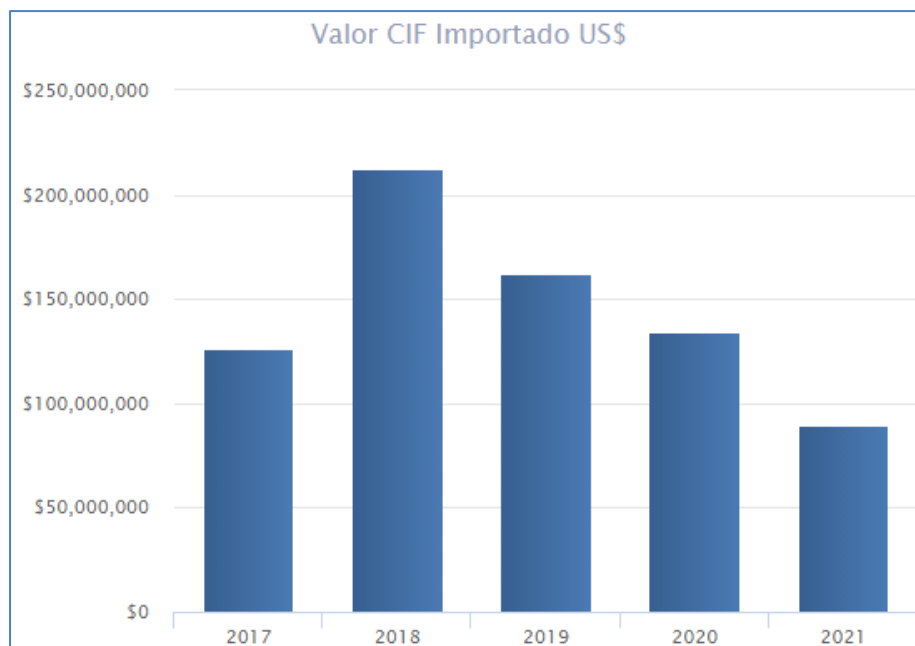


Figura 1. Valor de importación

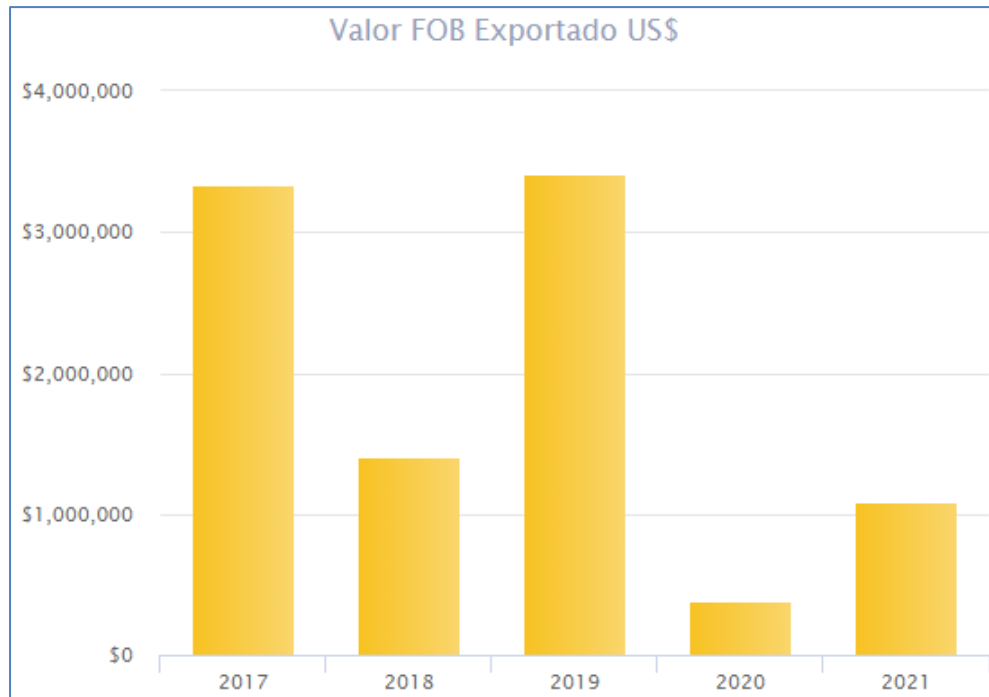


Figura 2. Valor de exportación

1.2. Actividades principales de la empresa

La larga trayectoria de Molycop ha formado una empresa con productos líderes en la industria y una presencia internacional única. Molycop se enfoca en el futuro, expandiendo sus capacidades actuales para atender la creciente demanda generada por una amplia gama de operaciones mineras en todo el mundo y desarrollando productos innovadores de consumibles mineros y servicios asociados que forman y mejorarán la industria minera para muchas generaciones venideras.

Molycop se dedica actualmente a la fabricación de bolas para molienda por el proceso de laminación y prensado, fabrica bolas con diámetro de 1”, 1.5”, 2”, 2.5”, 3”, 3.5”, 4”, 5” y 5.5”. Además, también fabrica reactivos químicos que, en contacto con el material extraído de los socavones, hace que el mineral flote.

1.3. Reseña histórica de la empresa

Molycop Adesur se funda en Arequipa el año 1978 como Aceros del Sur, siendo los socios fundadores Aceros Arequipa y Cofide. Un año después, es incorporado como socio al grupo ARMCO, una de las más grandes corporaciones del mundo en el negocio del acero en ese entonces, y que era el líder mundial en la producción y comercialización de bolas de acero para la minería. Cofide, con el tiempo, fue transfiriendo sus acciones a un grupo de accionistas arequipeños. Algo muy particular de Molycop Adesur es que formó parte de distintas corporaciones, tres corporaciones de acero americanas, una minera británico-sudafricana, una

australiana de minería y acero, y ahora se vuelve a pertenecer a un grupo americano. Estos cambios siempre han planteado retos difíciles, pero a la vez le han permitido el beneficio de trabajar con distintas culturas empresariales y personas de distintos países lo que ha permitido dejar un legado que ha contribuido al crecimiento sostenible de esta empresa.

Al respecto de su denominación, fue cambiando de nombre debido a los cambios de dueños, de Aceros del Sur pasamos a ser Armco-Adesur hasta el año 1993 y a partir del año 1995 pasamos a ser Molycop Adesur.

Las operaciones de producción se inician en el año 1981 con una sola línea de producción y con una capacidad de 10,000 TM/año, en ese momento solo se podían fabricar diámetros desde 2 hasta 3 pulgadas. Comparada con sus similares en otras partes del mundo, esta fue la planta más pequeña de la corporación por muchos años, lo que a su vez reflejaba que el sector minero en el Perú aún no se había desarrollado de la manera como lo haría en los siguientes años. Su crecimiento en producción y ventas ha sido gradual y sostenible, y es a partir del año 1997 que realiza la primera expansión importante, ya que pasa a una capacidad de 40,000 TM/año y construye la primera línea de producción de bola SAG (*), siendo su rango de producción desde 1 pulgada hasta 5.5 pulgadas.

La siguiente importante expansión fue en el año 2002, con la apertura de su planta en Lima, inicialmente con una capacidad de producción de 40,000 TM/año. Es importante mencionar que, a lo largo de la historia, Molycop Adesur ha invertido más de 180 millones de dólares en mejoras tecnológicas y aumento de capacidad en sus operaciones productivas.

1.4. Organigrama de la empresa



Figura 3. Organigrama de la empresa

1.5. Visión y misión

Misión: ser una empresa de servicios múltiples, líder en el Perú que contribuya al desarrollo del sector industrial, minero y construcción por proyección internacional, dando productos de alta calidad con reconocimiento de nuestros clientes y en beneficio de nuestra comunidad.

Visión: ofrecer a nuestros clientes productos de alta calidad, que solucionen sus problemas y satisfagan sus necesidades, cumpliendo los estándares internacionales en todas nuestras operaciones.

1.6. Bases legales o documentos administrativos

1.6.1. Normas nacionales

Tabla 1. Normas nacionales 1

Ley 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo
Decreto legislativo N.º 109	Ley general de minería
Decreto legislativo N.º 1272	Modificatoria de la ley de procedimientos administrativos
Decreto legislativo N.º 006 – 2017 JUS	TUO de la ley de procedimiento administrativo general
Decreto legislativo N.º 2991	Ley que precisa competencias a Osinergmin
R.M. N.º 375 - 2008 - TR	Ergonomía y procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico
Norma G - 50	Norma de seguridad durante la construcción
Decreto de urgencia N.º 044- 2019	Atentado contra las condiciones de seguridad y salud en el trabajo
Decreto supremo N.º 044- 2020 - PCM	Declaración de estado de emergencia ante el brote del covid-19
Decreto supremo N.º 055- 2020 - TR	Guía para la prevención de coronavirus en el ámbito laboral
Resolución ministerial N.º 448 - 2020 - Minsa	Lineamientos para la vigilancia y la salud de los trabajadores con riesgo de exposición al covid-19
Resolución ministerial N.º 312 - 2011 - Minsa	Protocolos de exámenes médico-ocupacionales

1.6.2. Normas nacionales

Tabla 2. Normas nacionales 2

ISO 9001	Gestión de calidad
ISO 14001	Gestión ambiental
ISO 45001	Gestión de seguridad y salud en el trabajo
ISO 27001	Gestión de seguridad de la información
ISO 39001	Gestión de la seguridad vial
ISO 31000	Gestión de riesgos

1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales

1.7.1. Área de operaciones

La imparable transformación en la que está inmersa la empresa Molycop convierte la diferenciación en un factor clave de competitividad. Además, no debemos olvidar que siempre es el eje que hará posible el éxito del negocio. Por este motivo, el papel que desempeña el Departamento de Operaciones en Molycop es crucial para posicionarse en el mercado, aportar valor añadido y no quedarse atrás en un entorno de innovación constante.

1.7.2. Área de Mantenimiento

- Los mecánicos, son los que instalan, mantienen y reparan todo el equipo mecánico.
- Los electricistas, que son los que instalan, reparan y mantienen todo el equipo eléctrico, incluyendo las plantas eléctricas y a todo el equipo de comunicaciones.
- Entre las responsabilidades de esta sección se incluye muy a menudo la provisión y conservación de todo equipo contra incendios (mangueras, extintores, rociadores, aspersores), a no ser que exista un departamento separado dedicado exclusivamente a tal efecto, y el cuidado y control del equipo de calefacción y ventilación.
- Ayudantes, que son los que llevan a cabo el traslado de materiales y equipos. Entre ellos, generalmente se incluye una cuadrilla de cargadores equipada para poder transportar cargas voluminosas y pesadas.
- Subcontratistas, estos son especialmente útiles no solo para transportar cargas muy pesadas, sino para mantener equipos especiales, como teléfonos y maquinaria de oficina.

1.7.3. Área de seguridad

- El Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, tiene por misión contribuir al mejoramiento del bienestar integral de los trabajadores, independientemente de su forma de vinculación, mediante acciones de referencia, seguimiento y vigilancia.
- El sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de la empresa Molycop, fomenta la participación de todas las áreas, con el fin de mejorar las condiciones de salud y de trabajo en población laboral, independientemente de su forma de vinculación, mediante acciones coordinadas de promoción de la salud, la prevención y el control de los riesgos, de manera que faciliten el bienestar de la comunidad laboral y la productividad de la institución.
- La empresa Molycop, implementa el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, mediante la planificación, organización, ejecución y evaluación de los procesos y acciones sobre las condiciones de salud (medicina laboral y preventiva) y de trabajo (higiene y seguridad industrial), tendientes a mejorar las condiciones individuales y colectivas de los trabajadores, garantizando el bienestar, la salud de los empleados y la institución en general.

1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa

El título del puesto asignado dentro de la empresa Molycop es Ingeniero de Producción, adicionalmente a ello, también se me delegó como líder de célula de una línea (RF2).

A continuación, se detallan las responsabilidades como ingeniero de producción y líder de célula:

Tabla 3. Responsabilidades del cargo del bachiller

Componente	Definición	Descripción
Códigos de práctica	Los códigos de práctica se generan por la identificación de los mayores riesgos en nuestra operación y su gestión adecuada nos ayuda a mitigarlos. Los <i>champions</i> son los que facilitan y supervisan su implementación, pero todos somos parte del sistema.	Nivel de implementación del código de práctica a su cargo. Desarrollo de CEFO y gestión de los hallazgos Objetivo de implementación relacionado a un COP sin ser <i>champion</i> de uno
<i>Safety Eyes</i>	Las observaciones de seguridad son prácticas de trabajo seguro que ayudan a identificar peligros o riesgos en cada interacción o visita a campo y que son gestionadas inmediatamente y de forma comunicada	Desarrollo de la observación de seguridad, analizar la situación y dar retroalimentación a los trabajadores involucrados
Liderazgo visible	El liderazgo visible es una práctica que se realiza día a día en todas las interacciones que tenemos con cualquier persona y que demuestra	Realizar interacciones con sus compañeros de trabajo de liderazgo visible

	el compromiso que tenemos con los valores de la empresa	
<i>Process owner / report</i>	La base de la gestión de una empresa es la gestión de sus procesos y la correcta diagramación y estandarización permiten la mejora continua	Desarrollo del proceso a su cargo. Gestión de los indicadores del proceso
<i>Kaizen mayor</i>	Los <i>kaizen</i> son actividades donde se identifican oportunidades de mejora y se las trabaja de modo ordenado con metodologías adecuadas para hacer el seguimiento y demostrar los resultados que se han logrado	Definición y ejecución del <i>kaizen</i> mayor con su desarrollo y resultados
<i>Kaizen menor</i>	El <i>kaizen</i> menor se realiza con tres o menos personas y está enfocada en potenciar oportunidades de mejora que se pueden lograr sin mucha inversión de tiempo o dinero	Desarrollo de un <i>kaizen</i> menor por mes
Proyecto de mejora	El proyecto de mejora va enfocado a un proyecto mayor que ha identificado la persona y que va a trabajar e implementar en el año fiscal del contrato de performance	Definición, ejecución y desarrollo de un proyecto de mejora
5S participación	Las 5S son la base de la metodología <i>Lean</i> que se viene trabajando en la empresa y todos debemos demostrar una participación en la misma	Gestión de su área de responsabilidad en las 5S
Implementación TPM	La implementación del TPM es parte de la metodología <i>Lean</i> y busca el que todos estemos involucrados en el cuidado de los activos y participemos de modo visible en esas actividades	Implementación del TPM en su zona de responsabilidad
MDI y <i>gemba walks</i>	La gestión <i>Lean</i> empieza porque los problemas diarios se identifiquen y salgan a flote para que nos den la oportunidad de involucrarnos y solucionarlos y esto se logra mediante el MDI y los <i>gemba walks</i>	Participación en los MDI y <i>gemba walks</i> , ejecución de acciones comprometidas
Capacitación personal	Cursos que se ha llevado para mejorar competencias o habilidades. Cursos que han sido desarrollados e impartidos a sus pares o colaboradores para lo mismo.	Cursos de capacitación asistidos en su área de gestión. Cursos de capacitación impartidos a trabajadores o pares
Supervisión / apoyo	Participación en la implementación de proyectos o alternativas de mejora en las líneas en apoyo a sus compañeros	Participación en supervisión o apoyo en supervisión para proyectos y situaciones especiales
Otros	Otras actividades que haya realizado de modo voluntario para lograr la mejora en el trabajo o en el involucramiento del personal en el logro de los objetivos de la empresa	Otras actividades realizadas durante el mes que aporte en la gestión general de planta

Tabla 4. Responsabilidades del cargo del bachiller como líder de célula

Responsabilidades del líder de célula	
1	Responsable del personal asignado
1.1	Asegurar el conocimiento de los COPS por parte de los miembros de la célula.
1.2	Mantener un plan de vacaciones anual y control de estas.
1.3	Desarrollar polifuncionalidad de los colaboradores en las líneas.
2	Responsable de las 5S
2.1	Mantener las 5S en el área asignada
2.2	Realizar auditorías mensuales y reportarlas
2.3	Mantener actualizada la pizarra de 5S.
3	Responsable del mantenimiento autónomo de la línea
3.1	Desarrollar y cumplir el plan de lubricación.
3.2	Desarrollar y cumplir el plan de inspecciones.
3.3	Desarrollar y cumplir el plan de cambio de filtros.
3.4	Desarrollar y cumplir los <i>check list</i> de arranque de línea
3.5	Canalizar las observaciones del personal para el mantenimiento correctivo.
4	Responsable de los tiempos de cambio de línea
4.1	Desarrollar la lista de actividades de cambio de línea
4.2	Mantener actualizado el registro de cambios de su línea
4.3	Mantener actualizado el registro de <i>check list</i> previos a cambios de línea
5	Responsable de la utilización del herramental
5.1	Definir el <i>stock</i> de herramental
5.2	Asegurar el correcto uso y maximizar rendimiento

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional

En Molycop se producen bolas de molienda de diferentes tamaños y composición mediante laminación o forja. Son numerosos los factores que afectan a la cinética del proceso, entre los que se puede destacar el tipo de molino, atmósfera, velocidad de giro del rotor, tiempo de molienda, tamaño y densidad de las bolas, relación de masas bolas/polvo y carga de alimentación. Los anteriores factores pueden determinar el tiempo necesario para completar la molienda, provocar reacciones o modificar los tiempos de reacción, alterar el grado de deformación del material del proceso en sí.

En el desarrollo de mis funciones como profesional de supervisor se detectó que en el proceso de elaboración de las bolas de molienda se generaba bastante vibración en los paquetes de rodillos, con lo que se evidencia la siguiente problemática;

La cosmética de la bola de molienda se elaboraba dentro de los estándares óptimos en los paquetes de rodillos, sin embargo, la vibración de estos equipos era demasiada. Al corregir esta vibración se generaba mala cosmética a la bola y a su vez baja producción de tonelaje de bola de molienda.

Por consiguiente, hay que tener en cuenta que las bolas de molienda, son bolas de acero forjado con alto contenido de carbono de alta dureza, que permiten maximizar su rendimiento frente al desgaste y el impacto en la molienda de minerales, esta funcionalidad es la que prima al momento de la elaboración de las bolas de molienda, si afecta su propia elaboración –de la

bola de molienda– entonces su uso no sería el óptimo y, por lo tanto, el procedimiento y la maquinaria que se utiliza para su elaboración no cumplen con los requisitos necesarios lo que genera baja productividad e inferior calidad del producto final.

2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional

Desarrollado el diagnóstico situacional, como profesional bachiller en Ingeniería Mecánica con conocimiento académico suficiente y acompañado de la experiencia profesional me encuentro en la capacidad para definir el siguiente problema: **¿Cuál es el principal problema en los paquetes de rodillos que no permite aumentar la producción de bolas de molienda?**

Para absolver a estas dudas he desarrollado el siguiente planteamiento:

- Identificar y resolver problemas relacionados con máquinas y con procesos de transformación y usos del calor.
- Desarrollar modelos matemáticos y computacionales para facilitar la aplicación de los criterios de ingeniería en la optimización de los equipos o procesos que está diseñando, seleccionando o instalando.
- Planear y dirigir operaciones de manufactura y mantenimiento de maquinaria, evaluar y optimizar procesos de producción y mantenimiento.
- De la intervención principal además tendrá derivados como:
 - Estandarización de las medidas de los componentes.
 - Aplicación de un procedimiento de armado de paquetes de rodillos para la elaboración de bolas de molienda.

2.3. Objetivos de la actividad profesional

2.3.1. Objetivo principal

- Demostrar que es posible disminuir la vibración de los paquetes de rodillos mediante la estandarización de medidas en la producción de bolas de molienda de la empresa Molycop Adesur y aumentar así la productividad en la empresa.

2.3.2. Objetivo específico

- Formular un conjunto de medidas con tolerancias para el armado de paquetes de rodillos.
- Establecer un procedimiento para regular la forma del armado de paquetes de rodillos.

2.4. Justificación de la actividad profesional

2.4.1. Técnica

El participante profesional dentro de la elaboración y desarrollo de las estrategias para elaborar el presente instructivo complementa la formación, permitiendo desarrollar cualidades profesionales y también aplicar los conocimientos aprendidos en la universidad.

Desarrollar una estrategia de mantenimiento y aplicarlo en una empresa del rubro minero como lo es Molycop, de gran prestigio y buen nivel de gestión en mantenimiento, además que contribuye a elevar el nivel de conocimientos de un profesional. Por ello, aquellos que se han desarrollado en un proyecto similar antes o después de terminar la carrera tienen un perfil atractivo hacia los ojos de los empleadores.

2.5. Profesional

Hay una etapa en la carrera en la que trabajar se vuelve algo necesario, pero más necesario se vuelve realizarse como profesional con el fin de que uno se adiestre en el campo, con lo que se ha estudiado y así formar parte de un desarrollo moderno en la gestión de activos, no solamente en el sector de mecánico, sino también en las especialidades como mecánica e instrumentación de los distintos procesos de todo un sistema que se maneja hoy en día en las mejores empresas del rubro minero de clase mundial.

Elaborar y estandarizar un conjunto de medidas con tolerancias que serán puestas en práctica cuando se armen paquetes de rodillos para así aumentar la producción mensual, en la empresa Molycop Adesur, esto enriquece de muchos conocimientos para el desarrollo profesional y mejoras de los procesos para el empleador.

2.6. Resultados esperados

- Estandarizar las medidas de componentes, con lo que se logrará disminuir la vibración en rodillos, ya que el excesivo desgaste de estos componentes genera una alta vibración y esto conlleva a hacer regulaciones que pueden malograr la cosmética de la bola.
- Obtener un mejor control de todos los componentes que forman parte de un paquete de rodillos, elaborando un formato que se llenará por cada armado de paquetes donde se pueda colocar las medidas tomadas para tener así un registro y una trazabilidad.
- Ampliar así la vida útil de los rodamientos de la caja reductora, ya que la alta vibración en los paquetes de rodillos se traslada mediante dos ejes de transmisión hacia una caja reductora que está acoplada a un motor de 1500 HP, y esto hace que los rodamientos empiecen a tener más juego axial.
- Los tiempos de paradas por regulación de rodillos disminuirán notablemente, es decir, al reducir la vibración ya no será necesario parar la producción para realizar regulaciones que puedan disminuir los indicadores (disponibilidad de línea), y así tendremos más continuidad de la producción.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas

3.1.1. Vibración

Se denomina vibración a la propagación de ondas elásticas produciendo deformaciones y tensiones sobre un medio continuo (o posición de equilibrio).

En su forma más sencilla, una vibración se puede considerar como un movimiento repetitivo alrededor de una posición de equilibrio. La posición de «equilibrio» es a la que llegará cuando la fuerza que actúa sobre él sea cero. Este tipo de movimiento no involucra necesariamente deformaciones internas del cuerpo entero, a diferencia de una vibración.

El análisis de vibraciones de la maquinaria industrial ha existido durante muchas décadas, pero ha ganado importancia con la introducción y el uso generalizado del ordenador personal en el mantenimiento predictivo.

Definir qué es el análisis de vibraciones es referirse al proceso de medición de los niveles y frecuencias de vibración de la maquinaria industrial, y a la utilización de esa información para determinar la «salud» de la máquina y sus componentes.

El mantenimiento predictivo tiene la función de monitorear el rendimiento y la condición del equipo cuando trabaja normalmente a diario en un proceso productivo para reducir la probabilidad de fallas. También conocido como mantenimiento basado

en la condición, el mantenimiento predictivo ha sido utilizado en el mundo industrial desde la década de 1990.

El análisis industrial de vibraciones es una herramienta utilizada para identificar, predecir y prevenir fallas en las máquinas rotativas. La implementación de esta tecnología mejorará la fiabilidad de las máquinas, consiguiendo una mejor eficiencia de la máquina y una reducción del tiempo de inactividad, eliminando las fallas mecánicas o eléctricas.

Los procedimientos para el análisis de vibraciones se utilizan, hoy en día, en todas las partes de la industria de todo el mundo para identificar las fallas en la maquinaria, planificar las reparaciones de la maquinaria y mantener el funcionamiento de la maquinaria durante el mayor tiempo posible sin fallas.

Cuando una máquina industrial (como un ventilador o una bomba) está operativa, genera vibración. Esta vibración puede ser medida, usando un dispositivo llamado acelerómetro. Genera una señal de voltaje, proporcional a la cantidad de vibración, así como a la frecuencia de vibración, o a cuántas veces por segundo o minutos se produce la vibración.

Esta señal de voltaje del acelerómetro está conectada a un colector de datos, que registra la señal, ya sea como una forma de onda de tiempo (amplitud vs. tiempo), como una transformada rápida de Fourier (amplitud vs. frecuencia), o como ambas.

Como resultado, esta señal puede ser analizada por un analista de vibraciones entrenado, o por el uso de un algoritmo de un programa informático «inteligente».

Por otra parte, este método de análisis no es una novedad tecnológica. El efecto piezo-eléctrico y la salida de carga de ciertos materiales fue descubierta en 1880 por los Curie.

El primer acelerómetro fue incorporado a la industria en 1923. En los últimos 100 años, esta tecnología ha evolucionado para su uso en el mercado industrial de hoy en día, proporcionando mediciones rápidas y eficientes de la vibración de la maquinaria.

Los datos analizados se utilizan para determinar la «salud» de la máquina e identificar cualquier problema inminente en la maquinaria, como desalineación, desequilibrio, un problema de cojinetes o lubricación, piezas deformadas, entre otras.

Por ejemplo, si tomamos un ventilador industrial general, quitamos una de las aspas del ventilador y lo ponemos en marcha, podemos esperar que el ventilador vibre, debido a una rueda del ventilador desequilibrada. Esta fuerza de desequilibrio se produce 1 vez/vuelta del ventilador. Si volvemos a instalar la pala del ventilador, esta vibración se reduciría.

El uso del análisis de vibración puede determinar problemas causados debido a una instalación incorrecta, errores de maquinado, lubricación insuficiente, alineación incorrecta de ejes o poleas, tornillos sueltos, ejes doblados y, así, una larga lista.

En la mayoría de los casos, puede detectar estos problemas mucho antes de que el daño pueda ser visto por el técnico de mantenimiento, y mucho antes de que dañe otros componentes de la máquina. La aplicación del análisis de vibración, monitoreo de las condiciones, o mantenimiento predictivo ha hecho grandes avances aumentando la vida útil de la maquinaria.

Tipos de fallas identificadas por el análisis de vibración

Hay varias fallas características en la rotación de las máquinas que se pueden identificar mediante la medición y el análisis de la vibración generado por la máquina:

- Máquina desequilibrada
- La máquina está desalineada
- Resonancia
- Ejes doblados
- Alteraciones de la malla del engranaje
- Mal estado de los cojinetes y rodamientos
- Perturbaciones en el paso de la hoja
- Perturbaciones en el paso de las paletas
- Sujeción adecuada del equipo
- Fallas electromagnéticas
- Recirculación y cavitación
- Fallos en el motor (rotor y estator)

- Fallos en los rodamientos
- Soltura mecánica
- Velocidades críticas de la máquina
- Estado de los lubricantes

3.1.2. Tipos de instrumentos para el análisis de vibraciones

La práctica del análisis de vibraciones requiere de la medición y el análisis de la rotación. Para ello se utilizan una serie de diferentes sensores de vibración (acelerómetros, transductores de velocidad o sondas de desplazamiento). El sensor más común y utilizado en la industria es el acelerómetro.

Los sistemas de medición que se comercializan hoy en día son principalmente digitales, es decir, la presión acústica y las vibraciones se convierten en valores digitales para su posterior tratamiento en procesadores de señal más o menos avanzados.

Mientras que la tecnología digital ofrece cada vez más posibilidades sofisticadas, los sistemas de medición se adaptan a menudo para comparar los resultados obtenidos con los tomados en el pasado utilizando la tecnología analógica.

Los instrumentos de medición de vibraciones y los analizadores de vibraciones miden, muestran y analizan las vibraciones. La vibración es un simple movimiento armónico que puede ser medida por los siguientes instrumentos de uso común en la industria.

3.1.3. Acelerómetros

Los acelerómetros son pequeños, fáciles de instalar y tienen una gran frecuencia (1-10.000 Hz), pero requieren la integración de herramientas de medición de velocidad para medir la aceleración y son susceptibles a los golpes y a los requisitos de potencia. Los acelerómetros están montados en una carcasa con un perno permanente o imán portátil para sujetarlos en su lugar.

Estos miden la vibración de la rotación y emiten un voltaje o una corriente proporcional a la vibración y relativa a una «g» (unidad de atracción gravitacional). Esta señal también puede ser integrada para proporcionar una medición de salida en base a la velocidad (pulgadas/segundo o mm/segundo).

Es muy importante elegir la opción correcta de acelerómetro, cable, conector y montaje para cada aplicación. Esto proporcionará mediciones de calidad y datos de vibración precisos para la identificación de fallos en máquinas rotativas.

3.1.4. Sensores de proximidad o proxímetros

Los sensores de proximidad o proxímetros se utilizan en la monitorización de vibraciones de máquinas para medir la variación de la distancia entre un eje y su cojinete de apoyo. Esto es común en grandes turbinas de vapor, compresores y motores que utilizan cojinetes tipo manguito.

3.1.5. Sensores de desplazamiento

En los sensores de desplazamiento, la punta de la sonda contiene una bobina de alambre encapsulada que irradia la alta frecuencia del transductor como un campo magnético.

Cuando una superficie conductora se acerca a la punta de la sonda, se generan corrientes de Foucault (se produce cuando un conductor atraviesa un campo magnético variable, o viceversa.) en la superficie del objetivo, disminuyendo la intensidad del campo magnético y provocando una disminución en la salida de C. C. del excitador.

Los sensores de desplazamiento son dispositivos robustos que tienen un rango de frecuencia limitado (0-1000 Hz) y son susceptibles a descargas eléctricas o mecánicas. A su vez, requieren sondas de desplazamiento para medir el valor real para el movimiento del eje dentro del cojinete de casquillo.

Estas sondas sin contacto miden la vibración del eje y el espacio entre el eje y el diámetro interior del rodamiento. Usando un remolino en el proceso actual, estas sondas proporcionarán una tensión de salida proporcional al desplazamiento (pulgadas o milímetros).

3.1.5.1. Sensores de velocidad o velocímetros

Los sensores de velocidad o velocímetros son más fáciles de instalar que los sensores de desplazamiento, pero son grandes, susceptibles a problemas de calibración y también tienen un rango de frecuencia limitado.

El sensor de velocidad se utiliza principalmente para medir las operaciones de equilibrado y movimiento en máquinas rotativas. Estos sensores son ideales para detectar vibraciones de baja y media frecuencia.

3.1.6. Vibrómetros

Los vibrómetros son instrumentos que reciben la señal eléctrica de un transductor y la procesan, aplicando filtración e integración, para obtener el valor total del nivel de vibración en velocidad.

La mayoría de ellos están diseñados para tomar medidas de acuerdo con ciertos estándares de severidad de vibración. Por ejemplo, según ISO 2372, el valor de la vibración en velocidad RMS debe medirse en un rango de frecuencia entre 10 y 1000 Hz.



Figura 4. Vibrómetro

3.1.7. Analizadores de frecuencia

Los analizadores de frecuencia son, en esencia, ordenadores portátiles pequeños. Su principal virtud es la gran capacidad de diagnosticar problemas asociados a frecuencias características relacionadas con problemas mecánicos en elementos rotativos.

En la actualidad, estos analizadores son equipos digitales con microprocesadores integrados para el cálculo del FFT (transformada rápida de Fourier). Son capaces de obtener el espectro en tiempo real y tienen una multitud de funciones para ayudar en el análisis.

3.1.8. Monitoreo de vibraciones *on line*

El monitoreo de vibraciones *on line* ofrece una reducción drástica de los intervalos de recolección de datos. Ya que estos se toman continuamente. Permite detectar inmediatamente cualquier cambio en la vibración de la máquina.

Asimismo, proporciona menores costes de operación. La adquisición automática de datos elimina los costes de mano de obra asociados a la recogida de los datos de vibración de la máquina y mayor calidad en la recolección de datos.

La precisión de la medición de datos es mayor, ya que los datos siempre se miden exactamente en el mismo lugar y con el mismo sensor, y además podemos condicionar la recogida de datos a determinadas condiciones de funcionamiento de la máquina (velocidad y carga).

La adquisición de datos de vibración en maquinaria industrial evoluciona hacia sistemas automatizados (sistemas continuos u *on line*) que en muchos casos ofrecen mayores beneficios que la adquisición de datos con colectores de datos portátiles.

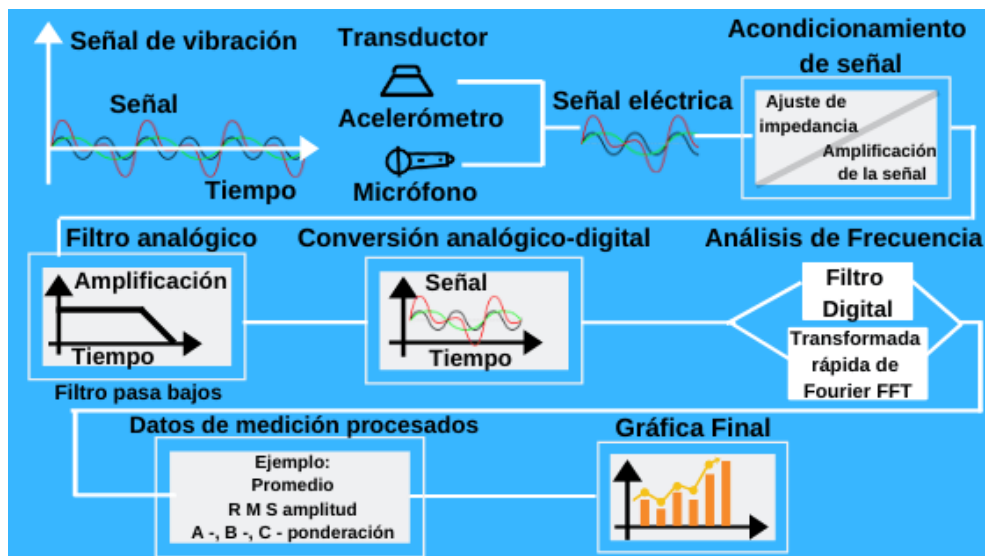


Figura 5. Diagrama básico del análisis de vibraciones

Aunque se pueden utilizar varias técnicas sofisticadas, los métodos más fundamentales para presentar los datos de vibración son la forma de onda del tiempo (amplitud en función del tiempo) y el espectro de frecuencias (amplitud en función de la frecuencia).

3.1.8.1. Técnicas que se utilizan para hacer la medición de vibraciones

A partir de estas dos variables se utilizan generalmente diferentes técnicas que nos ayudan a medir la posición o el desplazamiento de la carcasa o eje, la velocidad a la que se mueve y la aceleración, tomando como referencia el modo del tiempo.

3.1.9. Cálculo del espectro de vibración esperado

Basándose en las características de un sistema, es posible modelar su espectro de vibración. Para un activo rotatorio dado, esto incluiría un pico esperado en la frecuencia de rotación fundamental del eje, picos sincrónicos (armónicos) basados en componentes adicionales como álabes de ventilador y engranajes, etc.

En particular, se pueden utilizar herramientas electrónicas para modelar muy eficazmente el comportamiento esperado del sistema.

3.1.10. Digitalización de la señal

Los datos de vibración son capturados por acelerómetros instalados en uno o más ejes ortogonales. La velocidad de muestreo de los acelerómetros debe ser lo suficientemente rápida para capturar el comportamiento de interés.

A continuación, la señal debe digitalizarse a una frecuencia de muestreo adecuada para que pueda reconstruirse digitalmente. El resultado es la forma de onda temporal (amplitud de oscilación en función del tiempo) de la vibración a lo largo de los ejes de interés.

3.1.11. Convertir a espacio de frecuencia

Esta técnica consiste en realizar un algoritmo de transformación rápida (FFT) para convertir la forma de onda del tiempo en un espectro de vibración-frecuencia-espectro de frecuencias. El alcance del espectro de frecuencias depende de los acelerómetros y del convertidor analógico-digital (ADC) utilizado.

Por lo general, gran parte de la información proporcionada por el análisis de vibraciones se basa en la correlación de los picos de frecuencia con las características físicas del sistema.

3.1.12. Análisis de fase

La otra herramienta que complementa el análisis de frecuencia y tiempo-forma de onda es el análisis de fase. Este es un análisis complejo que permite determinar dónde se produce la vibración del eje en relación con el eje.

Esto puede ser una vibración introducida por cualquier cosa que se correlacione con la frecuencia de rotación del eje, como un defecto del cojinete.

3.1.13. Análisis de datos de vibración

Las características de los espectros de vibración pueden separarse en señales de estado estacionario, que repiten señales continuas y transitorias, que ocurren como resultado de eventos específicos. Las características de la señal pueden subdividirse en síncronas, asíncronas y subsíncronas como se indica a continuación:

3.1.13.1. Picos de vibración síncrona

En los equipos rotativos, el espectro de vibración tendrá un pico en la frecuencia de rotación fundamental del eje. Esto es cierto para cualquier sistema, no solo para uno con defectos. El sistema típicamente también mostrará picos en múltiplos de la frecuencia fundamental, conocidos como 2X, 3X, etc.

Estos se conocen como picos sincrónicos. Frecuentemente están ligados a las características físicas del sistema. Por ejemplo, un engranaje con 32 dientes introducirá un pico de vibración a 32X, o 32 veces la frecuencia fundamental.

3.1.13.2. Picos subsincrónicos

Los espectros de vibración pueden mostrar un tercer tipo de característica conocida como picos subsincrónicos. Estos son básicamente armónicos de la frecuencia fundamental. Son causadas por cualquier elemento físico del sistema que opera a una frecuencia inferior a la del eje principal.

3.1.13.3. Caseta de laminación o paquete de rodillos

Es un conjunto de componentes que tienen como fin el conformado de bola de diferentes diámetros, mediante el proceso de laminación.

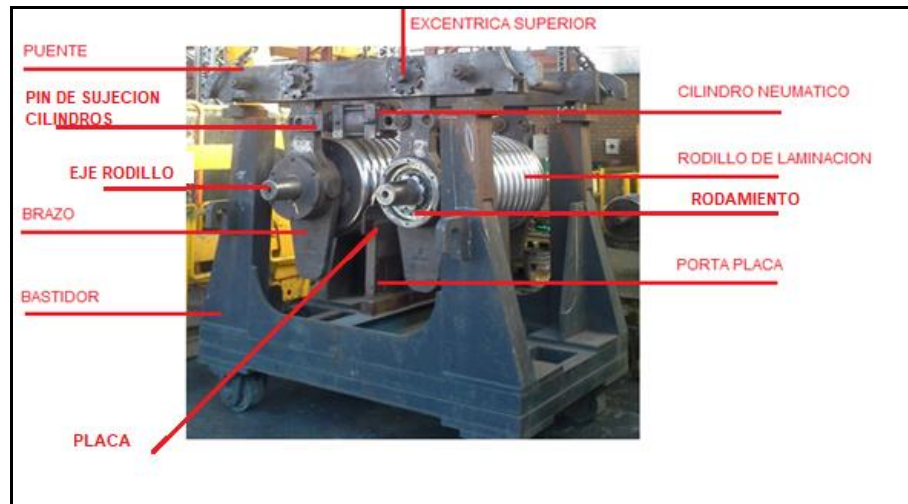


Figura 6. Caseta de laminación o paquete de rodillos

3.1.13.4. Rodillo de laminación

Es un juego de cilindros que pueden ser de material adamítico o nodular, a estas se les inserta un eje y posteriormente son mecanizadas en un torno CNC, estos llevan unos canales que se dividen en tres partes: filo de corte, conformado y la salida del rodillo, su principal objetivo es conformar la bola. La barra ingresa con el filo de corte a 1000 °C aproximadamente, luego se conforma y finalmente es convertida en bola y se traslada hasta la salida.

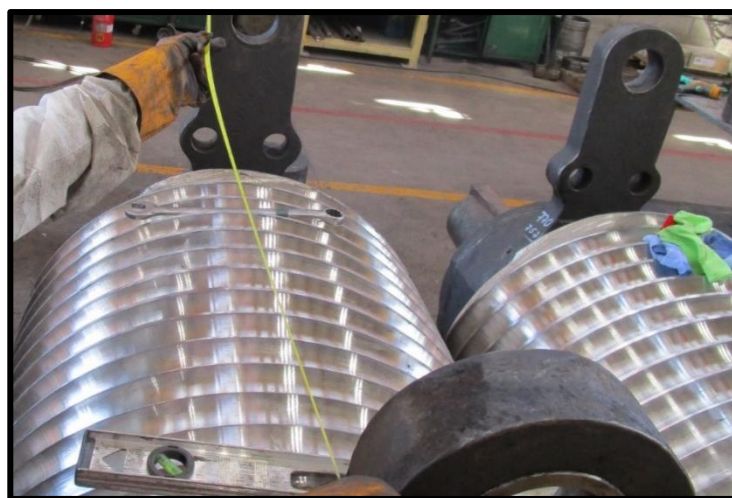


Figura 7. Rodillo de laminación

3.1.13.5. Eje

Un eje es un **elemento constructivo** destinado a guiar el **movimiento de rotación** a una pieza o a un conjunto de piezas, como una **rueda** o un **engranaje**. El eje puede ser bien solidario a la rueda o al vehículo. En el primer caso, por ejemplo en el ferrocarril, el eje se monta sobre **cojinetes** o **rodamientos** de modo que pueda girar sobre los puntos sobre los que soporta al vehículo. En el segundo caso, las ruedas tiene un agujero central que acoge un dispositivo conocido como **buje** o cubo en el que el eje tiene un determinado tipo de **ajuste**, generalmente, mediante la introducción de un vástago o muñón -espindel- en un **rodamiento** en el interior del cubo. También puede ser un prototipo de trabajo para el estudio de mecánica o de ingeniero.



Figura 8. Eje

3.1.13.6. Rodamientos de rodillos cónicos

El rodamiento de rodillos cónicos, debido a la posición oblicua de los rodillos y caminos de rodadura, es especialmente adecuado para resistir cargas radiales y axiales simultáneas. Para casos en que la carga axial es muy importante hay una serie de rodamientos cuyo ángulo es muy abierto. Este rodamiento debe montarse en oposición con otro rodamiento capaz de soportar los esfuerzos axiales en sentido contrario. El rodamiento es desmontable, el aro interior con sus rodillos y el aro exterior se montan cada uno separadamente.



Figura 9. Rodamientos de rodillos cónicos

3.1.13.7. Tuerca de fijación

Las tuercas de fijación se utilizan para fijar los rodamientos en un eje. Además, se pueden utilizar para montar rodamientos con un agujero cónico en los asientos del eje cónico y manguitos de fijación, y para desmontarlos de los manguitos de desmontaje o bien mediante un mecanismo de fijación integrado en la tuerca.

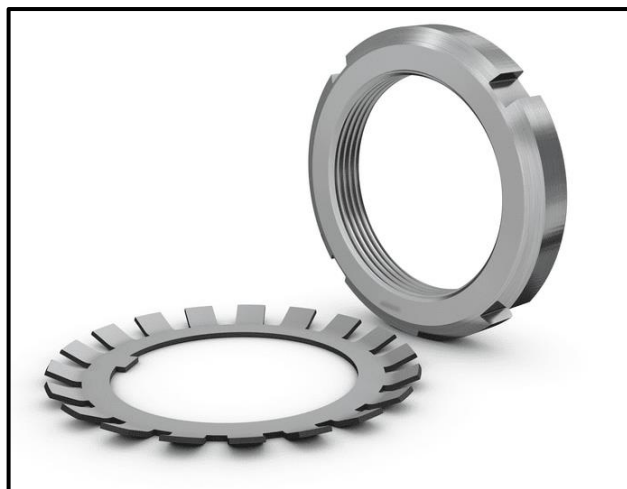


Figura 10. Tuerca de fijación

3.1.13.8. Arandelas de fijación

Las arandelas son anillos de diferentes materiales que impiden el rozamiento entre las piezas entre las que va colocada, asegurando su inmovilidad.

El manguito, la tuerca y la arandela de un rodamiento son accesorios que ayudan en la fijación, el montaje o el desmontaje de los rodamientos.

Los rodamientos facilitan el desplazamiento entre un eje y las piezas que se unen a él. Hay una gran cantidad de tipos dependiendo de diferentes aspectos como las cargas, su precisión, los elementos rodantes o la velocidad.

3.1.13.9. Péndulo o brazo

Es un componente del paquete de rodillos que sirve como alojamiento de los rodamientos, estos péndulos montados en el paquete de rodillos ayudan para realizar correctas regulaciones de rodillos para poder conseguir una buena cosmética en las bolas fabricadas.

3.1.13.10. Vernier o pie de rey

El calibre (también denominado *vernier*, cartabón de corredera, pie de metro o pie de rey) es un instrumento de medición, principalmente de diámetros exteriores, interiores y profundidades, utilizado en el ámbito industrial. El *vernier* es una escala auxiliar que se desliza a lo largo de una escala principal para permitir en ella lecturas fraccionales exactas de la mínima división. Para lograr lo anterior, una escala *vernier* está graduada en un número de divisiones iguales en la misma longitud que n-1 divisiones de la escala principal; ambas escalas están marcadas en la misma dirección.

Es un instrumento sumamente delicado y debe manipularse con habilidad, cuidado, delicadeza, con precaución de no rayarlo ni doblarlo (en especial, la colisa de profundidad). Deben evitarse especialmente las limaduras, que pueden alojarse entre sus piezas y provocar daños.



Figura 11. Vernier o pie de rey

3.1.13.11. Micrómetro de exteriores

Micrómetro de exteriores: son instrumentos de medida capaces de medir el exterior de piezas en centésimas. Poseen contactos de metal duro rectificadas y lapeados. Ejercen sobre la pieza a medir una presión media entre 5 y 10 N, poseen un freno para no dañar la pieza y el medidor si apretamos demasiado al medir.



Figura 12. Micrómetro de exteriores

3.1.13.12. Micrómetro de interiores

El micrómetro de interiores es un instrumento de medida basado en el tornillo micrométrico y que sirve para medir orificios en objetos con alta precisión, del orden de centésimas de milímetros (0,01 mm) y de milésimas de milímetros (0,001mm) (micra). Su funcionamiento es idéntico al micrómetro de exteriores.



Figura 13. Micrómetro de interiores

3.1.13.13. Flexómetro

Una cinta métrica, un flexómetro o simplemente metro es un **instrumento de medida** que consiste en una cinta flexible graduada y que se puede enrollar, haciendo que el trabajo sea más fácil. También con ella se pueden medir líneas y superficies curvas.



Figura 14. Flexómetro

3.1.13.14. Bomba hidráulica

Una bomba hidráulica o bomba de agua es una **máquina** generadora que transforma la energía con la que es accionada (generalmente **energía mecánica**) en energía del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser **líquido** o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la **energía** del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el **principio de Bernoulli**. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido, añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión a otra de mayor presión.



Figura 15. Bomba hidráulica

3.1.13.15. Tuerca hidráulica

Las tuercas hidráulicas permiten que pernos de mayor diámetro se sometan a tensión fácilmente con precargas elevadas y precisas. Una bomba hidráulica activa el sistema de acoplamiento interno, de modo que el esfuerzo requerido para apretar un perno de gran tamaño se reduce al esfuerzo necesario para accionar la bomba.



Figura 16. Tuerca hidráulica

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1. Descripción de actividades profesionales

4.1.1 Enfoque de las actividades profesionales

Las actividades que realicé como supervisor de mantenimiento en la empresa Molycop, fueron la elaboración y ejecución de un instructivo para un correcto armado de paquetes de rodillos, esto contempla una serie de calibraciones que se desarrollarán en cada oportunidad que se armen estos. La finalidad de estas calibraciones es disminuir la vibración en paquetes de rodillos y extender así su productividad.

4.1.2 Alcance de las actividades profesionales

El armado de rodillos es una actividad que se realiza en el taller de mantenimiento mecánico dentro de la empresa Molycop, Al mes, se arman un promedio de 10 a 12 paquetes de rodillos, que salen con alto nivel de calidad desde el taller hasta la nave de producción donde serán montados.

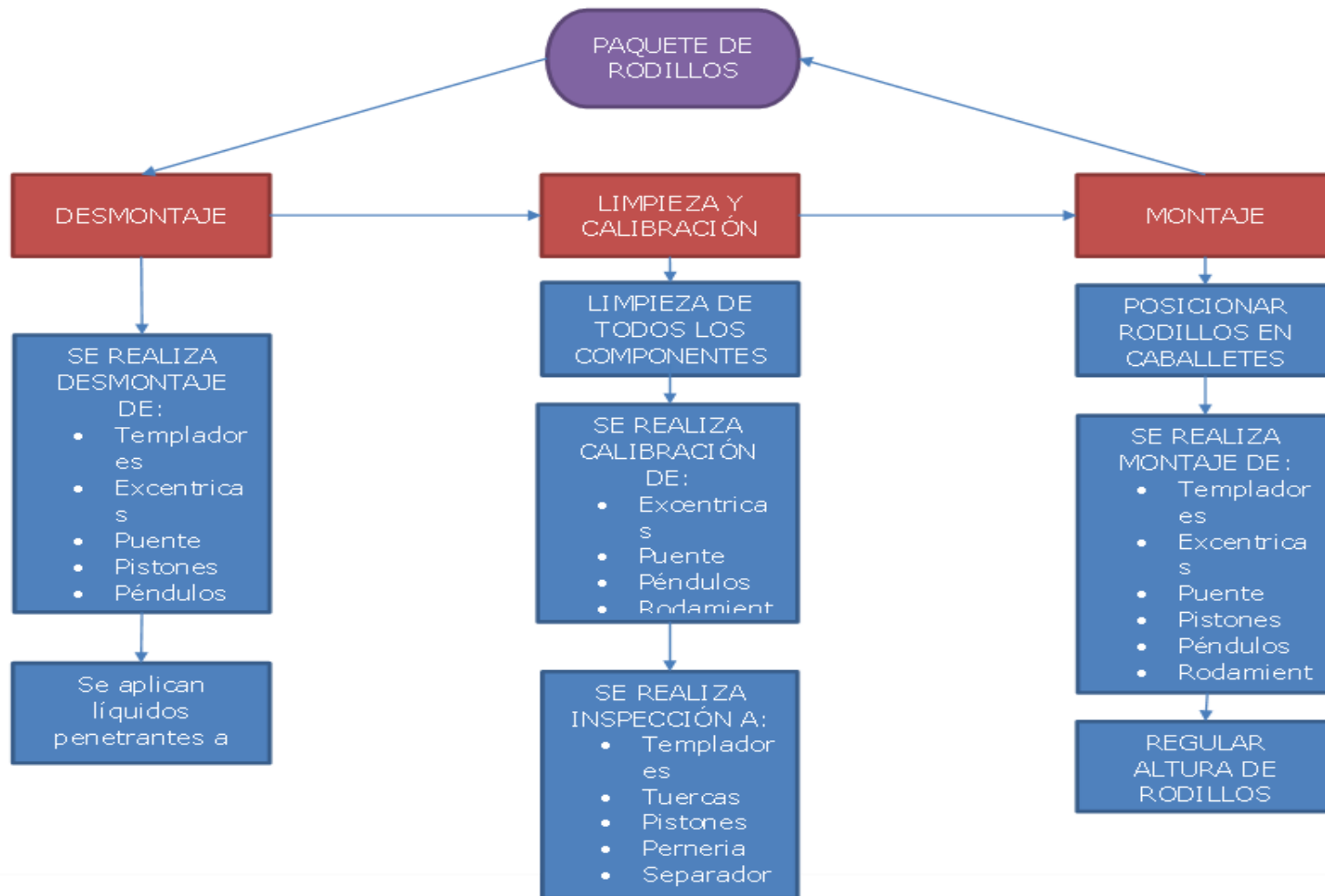


Figura 17. Secuencia del alcance de las actividades profesionales

- **Rodamientos**

- Juego residual en frío: 0.17-0.28 décimas
- Juego residual con presión: 0.07-0.13 décimas
- Hacer inspección visual según muestrario

- **Brazos**

- Diámetro interior X: $400.05 < x < 400.20$
- Diámetro de bocina: 89 mm \pm 2 décimas

- **Asiento de rodamiento en ejes**

- Cónico

- **Conicidad en eje**

- Diámetro mayor: 196 \pm 2.5 décimas
- Angulo: 3° - longitud: 225

- **Conicidad en acople**

- Diámetro mayor: 196 \pm 2.5 décimas
- Angulo: 3° - longitud: 225

- **Medida de canal chavetero en eje**

- Ancho de canal 2" \pm 1 décima

Medida de canal chavetero en acople

- Ancho de canal 2" \pm 1 décima

Medida de chaveta

- Ancho de chaveta 2" \pm 1 décima
- Altura de chaveta: 37.7 \pm 5 décimas

- **Inspección de rodillos**

- Inspeccionar rocas de seguros para sujeción de rodamientos, inspeccionar rosca para el extractor de rodamientos, inspeccionar que no existan fisuras en el eje (tintes penetrantes) y verificar con el goniómetro que no existan deformaciones en los ejes.

- **Inspección de cilindros neumáticos**
 - Verificar diámetro de bocinas: 50 – 51 mm
 - Probar que no existan fugas de aire
 - Verificar estado de guardapolvo

- **Inspección de barra Solís**
 - Verificar que las tuercas se encuentren en buen estado y giren fácilmente.
 - Realizar inspección de tintes penetrantes.

- **Inspección de puente**
 - Verificar pirámides
 - Verificar correcto ajuste de tuercas
 - Verificar buen estado de rocas para excéntricas.
 - Calibrar diámetros de bujes $\phi 1 = 127 +2$ décimas, $\phi 2 = 50 + 2$ décimas

- **Inspección de pernería**
 - Verificar hilos de pernos y tuercas, buen estado de arandelas planas y de presión.

- **Inspección de excéntricas**
 - Verificar el correcto rotulado de excéntricas tanto horarias como antihorarias
 - $\phi 1=50$ - $\phi 2=89$ - $\phi 3= 127 +2$ décimas

- **Inspección de volandas de 19 mm**
 - Ancho de volandas: 19 mm +- 1 décima

- **Inspección de volandas de 54 mm**
 - Ancho de volandas: 54 mm +- 1 décima

- **Inspección de pines**
 - $\phi 50-49$

- **Inspección de tuercas de fijación con sus respectivos seguros**
 - Verificar el buen estado tanto de roscas
 - Verificar que los dientes de los seguros se encuentren en buen estado.

- Medidas a inspeccionar en todos los brazos

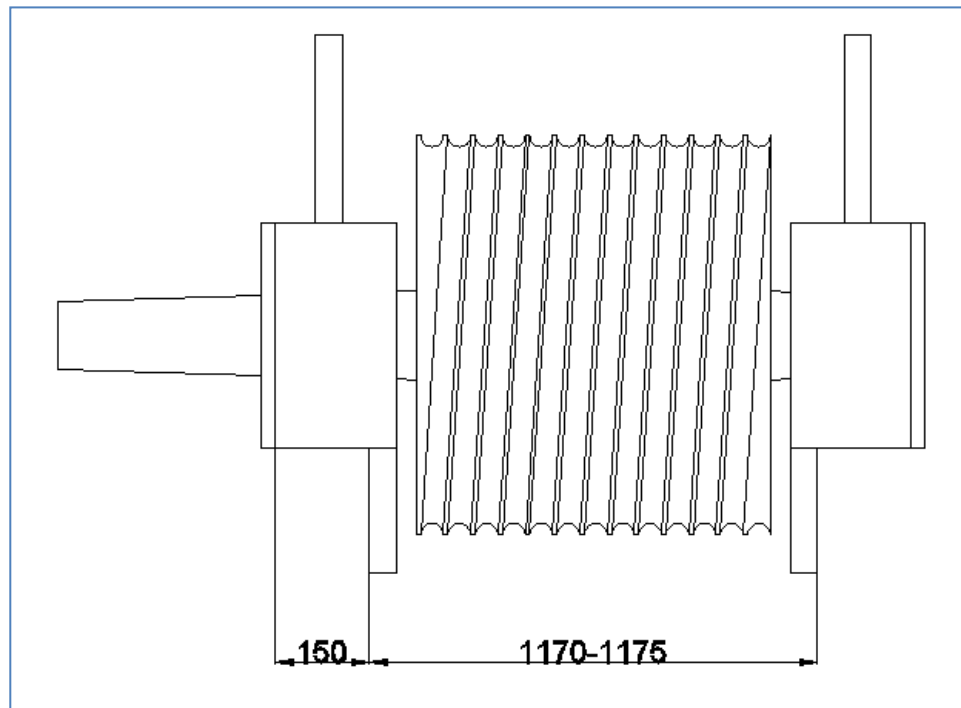


Figura 18. Medidas a inspeccionar en todos los brazos

Nota: todas las medidas al igual que observaciones serán registradas en la hoja de inspección y calibración de partes y componentes de paquete de rodillos.

4.1.3 Entregables de las actividades profesionales

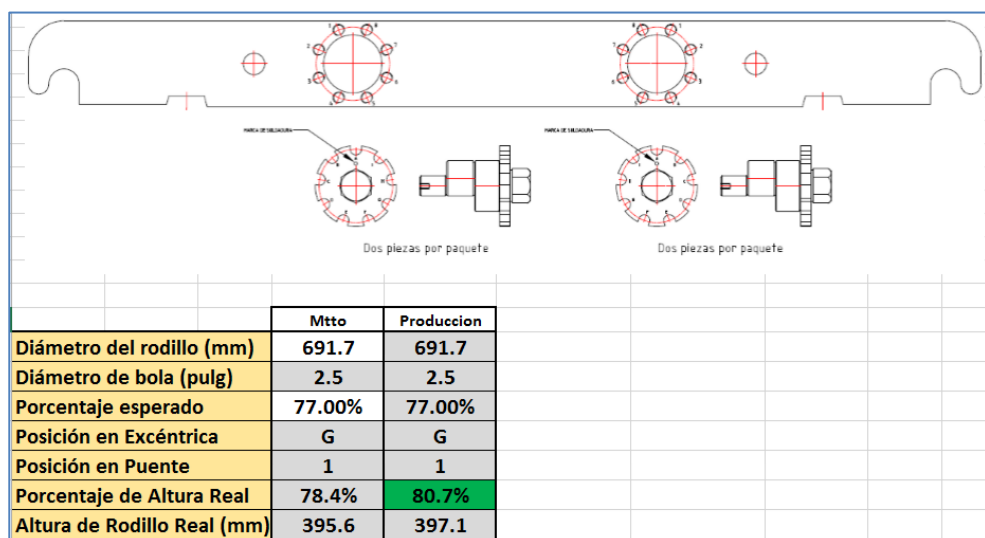


Figura 19. Tabla para obtener la altura en porcentaje según el diámetro de rodillo y bola

Tabla 5. Inventario de todos los componentes del paquete de rodillos

Nombre de componente	Total	Rotulados	Sin rotular	Observaciones
Anillos de 19 mm	20	Todos		
Anillos de 54 mm	23	Todos		
Bridas	11	Todos		
Brazos	24	Todos		
Chavetas	12	Todos		
Excéntricas superiores	26	Todos		
Volandas de sujeción de ejes	20	Todos		
Rodamientos	25	Todos		
Pistones	10	Todos		
Puentes	7	Todos		
Barras Solís	11	Todos		
Tapas	24	Todos		12 de entrada 12 de salida
Contratapas	27	Todos		
Pines	17	Todos		
Seguro de tuercas de fijación	30	Todos		
Tuercas de fijación	33	Todos		
Tapa de brida	9	Todos		

4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional

4.2.1. Metodologías

4.2.1.1. Método experimental

Ander y Aguilar (1) plantean una definición más completa de ciencia, como un conjunto de conocimientos racionales, ciertos o probables, que obtenidos de manera metódica y verificados en su contrastación con la realidad, se sistematizan orgánicamente haciendo referencia a objetos de una misma naturaleza y cuyos conocimientos son susceptibles de ser transmitidos. Esa manera metódica de obtener conocimientos es el «método científico».

El «método científico» es un modo de formular cuestiones y resolver problemas sobre la realidad del mundo y la realidad humana, basándose en la observación y en teorías ya existentes, anticipando soluciones a esos problemas y contrastándolos con la misma realidad mediante la observación de los hechos, las clasificaciones y su análisis (1).

4.2.2. Técnicas

- **Planificación:** técnica que implica tener uno o varios objetivos en común, junto con acciones requeridas para concluir dicho proyecto en el tiempo establecido.
- **Observación:** técnica donde se puede observar o mantener una determinada conducta, en una tarea dada o asignada al personal, conforme a los principios y normas del proyecto.

- **Coordinación:** técnica con la que se realizan diferentes reuniones con la supervisión de las distintas disciplinas como de las empresas contratistas junto a oficina técnica, calidad y HSE del proyecto para un fin en común.
- **Comprobación:** técnica con la que se puede revisar y corroborar las evidencias de lo que se está construyendo, dando fe de haber concluido.

4.2.3. Instrumentos

Para la realización y medición de los trabajos se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Reuniones mensuales con el jefe de mantenimiento para determinar la cantidad de paquetes de rodillos que se van a armar durante el mes, para cumplir con el plan de producción.
- Constante supervisión mientras se desarrollan las actividades de armado de rodillos en el taller de mantenimiento mecánico.
- Coordinación y capacitación hacia los mecánicos de mantenimiento, sobre los componentes que se deben utilizar para el armado de rodillos.
- Control de calidad de cada paquete de rodillos antes de que estos salgan del taller hacia la nave de producción.

4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades profesionales

- Grúa pórtico
- Gata y bomba hidráulica
- Cadenas de dos y cuatro argollas
- Montacargas
- Pistola neumática
- Herramientas de impacto
- Herramientas manuales (laves mixtas, dados, francesas, *stillson*, escuadra, nivel, regla, entre otras).
- Equipo oxiacortista
- Esmeril angular

- Pirómetro
- Goniómetro
- Gauge de rodamiento

4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales

Partes principales de rodillos de laminación:

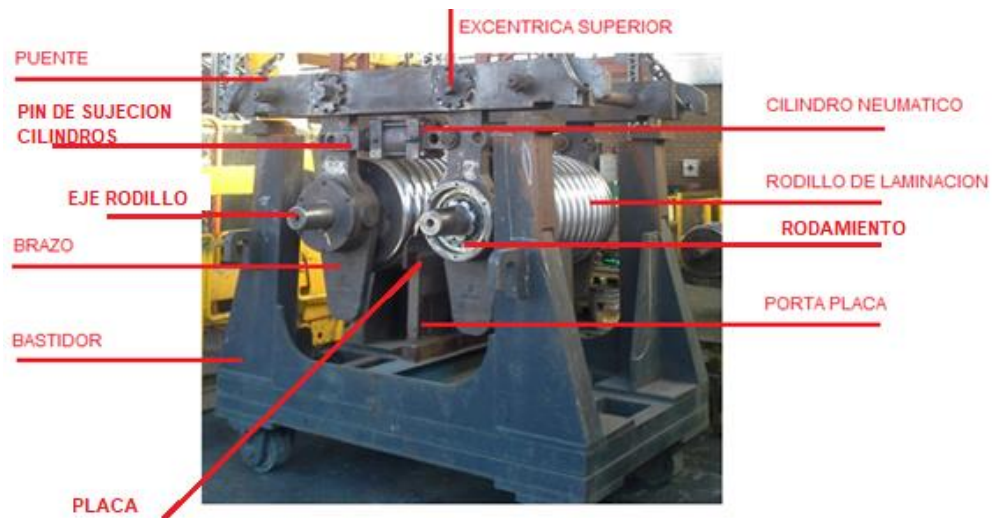


Figura 20. Vista frontal de rodillos laminadores

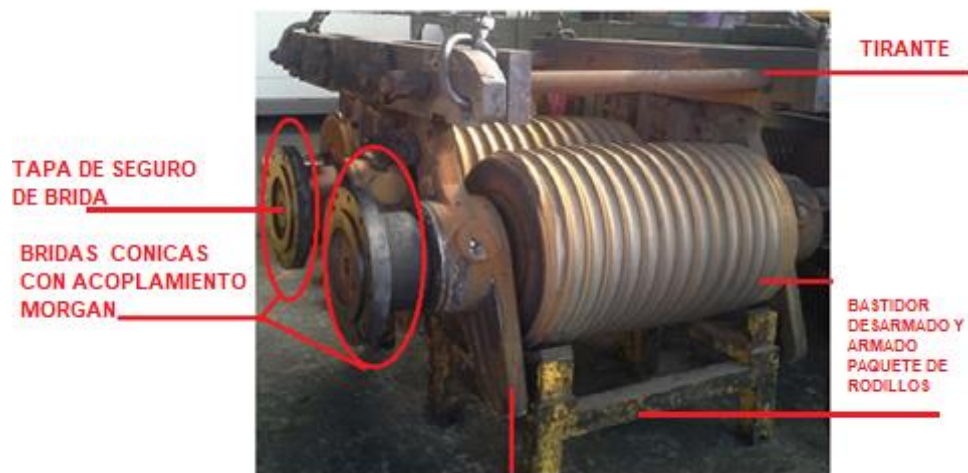


Figura 21. Vista frontal de rodillos laminadores

4.3.3. Tipos de energías, peligros asociados y eventos

4.3.3.1. Seguridad

- Gravitacional (carga suspendida: aplastamiento, caída de personas a distinto nivel: golpes, lesiones en el cuerpo, politraumatismo)
- Química (polvo, laminilla: neumoconiosis, silicosis, líquidos inflamables «solvente, pinturas, grasas, aceites»: contaminación de la piel, alergias)

- Biomecánica (manipulación de objetos: lesiones, golpes en las manos y pies).
- Material caliente (exposición a temperaturas extremas: quemaduras en la piel de diverso grado).
- Radiación (exposición a radiaciones no ionizantes: insolación por rayos ultravioletas del sol, radiación del equipo de calentar, soldadura de arco).
- Mecánica (proyección de partículas: incrustación de partículas en los ojos, vehículos en movimiento: atropellos).
- Presión (exposición a sistemas hidráulicos: golpes por liberación de energía hidráulica, exposición a sistemas neumáticos: golpes por liberación de energía neumática).

4.3.3.2. Medidas de prevención para eliminar los riesgos

- Nunca se debe armar conjunto de rodillos de laminación si no ha recibido la instrucción adecuada.
- No debe armar conjuntos de rodillos sin estar autorizado.
- Inspeccionar los equipos antes de ser utilizados (llenado del *check list*).
- No realizar ninguna maniobra con el pórtico grúa ni con el montacargas si algún componente se encuentra sobrepuesto y tenga el riesgo de caerse y causar un incidente.
- Presionar el botón de la sirena del pórtico grúa cada vez que se traslade un objeto.
- Utilizar herramientas adecuadas para el trabajo a realizar.
- Prestar atención durante todo el trabajo a labor realizada y las condiciones de su entorno.

- Utilizar todos los elementos de protección personal para dicha tarea.
- Verificar la limpieza del equipo y alrededores antes durante y después de realizar el trabajo.
- No exponerse a línea de fuego, retirarse de su trayectoria.

4.3.3.3. Protección personal

- El uso de los elementos de protección personal es de carácter obligatorio y estos serán usados durante todas las etapas del mantenimiento al paquete de rodillos.

1. Zapatos de seguridad
2. Lentes de seguridad claros
3. Guantes de seguridad para la actividad de desarmado, limpieza, calibración y armado
4. Casco de seguridad y barbiquejo

1. Protector auditivo



Figura 22. EPP para el armado de rodillos laminadores

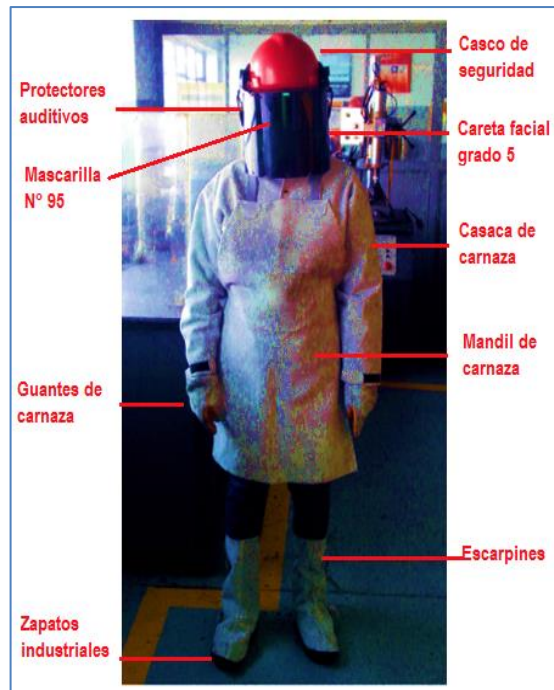


Figura 23. EPP adecuados para el calentado de brida cónica

- Protección personal para materiales calientes (uso de esmeril angular, equipo oxicortista y máquina de soldar).

1. Guantes para alta temperatura
2. Careta facial
3. Lentes negros grado 5/ careta facial oscuro grado 5/ careta de soldar grado 12
4. Casaca de carnaza, mandil de carnaza
5. Mascarilla N.º 95
6. Escarpines
7. Ropa industrial que no sea sintética

Nota: si el entorno de trabajo ha cambiado debido a varios factores debemos detenernos para pensar y realizar una nueva reevaluación y análisis de los peligros y riesgos para volver a iniciar con la actividad de forma segura.

4.3.3.4. Limpieza, calibración e inspección de rodamientos.

- El lavado del rodamiento se realizará en una tina especial para esta actividad usando como principal componente el desengrasante *Ultra solve 40*.

- Luego de ser lavado el rodamiento verificar cuál es su juego residual, que debe estar entre 0.17 y 0.28 décimas.
- De igual forma, hacer una inspección visual utilizando el muestrario ubicado en el taller mecánico.
- Finalmente, medir con ayuda de un micrómetro de exteriores el diámetro exterior del rodamiento.
- Calibrar con micrómetro de exteriores el diámetro exterior del rodamiento, que puede variar entre 400.

+0.00
+0.04



Figura 24. Calibración e inspección de rodamientos

Nota: utilizar las herramientas adecuadas para el trabajo a realizar.

Levantar objetos flexionando las piernas con una carga máx. de 25 kg

4.3.3.5. Limpieza, calibración e inspección de brazos

- Limpieza de brazos utilizando carda tipo copa y pulverizado con *Ultra solve 40*
- Calibrar alojamiento de rodamiento ($400.06 < x < 400.15$)
nuevo:400.06-400.08
- Calibrar buje para excéntrica (89.02 +- 1 décima) nuevo 89.02
- Calibrar alojamiento de pines (50-51 mm) (2)



Figura 25. Calibración de brazos

4.3.3.6. Medición de conicidad de ejes y bridas

- Con una regla metálica verificar que el asiento del rodamiento no presenta deformaciones.
- Con una regla metálica verificar que la conicidad del eje para la brida no presenta deformaciones y verificar que la conicidad es 3° , utilizando el goniómetro.
- Utilizando el micrómetro de interiores calibrar el diámetro mayor de la brida.
- (197.7 además) debe tener un ángulo de 3° .

+0.00
+0.15



Figura 26. Inspección y calibración de eje con su acople (brida)

Nota: no exponerse a la línea de fuego, respetar la trayectoria de la carga suspendida.

No realizar la actividad si algún componente se encuentra sobrepuesto y tenga el riesgo de caerse y causar un incidente.

4.3.3.7. Medición de canal chavetero en eje y brida con su respectiva chaveta

- El canal tanto en el eje como en la brida debe ser (2")

+0.09
+0.05

- El ancho de la chaveta debe ser (2")

+0.09
+0.05

- La altura de la chaveta debe ser (37.7)

+0.00
+0.50

- Realizar inspección de tintes penetrantes en el canal chavetero de la brida y del eje.

Nota: el juego que debe existir entre el canal chavetero del eje con respecto a la chaveta es de 0.03 mm.



Figura 27. Inspección de canal chavetero y chaveta

4.3.3.8. Inspección de rodillos

- Inspección visual de rocas para la tuerca de sujeción
- Inspección visual de roscas para el extractor de rodamientos
- Inspección de tintes penetrantes a las dos caras de los rodillos y a los dos ejes.

Nota: usar las mismas tuercas de sujeción con sus respectivos ejes.

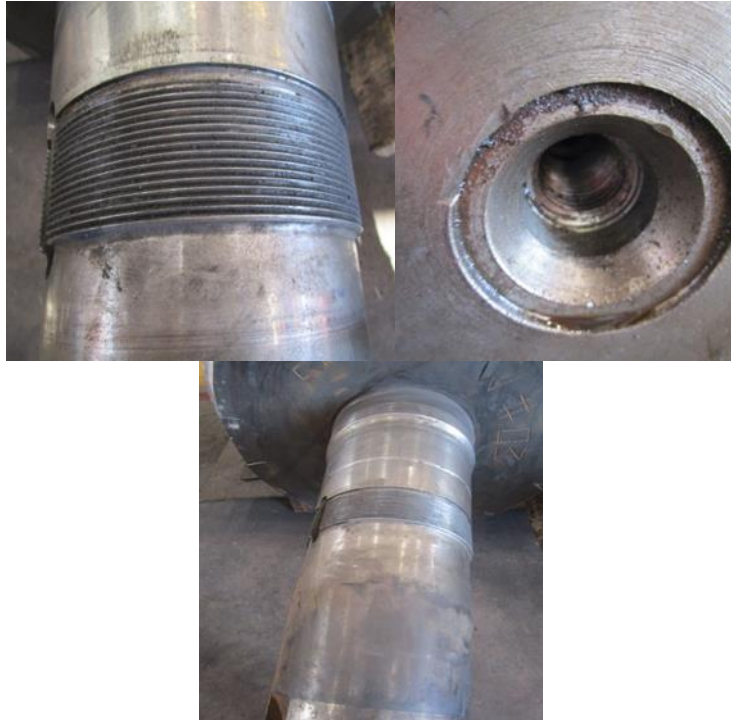


Figura 28. Inspección de ejes

Nota: no exponerse a la línea de fuego, respetar la trayectoria de la carga suspendida.

- No realizar la actividad si algún componente se encuentra sobrepuesto y tenga el riesgo de caerse y causar un incidente.
- Levantar objetos flexionando las piernas con una carga máx. de 25 kg

4.3.3.9. Inspección de cilindros neumáticos

- Verificar buen estado de guardapolvos
- Utilizar el probador para verificar que no existan fugas de aire
- Calibrar agujero de sujeción de pines (50-50.5 mm)

- Verificar buen estado de tuercas de bronce

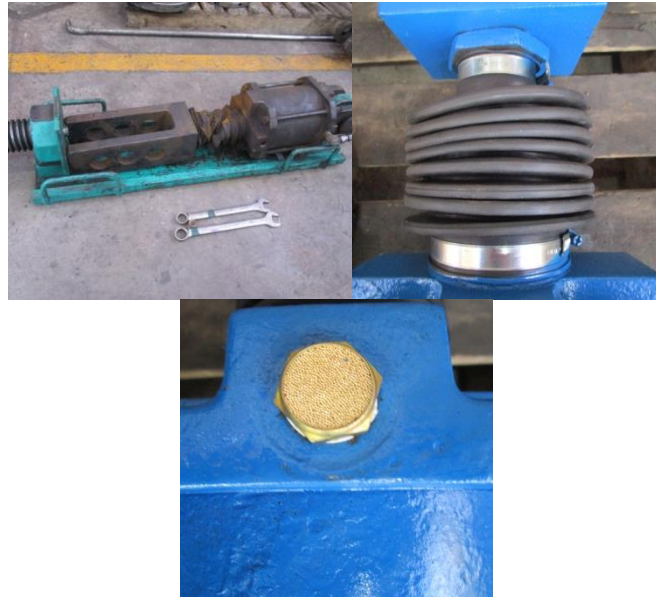


Figura 29. Inspección de cilindros neumáticos

Nota: es importante el uso del bastidor para colocar la barra Solís, que facilita el trabajo y asegura que la carga no caerá.

4.3.3.10. Mantenimiento de la barra Solís

- La limpieza de la barra se hará con una carda tipo copa.
- Verificar que la barra Solís no tenga ningún dobladura.
- Hacer inspección de tintes penetrantes a toda la rosca de la barra y a toda la barra.
- Luego se hace una limpieza con *Ultra solve 40*.
- Finalmente, aplicar lubricante *antiseize* en el momento del armado.



Figura 30. Inspección de tintes penetrantes de barra Solís

4.3.3.11. Limpieza y calibración de puente

- La limpieza del puente se realizará con carda tipo copa
- Luego se lavará el puente con desengrasante *Ultra solve 40*
- Luego se verificará el estado de las roscas, colocando un perno de 1" y viendo el juego que existe entre las roscas y el perno (debe ser no mayor a 1 décima)
- Inspeccionar visualmente el estado de los trapecios
- Calibrar bujes mayor y menor
 - Buje mayor: (127.03-127.06) +- 1 décima
 - Buje menor: (50.03-50.06) +- 1 décima

Nota: cuando la excéntrica y el buje del puente son nuevos, el juego mínimo permitido es una décima.



Figura 31. Inspección y calibración de puentes



Figura 32. Inspección y calibración de puentes

Nota: no exponerse a la línea de fuego, respetar la trayectoria de la carga suspendida.

- No realizar la actividad si algún componente se encuentra sobrepuesto y tenga el riesgo de caerse y causar un incidente.
- Levantar objetos flexionando las piernas con una carga máx. de 25 kg.

4.3.3.12. Limpieza y calibración de excéntricas

- La limpieza se efectuará utilizando una espátula de 2" y desengrasante *Ultra solve 40*.
- Aplicar tintes penetrantes a las excéntricas que se van a montar.

➤ Seguidamente se calibrarán los tres diámetros:

- Diámetro 1: (50.02-50.03) +- 1 décima
- Diámetro 2: (89.02-89.03) +- 1 décima
- Diámetro 3: (127.02-127.03) +- 1 décima

Nota: verificar que el juego que exista entre la excéntrica y el buje tanto del brazo como del puente sea máximo 0.10 mm.

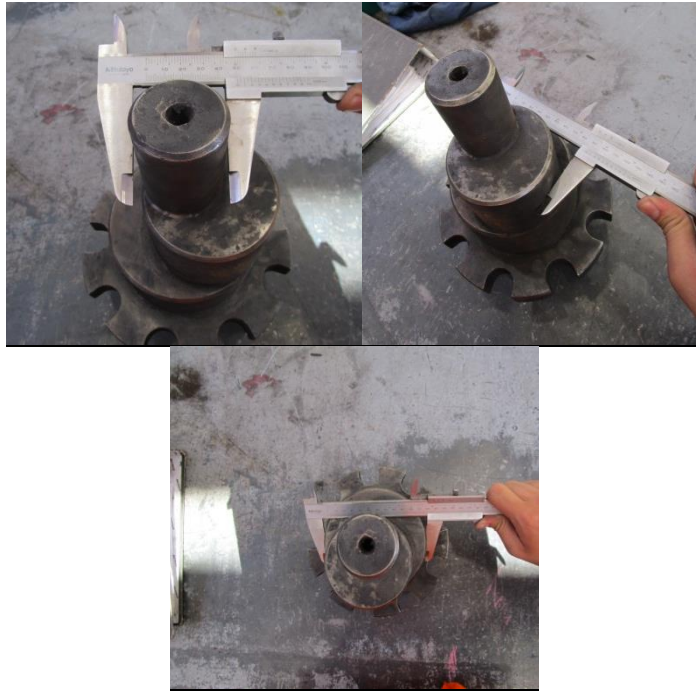


Figura 33. Calibración de excéntricas

- Alojamiento de rodamiento en brazo

Tabla 7. Alojamiento de rodamiento en brazo

Brazo nuevo	Rodamiento nuevo
400.08 mm	400.00 mm
El juego mínimo entre ambos componentes debe ser 0.08 mm	
Brazo trabajado	Rodamiento trabajado
400.15 mm	400.00 mm
El juego máximo entre ambos componentes debe ser 0.15 mm	

-Alojamiento de excéntrica en brazos

Tabla 8. Alojamiento de excéntrica en brazos

Brazo nuevo	Excéntrica nueva
89.04 mm – 89.07 mm	89.02 mm – 89.03 mm
El juego mínimo entre ambos componentes debe ser 0.01 mm con probabilidad de escarear buje del brazo	
Brazo trabajado	Excéntrica trabajada
89.10 mm	88.90 mm
El juego máximo entre ambos componentes debe ser 0.10 mm	

- Alojamiento de excéntricas en puente

Alojamiento menor

Tabla 9. Alojamiento menor

Puente nuevo	Excéntrica nueva
50.03 mm – 50.06	50.02 mm 50.03 mm
El juego mínimo entre ambos componentes debe ser 0 mm con probabilidad de escarear buje del puente	

Puente trabajado	Excéntrica trabajada
50.10 mm	49.90 mm
El juego máximo entre ambos componentes debe ser 0.10 mm	

Alojamiento mayor

Tabla 10. Alojamiento

Puente nuevo	Excéntrica nueva
127.03 mm – 127.06 mm	127.02 mm – 127.03 mm
El juego mínimo entre ambos componentes debe ser 0 mm con probabilidad de escarear buje del puente	

Puente trabajado	Excéntrica trabajada
127.10 mm	126.90 mm
El juego máximo entre ambos componentes debe ser 0.10 mm	

4.3.3.13. Limpieza, inspección y calibración de componentes menores

- La limpieza se efectuará con desengrasante *Ultra solve 40*
- Verificar el buen estado de todos los pernos, arandelas y tuercas
- Verificar el buen estado de la arandela de sujeción (todos los dientes)
- Verificar el buen estado de las tuercas de sujeción (el hilo)





Figura 34. Inspección y calibración de componentes menores

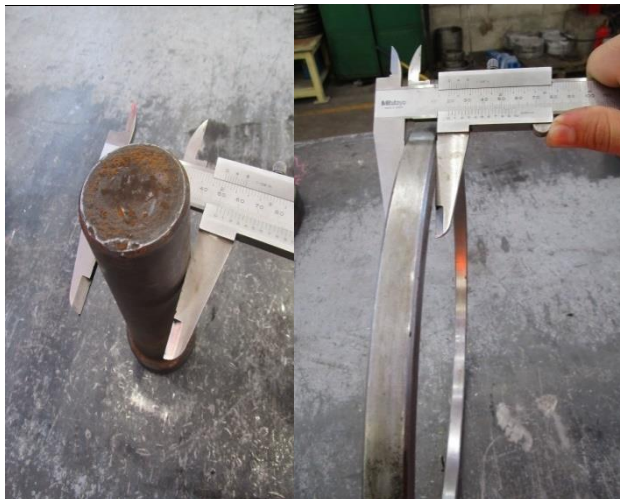
4.3.3.14. Limpieza y calibración de pines, anillos de 19 t 54 mm, respectivamente

- La limpieza se efectuará utilizando desengrasante *Ultra solve 40*.
- Seguidamente se calibrará el diámetro de los pines (49.5 – 50 mm)
- Calibrar el anillo de 19 mm

+0.05
+0.00

- Calibrar el anillo de 54 mm (54)

+0.05
+0.00



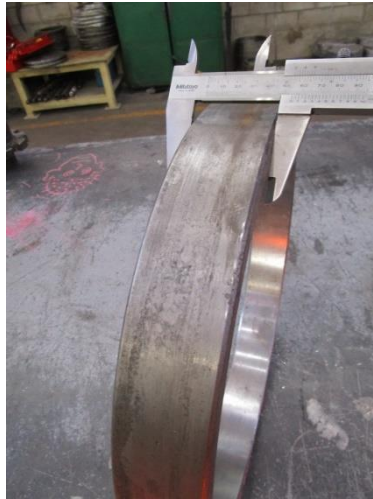


Figura 35. Calibración de pines, anillos de 19 y 54 mm

Etapas de un correcto montaje de un paquete de rodillos

4.3.3.15. Posicionamiento de rodillos

- Traslado del rodillo a la zona de armado de paquete usando el montacargas.
- Movilización del rodillo a los soportes de trabajo usando la grúa pórtico.
- Hacer una limpieza rápida de los rodillos antes de armarlos.



Figura 36. Posicionamiento de rodillos

Nota: utilizar las herramientas adecuadas para el trabajo a realizar.

- Levantar objetos flexionando las piernas con una carga máx. de 25 kg.

4.3.3.16. Montaje de rodamiento (2)

- Extraer retén en mal estado y colocar retén nuevo
- Colocar anillo separador de 19 mm ya calibrado
- Montar rodamiento en eje



Figura 37. Montaje de rodamiento

4.3.3.17. Ajuste de rodamiento con respecto al eje

- Realizar primera medición entre rodillo laminador y el rodamiento, utilizando el pie de rey con una regla metálica (como referencia, esta medida puede variar entre 254-251 mm)
- Colocar en el eje una tuerca hidráulica conectada a la gata hidráulica y aplicar una presión de 3000 PSI aproximadamente como máximo.
- Dejar el juego residual como se indica a continuación:

Tabla 11. Juegos residuales

	Juegos residuales					
Sin presión	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.17
Con presión	0.13	0.13	0.13	0.10	0.08	0.07

- Luego de dejar el juego residual como se indica, volver a tomar la misma medida como al inicio (esta medida puede variar entre 248-250 mm).

Nota: normalmente todos los rodamientos nuevos marca *Fag*, *Timken* y *SKF* llegan con juego residual de 0.28 con la excepción de *NSK* que llega con 0.23 de juego residual.

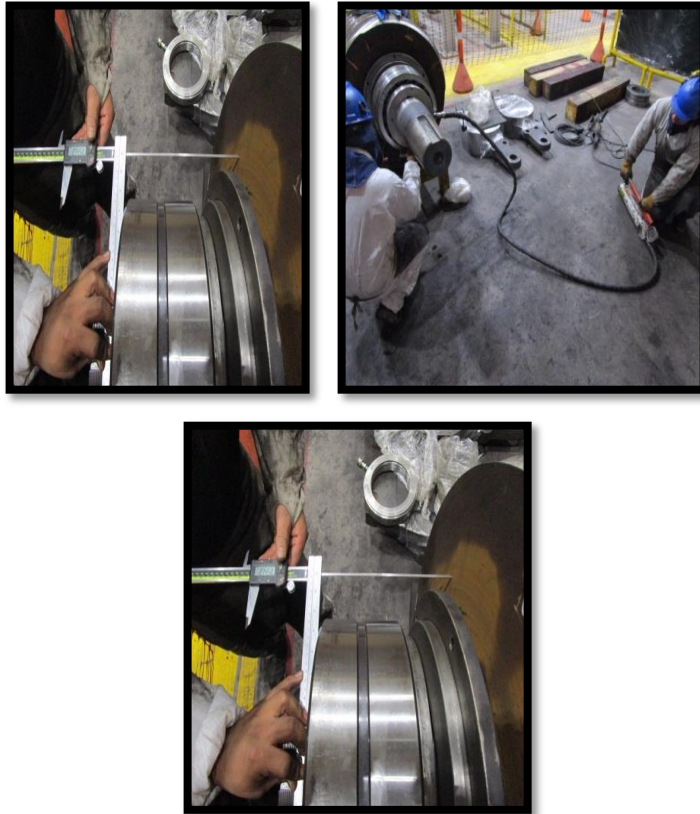


Figura 38. Ajuste de rodamiento

Nota: no exponerse a la línea de fuego, respetar la trayectoria de la carga suspendida.

- No realizar la actividad si algún componente se encuentra sobrepuesto y tenga el riesgo de caerse y causar un incidente.

4.3.3.18. Montaje de arandela y tuerca de sujeción

- Colocar arandela de sujeción.
- Colocar tuerca de sujeción.
- Ajustar la tuerca en el eje utilizando una llave especialmente diseñada para esta actividad.
- El ajuste debe ser manualmente hasta el tope, luego ajustar entre 30 y 45°

utilizando herramientas y un combo de bronce de 2 lb.

- Finalmente doblar un diente de la arandela de sujeción, de tal forma que quede segura con la tuerca de sujeción.



Figura 39. Ajuste de tuerca de sujeción

4.3.3.19. Montaje de brazo

- Aplicar silicona transparente en la contratapa.
- Utilizando el pórtico grúa y una eslinga, montar el brazo bien centrado en el rodamiento.
- Colocar una lana de acuerdo con la medida que falte luego de calibrar el anillo de 54 mm.
- Colocar anillo de 54 mm.

- Aplicar silicona transparente al borde exterior del brazo y montar la tapa manualmente.
- Con la ayuda de un dado de 15/16" y la pistola neumática, dar ajuste de los 6 pernos de cada brazo y colocar sus respectivas arandelas con tuercas y graseras.

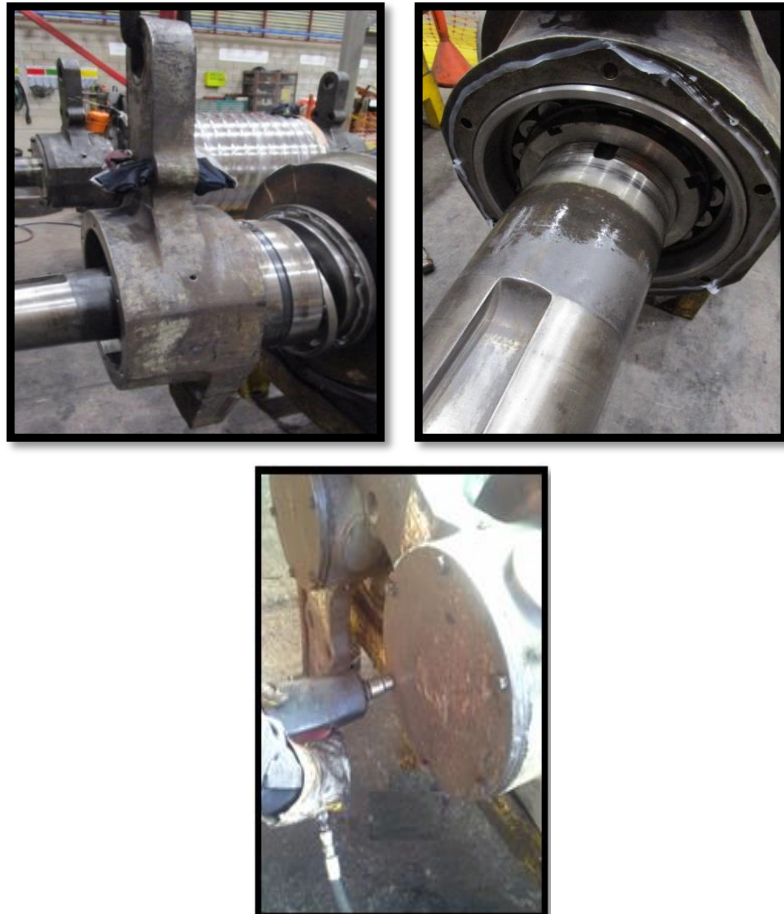


Figura 40. Montaje de brazos

4.3.3.20. Montaje de cilindros neumáticos

- Montaje del cilindro neumático en los brazos del rodillo usando grúa pórtico y una eslinga.
- Montaje de pines del cilindro neumático y colocar seguros en los pines del cilindro neumático.
- Traslado del puente a zona de armado usando el montacargas.



Figura 41. Montaje de cilindros neumáticos

Nota: no exponerse a la línea de fuego, respetar la trayectoria de la carga suspendida.

- No realizar la actividad si algún componente se encuentra sobrepuesto y tenga el riesgo de caerse y causar un incidente.
- Levantar objetos flexionando las piernas con una carga máx. de 25 kg.

4.3.3.21. Colocar brazo perpendicular al eje

- Utilizando un nivel poner brazo perpendicular al eje y medir distancia entre brazo y brazo como se visualiza en la imagen.
- Una vez que tenemos esta medida podemos continuar con el armado.

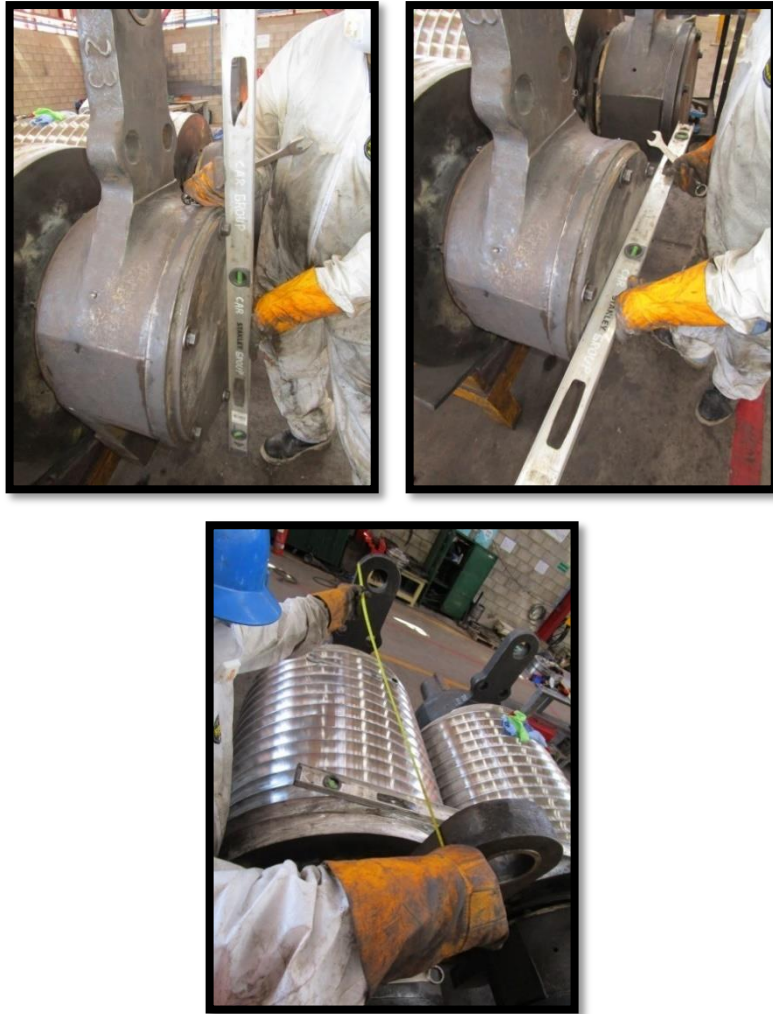


Figura 42. Montaje de brazos perpendiculares a ejes

4.3.3.22. Montaje de puente y excéntricas

- Suspender puente con ayuda de grúa pórtico para centrar con los brazos del rodillo.
- Lubricación de excéntricas superiores con grasa movilux EP2 y centrado con ayuda de barreta.
- Montaje de excéntricas superiores en el alojamiento del puente con el brazo.
- Colocar pernos de sujeción de las excéntricas y ajustarlos con un dado de 15/16 y una pistola neumática.
- En equipos nuevos el juego mínimo que debe existir entre el alojamiento y la excéntrica es 1 decima según la tabla de valores.



Figura 43. Montaje de puente y excéntricas

4.3.3.23. Montaje de bridas

- Montar brida en eje y verificar con una galga de 0.05 mm que no exista nada de luz entre el eje y la brida.
- Tomar medida entre el rodillo y la brida (normalmente en frío, varía entre 775-770).
- Calentar brida con un solo equipo oxicortista hasta una temperatura pareja de 180 °C exterior y 150 °C interior.
- Volver a medir la distancia para saber cuánto ingresa la brida (normalmente esta medida varía entre 167-171).
- Por último, colocar la tapa de brida con un perno de 1" con su respectiva arandela de presión sin dar ningún golpe a la brida.



Figura 44. Montaje de bridas

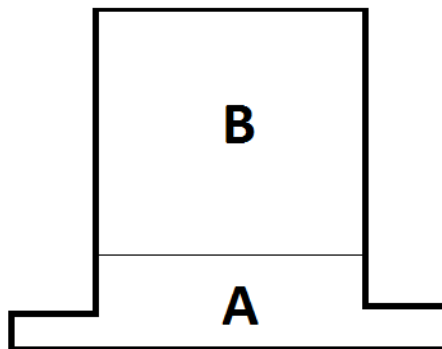


Figura 45. Forma correcta de calentar una brida, iniciando en el punto A y luego pasar al punto B



Figura 46. Calentamiento de bridas

4.3.3.24. Montaje de barra Solís

- Hacer ingresar el bastidor negro al taller mecánico y luego trasladar el paquete de los caballetes amarillos al bastidor.
- Colocar barra Solís entre los brazos y ajustar.
- Al momento de ajustar la barra, verificar que la medida superior tomada anteriormente cuando pusimos los brazos perpendiculares no varíe.
- Cuando la medida sea igual tanto arriba como abajo la barra estará correctamente montada y los brazos permanecerán perpendiculares al eje.
- Aplicar *loctite 271* o trabapernos a la tuerca y ajustarla y dar un punto de soldadura entre la tuerca y la barra.



Figura 47. Montaje de barras Solís

4.3.3.25. Medición de la altura del paquete

- Una vez colocada la barra Solís, procedemos a verificar la altura del paquete.
- Lo primero en hacer es cerrar los rodillos de tal forma que queden alineados con respecto a la placa que se encuentra en medio, es decir ponerlos en posición de trabajo.
- El cerrado de los rodillos se hará con unos espárragos que se encuentran en los 4 lados del bastidor negro.
- Conectamos mangueras de aire en los dos cilindros neumáticos y comprobamos, finalmente, que no existan fugas.
- Seguidamente, colocamos un nivel en la cresta de los rodillos como se visualiza en la figura.

- Finalmente, utilizando un flexómetro, medir la distancia entre en borde inferior del nivel y la placa (esa distancia debe coincidir con la altura que nos proporcionó el supervisor de MCP).
- También verificar con la ayuda del nivel que los rodillos se encuentren nivelados y alineados.



Figura 48. Medición de la altura del paquete

4.3.3.26. Lubricación (3)

- Utilizamos una bomba neumática y grasa SKF LGHB2 / 180
- Aplicamos grasa a cada uno de los brazos durante 2 minutos aproximadamente hasta que empiece a salir un poco de grasa por el retén de las tapas.

- **Nota:** sola y únicamente se lubricarán los brazos cuando el paquete esté montado sobre el bastidor negro, para que, mientras, se esté lubricando al girar los rodillos para permitir una mejor lubricación.



Figura 49. Lubricación

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Resultados finales de las actividades realizadas

- Se logró la implementación y estandarización de medidas para un correcto armado de paquetes de rodillos y poder conseguir con esto menor vibración y mayor productividad de manera mensual y anual.

- Se logró la capacitación de todos los mecánicos de Molycop, a fin de que desarrollen sus actividades con calidad y seguridad en las distintas oportunidades que se puedan armar paquetes de rodillos.

- Reducción de tiempos de parada en línea por fallas en los componentes de los paquetes de rodillos.

- El control de estos componentes por el método de la implementación de este instructivo ha sido visto con buenos ojos en las plantas Molycop de Lima, Chile y EE. UU., por lo que posiblemente también se pueda implementar en estos lugares, ya que el armado de rodillos se da de manera empírica.

5.2. Logros alcanzados

- En cuanto a la implementación de estas medidas y posteriormente puesta en práctica, todo se realizó de manera satisfactoria, sin ningún tipo de incidente ni accidente personal, material ni al medio ambiente.

- En lo personal: en esta parte pude ganar más experiencia en los trabajos no solamente relacionados a los paquetes de rodillos, sino que también me ayudó a conocer temas de producción como parámetros y esos conocimientos, hoy en día, me sirven de mucho. También pude contar con personas que fueron capaces de enseñar y compartir sus experiencias para dar mayor control en cada actividad del armado de rodillos.

5.3. Dificultades encontradas

Las dificultades encontradas en mi labor profesional fueron:

- El principal problema que se tuvo fue la gestión del Área de Logística para la compra y reparación de componentes, dado que el tiempo de espera era demasiado.
- La aprobación de las órdenes de compra por parte del gerente de planta demoraba demasiado también por las múltiples funciones que cumple, en algunas oportunidades no se encontraba desocupado.
- La calidad del producto terminado de las empresas terceristas no era el óptimo, por lo que en varias oportunidades se devolvían los repuestos.

5.4. Planteamiento de mejoras

La principal mejora que puedo proponer es que haya una mejor gestión interna por parte del Área de Logística para así tener una mejor fluidez en cuanto a la compra y reparación de repuestos. Además, de poder licitar correctamente las empresas que brinden servicios de calidad con un buen acabado.

5.4.1. Metodologías propuestas

Ander y Aguilar (1) plantean una definición más completa de ciencia, como un conjunto de conocimientos racionales, ciertos o probables, que obtenidos de manera metódica y verificados en su contrastación con la realidad, se sistematizan orgánicamente haciendo referencia a objetos de una misma naturaleza y cuyos conocimientos son susceptibles de ser transmitidos. Esa manera metódica de obtener conocimientos es el «método científico».

5.4.2. Trabajo en equipo

La metodología propuesta para mejorar las debilidades encontradas en cada área del proyecto que se pudo identificar en la puesta en marcha de este instructivo fue implementar la metodología del Ciclo de Deming de la mejora continua.

5.4.3. Descripción de la implementación

- Lo primero que se hizo fue tener una vista clara del panorama actual y de la problemática existente.
- Luego de ello se hizo un inventario de todos y cada uno de los componentes de los paquetes de rodillos.
- Realizamos la calibración y evaluación de todos los componentes para validar su estado y desgaste.
- Enviamos a reparación todos los componentes necesarios para el armado de un paquete de rodillos (como prueba).
- Realizamos la primera prueba en noviembre del 2017, que fue exitosa, luego de ello enviamos a recuperar todos los demás componentes para poder continuar con la implementación.
- En el año 2018 ya tuvimos todos los componentes reparados en su totalidad, lo que nos permitió tener buenos resultados, pero es a partir de febrero del mismo año donde se tuvieron resultados más notorios y buenos.
- Desde ese momento se empezó a capacitar a todos los mecánicos para que puedan hacer las calibraciones necesarias cada vez que se quiera armar paquetes de rodillos.
- Se tuvo que enseñar a los mecánicos a utilizar los instrumentos de calibración, dado que no tenían el hábito de uso de estos, lo que demoró un poco más la capacitación.

5.5. Análisis

A mediados del año 2017, se pudo observar en diferentes producciones que la vibración de los rodillos era alta, lo que generaba un desgaste constante en los rodamientos de la caja reductora de la RF4, por ello, con el afán de reducir la vibración se realizaban regulaciones en

los rodillos, y al reducir la vibración empezaba a salir bola con defectos cosméticos.

Por ello, en las seis primeras tablas se puede observar rodillos con alta vibración y poca productividad.

A inicios del año 2018 se pone en práctica el instructivo previa capacitación de todos los mecánicos de mantenimiento. El primer mes se tuvo una pequeña mejora, pero a partir de febrero se empezó a tener mejores resultados al reducir la vibración de rodillos y aumentar la productividad de estos.

Se llega a la conclusión de que, con un buen control de todos los componentes de los paquetes de rodillos, es decir, teniendo un desgaste mínimo de componentes y controlando el estado de todos los rodamientos de los paquetes, vamos a tener una vibración baja y una productividad alta.

En los siguientes cuadros podemos observar el código de los rodillos ordenados por mes, la fecha de ingreso y salida de producción, la vibración, estado, diámetro de rodillos y, finalmente, el tonelaje producido.

Tabla 12. Producción de rodillos en julio del 2017

Información de rodillos que han producido en julio						
Presentado por: William Zegarra Gómez						Fecha: 22/07/2017
Medida y N.º de rodillo	Fecha de ingreso a línea	Fecha de salida de línea	Vibración (Hz)	Estado	Diámetro (mm)	Tonelaje producido (t)
2.5" RF4 #10	29/06/2017	07/01/2017	5.89	Precaución	738	1385
2.5" RF4 #04	07/01/2017	07/02/2017	7.85	Precaución	705.4	410
2.5" RF4 #09	07/02/2017	07/05/2017	7.12	Precaución	700.9	1375
2.5" RF4 #11	07/05/2017	07/07/2017	10.86	Precaución	750.6	691
3.6" RF4 #03	07/07/2017	07/08/2017	3.58	Normal	776.9	744
2.0" RF4 #12	07/08/2017	07/12/2017	13.85	Alto	758.3	850
2.0" RF4 #06	07/12/2017	15/07/2017	2.36	Normal	706	1024
2.5" RF4 #12 (Mec. Kansas)	15/07/2017	19/07/2017	9.87	Precaución	808	982
2.0" RF4 #13	19/07/2017	31/07/2017	15.68	Alto	814	1443
					Total	8904

Tabla 13. Producción de rodillos en agosto del 2017

Información de rodillos que han producido en agosto						
Presentado por: William Zegarra Gómez						Fecha: 10/09/2017
Medida y N.º de rodillo	Fecha de ingreso a línea	Fecha de salida de línea	Vibración (Hz)	Estado	Diámetro (mm)	Tonelaje producido (t)
2.0" RF4 #12	31/07/2017	08/02/2017	11.85	Alto	744.4	724.48
2.5" RF4 #10	08/02/2017	08/04/2017	6.56	Precaución	720	765
2.5" RF4 #12	08/04/2017	08/12/2017	7.45	Precaución	791.8	1472.25
3.6" RF4 #01	08/12/2017	13/08/2017	3.85	Normal	731.5	652.29
3.6" RF4 #03	13/08/2017	14/08/2017	2.25	Normal	776.9	261.33 (2do ingreso)
2.0" RF4 #10	14/08/2017	17/08/2017	12.36	Alto	719	1054.39
2.5" RF4 #13	17/08/2017	21/08/2017	8.45	Precaución	820	1485.36
2.0" RF4 #13	21/08/2017	26/08/2017	13.36	Alto	803	1108.45
2.5" RF4 #14	26/08/2017	30/08/2017	6.78	Precaución	823	1200.12
3.6" RF4 #03	30/08/2017	09/02/2017	2.95	Normal	756.6	986.35
Total (t)						9448.69

Tabla 14. Producción de rodillos en septiembre del 2017

Información de rodillos que han producido en septiembre						
Presentado por: William Zegarra Gómez						Fecha: 01/10/2017
Medida y N.º de rodillo	Fecha de ingreso a línea	Fecha de salida de línea	Vibración (Hz)	Estado	Diámetro (mm)	Tonelaje producido (t)
2.0" RF4 #12 (Kansas)	09/02/2017	09/05/2017	11.68	Alto	732.3	1047.25
2.5" RF4 #12 (Kansas)	09/05/2017	09/08/2017	4.35	Normal	776	1375.44
2.5" RF4 #09 (Perú)	09/08/2017	09/09/2017	8.58	Precaución	681.5	489.18
2.5" RF4 #10 (Kansas)	09/09/2017	09/11/2017	7.56	Precaución	703.5	735.65
2.0" RF4 #14 (Kansas)	09/11/2017	15/09/2017	11.68	Alto	814	1345.43
3.0" RF4 #09	15/09/2017	16/09/2017	3.45	Normal	685.1	396.63
2.5" RF4 #14 (Kansas)	16/09/2017	19/09/2017	4.95	Normal	810.1	1474.95
2.5" RF4 #13 (Kansas)	19/09/2017	21/09/2017	7.84	Precaución	808	1147.42
3.6" RF4 #03	21/09/2017	23/09/2017	2.68	Normal	756.3	546.57
3.6" RF4 #01	23/09/2017	24/09/2017	1.65	Normal	715.6	657.48
2.0" RF4 #13 (Kansas)	24/09/2017	26/09/2017	8.56	Precaución	790	889
2.0" RF4 #05 (Perú)	26/09/2017	29/09/2017	12.65	Alto	706.7	880.93
Total (t)						10985.93

Tabla 15. Información de rodillos que han producido en octubre

Información de rodillos que han producido en octubre						
Presentado por: William Zegarra Gómez						Fecha: 01/11/2017
Medida y N.º de rodillo	Fecha de ingreso a línea	Fecha de salida de línea	Vibración (Hz)	Estado	Diámetro (mm)	Tonelaje producido (t)
2.5" RF4 #10	10/03/2017	10/03/2017	8.98	Precaución	690	6.71
2.5" RF4 #12	10/03/2017	10/08/2017	7.25	Precaución	760.8	1457.35
2.0" RF4 #14	10/08/2017	13/10/2017	13.67	Alto	802	2212
3.6" RF4 #03	13/10/2017	15/10/2017	1.95	Normal	741	905.3
2.5" RF4 #14	15/10/2017	19/10/2017	5.89	Precaución	790	1674.36
2.5" RF4 #13	19/10/2017	19/10/2017	4.65	Normal	795	25
3.0" RF4 #11	19/10/2017	21/10/2017	2.65	Normal	713.3	349
3.0" RF4 #12	21/10/2017	21/10/2017	2.12	Normal	829.6	188
2.0" RF4 #13	21/10/2017	26/10/2017	14.25	Alto	779.4	1637
3.5" RF4 #06	26/10/2017	28/10/2017	3.51	Normal	823	1490
2.5" RF4 #12	28/10/2017	11/02/2017	5.69	Precaución	745.7	1516
Total (t)						11460.72

Tabla 16. Información de rodillos que han producido en noviembre

Información de rodillos que han producido en noviembre					
Presentado por: William Zegarra Gómez					Fecha: 01/11/2017
Fecha de ingreso a línea	Fecha de salida de línea	Vibración (Hz)	Estado	Diámetro (mm)	Tonelaje producido (t)
11/02/2017	11/06/2017	8.56	Precaución	805.3	1009.71
11/06/2017	11/11/2017	15.45	Alto	706	1141
10/08/2017	13/10/2017	9.56	Precaución	802	1157.56
13/10/2017	15/10/2017	8.74	Precaución	790	985.25
15/10/2017	19/10/2017	16.25	Alto	779.4	1004.58
19/10/2017	19/10/2017	9.87	Precaución	700.9	746.25
19/10/2017	21/10/2017	12.78	Alto	758.3	957.57
21/10/2017	21/10/2017	4.95	Normal	814	1545.65
21/10/2017	26/10/2017	3.58	Normal	731.5	1354.52
26/10/2017	28/10/2017	12.85	Alto	719	935.54
28/10/2017	11/02/2017	8.95	Precaución	823	1258.52
Total (t)					12096.15

Tabla 17. Rendimiento de rodillos mecanizados del 28/12/17 al 31/01/18

Rendimiento de rodillos mecanizados del 28/12/17 al 31/01/18						
Medida y N.º de rodillo	Fecha de ingreso a línea	Fecha de salida de línea	Diámetro (mm)	Tonelaje producido (t)	Vibración	Estado
2.0" RF4 #10	28/12/2017	03/01/2018	692.4	1371.22	5.48	Precaución
2.0" RF4 #09	03/01/2018	06/01/2018	712.8	1324.72	6.89	Precaución
2.5" RF4 #15	06/01/2018	06/01/2018	770.1	456.58	6.25	Precaución
Parada de Mantenimiento	06/01/2018	20/01/2018				
2.5" RF4 #12	20/01/2018	22/01/2018	695.5	1556.65	7.21	Precaución
2.0" RF4 #12	22/01/2018	24/01/2018	705.6	1492.75	6.45	Precaución
3.6" RF4 #01	24/01/2018	26/01/2018	700	1365.98	1.25	Normal
3.6" RF4 #03	26/01/2018	26/01/2018	721.8	954.41	1.45	Normal
3.0" RF4 #13	26/01/2018	27/01/2018	816.1	1152.52	2.58	Normal
2.5" RF4 #13	27/01/2018	31/01/2018	745.2	2431.22	4.86	Normal
			Total	12106.05		

Tabla 18. Rendimiento de rodillos mecanizados del 31/01/18 al 29/02/18

Rendimiento de rodillos mecanizados del 31/01/18 al 29/02/18						
Medida y N.º de rodillo	Fecha de ingreso a línea	Fecha de salida de línea	Diámetro (mm)	Tonelaje producido (t)	Vibración	Estado
2.0" RF4 #14	31/01/2018	03/02/2018	775.6	1169.12	4.85	Normal
2.0" RF4 #08	03/02/2018	06/02/2018	713.7	1587.45	3.95	Normal
2.5" RF4 #15	06/02/2018	08/02/2018	749.2	1167.34	4.56	Normal
3.5" RF4 #06	08/02/2018	11/02/2018	782	1499.00	0.19	Normal
2.5" RF4 #15	11/02/2018	12/02/2018	749.2	1005.12	3.58	Normal
2.5" RF4 #14	12/02/2018	15/02/2018	730	1657.45	2.97	Normal
2.0" RF4 #09	15/02/2018	18/02/2018	698.4	781.04	5.6	Precaución
2.0" RF4 #11	18/02/2018	20/02/2018	708.6	985.45	5.12	Precaución
2.5" RF4 #16	20/02/2018	24/02/2018	796.5	2222.00	4.96	Normal
2.0" RF4 #13	24/02/2018	27/02/2018	758.6	1078.00	5	Normal
			Total	13151.97		

Tabla 19. Rendimiento de rodillos mecanizados del 28/02/18 al 29/03/18

Rendimiento de rodillos mecanizados del 28/02/18 al 29/03/18						
Medida y N.º de rodillo	Fecha de ingreso a línea	Fecha de salida de línea	Diámetro (mm)	Tonelaje producido (t)	Vibración	Estado
2.0" RF4 #12	28/02/2018	02/03/2018	683.6	1587.25	3.99	Normal
2.0" RF4 #14	02/03/2018	04/03/2018	763.6	1006.67	3.44	Normal
2.5" RF4 #13	04/03/2018	06/03/2018	728.8	985.23	4.65	Normal
2.5" RF4 #12	06/03/2018	08/03/2018	681.6	1170.30	3.65	Normal
3.5" RF4 #06	08/03/2018	11/03/2018	758.8	1647.89	0.4	Normal
2.5" RF4 #17	11/03/2018	13/03/2018	807.5	1144.21	3.12	Normal
2.0" RF4 #13	13/03/2018	16/03/2018	748	1235.41	5.63	Precaución
2.0" RF4 #09	16/03/2018	16/03/2018	684.8	0.00	5.36	Precaución
2.5" RF4 #15	27/03/2018	29/03/2018	734	1134.40	4.96	Normal
2.5" RF4 #16	29/03/2018	31/03/2018	777	1220.35	4.25	Normal
3.5" RF4 #06	31/03/2018	04/04/2018	739.8	1304.00	1.02	Normal
			Total	12435.71		

Tabla 20. Rendimiento de rodillos mecanizados del 31/3/18 al 28/04/18

Rendimiento de rodillos mecanizados del 31/3/18 al 28/04/18						
Medida y N.º de rodillo	Fecha de ingreso a línea	Fecha de salida de línea	Diámetro (mm)	Tonelaje producido (t)	Vibración	Estado
2.0" RF4 #14	04/04/2018	09/04/2018	750	1202.70	4.58	Normal
2.5" RF4 #17	09/04/2018	12/04/2018	792.7	1848.50	4.25	Normal
2.0" RF4 #08	12/04/2018	16/04/2018	699	1139.50	6.23	Precaución
3.0" RF4 #13	17/04/2018	18/04/2018	816.1	518.00	0.02	Normal
3.6" RF4 #01 (10%)	18/04/2018	19/04/2018	676.8	897.52	0.4	Normal
2.5" RF4 #13	19/04/2018	21/04/2018	715	1265.24	3.95	Normal
2.5" RF4 #16	21/04/2018	24/04/2018	762.2	1374.27	4.96	Normal
2.0" RF4 #13	24/04/2018	28/04/2018	733.4	1987.64	4.69	Normal
3.6" RF4 #03	28/04/2018	29/04/2018	721.8	897.32	1.03	Normal
			Total	11130.69		

Tabla 21. Rendimiento de rodillos mecanizados del 31/05/18 al 20/06/18

Rendimiento de rodillos mecanizados del 31/05/18 al 20/06/18						
Medida y N.º de rodillo	Fecha de ingreso a línea	Fecha de salida de línea	Diámetro (mm)	Tonelaje producido (t)	Vibración	Estado
2.0" RF4 #09	06/02/2018	06/02/2018	680	875.32	5.65	Precaución
2.0" RF4 #14	06/02/2018	06/06/2018	730	1434.61	4.25	Normal
3.5" RF4 #06	06/06/2018	06/09/2018	721	1254.93	0.06	Normal
2.5" RF4 #16	06/09/2018	06/11/2018	747.7	1451.25	5.1	Precaución
2.5" RF4 #15	06/11/2018	14/06/2018	704.7	1352.14	2.3	Normal
2.0" RF4 #13	14/06/2018	18/06/2018	721.2	1683.14	2.65	Normal
2.5" RF4 #17	18/06/2018	21/06/2018	758.6	1842.37	4.12	Normal
2.0" RF4 #08	21/06/2018	23/06/2018	699.5	1459.54	3.68	Normal
2.0" RF4 #15	23/06/2018	27/06/2018	786.6	1451.21	4.58	Normal
3.6" RF4 #03	27/06/2018	27/06/2018	703.8	874.56	1.08	Normal
2.5" RF4 #16	27/06/2018	30/06/2018	734.7	1547.65	3.45	Normal
			Total	15226.72		

Tabla 22. Rendimiento de rodillos mecanizados del 28/07/18 al 22/08/18

Rendimiento de rodillos mecanizados del 28/07/18 al 22/08/18					
Fecha de ingreso a línea	Fecha de salida de línea	Diámetro (mm)	Tonelaje producido (t)	Vibración	Estado
28/07/2018	31/07/2018	810.4	1325.84	4.58	Normal
31/07/2018	08/03/2018	828.6	1150.00	1.23	Normal
08/03/2018	08/04/2018	800.5	213.00	1.74	Normal
08/04/2018	08/07/2018	742.8	1387.12	1.25	Normal
08/07/2018	08/11/2018	800 2do ingreso	754.23	5	Normal
08/11/2018	14/08/2018	690	1654.84	4.12	Normal
14/08/2018	17/08/2018	688.3	1254.85	1.12	Normal
17/08/2018	20/08/2018	690	1102.45	4.96	Normal
20/08/2018	24/08/2018	711.5	1325.84	3.58	Normal
24/08/2018	28/08/2018	770.2	1658.74	3.26	Normal
28/08/2018	31/08/2018	710	1275.12	2.96	Normal
		Total	13102.03		

Tabla 23. Rendimiento de rodillos mecanizados del 31/08/18 al 14/09/18

Rendimiento de rodillos mecanizados del 31/08/18 al 14/09/18						
Medida y N.º de rodillo	Fecha de ingreso a línea	Fecha de salida de línea	Diámetro (mm)	Tonelaje producido (t)	Vibración	Estado
2.0" RF4 #16	31/07/2018	09/03/2018	782.6	1985.85	2.69	Normal
2.5" RF4 #17 (1)	09/03/2018	09/04/2018	727	213.00	5	Normal
2.5" RF4 #18 (1)	09/04/2018	09/07/2018	791	1682.63	2.85	Normal
3.6" RF4 #03	09/08/2018	09/10/2018	687	1658.64	0.98	Normal
2.0" RF4 #15	09/10/2018	16/09/2018	758	853.47	4.63	Normal
3.0" RF4 #13	16/09/2018	17/09/2018	800.5	896.54	1.95	Normal
2.5" RF4 #17 (2)	17/09/2018	20/09/2018	727	1563.45	2.45	Normal
2.5" RF4 #18 (2)	20/09/2018	21/09/2018	791	871.12	3.95	Normal
3.6" RF4 #07 (2)	21/09/2018	22/09/2018	828.6	958.36	1.25	Normal
2.0" RF4 #14	22/09/2018	25/09/2018	720.6	1985.45	1.58	Normal
2.5" RF4 #19 (65 mm)	25/09/2018	27/09/2018	754.5	1854.46	3.85	Normal
2.5" RF4 #11 (65 mm)	27/09/2018	29/09/2018	673.2	1649.63	2.56	Normal
2.0" RF4 #16	29/09/2018	10/03/2018	769.6	1589.32	3.45	Normal
			Total	17761.92		

5.6. Aporte del bachiller en la empresa

Desde mediados del 2017 que ingresé a trabajar en la empresa Molycop, me desempeñaba como supervisor de seguridad en el Área de Armado de Rodillos, lo que me permitió estar en contacto y ver profundamente los problemas y falencias que se tenía en ese entonces.

Es así como, fui promovido a supervisor de mantenimiento, encargado del armado de rodillos, desde ese entonces empecé a trabajar en la implementación de un instructivo para realizar la calibración de todos los componentes de rodillos y tener así un mejor control, dado que el armado se venía dando de manera empírica.

A inicios del año 2018, se empezó a poner en práctica este nuevo sistema con el control de todos los componentes y se pudo observar una notable mejora en reducción de vibración y aumento de productividad, por lo que se capacitó a todos los mecánicos de la empresa para que el sistema camine solo.

Luego de esta mejora se me da la responsabilidad del herramental y todos los repuestos de la planta, además de ser el *planner* de mantenimiento, todo esto hasta finales del año 2020.

A inicios del año 2021, se presenta la oportunidad de ser trasladado a la planta de Lima, que acepto y es ahí donde actualmente me vengo desempeñando como supervisor de producción.

CONCLUSIONES

- Se logró la disminución de la vibración en los paquetes de rodillos y se incrementó la productividad de estos, a raíz de la estandarización de medidas para cada uno de los componentes de los paquetes de rodillos.
- La manera adecuada de la toma de medidas y puesta en práctica de este instructivo permitió el cumplimiento de los trabajos con calidad y seguridad, respetando las fechas establecidas, además, que haya menos pérdidas en horas hombre en el proceso.
- El análisis y el diagnóstico de los problemas que se presentan durante el proceso constructivo se podía controlar mediante la capacitación constante compartida a los colaboradores que permitió la familiarización y comprensión de los procedimientos de trabajo.
- Mantener el formato de armado de rodillos al día nos da mayor control en la entrega de los equipos al cliente (producción), es importante porque se da más confianza para la entrega de los demás equipos.
- Los nuevos hábitos de trabajo obtenidos por los colaboradores después de la implementación fueron la puntualidad, responsabilidad, cooperación, trabajo en equipo, sensibilidad, fidelidad y concientización.
- La labor de limpieza, calibración y armado de rodillos son consideradas actividades rutinarias en la empresa, porque no se va a requerir hacer permisos de trabajo de manera seguida, pero sí los operadores van a recibir una constante capacitación para que siempre trabajen con seguridad e inspeccionen sus equipos.

RECOMENDACIONES

- Al Departamento de Mantenimiento de Molycop se le recomienda implementar un cronograma anual donde se contemple la cantidad de rodillos a armar durante el año, así como todos los componentes a fabricar o enviar a reparar para crear las órdenes y no saturar a logística y, por otro lado, lograr tener los *stocks* suficientes para lograr producciones satisfactorias.
- Al Departamento de Recursos Humanos, en base a mi experiencia laboral y trabajo con personal a cargo, se recomienda implementar para los trabajadores cursos y capacitaciones en temas técnicos de la especialidad sobre inspección de rodamientos, calibraciones, lubricación de equipos en general para mejorar los estándares de calidad en el armado de rodillos.
- Específicamente, para equipo que se encarga de armar rodillos se recomienda brindar capacitación específica en manipulación del puente grúa del taller, dado que actualmente se tiene que esperar a que se libere un tornero o un mecánico de taller y eso demanda horas hombre perdidas.
- La comunicación dentro del Área de Mantenimiento y Producción de la empresa de Molycop es muy importante, ya que esto permite gestionar procedimientos de manera eficaz, por ello se recomienda proveer a los armadores de rodillos de una radio portátil con frecuencia en mantenimiento y producción, ya que actualmente los únicos que tienen radio portátil son los mecánicos de turno y mecánicos de taller con excepciones.

LISTA DE REFERENCIAS

1. **ANDER EGG, Ezequiel; AGUILAR, María José .** *Técnicas de investigación social.* Buenos Aires: Lumen, 1995.
2. **OTALORA GUERRA, Oscar Julian.** *Elaboración de un plan de mantenimiento para puesta punto de equipos de generación y bombeo dentro de la empresa GEP SAS.* 2019. Tesis de Licenciatura. Fundación Universidad de América.
3. **ORTIZ GUERRERO, Ricardo.** *Informe técnico empresarial Teams S. A.* 2011.

ANEXOS

Anexo 1

IPERC desarmado limpieza calibración y armado de paquetes de rodillo

Moly-Cop		Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPERC)										IPERC N°			
Unidad:	La Joya	Descripción de la Actividad:		ELABORADO POR:		AUTORIZADO POR:		FECHA DE ELABORACIÓN:		04/05/2018					
Área:	Producción			NOMBRE:	Jorge Rodríguez	NOMBRE:	Miguel Palomino	FECHA DE REVISIÓN:		04/05/2018					
Sección:	Mantenimiento	Mantenimiento de Paquete de Rodillos (Armado-Desarmado-Limpieza y Calibración)		PUESTO:		Jefe de Mantenimiento Mecánico		DOCS. ADJUNTOS:		SOP					
Proceso:				FIRMA:											
Subproceso:															
#	Paso / Tarea	Tipo de Energía	Descripción del Peligro	Característica	Incidente Potencial Evento no deseado	Controles Actuales	Evaluación Antes				Evaluación Después				Pág 1
							Probabilidad	Consecuencia	Valor Riesgo	Nivel Riesgo	Probabilidad	Consecuencia	Valor Riesgo	Nivel Riesgo	
3	Mantenimiento de Paquete de Rodillos (Desarmado) * Posicionamiento de rodillos * Desmontaje de barra soles * Desmontaje de jebes * Desmontaje de excéntricas superiores * Desmontaje de puente * Desmontaje de pistones neumáticos * Desmontaje de bridas * Desmontaje de tapas, anillos, rodamientos, tuercas, arandelas, brazos	Biomecánica	Manipulación de objetos		Golpes y/o lesiones en manos o pies	Uso de app's (CONCENTRACION) Uso de app's (casco, guantes de cuero, lentes y zapatos de seguridad)	2	1	3	B					
		Gravitacional	Cargas suspendidas		Apiastamiento	El operador de la grúa debe estar capacitado, certificado y autorizado Check list pre-operación de puente grúa Check list pre-uso de elementos de izaje No exponerse a línea de fuego de las cargas Uso de vientos (de ser necesario) Delimitar zona de exclusión Inspección de toda la zona de traslado (apoyo de 2 o más personas para mantener libre la zona)	1	3	4	M					
		Radiación	Materiales/Superficies Calientes		Quemaduras	Permiso de Trabajo en Caliente Uso de app's (casaca de cuero) Tener extintor cerca / Apoyo de vigía	2	2	4	B					
		Mecánica	Proyección de partículas		Incrustación	Uso de app's (lentes de seguridad, careta facial)	1	2	3	B					
		Física	Luz brillante resplandor		Ceguera	Uso de app's (careda facial negra)	1	2	3	B					
			Ruido		Hipoacusia	Uso de app's (tapones auditivos)	2	2	4	B					
		Presión	Sistemas neumáticos Sistemas hidráulicos		Golpes por instalaciones presurizadas	Inspección de gata hidráulica Inspección de conectores (mangueras) Mantener distancia apropiada	1	2	3	B					
4	Mantenimiento de Paquete de Rodillos (Limpieza y calibración de partes y componentes) * Limpieza de rodillos (aplicar líquidos penetrantes) * Limpieza de tapas, anillos, rodamientos, tuercas, arandelas, brazos, bridas, puente, barra soles, pistones neumáticos * Inspección de rodamientos (fisuras, juego residual) * Inspección de pistones neumáticos (fugas de aire) * Inspección de brazos (bocinas, alojamiento de rodamientos) * Inspección de puentes (bocinas) * Inspección de barras soles (fisuras) * Inspección de bridas (aplicar líquidos penetrantes)	Química	Cilindros de Gas Polvo-Humos		Explosión Inhalación	Check list de equipo de oxicorte (calentar) Uso de app's (respirador)	1	3	4	M					
		Biomecánica	Manipulación de objetos		Golpes y/o lesiones en manos o pies	Uso de app's (CONCENTRACION) Uso de app's (casco, guantes de cuero, lentes y zapatos de seguridad)	2	1	3	B					
		Gravitacional	Cargas suspendidas		Apiastamiento	El operador de la grúa debe estar capacitado, certificado y autorizado Check list pre-operación de puente grúa Check list pre-uso de elementos de izaje No exponerse a línea de fuego de las cargas Uso de vientos (de ser necesario) Delimitar zona de exclusión Inspección de toda la zona de traslado (apoyo de 2 o más personas para mantener libre la zona)	1	3	4	M					
		Eléctrica	Corriente alterna AC		Shock eléctrico	Check list de esmeril	1	2	3	B					
		Mecánica	Proyección de partículas		Incrustación	Uso de app's (lentes de seguridad, careta facial)	1	2	3	B					
		Física	Ruido		Hipoacusia	Uso de app's (tapones auditivos)	2	2	4	B					
		Presión	Sistemas neumáticos		Golpes por instalaciones presurizadas	Inspección de conectores (mangueras) Mantener distancia apropiada	1	2	3	B					
5	Orden y limpieza	Biomecánica	Manipulación de objetos		Golpes y/o lesiones en manos o pies	Uso de app's (CONCENTRACION) Uso de app's (casco, guantes de cuero, lentes y zapatos de seguridad)	2	1	3	B					

NOMBRES Y APELLIDOS		FIRMA	TRABAJADORES EN LA ACTIVIDAD:		FIRMA	REVISADO POR:		FIRMA
Wilson Tellohuano		[Firma]	E. P. P. 30		[Firma]			
Rommy Barrio		[Firma]	J. J. J.		[Firma]			
D. J. J.		[Firma]			[Firma]			



Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPERC)

IPERC N°

Unidad: La Joya		Descripción de la Actividad:		ELABORADO POR:		AUTORIZADO POR:		FECHA DE ELABORACIÓN:		04/05/2018								
Área: Producción		Mantenimiento de Paquete de Rodillos (Armado-Desarmado-Limpieza y Calibración)		NOMBRE: Jorge Rodríguez		Miguel Palomino		FECHA DE REVISIÓN:		04/05/2018								
Sección: Mantenimiento				PUESTO: Sup. De Campo		Jefe de Mantenimiento Mecánico		DOCS. ADJUNTOS:		SOP								
Proceso:				FIRMA:				Evaluación Antes		Evaluación Después		Pág 1						
Subproceso:								Probabilidad	Consecuencia	Valor Riesgo	Nivel Riesgo	Probabilidad	Consecuencia	Valor Riesgo	Nivel Riesgo	Resp		
#	Paso / Tarea	Tipo de Energía	Descripción del Peligro	Característica	Incidente Potencial Evento no deseado	Controles Actuales				Controles Propuestos								
1	Habilitación y traslado de equipos y herramientas	Biomecánica	Manipulación de objetos		Golpes y/o lesiones en manos o pies	Uso de app's (CONCENTRACION)	Uso de app's (casco, guantes de cuero, lentes y zapatos de seguridad)	2	1	3	B							
			Actividades de empuje o arrastre		Lumbalgia, dorsalgia	Buenas prácticas para actividades de empuje o arrastre	Apoyo de 2 personas para realizar actividades de empuje o arrastre	No cargar más de 20 kg	1	2	3	B						
		Física	Ruido		Hipoacusia	Uso de app's (tapones auditivos)		2	2	4	B							
		Gravitacional	Cargas suspendidas		Aplastamiento	Check list de puente grúa y elementos de izaje	No exponerse a línea de fuego de las cargas	1	3	4	M							
		Mecánica	Vehículos en movimiento		Atropellos y/o golpes	Respetar zonas peatonales	No exponerse a línea de fuego de los vehículos	1	2	3	B							
2	Mantenimiento de Paquete de Rodillos (Armado)		* Posicionamiento de rodillos * Montaje de tapas, anillos, rodamientos, tuercas, arandelas, brazos * Montaje de bridas * Montaje de pistones neumáticos * Montaje de puente * Montaje de excéntricas superiores * Lubricación de rodamientos * Montaje de jebes * Dar altura	Biomecánica	Manipulación de objetos	Golpes y/o lesiones en manos o pies	Uso de app's (CONCENTRACION)	Uso de app's (casco, guantes de cuero, lentes y zapatos de seguridad)	2	1	3	B						
				Gravitacional	Cargas suspendidas		Aplastamiento	El operador de la grúa debe estar capacitado, certificado y autorizado	Check list pre-operación de puente grúa	Check list pre-uso de elementos de izaje	No exponerse a línea de fuego de las cargas	Uso de vientos (de ser necesario)	Delimitar zona de exclusión	Inspección de toda la zona de traslado (apoyo de 2 o más personas para mantener libre la zona)	1	3	4	M
				Radiación	Materiales/Superficies Calientes		Quemaduras	Permiso de Trabajo en Caliente	Uso de app's (casaca de cuero)	Tener extintor cerca / Apoyo de vigía	2	2	4	B				
				Mecánica	Proyección de partículas		Incrustación	Uso de app's (lentes de seguridad, careta facial)		1	2	3	B					
				Física	Luz brillante resplandor		Ceguera	Uso de app's (cartera facial negra)		1	2	3	B					
					Ruido		Hipoacusia	Uso de app's (tapones auditivos)		2	2	4	B					
				Presión	Sistemas neumáticos		Golpes por instalaciones presurizadas	Inspección de gata hidráulica	Inspección de conectores (mangueras)	Mantener distancia apropiada	1	2	3	B				
				Química	Sistemas hidráulicos		Explosión	Inspección de cilindros	Check list de equipo de oxicorte (calentar)		1	3	4	M				
					Cilindros de Gas Polvo-Humos		Inhalación	Uso de app's (respirador)		2	2	4	B					
NOMBRES Y APELLIDOS				FIRMA				NOMBRES Y APELLIDOS				FIRMA						
Wilson Collakuanca								E. A. 31										
Haroldo Ramos								J. Solis										
William Fagruva																		

Anexo 2

IPERC permiso de trabajo seguro

		Permiso de Trabajo Seguro (PTS)		PTS N° _____ IPERC N° _____
1) <input type="checkbox"/> AREQUIPA <input type="checkbox"/> LIMA <input type="checkbox"/> LA JOYA Zona de trabajo: _____		Turno y Hora: _____ Fecha: _____		<input type="checkbox"/> Moly-Cop <input type="checkbox"/> Contratista: _____
Actividad: _____		PELIGROS (Marque los peligros que enfrentará)		
<input type="checkbox"/> Ruido <input type="checkbox"/> Luz brillante o resplandor <input type="checkbox"/> Oscuridad / áreas de baja iluminación <input type="checkbox"/> Escaleras / rampas inclinadas <input type="checkbox"/> Cilindros de gas <input type="checkbox"/> Cargas suspendidas <input type="checkbox"/> Maquinaria en movimiento <input type="checkbox"/> Objetos punzantes <input type="checkbox"/> Peligros ergonómicos		<input type="checkbox"/> Manipulación de objetos <input type="checkbox"/> Materiales / superficies calientes <input type="checkbox"/> Partes móviles de maquinaria <input type="checkbox"/> Vehículos en movimiento <input type="checkbox"/> Proyección de objetos <input type="checkbox"/> Polvo <input type="checkbox"/> Humos Otros: _____		EPP (Marque el EPP requerido para la actividad)
				AISLAMIENTO: N° PLAN: _____ <input type="checkbox"/> ELÉCTRICO <input type="checkbox"/> MECÁNICO <input type="checkbox"/> GAS <input type="checkbox"/> HIDRÁULICO <input type="checkbox"/> NEUMÁTICO <input type="checkbox"/> OTRA
		OTRA: _____ PERMISOS DE TRABAJO DE ALTO RIESGO: <input type="checkbox"/> ESPACIO CONFINADO <input type="checkbox"/> EXC. PERFORACIONES <input type="checkbox"/> TRABAJO EN ALTURAS <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/> MATERIALES CALIENTES Otro: _____ <input type="checkbox"/> MED. Y ALTO VOLTAJE		
2) PASOS CRÍTICOS DE LA ACTIVIDAD		PELIGROS CRÍTICOS		EVENTOS NO DESEADOS
MEDIDAS DE CONTROL				
(Empty grid for critical steps, risks, events, and control measures)				
TRABAJADORES EN LA ACTIVIDAD:				
3) NOMBRE Y APELLIDOS *****CON MI FIRMA DECLARO QUE COMPRENDO LOS PELIGROS Y RIESGOS DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR, ENTIENDO LAS MEDIDAS DE CONTROL, Y GARANTIZO SU CUMPLIMIENTO*****		7) FIRMA		3) NOMBRE Y APELLIDOS 7) FIRMA
(Empty space for worker signatures and names)				
PERSONAL RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD:				
FUNCIÓN	5) SUPERVISOR DEL CONTRATISTA	4) AUTORIZADOR	6) PROCESO DE ENTREGA	9) PROCESO DEVOLUCION
FIRMA:	8) SUPERVISOR DE TAREAS	RESPONSABLE DE PLANTA / SUPERVISOR DE TURNO		
NOMBRES:	(Empty space for supervisor signatures and names)			
RELEVO				
FIRMA:	(Empty space for handover signatures and names)			
NOMBRES:				

Anexo 4

Check list de equipo oxicorte

CHECK LIST DE EQUIPO DE OXICORTE AL COMENZAR Y FINALIZAR EL TRABAJO							
N° EQUIPO: _____		UBICACIÓN: _____					
FECHA: _____		RESPONSABLES _____		<input type="checkbox"/> MOLY-COP <input type="checkbox"/> CONTRATISTAS			
TRABAJO A REALIZAR: _____							
* Revisar Croquis Guía de puntos a inspeccionar en el reverso de esta hoja.							
Item	ELEMENTO A INSPECCIONAR	Condición al Iniciar	Condición al Terminar	ACCIÓN A REALIZAR	RESPONSABLE		
					QUIEN	CUANDO	
MECÁNICA	1	Estado del carro porta cilindros con cadena.					
	2.1	Estado Físico de cilindro de oxígeno y revisión de etiqueta del tipo de gas: Oxígeno (oxidante).					
	2.2	Estado Físico de cilindro de acetileno y revisión de etiqueta del tipo de gas: Acetileno (inflamable).					
	3 y 12	Estado de válvulas antirretorno de retro llama de oxígeno.					
	4	Abir la válvula de oxígeno y verificar la operatividad del Regulador (girar el regulador y de acuerdo a ello observar de que suba o baje la presión).					
	5	Manómetro de oxígeno alta presión (200 psi min.) y su tapa en buen estado?.					
	6	Manómetro de oxígeno baja presión (80 psi max.) y su tapa en buen estado?.					
	7 y 14	Válvulas antirretorno de retro llama de acetileno.					
	8	Abir la válvula de acetileno y verificar la operatividad del Regulador (girar el regulador y de acuerdo a ello observar de que suba o baje la presión).					
	9	Manómetro de acetileno alta presión (50 psi min.) y su tapa en buen estado?.					
	10	Manómetro de acetileno baja presión (15 psi max.) y su tapa en buen estado?.					
	11	Maguera de oxígeno libre de rajaduras y de grasas?.					
	12	Estado de válvula Check (anti-retorno) maneral de oxígeno.					
	13	Estado de manguera de acetileno.					
	14	Estado de válvula Check (anti-retorno) maneral de acetileno.					
	15	Estado de las uniones prensadas.					
	16	Estado del maneral mezclador de gases.					
	17	Estado de llave dosificadora de oxígeno.					
	18	Estado de llave dosificadora de acetileno.					
	19	Estado de boquilla de corte, soldadura y calentar (verificar que la boquilla no se encuentre tapada).					
	20	Tuercas roscadas, tuercas de unión y empaques del equipo en buen estado.					
	21	Estado de limpia boquillas (operativo).					
	22	Estado de chispero (operativo).					
	23	Se tiene llave mixta de 1 1/8", 17mm y 18mm.					
	24	Estado y vencimiento del extintor PQS.					
	25	Estado del aspersor.					
	26	Uso en forma vertical del equipo?.					
27	Estado del protector de válvulas (deben tener tapa).						
SEGURIDAD	28	Se tiene y entiende la cartilla de seguridad del equipo de oxicorte.					
	29	Se utiliza biombo para protección de chispas.					
	30	Existencia de extintor cerca de la zona de trabajo.					
	31	Guantes sin grasa?.					
	32	Estado del EEP según procedimiento.					
	33	Las botellas y mangueras estan libres de grasa?.					

LEYENDA

Condición: Buena / Si (✓), o Mala / No (X) NA: No Aplica

Acción a Realizar: Reparar o Informar

NOTA

Revisar con agua jabonosa todas las conexiones del equipo.

No use aceite ni grasa como medios de lubricación.

Si el equipo tiene deficiencias, suspender su uso de inmediato colocando la tarjeta roja.

La inspección de equipos debe realizarse antes y despues de su uso. La persona que realiza el uso responsable de realizar el check list.

_____ V B° Trabajador

_____ V B° Supervisor de Tarea

OSIS - F 002 R1

Anexo 5

Check list de esmeril angular

CHECK LIST DE ESMERIL ANGULAR AL COMENZAR Y FINALIZAR EL TRABAJO

N° EQUIPO: _____	SE VERIFICÓ QUE EL OPERADOR COMPRENDE EL USO SEGURO DEL ESMERIL Y LA PRÁCTICA ESTANDAR <input type="checkbox"/>
RESPONSABLES: _____	SE VERIFICÓ QUE EL OPERADOR CUENTA CON LA HABILIDAD PARA EL USO DEL ESMERIL <input type="checkbox"/>
FECHA: _____ HORA: _____	
TRABAJO A REALIZAR: _____	Tipo de Combustible: CORTE FLAP <input type="checkbox"/> DESBASTE <input type="checkbox"/> POLIFAN <input type="checkbox"/> CARDA <input type="checkbox"/>

	ITEM	ELEMENTO A INSPECCIONAR	CONDICIÓN		ACCION A REALIZAR	RESPONSABLE	
			INICIO	TERMINO		QUIEN	CUANDO
MECÁNICA	1	Estado de guarda de protección.					
	2	Estado de disco-No debe presentar rajaduras ni picaduras, ni ha estado sumergido en agua o en cualquier otro líquido.					
	3	Disco corresponde a las características del trabajo.					
	4	Las R.P.M del disco son iguales o mayores que las del equipo.					
	5	Estado de flange-tuerca de fijación del equipo se encuentra en buen estado.					
	6	Es correcto el ajuste de flange de apriete.					
	7	Hacer girar 1 min. En vacío y detener (inspeccionar el ajuste y la alineación).					
	8	El disco no roza con la guarda protectora.					
	9	Estado de mago lateral de esmeril.					
	10	Cable de conexión adecuado y en buen estado.					
ELECTRICIDAD	11	Estado de enchufe.					
	12	La entrada del cable cuenta con su protección.					
	13	Estado de los carbones.					
	14	Estado de interruptor de encendido.					
	15	Protección a tierra.					
SEGURIDAD	16	Estado y uso de EEP según procedimiento.					
	17	Uso de biombo para protección de chispas.					
	18	Existencia de extintor cerca de la zona de trabajo.					

SIS-F-XX Rev:04

LEYENDA
Condición: Buena o mala / Si o No / NA: No Aplica
Acción a Realizar: Reparar o Informar.

DATOS

RPM_{Norm} Disco:

∅_{Norm} Disco:

∅_{actual} Disco:

RPM_{Equipo}:

NOTA
* El llenado del Check List se realizará al iniciar y al finalizar el Trabajo.
* Cualquier duda sobre la inspección a realizar, consultar la "Instrucción para uso de esmeril angular eléctrico" o supervisor de turno.

FORMULA

$$RPM_{Actual} \text{ Disco} = \frac{\varnothing_{actual} \text{ Disco} \times RPM_{Norm} \text{ Disco}}{\varnothing_{Norm} \text{ Disco}}$$

RPM_{Actual} Disco:

$$RPM_{Actual} \text{ Disco} \geq RPM_{Equipo}$$

Vº Bº MECÁNICO

Vº Bº JEFE DE M. MECÁNICO

Anexo 6

Tarjeta de rodillos para mecanizar



Moly-Cop

**RODILLO
PARA
MECANIZAR**

CÓDIGO

Fecha:

Estado de Rodillo: _____

Encargado:

Firma:

Anexo 7

Tarjeta de rodillos esmerilados



Moly-Cop

**RODILLO
ESMERILADO**

CÓDIGO

Fecha:

Encargado:

Firma:

Anexo 8

Tarjeta de rodillos mecanizados

Moly-Cop

RODILLO MECANIZADO

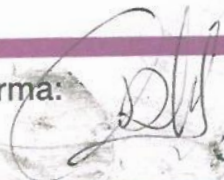
CÓDIGO

25-RF4-E-05-Δ

Fecha: 25-05-18

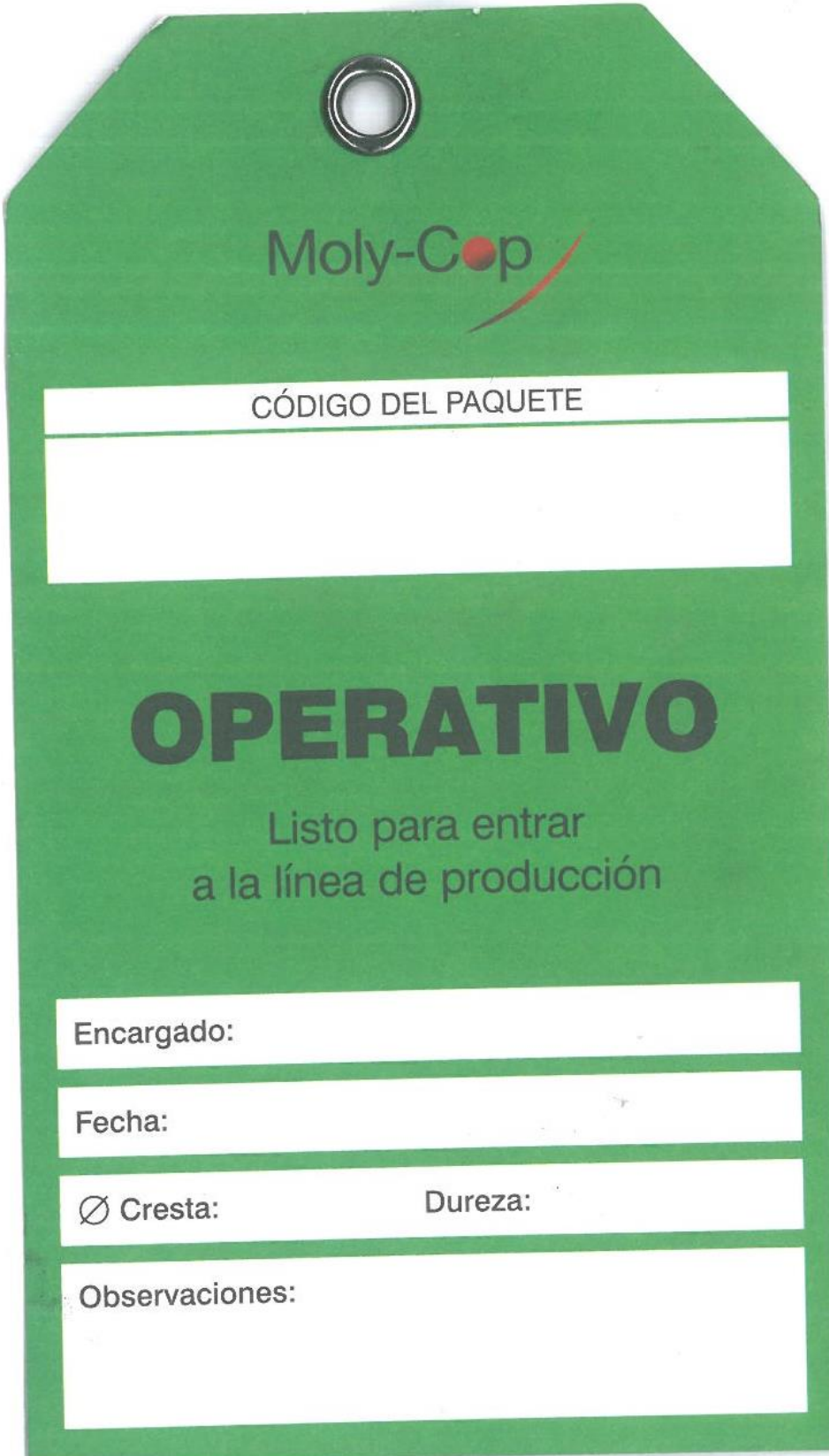
Ø Cresta: 756,3 Dureza: 33,0HRC
Altura de Canal: 25,5

Encargado: Δ.H / D.G

Firma: 

Anexo 9

Tarjeta de paquete de rodillo operativos



Moly-Cop

CÓDIGO DEL PAQUETE

OPERATIVO

Listo para entrar
a la línea de producción

Encargado:

Fecha:

Ø Cresta: Dureza:

Observaciones:

Anexo 10
Tarjeta de no operatividad



Moly-Cop

REPUESTO

**NO
OPERATIVO**

Encargado:

Fecha:

Observaciones:

Anexo 11

Tarjeta de equipos de mantenimiento



Moly-Cop

REPUESTO

**En
Mantenimiento**

Encargado:

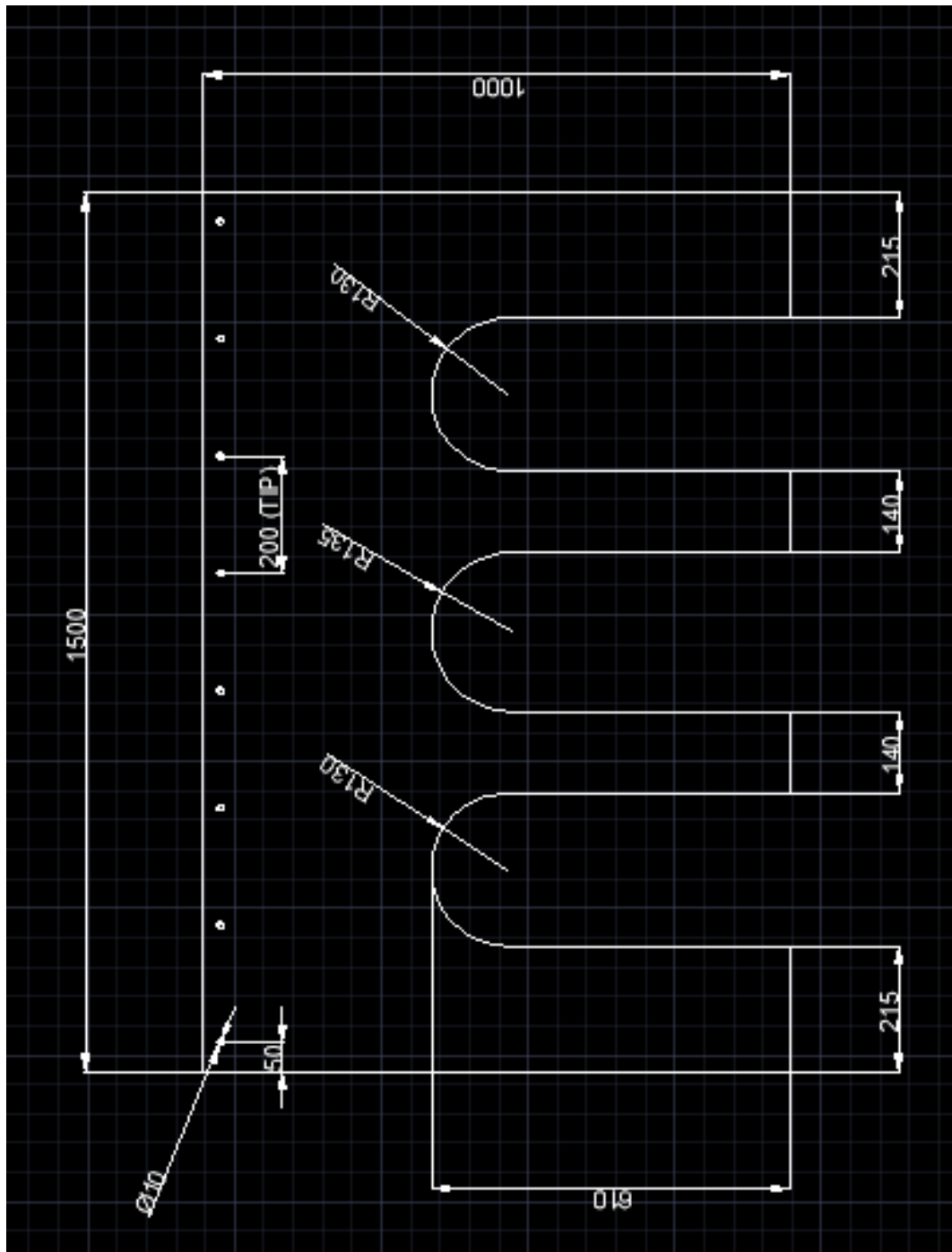
Fecha Inicio:

Fecha Fin:

Observaciones:

Anexo 12

Medidas de cortinas para el paquete de rodillos



Nota: usar para colgar las cortinas un palo de madera de 1" x 1500 mm y alambre N.º 16