



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica**

**Evaluación del dossier de calidad en la inspección visual y por ultra sonido
de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco Perú S.A. - 2022**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Metalúrgico

Autores

Jonathan Quincy Bonifacio Sánchez

Francis Acevedo Ugarte

Asesor

M(o) Joaquín José Abarca Rodríguez

Huacho - Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Jonathan Quincy Bonifacio Sánchez	43470320	17 – 01- 2024
Francis Acevedo Ugarte	43350580	17 – 01- 2024
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Joaquín José Abarca Rodríguez	15740291	0000-0003-1004-3824
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
José Vicente Nunja García	15447556	0000-0002-9633-8190
Víctor Raúl Coca Ramírez	15601160	0000-0002-2287-7060
Helen Analí Zapata del Solar	44067559	0000-0002-5347-6155

"EVALUACIÓN DEL DOSSIER DE CALIDAD EN LA INSPECCIÓN VISUAL Y POR ULTRASONIDO DE EQUIPOS DE CHANCADO Y MOLIENDA EN LA MINERA CHINALCO S.A. - 2022"

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	15%	6%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	9%
2	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%
6	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%

**Evaluación del dossier de calidad en la inspección visual y por ultra sonido
de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco Perú S.A. - 2022**

Autores

Jonathan Quincy Bonifacio Sánchez

Francis Acevedo Ugarte

Agosto del 2022

**Tesis ara optar el Título Profesional de Ingeniero Metalúrgico en la
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica**

Huacho – Perú

**Evaluación del dossier de calidad en la inspección visual y por
ultrasonido de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco
S.A. -2022**



.....
Dr. José Vicente Nunja García
Presidente

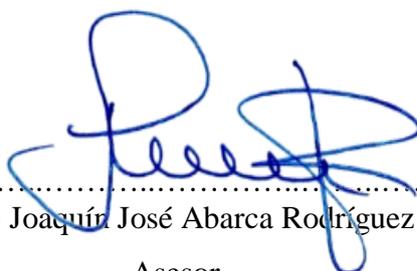


VÍCTOR RAÚL COCA RAMÍREZ
ING. ENIERO QUÍMICO
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48044

.....
M(o). Víctor Raúl Coca Ramírez
Secretario



.....
M(a) Helen Anali Zapata Del Solar
Vocal



.....
M(o) Joaquín José Abarca Rodríguez
Asesor

Dedicatoria

A nuestros padres por ser el soporte en toda nuestra existencia y a los profesores que aportaron con un granito de arena en el desarrollo profesional.

Agradecimiento

Nuestro agradecimiento a Dios por guiarnos en nuestro camino y a nuestros padres por el apoyo incondicional.

Pensamiento

El fracaso es la oportunidad de empezar de
nuevo con más inteligencia - Henry Ford

Índice General

Dedicatoria-----	vii
Agradecimiento -----	viii
Pensamiento -----	ix
Índice General-----	x
Índice de tablas -----	xv
Índice de figuras-----	xvi
Índice de anexo-----	xvii
Abreviatura -----	xviii
Resumen-----	xx
Abstract-----	xxi
Introducción -----	xxii
Capítulo I Planteamiento del problema-----	23
1.1 Descripción de la realidad problemática. -----	23
1.2 Formulación del problema-----	24
1.2.1 Problema general -----	24
1.2.2 Problemas específicos-----	24
1.3 Objetivos de la Investigación. -----	25
1.3.1 Objetivo general. -----	25
1.3.2 Objetivo específico-----	25
1.4 Justificación de la investigación.-----	25
1.5 Delimitación del estudio.-----	27
1.5.1. Delimitación Territorial.-----	27

1.5.2.	Delimitación Tiempo y Espacio. -----	27
1.5.3.	Delimitación de Recursos.-----	27
1.6	Viabilidad del estudio.-----	27
Capitulo II	marco teórico-----	28
2.1.	Antecedentes de la investigación -----	28
2.1.1.	Investigación Internacional.-----	28
2.1.2.	Investigación Nacional.-----	31
2.2.	Bases teóricas: Dossier de Calidad.-----	32
2.2.1.	Protocolo de Calidad. -----	33
2.2.1.1.	Control de Calidad. -----	33
2.2.1.2.	Aseguramiento de calidad-----	34
2.2.1.3.	Inspección de Calidad -----	34
2.2.2.	Documentación Técnica para la Calidad. -----	35
2.2.2.1.	Plan de Calidad, Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente. ----	35
2.2.2.2.	Programas de puntos de inspección (PPIs) -----	36
2.2.2.3.	Planos y especificaciones técnicas. -----	36
2.2.2.4.	Manuales de uso.-----	37
2.2.3.	Documentación Administrativa.-----	38
2.3.	Bases Teóricas: Inspección Visual y por Ultrasonido (Ensayos no destructivos) ---	38
2.3.1.	Pruebas No Destructivas Superficiales.-----	39
2.3.1.1.	Inspección Visual (VT)-----	39
2.3.1.2.	Líquidos Penetrantes (PL).-----	40

2.3.1.3.	Partículas Magnéticas (MT).	40
2.3.1.4.	Corrientes Foucault o inducidas (EC)	41
2.3.2.	Pruebas No Destructivas Volumétricas.	42
2.3.2.1.	Radiografía Industrial (RT)	42
2.3.2.2.	Ultrasonido Industrial (UT)	43
2.3.2.3.	Emisión Acústica (AE)	44
2.3.2.4.	Termografía Activa.	44
2.3.3.	Importancia de las Pruebas No Destructivas	45
2.4.	Definiciones conceptuales.	45
2.5.	Hipótesis de la Investigación.	47
2.5.1.	Hipótesis General.	47
2.5.2.	Hipótesis Específicos.	47
2.6.	Operacionalización de Variables e Indicadores.	47
Capitulo III metodología		50
3.1.	Diseño Metodológico.	50
3.2.	Población y Muestra.	51
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	51
3.4.	Técnicas para el procesamiento de la información.	52
3.5.	Matriz de Consistencia.	53
Capitulo IV Resultados		55
4.1.	Dossier de Calidad.	55
4.1.1.	Acreditación de Inspección.	55

4.1.2.	Servicio de Inspección de Calidad.	56
4.1.3.	Estándar de Calibración.	57
4.1.4.	Códigos de Colores para Inspección.	58
4.1.5.	Reporte Técnico.	58
4.1.6.	Master Plan.	59
4.1.7.	Procedimientos Aplicables	64
4.2.	Inspección Visual y por Ultrasonido	65
4.2.1.	Ensayos no Destructivos.	65
4.2.2.	Diagnóstico Operativo.	66
4.2.3.	Zonas de Inspección.	68
4.3.	Contrastación de Hipótesis.	70
4.3.1.	Hipótesis General.	71
4.3.2.	Hipótesis Específicas.	73
Capítulo V	Discusión	77
5.1.	Discusión de Resultados.	77
Capítulo VI	Conclusiones y recomendaciones	78
6.1.	Conclusiones.	78
6.2.	Recomendaciones.	79
Capítulo VII	Fuentes de información	81
7.1.	Fuentes Bibliográficas.	81
5.1.	Fuentes Documentales.	84
5.2.	Fuentes Hemerográficas.	86

5.3. Fuentes Electrónicas. -----	89
Anexos-----	90

Índice de tablas

Tabla 1: Operacionalización de variables, dimensiones e indicadores.	48
Tabla 2: Acreditación de calidad 2022.....	55
Tabla 3: Calibración para Inspección por UT en molinos.....	58
Tabla 4: Procedimientos de acuerdo a las Normas Técnicas.	64
Tabla 5: Total de END (UT – VT) 2018 -2021.....	65
Tabla 6: Diagnóstico condicional de los equipos de chancado y molienda.	66
Tabla 7: Resumen de la descripción diagnostica.....	67
Tabla 8: Equipo y área de ubicación.	68
Tabla 9: Frecuencia de inspección por zona.	69
Tabla 10: Especifico de Inspección por zona.....	69
Tabla 11: Valores de significancia K-S para las variables.....	71
Tabla 12: Valores de significancia K-S para las hipótesis específicas.....	73

Índice de figuras

Figura 1: Organigrama de servicio de inspección en mina y planta de procesos.....	57
Figura 2: Código de colores para inspección.	58
Figura 3: Proceso del Reporte técnico de inspección.....	59
Figura 4: Master plan General NDT.....	60
Figura 5: Master Plan Concentradora NDT.	61
Figura 6: Master Plan de Mantenimiento General (planta concentradora)	62
Figura 7: Master Plan de Mantenimiento Preventivo de Molinos SAG.....	63
Figura 8: Región de aceptación de la variable “Y” (campana de Gauss).....	72
Figura 9: Región de aceptación de la variable “Y” (campana de Gauss).....	72
Figura 10: Región de significancia de la hipótesis 1 (campana de Gauss)	74
Figura 11: Región de significancia de la hipótesis 2 (campana de Gauss)	75
Figura 12: Región de significancia de la hipótesis 3 (campana de Gauss)	76

Índice de anexo

Anexo 1: Formato de fichas de consolidación de datos por semana de trabajo.....	91
Anexo 3: Formato de recolección de datos	92
Anexo 4: Formato de reporte de equipo.....	93
Anexo 5: Diagnostico operativo de acuerdo a condición y equipo.....	94

Abreviatura

&	y
3MA	Microestructuras, Multiparamétricas, Micromagnéticas
AAPM	Asociación Estadounidense de Físicos en Medicina
AE	Emisión Acústica
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
API	Instituto Americano del Petróleo
AWS	Sociedad americana de soldadura
CIC	Columnas de carbón
EC	Corrientes Foucault
EHS	Salud, Seguridad y Medio Ambiente
END	Ensayo no destructivo
FCAW	Soldadura por arco eléctrico
IDAR	Recuperación instantánea de amplitud dinámica
IAEA	Agencia Internacional de Energía Atómica
INACAL	Instituto Nacional de Calidad
ISO	Organización Internacional de Normalización
MT	Partículas Magnéticas
NDT	Non-Destructive Testing
NTP – ISO	Norma Técnica Peruana - Organización Internacional de Normalización
NWMS	Espectroscopia de modulación de onda no lineal
OHSAS	Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional
PL	Líquidos Penetrantes
PPIs	Programas de puntos de inspección

QHSE	Calidad, Salud, Seguridad y Medio Ambiente
RR.HH	Recursos humanos
RT	Radiografía Industrial
RTE INEN	Reglamento Técnico Ecuatoriano para el Control de Calidad en Estructuras
SA	Sociedad anónima
U.N.J.F.S.C.	Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
UT	Ultrasonido industrial
VT	Inspección Visual
WPS	Especificación del Procedimiento de Soldadura

Resumen

La investigación básica explicativa rehace en el estudio de la evaluación del dossier de calidad y la inspección visual y por ultrasonido en equipos de chancado y molienda de la minera Chinalco, a través de un enfoque mixto y una muestra de 67 informes de inspección contabilizados del 2018 al 2021, se logró establecer la significancia estadística mediante la prueba de Normalidad K-S, donde el p-valor = $0,001 \leq 0.05$, validando la hipótesis planteada, los resultados de las tres hipótesis específicas (ensayos no destructivos, el diagnóstico operativo y la zona de inspección) fue del mismo p-valor. Se puede concluir que contar con un dossier de calidad acorde a los procedimientos que requieren solicitante del servicio puede favorecer los resultados que se buscan, es decir un trabajo eficiente y ordenado, que pueda prevenir eventos no deseados para el contratista, así como dar soluciones inmediatas.

Palabras Clave: Dossier, calidad, protocolo, documentación, ensayos, diagnostico

Abstract

The explanatory basic research is redone in the study of the evaluation of the quality dossier and the visual and ultrasound inspection in crushing and grinding equipment of the Chinalco mining company, through a mixed approach and a sample of 67 inspection reports recorded in 2018. By 2021, it was possible to establish statistical significance through the K-S Normality test, where the $p\text{-value} = 0.001 \leq 0.05$, validating the proposed hypothesis, the results of the three specific hypotheses (non-destructive tests, operational diagnosis and the area of inspection) was of the same $p\text{-value}$. It can be concluded that having a quality dossier in accordance with the procedures required by the service applicant can favor the results that are sought, that is, efficient and orderly work, which can prevent unwanted events for the contractor, as well as provide immediate solutions. .

Key words: *Dossier, quality, protocol, documentation, tests, diagnosis*

Introducción

La mayoría de nosotros estamos de acuerdo en que la calidad y la seguridad van de la mano. En otras palabras, un producto de calidad es un producto seguro. En este contexto, la calidad se define como “ausencia de defectos”.

Existe un riesgo considerable asociado con la inspección de las estructuras, sistemas y componentes del límite de presión. Sin embargo, la importancia de los END a menudo no se comprende hasta que ocurren accidentes graves que provocan lesiones personales y/o pérdidas económicas.

Los ensayos no destructivos realizados de forma segura y eficiente pueden hacer el acelerar los procesos operativos ya que no intervienen dentro de su realización y adicionalmente pueden contribuir a prevenir algún tipo de evento no deseado, para la investigación se emplearon el test visual y por ultrasonido, también se consideró el número de ensayos y los resultados de los mismos, como se detallará en los capítulos II y IV.

El diagnóstico operativo permite anticipar decisiones, mediante los resultados de los ensayos no destructivos respecto a la condición del equipo o estructura a evaluar, por ende, tomar las medidas correctivas pertinentes considerando su ubicación y material.

Es aquí donde nace la necesidad de reconocer la importancia de la intervención de un adecuado dossier de calidad para optimizar procesos, ya que este permite establecer protocolos a través de aseguramiento y control de calidad, y permite tener una registro confiable y verificable de la documentación técnica y administrativa que implica el desarrollo de las actividades de la empresa. En tal sentido la investigación aborda específicamente cual y de qué manera es su alcance en las inspecciones de los END (inspección visual y por ultrasonido) en el capítulo V y VI.

Capítulo I

Planteamiento del problema

1.1 Descripción de la realidad problemática.

La mayoría de nosotros estamos de acuerdo en que la calidad y la seguridad van de la mano. En otras palabras, un producto de calidad es un producto seguro. En este contexto, la calidad se define como “ausencia de defectos”.

Existe un riesgo considerable asociado con la inspección de las estructuras, sistemas y componentes del límite de presión. Sin embargo, la importancia de los END a menudo no se comprende hasta que ocurren accidentes graves que provocan lesiones personales y/o pérdidas económicas.

La supervisión de la gerencia sobre el mantenimiento regular del equipo es muy importante para asegurar la calidad y confiabilidad de los resultados de la inspección. Por ejemplo, se deben realizar verificaciones periódicas de control de calidad para la contaminación y la sensibilidad según los procedimientos de prueba establecidos y se deben registrar los resultados. Del mismo modo, los instrumentos, equipos de procesos como chancado molienda o circuitos de flotación y claro las corrientes de Foucault deben limpiarse y mantenerse regularmente.

Es aquí donde nace la necesidad de reconocer la importancia de la intervención de un adecuado dossier de calidad para optimizar procesos, ya que este permite establecer protocolos a través de aseguramiento y control de calidad, y permite tener un registro confiable y verificable de la documentación técnica y administrativa que implica el desarrollo de las actividades de la empresa. En tal sentido la investigación aborda específicamente cual y de que manera es su alcance en las inspecciones de los END (inspección visual y por ultrasonido)

El aseguramiento de calidad en NDT se refiere a todas aquellas acciones planificadas y sistemáticas necesarias para brindar la confianza adecuada a los clientes, reguladores y otras partes interesadas de que las operaciones de NDT se realizaron y documentaron de acuerdo con los requisitos especificados.

La herramienta dossier combina toda la información para dar aseguramiento de calidad, seguridad y eficacia de los procedimientos, técnicas o servicios que ofrece la empresa, que también prevenir y minimizar incidentes y/o accidentes, puesto que un solo accidente importante en el campo podría dañar seriamente la reputación de la organización responsable del producto y/o servicio de prueba. Por otro lado, los incidentes de calidad no deseados en las plantas o laboratorios, también podrían dar lugar a costosos reprocesamientos y retrasos en los resultados.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece la inspección visual y por ultrasonido de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022?

1.2.2 Problemas específicos

- i. ¿De qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece los ensayos no destructivos de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022?
- ii. ¿De qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece el diagnóstico operativo de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022?
- iii. ¿De qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece las zonas de inspección en equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022?

1.3 Objetivos de la Investigación.

1.3.1 Objetivo general.

Evaluar de qué manera el dossier de calidad favorece la inspección visual y por ultrasonido de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022

1.3.2 Objetivo específico

- i. Explicar de qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece los ensayos no destructivos de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022
- ii. Explicar de qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece el diagnóstico operativo de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022
- iii. Explicar de qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece las zonas de inspección en equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022

1.4 Justificación de la investigación.

El propósito metodológico del estudio es explicar de qué manera podría favorecer el dossier de calidad en los procedimientos de inspección visual y por ultrasonido en equipos de chancado y molienda, a través de sus dimensiones e indicadores para cada variable se establece la intervención técnica – administrativa, llamase variable “X”, en la ejecución de trabajos de campo que viene a ser la variable “Y”, se empleó como instrumento de los informes de inspección de la del año 2018 hasta el 2021, en el cual se pudo comprobar que hubieron procedimientos incompletos con correctivas e incongruentes. Esta investigación podrá ser considerada como antecedente para aquellos que pretendan ahondar en un tema que ha sido poco estudiado.

A nivel practico el procedimiento de los NDT es garantizar que el proceso de inspección se aplique de manera consistente, para que los resultados esperados se puedan lograr con confianza. Los procedimientos de NDT deben ser revisados y aprobados por el personal

autorizado y calificado en los respectivos métodos de NDT. Además, es importante distinguir un 'procedimiento NDT' de una 'técnica NDT'. Por lo general, un procedimiento NDT se puede aplicar a varios productos dentro del alcance del proyecto. Sin embargo, una técnica NDT está escrita para una aplicación específica. Cualquier cambio en la variable esencial es causa de revisión del procedimiento. Es aquí donde entra a tallar la importancia del Dossier de Calidad, ya que conforma el conjunto de documentación de relevancia para la empresa, se a nivel operativo o administrativo, es este registro donde se almacenará los resultados del proceso de inspección y sus respectivas certificaciones.

La evaluación del dossier de calidad recae en el hecho de poder constatar que se cumplan los protocolos de calidad así como su documentación técnica y administrativa, ya que dichos registros estándares, políticas, programas, procedimientos, planes, especificaciones técnicas, manuales de uso, certificaciones, permiten obtener la garantía del aseguramiento de calidad de que ofrece la empresa, de esta manera asegura poder dar un cumplimiento eficiente en los procesos de inspección, en este caso visual y por ultrasonido; en dónde se buscara prevenir, evitar o minimizar posibles accidentes a causas de fallas, discontinuidades o deterioro de los equipos utilizados en los procesos de chancado y molienda de la minera Chinalco, para poder obtener mejores resultados operativos y por ende mayor rentabilidad en la empresa, ya que al reparar o dar mantenimiento en el tiempo adecuado a dichos equipos, evitará paralizaciones durante dichos procesos, asegurando un flujo constante en los circuitos de chancado y molienda así como una prevención de riesgos laborales en el tiempo preciso.

1.5 Delimitación del estudio.

1.5.1. Delimitación Territorial.

El estudio tomo la zona de operaciones de chancado y molienda de la Mina Toromocho – Minera Chinalco, la cual se ubica a 4500 m.s.n.m., distrito de Morococha – Yauli – Junín,

1.5.2. Delimitación Tiempo y Espacio.

La temporalidad del desarrollo del proyecto está centrada en el año 2022.

1.5.3. Delimitación de Recursos.

Los recursos empleados fueron: humanos, tecnológicos y de servicios, los cuales fueron incluidos dentro de presupuesto inicial de proyecto de tesis.

1.6 Viabilidad del estudio.

La investigación fue totalmente viable, ya que contó con el respaldo de la empresa de servicios, así como de la contratista, si bien cierto la documentación utilizada es de carácter interina, no estuvo sujeta a solicitud de respaldo o restricción, la recopilación de la data fue precisa y confiable. A nivel de financiamiento, estuvo a cargo de mi persona los gastos de redacción, asesoramiento y viáticos para reuniones con el metodólogo y estadística.

Capítulo II

marco teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigación Internacional.

Ebensperger y Donos (2021), en su estudio sobre la nueva metodología de diagnóstico de estructuras de hormigón armado con técnicas no-destructivas, concluyen que, mediante un diagnóstico de estructuras complementaria a la inspección visual, se puede determinar los ponderados con los parámetros proporcionados por las técnicas no destructivas considerando: 1. Aporte de la experiencia local y parámetros actuales de un Diagnóstico Inicial. 2. Complementación basada en la experiencia internacional. 3. Incorporación del uso de Ensayos No Destructivos. La interacción entre ellos mediante la ponderación de factores y el análisis probabilístico de los resultados obtenidos in situ permitieron reducir la brecha, brindando herramientas relevantes para el responsable de la operación y “Life Service” del estructura tales como: Proyectar un Plan de Mantenimiento de acuerdo a la necesidad real del puente o estructura, determinar dentro de la vida útil del puente el período adecuado para una reparación mayor, definición precisa del alcance de la reparación mayor (elementos y niveles de deterioro), asignación de recursos a periodos específicos dentro de la vida de servicio del puente, evitando así gastos ineficientes en etapas tempranas o tardías por falta de información.

Panagiotis (2021), en su investigación sobre el control de calidad en sistemas de ultrasonografía, concluyó que algunos factores básicos de visualización deben ser verificados por un programa de garantía de calidad, basado en la plantilla AAPM (Mitchel Goodsitt. Paul Carson, 1998). Ese programa debe ser utilizado o implementado por un radiólogo/físico, al menos cada seis meses. Una prueba adecuada podría tener

una duración de 15 minutos para cada unidad de ultrasonido. Se deben realizar pruebas más exhaustivas anualmente y se deben tomar de 1 a 2 horas en cada máquina de ultrasonido. En primer lugar, un profesional debe inspeccionar el hardware de la máquina de ultrasonido, como los cables en busca de delaminación o la cara del transductor en busca de grietas. Entonces, lo primero que debe verificarse es una lista de partes de hardware regionales de la máquina de ultrasonido. La persona que realiza la inspección debe firmar el estado de cada pieza y dar detalles del tipo de problema

Nilsson y Carlén (2019), en su estudio sobre la evaluación de calidad de componentes de polímeros delgados mediante pruebas no destructivas, concluye que los métodos más prometedores para detectar muestra dañadas es IDAR (Recuperación instantánea de amplitud dinámica) y NWMS (Espectroscopia de modulación de onda no lineal), en el estudio se llevó a cabo los dos métodos simultáneamente, pero por temas de calibración se optó por profundizar más con IDAR, en el caso de este método, el tiempo de medición oscilo entre los 500 ms y 750 ms de frecuencia en un período de inspección rápida, ya que se encontraría dentro del ciclo de prueba de 3 a 4 segundos en un proceso automatizado. Aun así, los autores manifiestan que el método NWMS, sería más eficiente con una buena calibración, ya que se podría acoplar, y usarse juntos para la detección de discontinuidades encontrando un término medio entre los parámetros óptimos para ambos métodos.

Wolter, et al (2019), en su investigación descriptiva de las pruebas no destructivas con 3MA: una descripción general de los principios y las aplicaciones, señalan que 3MA (Microestructuras, Multiparamétricas, Micromagnéticas) y Analizador de tensiones tiene un enfoque multiparamétrico, ya que se basa en la combinación de información de medición de varios métodos micromagnéticos y varios parámetros de medición. Esto permite evitar ambigüedades de medición y ofrece la posibilidad no solo de detectar

cambios cualitativos, sino también de determinar los valores cuantitativos de las cantidades objetivo. Los métodos combinados difieren en sus mecanismos de interacción y profundidades de interacción y, por lo tanto, su combinación permite minimizar la influencia de las perturbaciones (por ejemplo, temperatura, variaciones de lotes) y muestrear diferentes profundidades de material a la vez. Los autores están convencidos de que la combinación de métodos es crucial para lograr resultados correctos y fiables en la aplicación de métodos micromagnéticos 3MA se utilizó con éxito para determinar cuantitativamente la dureza, la profundidad de endurecimiento, la tensión residual, los parámetros de las pruebas estáticas y dinámicas (ensayos de tracción, flexión, fatiga, fluencia, impacto) y las características de la microestructura (textura, cementita, austenita retenida).

Canga y Beltrán (2019), en su proyecto técnico del control de calidad en la soldadura de la estructura metálica, sujeto a la normativa ecuatoriana RTE INEN 040 y a la normativa internacional AWS D1.1 2015, las cuales permite definir los lineamientos para el control de calidad en las estructuras de soldadura, se consideró para análisis: los planos estructurales, procedimientos de soldadura, certificación del material estructural, calificación del personal de soldadura y END. Los autores manifiestan que se logró la verificación exitosa de los planos estructurales, certificados de calidad de materiales, así como el cumplimiento de los procedimientos de soldadura como exige la normativa con soldadores de calificación WPS para procesos FCAW. Se realizaron tres tipos de ensayos no destructivos (Inspección visual, tintas penetrantes y ultrasonido industrial) para dar aceptación o rechazo de los valores encontrados se recurrió a la normativa AWS D1.1 2015, así como al apéndice K para la determinación de muestra a utilizar, de los resultados obtenidos solo en el ensayo por ultrasonido industrial se encontraron discontinuidades en las muestras que sobrepasan los límites permitidos por la norma.

En conclusión, general la estructura soldada del terminal terrestre cumple con los lineamientos establecidos en el control de calidad.

López (2016), en su elaboración de proyecto de dossier de calidad en mantenimiento mecánico de una parada en una industria petroquímica, señala que el dossier es una herramienta imprescindible para empresas que pretenden sistematizar eficientemente la calidad de sus productos o servicios, y evitar posibles riesgos, anomalías o minimizar el impacto del mismo. Esta documentación garantiza la calidad y el desarrollo eficaz de las actividades en las operaciones, cumpliendo con las estandarizaciones y parámetros de calidad, de medio ambiente y seguridad laboral; permitiendo optimización integral, que se verá reflejado en los resultados de producción y rentabilidad, el autor señala que a través de un dossier de calidad de efectivo se consigue la satisfacción del cliente, ya que favorecerá y asegurará la conformidad de los requisitos solicitados como los que rige la normativa vigente de calidad de la empresa solicitante.

2.1.2. Investigación Nacional.

García y Huamán (2021), en su investigación titulada implementación de un sistema de gestión de calidad, basado la norma ISO 9001:2015, para mejorar el control de los procesos en una empresa de ensayos no destructivos en el año 2019, concluyen que la empresa obtuvo como producto de la implementación: una comunicación más fluida y de manera eficiente gracias a la documentación de todo el sistema y a los programas de comunicación, además, a través de la política y objetivos de calidad, el personal de todos los niveles se tornó comprometido con sus labores y responsabilidades. La empresa implementó capacitaciones, talleres y cursos para involucrar más al personal y así ejerza mejor sus labores. También se tenía mejor delimitado los requerimientos del cliente

gracias a que se tenía un proceso documentado para que cualquiera pudiera llevar a cabo la toma de necesidades y estándares que estos requerían.

Durand (2019), en su estudio titulado aseguramiento de la calidad en el armado de prefabricado y montaje de tuberías en las unidades HTN-RCA, HTD, FCK Y TGLRG2 para el proyecto de modernización refinería Talara, concluye que un buen orden en todas las liberaciones con el cliente permitirá un mejor armado del Dossier de calidad. La soldadura industrial es una ciencia, no todos los materiales son iguales y no a todos se les aplica el mismo material de aporte. Siempre hay que tener criterio para realizar nuestro trabajo, no siempre nuestro cliente tendrá la razón, por eso se tiene que revisar bien todo el procedimiento. No adelantarse a generar soluciones en campo si haber avisado anticipadamente del problema al empleador, solo se le puede plantear posibles soluciones a analizar.

2.2. Bases teóricas: Dossier de Calidad.

En términos generales el dossier de calidad es el conjunto de documentos que certifican la calidad del servicio o producto de una empresa, en tal sentido este proporciona el aseguramiento de la calidad, basados en el cumplimiento de los estándares internacionales de normatividad a las cuales este sujeta la empresa, organización o institución.

El formato del dossier combina toda la información sobre calidad, seguridad y eficacia de los procedimientos, técnicas o servicios que se deseen adquirir. Así mismo proporciona la garantía de calidad y el control de calidad, dos aspectos diferentes de la gestión de calidad; y que son primordiales en la optimización de resultados a nivel de desempeño, producción y rentabilidad (Panagiotis, 2021).

De acuerdo con la norma ISO 9000:2015 Quality Management Systems – Fundamentals and Vocabulary, la definición de Quality Assurance es una «parte de la gestión de la

calidad enfocada en brindar confianza en que se cumplirán los requisitos de calidad». Siguiendo un programa de garantía de calidad, un profesional puede brindar confianza a los clientes, agencias gubernamentales, reguladores y certificadores. Según el mismo documento, el Control de Calidad puede definirse como «parte de la gestión de la calidad centrada en el cumplimiento de los requisitos de calidad». El procedimiento de Control de Calidad se basa en medir, examinar y probar una o más características de un producto o servicio.

2.2.1. Protocolo de Calidad.

El protocolo de calidad es un conjunto de normas que garantiza el aseguramiento de la calidad en los productos o servicios que ofrece una empresa u organización, permitiendo establecer estándares y requisitos a través del control de calidad, los cuales son respaldados mediante documentos técnicos y administrativos que complementan dichos procedimientos.

2.2.1.1. Control de Calidad.

El concepto de control de calidad total se define como un sistema para definir, controlar e integrar todas las actividades de la empresa que permiten la producción económica de bienes o servicios que darán plena satisfacción al cliente. La palabra "control" representa una herramienta de gestión con cuatro pasos básicos, a saber, establecer estándares de calidad, verificar la conformidad con los estándares, actuar cuando no se cumplen los estándares y evaluar la necesidad de cambios en los estándares.

En resumen, el objetivo del control de calidad es proporcionar al cliente el mejor producto al mínimo costo. Esto se puede lograr mediante mejoras en el diseño del producto, consistencia en la fabricación, reducción de costos y mejora de la moral de los empleados. Los factores que afectan la calidad del producto se pueden dividir en dos

grandes grupos. El primero es el tecnológico que incluye máquinas, materiales, procesos y segundo el humano que incluye operadores, capataces y otro personal. Este último es el más importante (IAEA, 1999).

2.2.1.2. Aseguramiento de calidad

Como sugiere el nombre, el aseguramiento de la calidad es la adopción de todas aquellas acciones técnicas y administrativas planificadas y sistemáticas necesarias para asegurar que el artículo se produce con un nivel de calidad óptimo y, con la confianza adecuada, se desempeñará satisfactoriamente en el servicio.

La garantía de calidad tiene como objetivo hacer las cosas bien la primera vez e implica una evaluación continua de la idoneidad y eficacia del programa general de control de calidad con miras a iniciar medidas correctivas cuando sea necesario. Para un producto o servicio específico, esto implica auditorías de verificación y evaluación de los factores de calidad que afectan la producción o el uso del producto o servicio (Stenberg, Barsoum, Åstrand, Öberg, & C. Schneider, 2017).

El aseguramiento de la calidad es el control de calidad del sistema de control de calidad.

2.2.1.3. Inspección de Calidad

El departamento de inspección y pruebas de calidad tiene la responsabilidad de evaluar la calidad de los artículos comprados y fabricados y de informar los resultados. Estos resultados se pueden devolver a otros departamentos para que se puedan tomar medidas correctivas cuando sea necesario.

Para realizar la inspección, es necesario un equipo preciso. Esto significa que debe mantenerse y calibrarse regularmente.

Es necesario monitorear continuamente el desempeño de los inspectores. Algunos defectos son más difíciles de encontrar y requieren más paciencia. Los inspectores varían en capacidad y el nivel de defectos afecta la cantidad de defectos informados.

Las muestras con defectos conocidos deben usarse para evaluar y mejorar el desempeño de los inspectores. La confiabilidad de la inspección generalmente se puede cuantificar y, con mayor frecuencia, se ve afectada por el operador y no por los posibles defectos en el componente presentado para la inspección. La educación (capacitación) es la forma más efectiva de mejorar la confiabilidad (IAEA, 1999).

2.2.2. Documentación Técnica para la Calidad.

La documentación técnica es de carácter imprescindible para cualquier tipo de actividad y el desarrollo de la misma, así pues, en términos de calidad es sumamente importante, ya que, en ella, garantiza los servicios o productos que ofrece la empresa. Así mismo esta documentación explica sistemáticamente el funcionamiento e instalación de un equipo o sistema de acuerdo a requerimiento de la empresa solicitante, facilitando el entendimiento y rápida ejecución de los mismos, en este aspecto se puede considerar dentro de ellos el plan de calidad, seguridad y salud ocupacional, manejo ambiental, también entran a tallar los procedimientos aplicables para la calidad, programas y puntos de inspección, planos y especificaciones técnicas, y por último los manuales de uso concernientes a los productos o servicios que se han brindado a la empresa solicitante.

2.2.2.1. Plan de Calidad, Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

El dossier de calidad debe incluir los planes de calidad, de medio ambiente y cuando se aplique el plan de seguridad y salud ocupacional, los mismos que deben de estar sujetos a los estándares internacionales o normativa vigente que maneje la organización.

En este contexto, el documento analiza y debate los factores que afectan la integración de la seguridad y la calidad en los sistemas de gestión de la calidad. También se incluye los requisitos de cumplimiento de la norma de gestión de seguridad y salud en el trabajo OHSAS 18001 y de la ISO 9001 (calidad) e ISO 14001 (normas de gestión ambiental).

Los sistemas de estándares son capaces de competir adaptarse sinérgicamente para asegurar el desarrollo sostenible de la organización, junto con otros sistemas relacionados (Gaureanu, Weinschrott, Dumitrescu, & Jitarel, 2016).

2.2.2.2. Programas de puntos de inspección (PPIs)

Los programas de puntos de inspección o planes de puntos de inspección son formatos de registros, comúnmente utilizados para el desarrollo y ejecución de proyectos, obras o actividades, los cuales consisten de varias tareas e implican cierto número de personal o empresas aliadas.

Estos programas de inspección son desarrollados como herramientas de acuerdo a la actividad que realice la empresa, ya que tiene como objetivo facilitar la inspección reglamentaria, y definir los puntos críticos de control, los cuáles deben ser verificados para no incurrir en incumplimientos legales (Innovaris Consultores, 2018).

El registro de las inspecciones permite minimizar o eliminar posibles riesgos a través de una autoevaluación, permitiendo un monitoreo constante de las áreas inspeccionadas, asegurando la calidad del servicio.

2.2.2.3. Planos y especificaciones técnicas.

Los planos permiten que las obras se construyan con precisión. La documentación de diseño incluye dibujos de diseño, lista de cantidades y especificaciones técnicas. Los principales elementos del proyecto, incluidos el diseño general, el equipo de movimiento de tierras, los sistemas mecánicos, eléctricos, estructurales y de suministro de agua, se diseñan y representan a través de dibujos a escala coordinados y elevaciones y planos detallados.

Las especificaciones técnicas se preparan para brindar consistencia e instruir a los contratistas sobre cómo se deben realizar los trabajos, la calidad de la mano de obra y los métodos de garantía de calidad para la ejecución del proyecto. Describen el diseño

del proyecto, las normas técnicas, las especificaciones y los principios que se seguirán durante la ejecución. Pueden especificar un objetivo de rendimiento (una especificación de rendimiento) o procedimientos utilizados para cumplir el objetivo de rendimiento (especificación de diseño). Una especificación de desempeño permite flexibilidad y cambio. Por ejemplo, una especificación de rendimiento para un sistema de procesamiento de alimentos puede especificar que la capacidad sea una tonelada por hora designada en un estándar de calidad particular (Davis & Stafford, 2016).

El nivel de cumplimiento de los planos de diseño y las especificaciones técnicas determina en última instancia la calidad del proyecto e influye en el desempeño de las obras.

2.2.2.4. Manuales de uso.

Un manual técnico es un documento bien definido que explica los medios para operar, mantener, respaldar o instalar una máquina, proceso, sistema o equipo. Como resultado, representan la calidad con la que se deben realizar estas diversas tareas y explican lo que se espera y se requiere de una persona cuando realiza una tarea específica.

En comparación con los procedimientos de operación o mantenimiento, los manuales técnicos generalmente guían la integración e instalación de equipos en los procesos de un sistema más grande (Vivanco, 2017). También guían las actividades de mantenimiento detalladas, complejas e infrecuentes, como la revisión exhaustiva o la actualización/reemplazo de subsistemas/componentes del dispositivo más grande.

Los manuales técnicos también proporcionan gran parte de la información técnica necesaria para ser incorporada en los procedimientos operativos, logísticos, de mantenimiento y administrativos de una empresa. Estas preocupaciones técnicas incluyen los siguientes tipos de actividades: tolerancias operativas, especificaciones

para consumibles, requisitos de inspección y mantenimiento y requisitos de capacitación (American Bureau of Shipping, 2016).

Por lo general, son mucho más detallados que los procedimientos. Por lo tanto, para determinar el nivel de detalle necesario en un manual, hay varios factores a considerar, a saber, la importancia del error, la complejidad de la tarea, la frecuencia con la que se realiza la tarea, así como el conocimiento, las habilidades y capacidades del usuario.

2.2.3. Documentación Administrativa.

La documentación administrativa es el resultado de las actividades de la administración de dirección de la empresa, considerando las funciones y competencias de sus áreas o departamentos, tiene la función de dar constancia de los actos administrativos y sirven como medio de comunicación confiable.

Así mismo dichos documentos son evidencia tangible en caso de auditorías o fiscalización, a modo de ejemplo tenemos el documento de contrato, los certificados o certificaciones, los registros, las actas de reuniones y recepción, y los informes de inspección, entre otros.

2.3. Bases Teóricas: Inspección Visual y por Ultrasonido (Ensayos no destructivos)

El campo de NDT (Non destructive test) es un campo interdisciplinario muy amplio que juega un papel fundamental en la inspección de que los componentes y sistemas estructurales realicen su función de manera confiable. También se han implementado ciertos estándares para asegurar la confiabilidad de las pruebas NDT y prevenir ciertos errores debido a la falla en el equipo utilizado, la aplicación incorrecta de los métodos o la habilidad y el conocimiento de los inspectores. Los NDT pueden estar divididos en tres tipos de pruebas: Superficiales, volumétricas y de hermeticidad. Cada una de estas tiene

su propio procedimiento de ensayo, de acuerdo a lo que se busca determinar y al material del que está compuesto la muestra.

Para la presente investigación se ha considerado las pruebas superficiales y volumétricas, las cuales se detallarán conceptual y descriptivamente a continuación:

2.3.1. Pruebas No Destructivas Superficiales.

Las pruebas de este tipo se ejecutan sobre la superficie de los materiales, equipos o herramientas que requieran de esta evaluación, sin perjudicar la muestra por lo que no, sin embargo, permite obtener datos sobre su estado identificando defectos superficiales.

2.3.1.1. Inspección Visual (VT)

Sherwin, A. (1990), menciona que la inspección visual es el método de inspección más básico y común. Se puede efectuar observando directamente un componente o utilizando herramientas como boroscopios, lupas y espejos. El uso de dispositivos portátiles de inspección por video y rastreadores robóticos ha hecho posible inspeccionar superficies poco accesibles. Emin, M. (2019), La inspección visual es el método NDT más antiguo y más común para casi cualquier tipo de estructura de hormigón. Las grietas superficiales se pueden detectar y clasificar fácilmente según sus formas y ubicaciones en la superficie de los elementos de hormigón.

IAEA (2012), recomienda capacitación (conocimiento del producto y proceso, condiciones de servicio anticipadas, criterios de aceptación, mantenimiento de registros, por ejemplo) para que las pruebas visuales sean más efectivas. Señala que los otros métodos NDT deben tener un respaldo de prueba visual, los equipos para este método son de tipo simple. Las pruebas visuales se pueden clasificar como pruebas visuales directas, pruebas visuales remotas y pruebas visuales translúcidas.

2.3.1.2.Líquidos Penetrantes (PL).

IAEA (2001), señala que este ensayo revela defectos superficiales por el "sangrado" de un medio penetrante sobre un fondo contrastante, mediante la aplicación penetrante en la superficie antes limpiada y el defecto o discontinuidad de objeto inspeccionado.

Gholizadeh, S. (2016) Otra técnica comúnmente empleada se basa en el uso de Inspección de Líquidos o Tintas Penetrantes (LPI o DPI). Se prefiere debido a la muy alta sensibilidad de esta técnica para encontrar pequeñas discontinuidades en la superficie. Actualmente, LPI se usa ampliamente en diversas industrias, incluidas las de petróleo y gas, generación de energía, aeroespacial, marítima, etc. LPI es, por lo tanto, un método NDT bastante significativo para estructuras de hormigón y para descubrir la indicación e inspeccionar una grieta superficial.

IAEA (2012), divide el método de acuerdo al tipo de lavado del componente: (i) lavables con agua, (ii) post-emulsionables, es decir, se agrega un emulsionante al exceso de penetrante en la superficie del componente para hacerlo lavable con agua, y (iii) removibles con solventes, es decir, el exceso de penetrante debe disolverse en un disolvente para eliminarlo de la superficie del componente.

2.3.1.3.Partículas Magnéticas (MT).

Según Rolls R. (2015), refiere que la prueba de partículas magnéticas es un método NDT en el que se crea un campo magnético en un componente justo debajo de la superficie del material. Cualquier discontinuidad, como grietas, que se cruzan con las líneas del campo magnético a 90° (esto dará la máxima respuesta, pero el ángulo de intersección puede ser tan bajo como 45° y aún dar una respuesta) se puede resaltar con la aplicación de medios de detección. Una grieta en el camino de las líneas o flujo del campo magnético actúa como una barrera. Gholizadeh, S. (2016), menciona que el método de prueba se use de manera efectiva, es esencial que la fuerza del campo

magnético sea apropiada para la tarea. Si la fuerza del campo magnético es demasiado baja, la acumulación de partículas que identifica un defecto puede ser inadecuada y el defecto puede pasar desapercibido. Si el campo magnético es excesivo, puede haber una gran acumulación de partículas alrededor de las irregularidades superficiales y las indicaciones reales pueden quedar enmascaradas (enrasado), especialmente aquellas indicaciones que provienen de mecanismos de falla en servicio, que resultan en grietas estrechas.

Almeida, F.; et al (1992), concuerda que el método utiliza campos magnéticos y pequeñas partículas magnéticas (es decir, limaduras de hierro) para detectar fallas en los componentes. El único requisito desde el punto de vista de la inspeccionabilidad es que el componente que se inspecciona debe estar hecho de un material ferromagnético (un material que se puede magnetizar) como el hierro, el níquel, el cobalto o algunas de sus aleaciones.

IAEA(2012), agrupa este método en dos categorías: (a) *Técnicas de corriente continua* y (b) *Técnicas de flujo de flujo magnético*.

El método se utiliza para inspeccionar una variedad de formas de productos, incluidas piezas fundidas, forjadas y soldadas. Muchas industrias diferentes utilizan la inspección de partículas magnéticas, como las industrias del acero estructural, automotriz, petroquímica, de generación de energía y aeroespacial.

2.3.1.4. Corrientes Foucault o inducidas (EC)

Según Brasche, L.; et al (2003), refiere que la inspección por corrientes de Foucault es una inspección de tipo "referencia". El término "referencia" significa que se utiliza un estándar para configurar el equipo. Los resultados son tan buenos como los estándares de referencia utilizados. Para la detección de fallas, se recomienda un mínimo de tres fallas de diferentes tamaños para la configuración. Los tres defectos representan un

método de estandarización más cercano para la confiabilidad de la inspección y los datos de probabilidad de detección (POD). Los estándares de calibración también se utilizan para mediciones de espesor y pruebas de conductividad.

Peter, J. (2001), señala que las corrientes de Foucault son corrientes eléctricas inducidas en un conductor por un campo magnético variable en el tiempo. Las corrientes de Foucault fluyen en un patrón circular, pero sus caminos están orientados perpendicularmente a la dirección del campo magnético. Pohl, R.; et al (2004), explica que las principales ventajas del método EC es: Resultados instantáneos, Preparación de piezas pequeñas, No se requieren materiales peligrosos, Sensible a pequeños defectos, Poco o ningún peligro para el operador.

El método de inspección por corrientes de Foucault es un método de inspección altamente capaz y confiable. Cuando lo utiliza un técnico capacitado, puede usarse para detectar grietas en la superficie y algunas debajo de la superficie, determinar las propiedades del material y medir el espesor de materiales delgados, revestimientos conductores y revestimientos no conductores en sustratos conductores.

2.3.2. Pruebas No Destructivas Volumétricas.

Este tipo de pruebas también tampoco perjudica la superficie del material a diagnosticar, sin embargo, proporciona información sobre su estado interno y superficial, ya que aplica cierto nivel de profundidad al ser utilizado sobre el área superficial al analizar.

2.3.2.1. Radiografía Industrial (RT)

Barradas, J. (2018) menciona que hoy en día, la radiografía industrial sigue siendo uno de los métodos NDT más importantes y versátiles utilizados por la industria moderna. Empleando rayos X altamente penetrantes, rayos γ y otras formas de radiación que no dañan la pieza en sí, la radiografía proporciona un registro de película visible

permanente de la condición interna, que contiene la información básica a partir de la cual se puede determinar la solidez. Solo en la última década, la evidencia de millones de registros de películas o radiografías ha permitido a la industria asegurar la confiabilidad del producto; ha proporcionado los medios de información para prevenir accidentes y salvar vidas; y ha sido beneficioso para el usuario

Según Zolin, I. (2011), manifiesta que la radiografía industrial utilizada en la detección de fallas sigue el mismo principio que la radiografía clínica utilizada en seres humanos, pero con dosis de radiación 10 veces superiores, lo que requiere un alto nivel de seguridad. Lo que permite reproducir la imagen exacta del interior de la superficie y determinar la existencia de discontinuidades dentro de él.

2.3.2.2. Ultrasonido Industrial (UT)

Krautkraemer, H. & Krautkraemer, J. (1986), mencionan que Históricamente, la inspección ultrasónica se ha realizado utilizando transductores individuales; estos han sido revisados en una variedad de textos. Se puede usar un solo transductor para completar la prueba en pulso-eco donde el transductor se usa como transmisor y receptor. También se han desarrollado inspecciones de paso-recepción ya través de la transmisión donde se utilizan sondas de transmisor y receptor separadas. En cada una de estas técnicas se utilizan transductores de ángulo fijo, que sonifican un volumen de inspección limitado dentro del componente bajo prueba. Todas estas son técnicas puntuales y las sondas deben escanearse mecánicamente para generar una imagen del componente. Si los defectos pueden ocurrir en diferentes orientaciones, como suele ser el caso en las estructuras metálicas, entonces la inspección debe repetirse con varias sondas de diferentes ángulos.

Carasco, J. (2014), refiere que las técnicas de ultrasonido consisten en transmitir ondas sonoras con frecuencias iguales o superiores a 20 kHz, por encima de la frecuencia

audible por el oído humano. Sin embargo, actualmente en la inspección no destructiva, es más frecuente utilizar ondas sonoras con frecuencias dentro de un rango de frecuencia más alto, desde 0.2MHz a 10MHz.

IAEA (2012), menciona que la prueba ultrasónica es aplicable para la detección y medición de defectos en materiales, determinación de propiedades mecánicas y estructura de grano de materiales.

2.3.2.3.Emisión Acústica (AE)

Davis, R & Stafford, R. (2016), sostienen que la emisión acústica (AE) es uno de los métodos más prometedores para el monitoreo de la salud estructural (SHM) de materiales y estructuras. Por su naturaleza pasiva y no invasiva, puede ser utilizada durante la operación de una estructura y suministrar información que no puede ser recolectada en tiempo real a través de otras técnicas. Se basa en el registro y estudio de las ondas elásticas que son excitadas por procesos irreversibles, como la nucleación y propagación de grietas. Estas señales son detectadas por transductores y se transforman en ondas eléctricas que ofrecen información sobre la ubicación y el tipo de fuente.

Como presenta Abendi (2019), es un fenómeno que ocurre cuando una discontinuidad está sometida a estrés térmico o mecánico y tiene tendencia a propagarse. Debido a estas demandas, la zona plastificada en la punta de esta discontinuidad sufrirá una perturbación con un reordenamiento plástico, siendo esta la fuente de ondas de voltaje en forma de ondas mecánicas transitorias.

2.3.2.4.Termografía Activa.

Splitz, G. & Drury, C. (1978) refieren que los métodos termográficos activos son ahora una técnica prometedora para comprobar la integridad estructural de los componentes aeronáuticos de CFRP, los métodos difieren en el tipo de fuente de excitación y procesamiento de respuesta térmica; Las técnicas de termografía transitoria analizan los

mapas térmicos durante la fase de enfriamiento, tal como se registran en la superficie del componente después de haber sido expuesto a varios tipos de prensa térmica.

Gholizadeh, S. (2016), refieren que estas fuentes pueden calentar el objeto directamente o puede provocar el calentamiento de un objeto mediante procesos termofísicos internos. La fuente de excitación puede actuar de forma continua, por un pulso o por carga armónica detectando defectos sub-superficiales (pegado, de laminaciones, burbujas de aire, soldaduras defectuosas, etc.)

2.3.3. Importancia de las Pruebas No Destructivas

Este tipo de evaluaciones se pueden realizar con métodos de ensayo no destructivo (END). Es posible inspeccionar y/o medir los materiales o estructuras sin destruir su textura superficial, la integridad del producto y su utilidad futura.

Las pruebas END exitosas permiten ubicar y caracterizar las condiciones materiales y las fallas que de otro modo podrían causar que los aviones se estrellen, los reactores fallen, los trenes se descarrilen, las tuberías se revienten y una variedad de eventos menos visibles, pero igualmente preocupantes. Sin embargo, estas técnicas generalmente requieren una habilidad considerable del operador y la interpretación precisa de los resultados de las pruebas puede ser difícil porque los resultados pueden ser subjetivos.

2.4. Definiciones conceptuales.

- **Calidad:** excelencia en productos o servicios.
- **Documentación técnica:** conjunto de documentos de carácter imprescindible para cualquier tipo de actividad y el desarrollo de la misma, explica sistemáticamente el

funcionamiento e instalación de un equipo o sistema de acuerdo a requerimiento de la empresa solicitante.

- **Documentación administrativa:** resultado de las actividades de la administración de dirección de la empresa.
- **Dossier:** Conjunto de documentos y procedimientos técnicos y operacionales que certifican la calidad de servicio, se emplea como carta de presentación de una empresa u organización.
- **Diagnostico operativo:** Estado operacional de las estructuras y equipos de herramientas de uso considerando su material de fabricación.
- **Ensayos no destructivos:** un campo interdisciplinario muy amplio que juega un papel fundamental en la inspección de que los componentes y sistemas estructurales realicen su función de manera confiable.
- **Especificaciones:** las instrucciones, disposiciones y requisitos contenidos en los documentos del contrato para un proyecto específico. Se incluyen varias condiciones de la propuesta, disposiciones de administración del contrato, métodos de construcción requeridos y requisitos técnicos para los materiales.
- **Frecuencia de inspección:** número de inspecciones en un rango de tiempo específico.
- **Inspección de calidad:** responsabilidad de evaluar la calidad de los artículos comprados y fabricados y de informar los resultados.
- **Inspección por ultrasonido:** método no destructivo mediante el cual se introducen ondas sonoras de alta frecuencia en el objeto que se inspecciona.
- **Inspección visual:** método de inspección más básico y común.
- **Planos estándar:** una colección de detalles del plano desarrollados para su uso como referencia para los documentos del contrato de proyecto. Se incluyen abreviaturas

estándar, símbolos, notas de diseño, condiciones y datos de diseño, detalles de construcción, especificaciones, diseños y detalles de medición y pago

- **Protocolo de Calidad:** un conjunto de normas que garantiza el aseguramiento de la calidad en los productos o servicios que ofrece una empresa u organización
- **Zona de inspección:** Ubicación o área del diagnóstico.

2.5. Hipótesis de la Investigación.

2.5.1. Hipótesis General.

La evaluación del dossier de calidad favorece significativamente en la inspección visual y por ultrasonido de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022

2.5.2. Hipótesis Específicos.

- i. La evaluación del dossier de calidad favorece significativamente en los ensayos no destructivos de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022
- ii. La evaluación del dossier de calidad favorece significativamente en el diagnóstico operativo de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022
- iii. La evaluación del dossier de calidad favorece significativamente en las zonas de inspección en equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022

2.6. Operacionalización de Variables e Indicadores.

En el desarrollo de la operacionalización se designará como variable X al “*evaluación del dossier de calidad*” y como Y a la “*la inspección visual y por ultrasonido*”, así mismo se vio por conveniente considerara 3 dimensiones y con sus respectivos indicadores por variable, para determinar el grado de afectación entre ellas.

Tabla 1: Operacionalización de variables, dimensiones e indicadores.

Variables	Concepto operacional	Dimensiones	Indicadores
X = Dossier de calidad	“El dossier de calidad es el conjunto de procedimientos administrativos, técnicos y operacionales que brinda la empresa a sus clientes, la cual puede consignarse en su protocolo de calidad de servicio, documentación técnica y administrativa que maje el proveedor”	Protocolo de Calidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acreditación de calidad 2. Inspecciones de calidad 3. Estándar de calibración 4. Códigos de inspección
		Documentación técnica	<ol style="list-style-type: none"> 5. Planes de Inspección 6. Programas de puntos de inspección (PPIs) 7. Procedimientos aplicables 8. Planos y especificaciones técnicas
		Documentación administrativa	<ol style="list-style-type: none"> 9. Contrato 10. Certificaciones y registros 11. Actas de reuniones y recepción 12. Informe de inspección y auditorias

			1. Prueba volumétrica UT
			2. Prueba superficial IV
			3. Número de ensayos
			4. Valores de pruebas
			5. Condición del equipo
Y: Inspección visual y por ultrasonido	“son ensayos no destructivos que involucran procedimientos limpios y que pueden ser aplicables en situ, sin perjudicar las operaciones de la empresa. Por lo cual permiten dar un diagnóstico operativo confiable en la misma zona de inspección y tomar las correctivas pertinentes”	Ensayos no destructivos	6. Diagnóstico del Equipo
			7. Material de Equipo
			8. Área
			9. Test
			10. Frecuencia de inspección
			11. Planos

Nota: Elaboración propia.

Capítulo III

metodología

3.1. Diseño Metodológico.

3.1.1. Tipo de Investigación.

La investigación corresponde a la tipología básica, ya que se evaluará la intervención del dossier de calidad en la inspección visual y por ultrasonido de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022 (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

3.1.2. Nivel de Investigación.

El planteamiento de la tesis es de nivel explicativo, optara por procedimientos que permitan aclarar de qué manera la evaluación del docente calidad interviene en la inspección visual y por ultrasonido de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco.

3.1.3. Diseño de la Investigación.

Siguiendo el tipo de objetivo propuesto para el tema, el diseño investigativo será de carácter no experimental, dónde se procederá a explicar mediante procedimientos descriptivos y deductivos de qué manera el dossier de calidad interviene en la inspección visual y por ultrasonido de equipos de chancado y molienda.

3.1.4. Enfoque de la Investigación.

De acuerdo con los objetivos propuestos, se ha optado por emplear un enfoque mixto para el desarrollo de la investigación, mediante cual se procederá a cuantificar la documentación referente al dossier de calidad y a las inspecciones visuales y por ultrasonido, provistos por la empresa y que han sido seleccionadas como sujetos de investigación. Así mismo se empleará una interpretación cualitativa descriptiva basada en la deducción científica de la información recopilada.

3.2. Población y Muestra.

Población: De tipo finita, se utilizará el consolidado de 180 informes de inspección y control de calidad acumulado del 2018 al 2021 de los equipos de chancado y molienda de la Minera Chinalco proporcionada por la empresa prestadora de los servicios.

Muestra: Corresponde al tipo probabilístico, ya que se optará por emplear 67 informes al azar de inspección y control de calidad acumulado del 2018 al 2021

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.3.1. Técnicas a emplear.

- ✓ **Documental;** a nivel documental se hizo recuento de los antecedentes históricos con antigüedad de 5 años, en los cuales se consideró tesis y artículos científicos a nivel nacional e internacional, que incluyeran dentro de su título las variables, dimensiones e indicadores de la investigación en curso.
- ✓ **Observación directa;** se consideró la información recopilada durante el 2018 al 2021 en lo que respecta a los consolidados de informes de ensayos no destructivos y controles de calidad donde se registraron los datos y valores resultantes de los procedimientos empleados en materia de inspección pertenecientes a su dossier de calidad de la empresa prestadora de servicio.
- ✓ **Técnicas cuantitativas,** se emplearon los valores resultantes de la inspección visual y por ultrasonido, específicamente a los equipos de chancado y molienda, los cuales fueron respecto a sus los ensayos no destructivos, diagnósticos operativos, y controles de inspección. Así mismo se empleó un patrón estadístico para determinar la significancia de la intervención del dossier de calidad en las inspecciones y de esta manera hacer un respaldo para la hipótesis formulada.

3.4. Técnicas para el procesamiento de la información.

Para el procesamiento de la información es necesario tener la unidad mínima de recolección de datos en este caso fueron 67 informes de inspección recopilados entre el 2018 y 2021, el cual estuvo estructurado a través de su código informe, tipo de prueba o ensayo, diagnóstico, planos de equipo, zona y ubicación de trabajo, cumplimiento de los documentos técnicos y administrativos, entre otros puntos; para ello se utilizaron técnicas cualitativas y cuantitativas a través del vaciado de información en un soporte estadístico (Excel y el SPSS), proporcionando una identificación cuantificable de variables, su agrupación y determinar su significancia e incidencia entre ella mediante el resultado estadígrafo Z y el p-valor estadístico.

3.5. Matriz de Consistencia.

Título: "Evaluación del dossier de calidad en la inspección visual y por ultrasonido de equipos de chancado y molienda en la Minera Chinalco S.A., 2022"

AUTOR: Jonathan Bonifacio Sánchez Francis

Problema		Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensión	Metodología
Generales	¿De qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece la inspección visual y por ultrasonido de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022?	Evaluar de qué manera el dossier de calidad favorece la inspección visual y por ultrasonido de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022	La evaluación del dossier de calidad favorece significativamente en la inspección visual y por ultrasonido de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022	X		<p>Tipo de investigación: básica.</p> <p>Nivel de Investigación: Explicativo.</p> <p>Diseño de Investigación: no experimental.</p> <p>Enfoque de Investigación: Mixto: cuantitativo y cualitativo.</p> <p>Población y muestra:</p>
				X = Evaluación del dossier de calidad	Protocolo de Calidad	
					Documentación técnica	
Específico	i. ¿De qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece los ensayos no destructivos de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022?	i. Explicar de qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece los ensayos no destructivos de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022	i. La evaluación del dossier de calidad favorece significativamente en los ensayos no destructivos de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022	Y		
				Y: Inspección visual y por ultrasonido	Ensayos no destructivos	

<p>ii. ¿De qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece el diagnóstico operativo de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022?</p>	<p>ii. Explicar de qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece el diagnóstico operativo de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022</p>	<p>ii. La evaluación del dossier de calidad favorece significativamente en el diagnóstico operativo de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022</p>		<p>Diagnostico operativo</p>	<p>Población = 180 informes Muestra = 67 informes</p> <p>Técnica Recolección Datos:</p> <p>Técnica de documental (antecedentes y fuentes teóricas)</p> <p>Técnica de observación directa: reportes y informes de inspección</p> <p>Técnicas cuantitativas: resultantes de la inspección visual y por ultrasonido</p> <p>Procesamiento Información:</p> <p>SPSS 22 (software estadístico descriptivo) y programa Excel de simulación de diseño factorial y modelamiento de resultados.</p>
<p>iii. ¿De qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece los controles de inspección en equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022?</p>	<p>iii. Explicar de qué manera la evaluación del dossier de calidad favorece los controles de inspección en equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022</p>	<p>iii. La evaluación del dossier de calidad favorece significativamente en los controles de inspección en equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022</p>		<p>Controles de inspección</p>	

Capítulo IV

Resultados

4.1. Dossier de Calidad.

Buscar evaluar la variable 1 respecto al dossier de calidad, implica considerar el protocolo de calidad, su documentación técnica y administrativa, cuyo estudio estuvo sujeto a una población de 180 informes respecto a la calidad e inspección dentro de la zona de seleccionada de la minera Chinalco, determinando una muestra de 67 informes seleccionados al azar, para poder determinar su incidencia e importancia dentro de una correcta inspección en los equipos de chancado y molienda, los cuales dieron resultados favorables dentro del proceso documentario, en el cual se ha considerado los siguientes indicadores que se escribirán a continuación:

4.1.1. Acreditación de Inspección.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL, 2022), Inspectorate Services Perú S.A.C, registra la siguiente información en su acreditación de calidad como parte de su protocolo de calidad.

Tabla 2: Acreditación de calidad 2022.

INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C

Registro N°	:	OI – 007
Norma evaluada	:	NTP-ISO/IEC 17020:2012
Fecha de la última actualización del alcance	:	<u>2022-08-11</u>
Fecha de renovación	:	2022-03-01
Fecha de vencimiento renovación	:	2026-02-28

Ubicaciones (sedes) cubiertas por la acreditación:

Dirección	Persona autorizada para firmar los Certificados/ Informes de Inspección	Cargo
Av. Elmer Faucett 444 Callao	Ernesto Fabián Salgado	Jefe de Inspecciones – Equipos y maquinarias
	Miguel Jhonatan Solís Jiménez	Jefe de Inspecciones – Tanques y recipientes presurizados
	Felipe Soplopuco Rivadeneira	Jefe de Inspecciones – Gas natural
	Daniel Elías Mendoza Aliaga	Jefe de Inspecciones y Certificaciones
	Jorge Luis Díaz Arrué	Coordinador de Inspecciones

La empresa ofrece a cada uno de sus clientes un servicio 100% garantizado por su proceso de acreditación establecido de acuerdo al NTP – ISO / IEC 17020:2012, el cual como indica INACAL, fue actualizado 2022/08/11, con una vigencia hasta el 2026/02/28.

4.1.2. Servicio de Inspección de Calidad.

El servicio de inspección de calidad ofrecido para la minera Chinalco, esta situada bajo un organigrama que pueda garantizar la misma calidad de inspección en mina y planta, a través de una supervisión rigurosa cumpliendo los estándares y procedimientos establecidos por Inspectorate Services en su contrato y dossier que brinda a sus clientes. El servicio de inspección de soporte proporcionado por la oficina central, inicia desde el supervisor NDT, tanto en mina como en planta, con su respectivo relevo por los turnos establecidos, seguido del supervisor EHS, y el inspector NDT de nivel II y I; como se observa en siguiente organigrama también se considera la posición destacada al servicio del gerente de operaciones, Contrac Manager, así como la gerencia de sistemas, de QHSE y RR.HH.

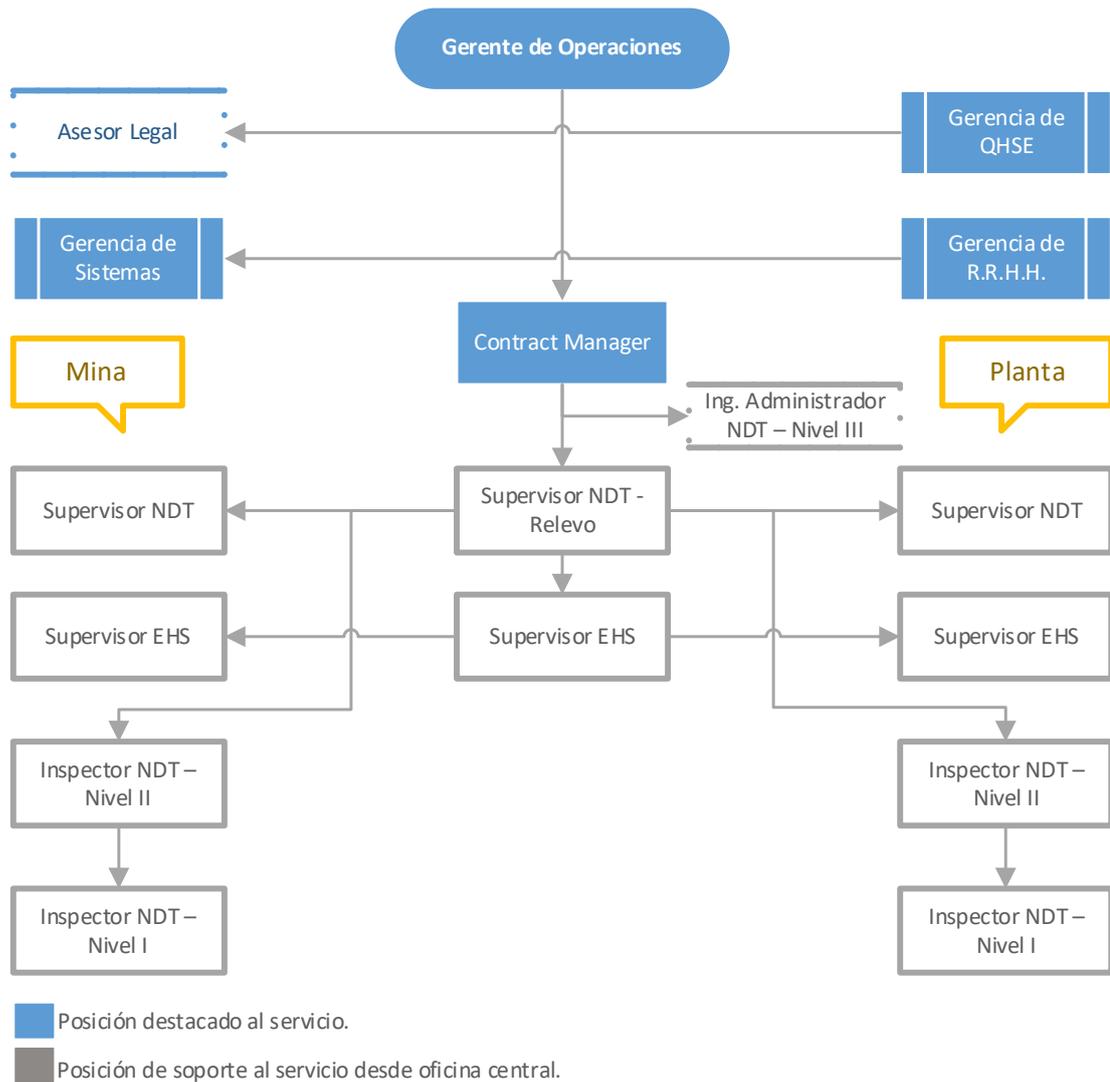


Figura 1: Organigrama de servicio de inspección en mina y planta de procesos.

4.1.3. Estándar de Calibración.

Dentro de las consideraciones para mantener el estándar de calibración, y por ende de calidad, la empresa cuenta con una valoración patrón dentro del registro para inspección por UT en molinos como consta la siguiente tabla, lo cual considera el código de equipo, velocidad, cero y transductor. Dicha información permitirá contrastar los resultados que se encuentren en el proceso de inspección in situ, a través de los ensayos no destructivos seleccionados para el equipo.

Tabla 3: Calibración para Inspección por UT en molinos

Equipo	EPOCH 600
Velocidad	5910 m/s
Cero	0.681 μ s
Transductor	0.5" x 5MHZ

4.1.4. Códigos de Colores para Inspección.

Dentro de las condiciones del proceso de inspección NDT, se cuenta con una codificación de colores que permite establecer la condición del equipo en un rango de normal (verde) hasta alarma (rojo), de esta manera se determina una condición general para cada área dentro de la mina o planta, según sea el caso o requerimiento.

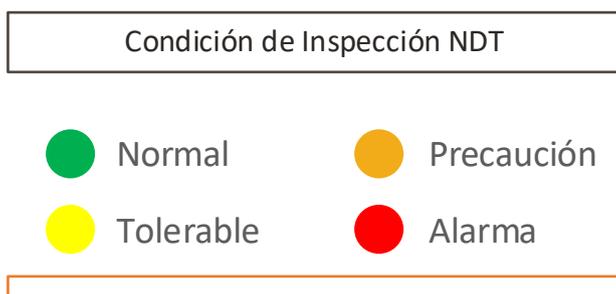


Figura 2: Código de colores para inspección.

4.1.5. Reporte Técnico.

Dentro de la documentación técnica, se puede recalcar el procedimiento que se realiza para el diagnóstico final de la inspección, a través de un reporte técnico, donde se visualiza en consolidado de la información que se tomó en el área de identificación, en la cual se debe considerar el inspector NDT y supervisor de turno, la descripción del equipo, OT de inspección, y por último el diagnóstico, el cual a merita la condición del equipo inspeccionado y garantiza los resultados determinados.

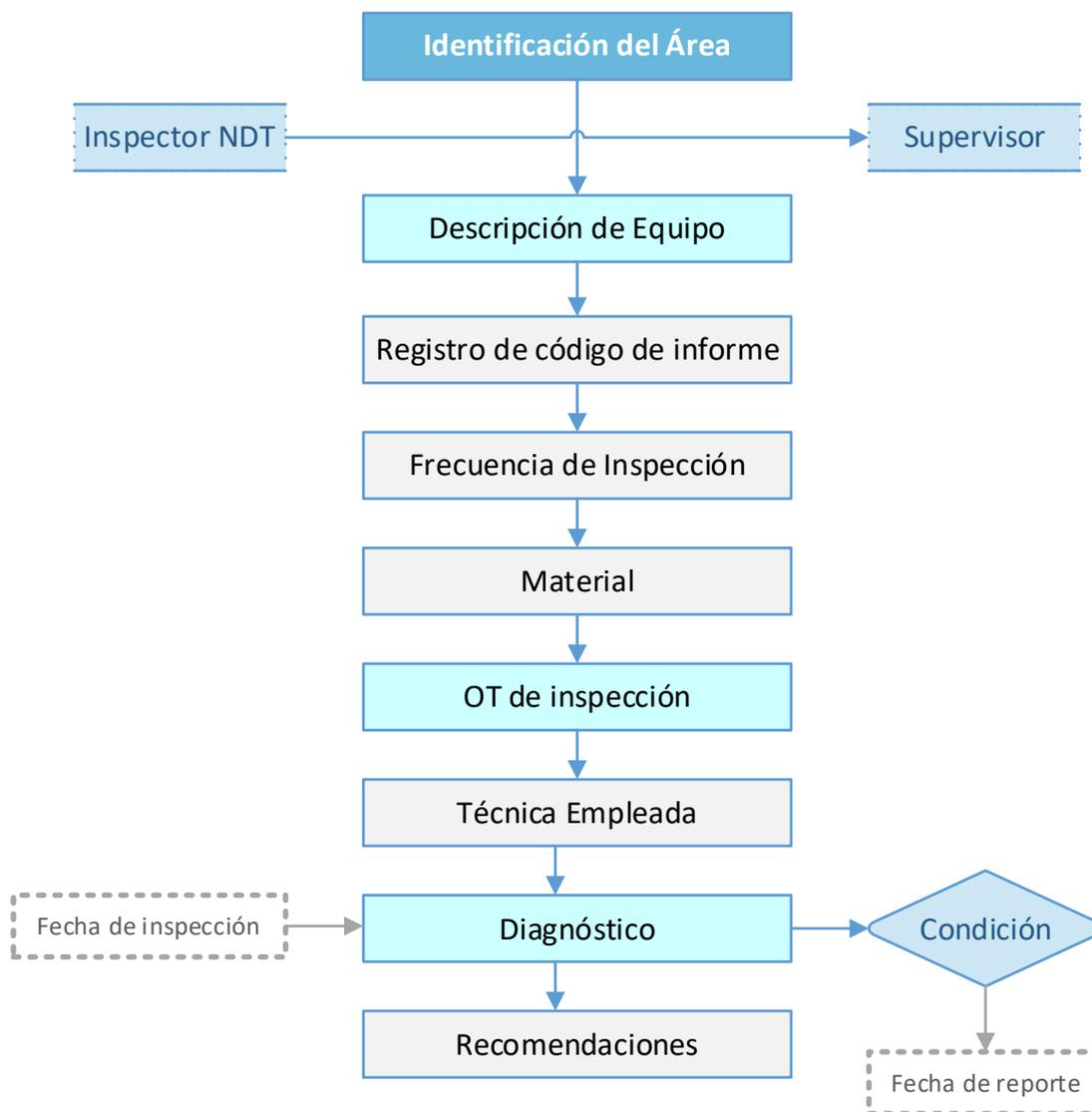


Figura 3: Proceso del Reporte técnico de inspección.

Para este estudio se consideró los reportes técnicos de los equipos dentro de las áreas de chancado y molienda de la planta procesadora de Chinalco.

4.1.6. Master Plan.

La empresa cuenta con un Master Plan General (Figura 4), que establece la ruta para los ensayos no destructivos donde se describe el trabajo, el plan de inspección, revisión, reporte, y avisos en caso de alarma, tareas programadas, y por supuesto las semanas que incluye en el plan, que van de enero a enero por año de trabajo, considerando 52 semanas

y un promedio de trabajo mínimo de 180 horas semanales. Para el caso de estudio la evaluación fue del 2018 al 2021.

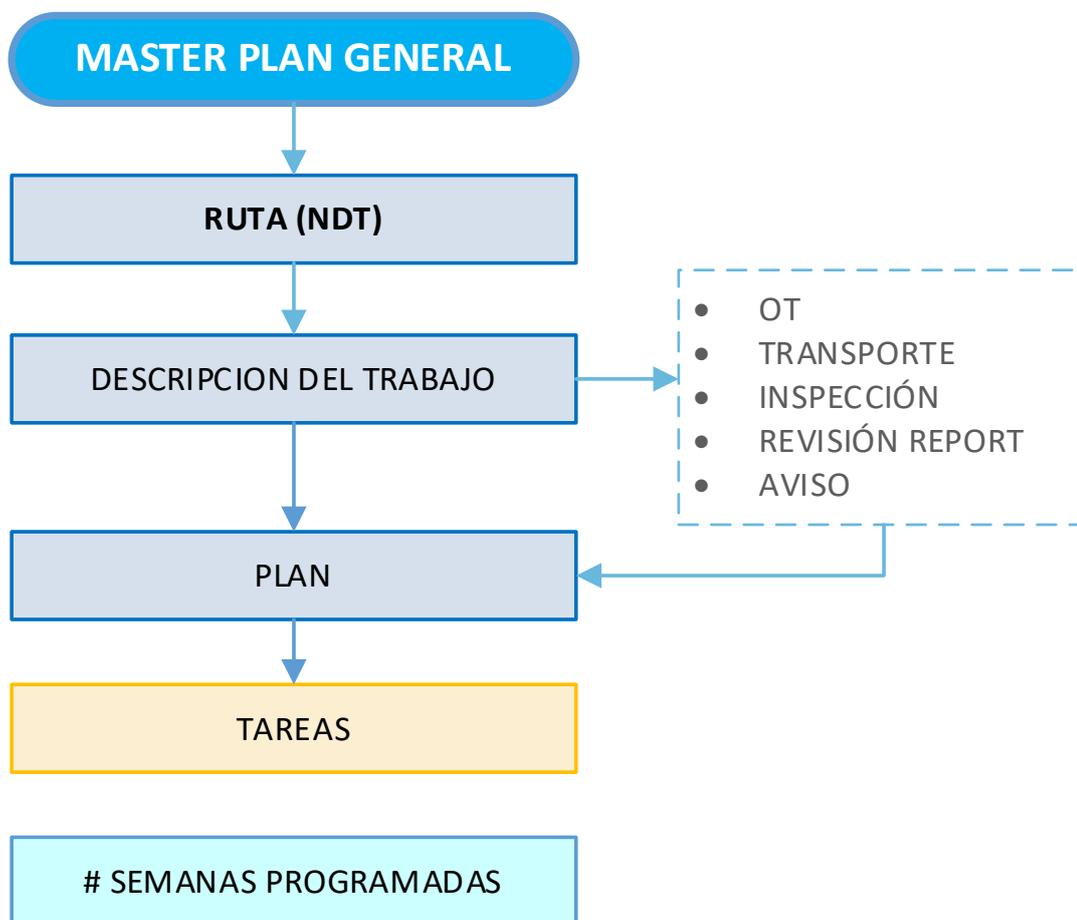


Figura 4: Master plan General NDT.

Dentro del Master Plan General NDT, se establece un plan para cada área de trabajo, es este caso solo se ha considerado el área de concentración por involucrar chacado y molienda, en tal aspecto el proceso inicia por definir el tipo de ensayo (Ultrasonido o visual) a quien se define como “Ruta”, así mismo la existencia o no de parada de planta, número de tareas y frecuencias de inspección, son las consideraciones más importantes para llevar a cabo el plan de inspección del área establecida o equipo específico, consideraciones que se pueden apreciar en el siguiente esquema:

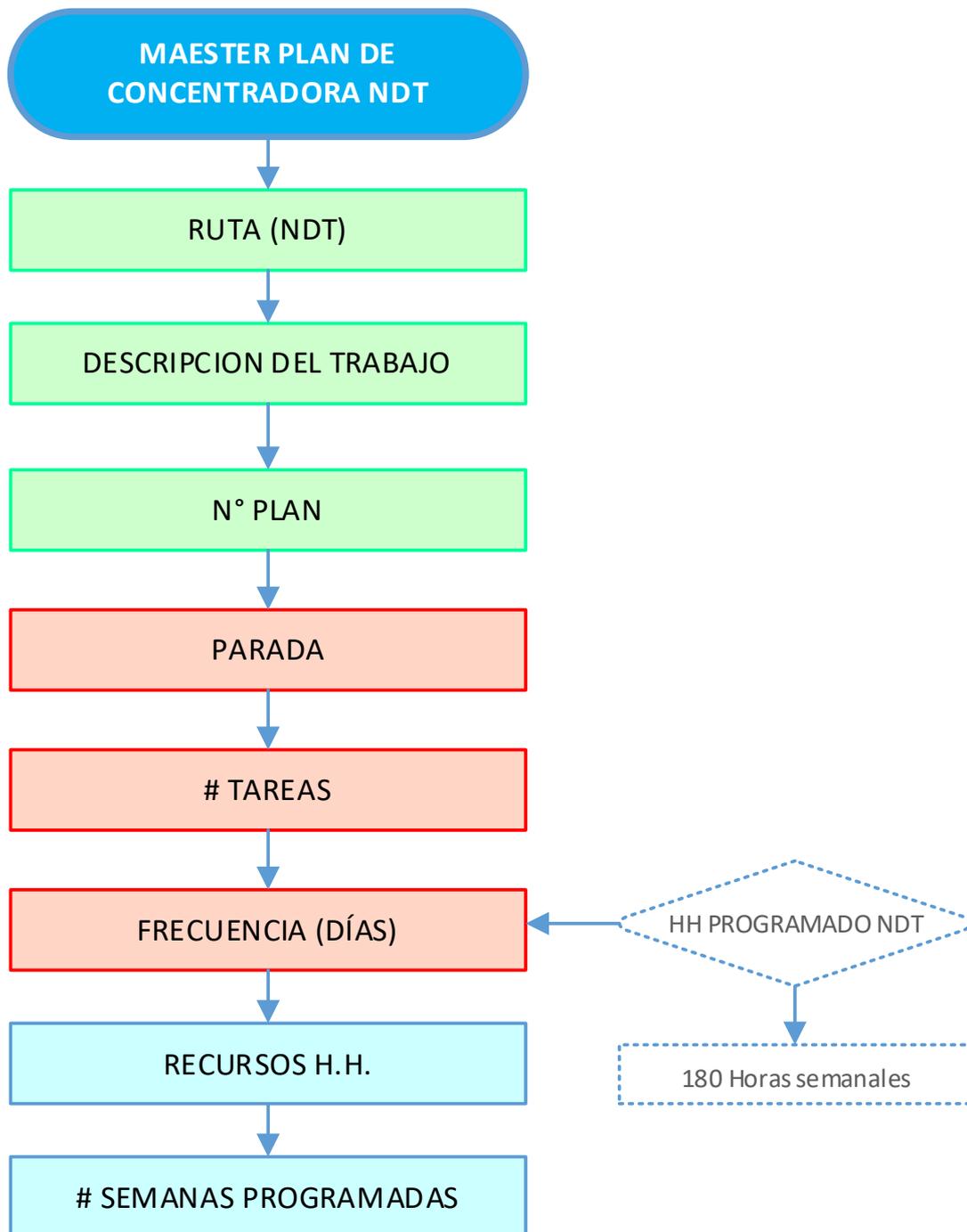


Figura 5: Master Plan Concentradora NDT.

Adicionalmente al Master Plan General NDT y al Master plan de la planta concentradora NDT, se cuenta con un plan de mantenimiento general, como se describe en la figura 6, que involucra el cumplimiento de las recomendaciones después de diagnosticados los casos de mayor relevancia, como señala el código de inspección de colores, en donde se pretende dar mantenimiento a dichos equipos contando con la

recomendación del inspector NDT, los mismos que tienen una programación anual dentro del Master plan general.



Figura 6: Master Plan de Mantenimiento General (planta concentradora)

Otro plan importante con el que se cuenta es el de prevención para molinos, que evita daños catastróficos para el proceso y por ende para la liquidez de la minera, advirtiendo futuros daños, a través del cambio, modificación y/o mantenimiento en el momento oportuno de los molinos y sus accesorios, este contempla el tipo de componente, plato de la estructura, descripción de trabajo, ruta o medio de ensayo, frecuencia de control preventivo, duración, entre otros puntos, según refleja el siguiente esquema:

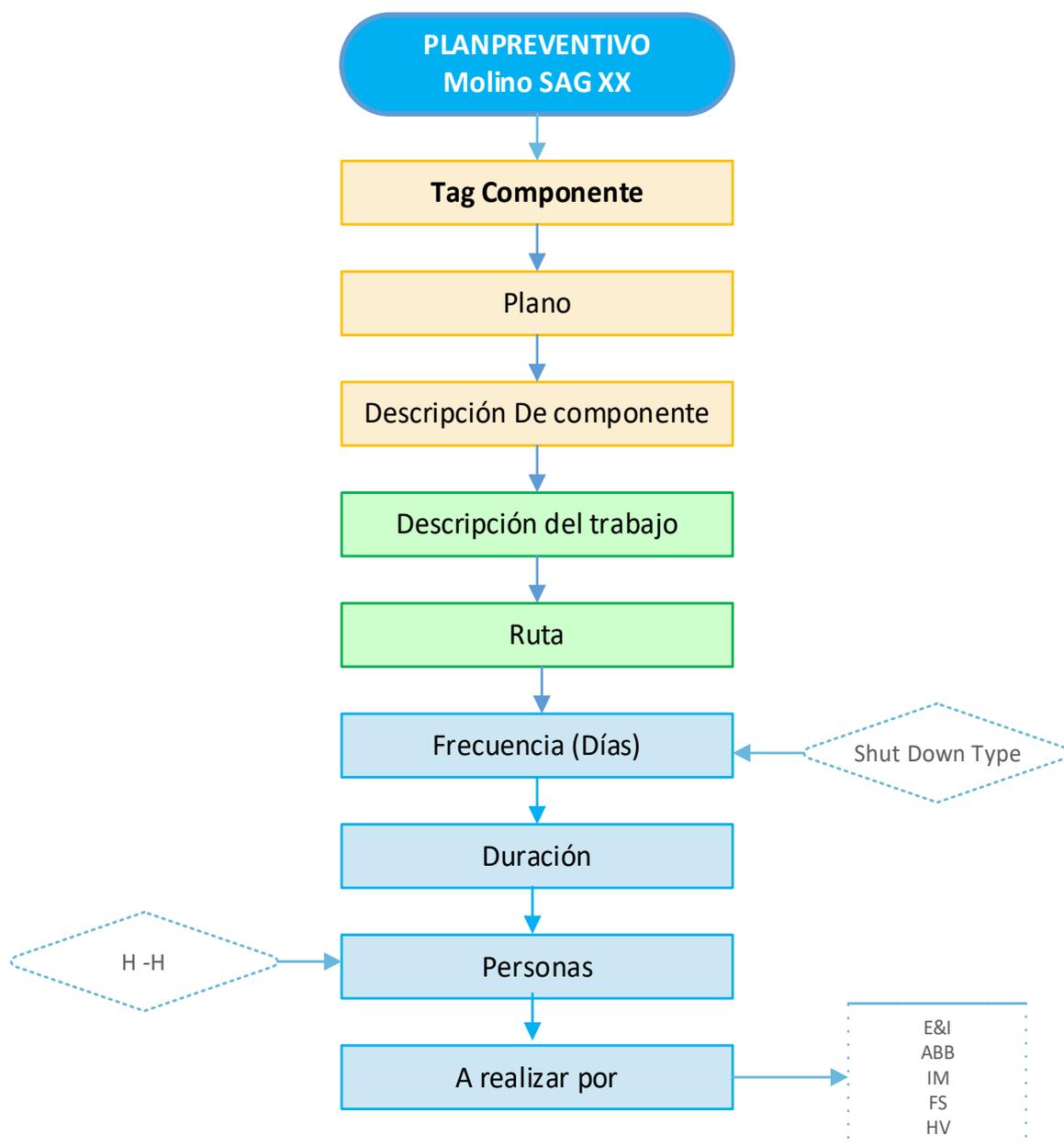


Figura 7: Master Plan de Mantenimiento Preventivo de Molinos SAG.

4.1.7. Procedimientos Aplicables

Los procedimientos aplicables están sujetos a las normas técnicas internacionales (ASME, API) para procedimientos de inspección por ultrasonido e inspección visual, de acuerdo con INACAL (2022), los códigos empleados para dichas inspecciones son: PIND-013 y PIND -018, cómo se describe en la siguiente table.

Tabla 4: Procedimientos de acuerdo a las Normas Técnicas.

Procedimientos	Código	Norma	Descripción
Procedimiento de inspección por ultrasonido	PIND-013	ASMEVIII DIV 1 - 2021.	ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1
		API Std 510:2014	Pressure Vessel Inspection Code: Maintenance Inspection, Rating, Repair, and Alteration
		API Std 620:2013	Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure Storage Tanks.
		API 650: 2020	Welded Tanks for Oil Storage.
		API 653:2014	Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction
Procedimiento de inspección visual	PIND -018	ASMEVIII DIV 1 - 2021	ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1
		API Std 510:2014	Pressure Vessel Inspection Code: Maintenance Inspection
		API Std 620:2013	Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure Storage Tanks.
		API 650: 2020	Welded Tanks for Oil Storage,
		API 653:2014	Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction

Nota: Recopilado de INACAL (2022)

4.2. Inspección Visual y por Ultrasonido

Para la inspección visual y por ultrasonido se emplearon 67 informes de inspección, recopilados desde el 2018 hasta el 2021, de los ensayos no destructivos, diagnóstico operativo y zonas de inspección, el cual también sirvió de soporte para evaluar el cumplimiento del llenado documentario de forma eficiente.

4.2.1. Ensayos no Destructivos.

Los END para el caso de estudio se dividieron en prueba: volumétrica y superficial, para la primera se empleó la inspección por ultrasonido (UT), mientras que para la segunda la inspección visual (VT), la especificación por cantidad (tabla 5) afirma que el promedio de estos ensayos en los equipos de chancado y moliendo fueron de 25 % por año respecto a estas dos pruebas, donde predominó la inspección visual.

Tabla 5: Total de END (UT – VT) 2018 -2021.

Descripción	N.º Inspección
2018	17
Inspección por ultrasonido - UT	5
Inspección visual - VT	12
2019	17
Inspección por ultrasonido - UT	5
Inspección visual - VT	12
2020	17
Inspección por ultrasonido - UT	4
Inspección visual - VT	13
2021	16
Inspección por ultrasonido - UT	8
Inspección visual - VT	8
Total	67

Nota: Elaboración propia.

4.2.2. Diagnóstico Operativo.

Mediante la evaluación de los 67 informes de inspección de ensayos, donde se involucraron 29 equipos de chancado y molienda, se obtuvo como resultados la consigna de “TOLERABLE” 2018 hasta el 2020, mientras que en el 2021 el mayor valor se ubicó en la condición de “ALARMA”

Tabla 6: Diagnóstico condicional de los equipos de chancado y molienda.

Descripción	N.º de Condición
2018	17
Alarma	1
Fuera de Servicio	1
Precaución	5
Tolerable	9
Normal	1
2019	17
Alarma	2
Precaución	3
Tolerable	12
2020	17
Alarma	4
Precaución	3
Tolerable	10
2021	16
Alarma	7
Precaución	4
Tolerable	5
Total	67

Nota: Elaboración propia

Respecto a la descripción del diagnóstico para los equipos de chancado y molienda, se dieron 10 descriptivos (Abolladuras, Alto Desgaste, Desgaste, Desgaste crítico, Desgaste leve, Desgaste Moderado, Desprendimiento moderado, Fisuras, No presenta

No presenta discontinuidades relevantes). La cantidad más alta de diagnóstico se establece como “NO PRESENTA”, sin embargo, le sigue “FISURAS”, que de acuerdo a las medidas correctivas deben de tornarse soluciones inmediatas, el resumen específico de los 4 años de estudio figuran en la tabla 7, mientras el detallado por equipos esta en el anexo 4.

Tabla 7: Resumen de la descripción diagnóstica.

Descripción	N.º de Diagnóstico
Abolladuras	8
Alto Desgaste	4
Desgaste	3
Desgaste crítico	3
Desgaste leve	7
Desgaste Moderado	8
Desprendimiento moderado	2
Fisuras	10
No presenta	20
No presenta discontinuidades relevantes	2
Total	67

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados el material más recurrente de inspección fue el acero, seguido de cerámico, acero con revestimiento, bronce, caucho, y mix caucho/acero.

Material de equipo	N.º de Equipo
Acero	54
Acero con revestimiento interno	3
Bronce	2
Caucho	2
Caucho / acero	1
Cerámico	5
Total	67

Nota: Elaboración propia

4.2.3. Zonas de Inspección.

La inspección de selección estuvo ubicada en la zona de chancado y moliendas codificadas en 7 distribuciones, evaluándose 67 informes entre los años 2018 y 2021, donde el total de equipos fue de 29 incluyendo la estructura de la planta de chancado.

Tabla 8: Equipo y área de ubicación.

Nº	Descripción	Zona
1	Bocina chancado primario	Chancado
2	Canaleta de descarga del molino de bolas 1	Molienda
3	Canaleta de descarga del molino de bolas 2	Molienda
4	Carro enlainador - molino SAG	Molienda
5	Carro enlainador - molinos bolas	Molienda
6	Carro enlainador - molinos bolas 1 y 2	Molienda
7	Chancadora pebbles - bocina de manttle	Chancado
8	Chancadora pebbles - manttle	Chancado
9	Chute alimentador de bolas A - molino SAG	Molienda
10	Chute conexión A - chancadora pebbles 01	Chancado
11	Chute conexión A - chancadora pebbles 02	Chancado
12	Chute de alimentación A - molino de bolas	Molienda
13	Chute de descarga A - chancadora pebbles 01	Chancado
14	Chute de descarga A - chancadora pebbles 02	Chancado
15	Chute descarga de chancadora pebbles 02	Chancado
16	Chute descarga de chancadora pebbles 03	Chancado
17	Chute descarga molino bolas 01	Molienda
18	Chute descarga molino bolas 02	Molienda
19	Estructura externa de molino SAG	Molienda
20	Estructuras planta chancado	Planta
21	Head de chancadora pebbles (reparado)	Chancado
22	Manto y bowl de chancadora pebbles	Chancado
23	Molino de bolas 01	Molienda
24	Molino de bolas A	Molienda
25	Orejas para izaje de chancadora pebbles	Chancado
26	Reductor de bomba	Chancado
27	Tolva de bolas molino SAG	Molienda
28	Tromel de molino SAG	Molienda
29	Trunnion magnético de molino de bolas 01	Molienda

Nota: Elaboración propia

Según la distribución de la planta de beneficio estuvo codificada en 7 distribuciones la sección de chancado y molienda, en donde se realizaron 67 inspecciones, según consta en los informes técnicos, el área de chancado fue la que mas inspecciones tuvo con total de 63 pruebas entre superficial y volumétrica.

Tabla 9: Frecuencia de inspección por zona.

Código de área	Descripción	Frecuencia de Inspección
200	Chancado	2
210	Chancado	57
230	Chancado	1
2115	Chancado	3
2112	Molienda	1
2113	Molienda	2
KINGSMILL	Molienda	1
Total		67

Nota: Elaboración propia

A continuación, el resumen de inspecciones por área específica (chancado y molienda), considerando el tipo de test utilizado: inspección visual y por ultrasonido.

Tabla 10: Especifico de Inspección por zona.

Zona / Inspección	N.º de test
Chancado	63
Inspección visual - VT	45
Inspección por ultrasonido - UT	18
Molienda	4
Inspección por ultrasonido - UT	4
Total	67

Nota: Elaboración propia

La zona de chancado y molienda estuvo distribuida en 16 planos, según el equipo inspeccionado como se observa en la siguiente tabla.

N°	Código de plano	Equipo
1	200-PI-T-001	Bocina chancado primario
		Estructuras planta chancado
2	210-FS-T-001	Tromel de molino SAG
3	210-FS-T-002	Chute descarga de chancadora pebbles 03
4	210-FS-T-103	Chute de alimentación A molino de bolas
5	210-PI-T-001	Chute alimentador de bolas a molino SAG
		Tolva de bolas molino SAG
6	210-PI-T-002	Carro enlainador - molino SAG
7	210-PI-T-004	Chute conexión A chancadora pebbles 01
		Chute conexión A chancadora pebbles 02
8	210-PI-T-005	Chancadora pebbles - bocina de manttle
		Chancadora pebbles - manttle
		Chute de descarga A -chancadora pebbles 01
		Chute de descarga A -chancadora pebbles 02
		Chute descarga de chancadora pebbles 02
		Head de chancadora pebbles (reparado)
9	210-PI-T-006	Reductor de bomba
10	210-PI-T-007	Carro enlainador - molinos bolas
		Carro enlainador - molinos bolas 1 y 2
		Molino de bolas A
11	210-PI-T-007/008	Chute descarga molino bolas 01
		Chute descarga molino bolas 02
		Molino de bolas 01
12	210-PI-T-008	Canaleta de descarga del molino de bolas 1
13	210-PI-T-009	Canaleta de descarga del molino de bolas 2
14	210-PI-T-014	Estructura externa de molino SAG
15	210-PI-T-036	Trunion magnetico de molino de bolas 01
16	230-PI-T-006	Orejas para izaje de chancadora pebbles

Nota: Elaboración propia

4.3. Contrastación de Hipótesis.

Se propusieron hipótesis descriptivas para la el enfoque general y específico de la tesis en cuestión, donde a partir de 67 informes de inspección de ensayos no destructivos se pudo determinar mediante le TEST K-S la normalidad y significancia de las variables de estudio.

4.3.1. Hipótesis General.

H_x: La evaluación del dossier de calidad favorece significativamente en la inspección visual y por ultrasonido de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022

H₀: La evaluación del dossier de calidad no favorece significativamente en la inspección visual y por ultrasonido de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022

Para determinar la significancia de la hipótesis, a través del software estadístico se termine una confianza de 95%, lo que implica un alfa de $\alpha = 0.05$, un $Z_{(\alpha/2)} = \pm 1.96$ (bilateral) y un p -valor = $0.00 \leq 0.05$, este ultimo implica el rechazo o aceptación de la hipótesis.

Tabla 11: Valores de significancia K-S para las variables.

		Dossier de calidad	Inspección visual y por ultrasonido
N		67	67
Parámetros normales ^{a,b}	Media	4,97	6,30
	Desv. Desviación	1,403	1,267
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0,210	0,307
	Positivo	0,174	0,185
	Negativo	-0,210	-0,307
Estadístico de prueba (Z)		0,210	0,307
Sig. asin. (bilateral p-valor) ^c		<0,001	<0,001

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

El empleo de la prueba Normalidad K-S, determina la significancia de hipótesis propuesta que implica valores del sig. bilateral para las variables de estudio, ambos con un p-valor = $0,001 \leq 0.05$; de este modo se cumple la consigna del rechazo de hipótesis

En la figura 8 y 9, se ubica la zona de aceptación de la hipótesis mediante la campana de Gauss, considerando un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$) con un $Z_{(\alpha/2)} = \pm 1.96$ (bilateral) y un p -valor = $0.00 \leq 0.05$.

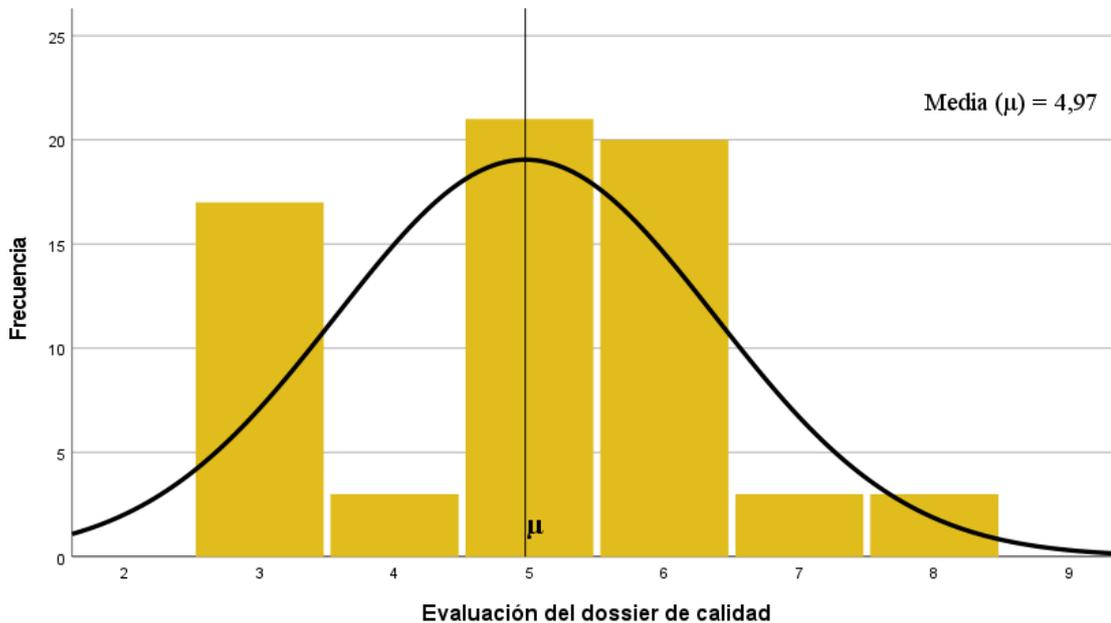


Figura 8: Región de aceptación de la variable "Y" (campana de Gauss)

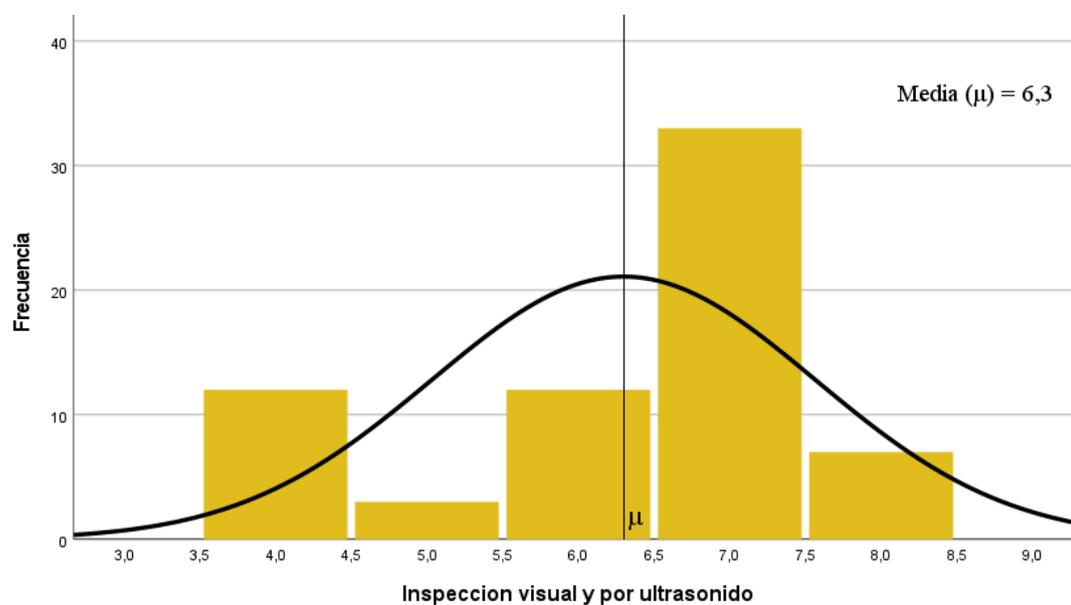


Figura 9: Región de aceptación de la variable "Y" (campana de Gauss)

4.3.2. Hipótesis Específicas.

A través del TEST K-S, empleado para muestras mayores a 50, determino los valores del estadístico de Prueba Z mayor a 0.05, así como la distribución normal, la media (μ) y la desv. Estándar (σ). Sus valoraciones permiten establecer si existe significancia o no entre las variables.

Tabla 12: Valores de significancia K-S para las hipótesis específicas.

		Diagnostico operativo	Zona de inspección	Ensayos no destructivos
N		67	67	67
Parámetros normales ^{a,b}	Media	3,13	1,49	1,67
	Desv. Desviación	1,205	0,504	0,473
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0,316	0,343	0,428
	Positivo	0,221	0,343	0,250
	Negativo	-0,316	-0,336	-0,428
Estadístico de prueba (Z)		0,316	0,343	0,428
Sig. asin. (bilateral p-valor) ^c		0,001	0,001	0,001

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

Hipótesis específica 1:

H_i: La evaluación del dossier de calidad favorece significativamente los ensayos no destructivos de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022

H₀: La evaluación del dossier de calidad no favorece significativamente en los ensayos no destructivos de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022

Mediante la tabla 12, se logró establecer la Prueba de Hipótesis Z, por lo valores del TEST K-S, con valores de media (μ) = 3,13 y $Z = 0,316 \leq Z_{(\alpha/2)}$, dando por sentado el rechazo a la H₀, entonces el dossier de calidad favorece significativamente a los ensayos

no destructivos, por establecer protocolos de calidad de alto nivel y la documentación necesaria para su verificación y control.

En la siguiente figura se ubica la zona de aceptación de la hipótesis mediante la campana de Gauss, considerando un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$) con un $Z_{(\alpha/2)} = \pm 1.96$ (bilateral) y un p -valor = $0.001 \leq 0.05$.

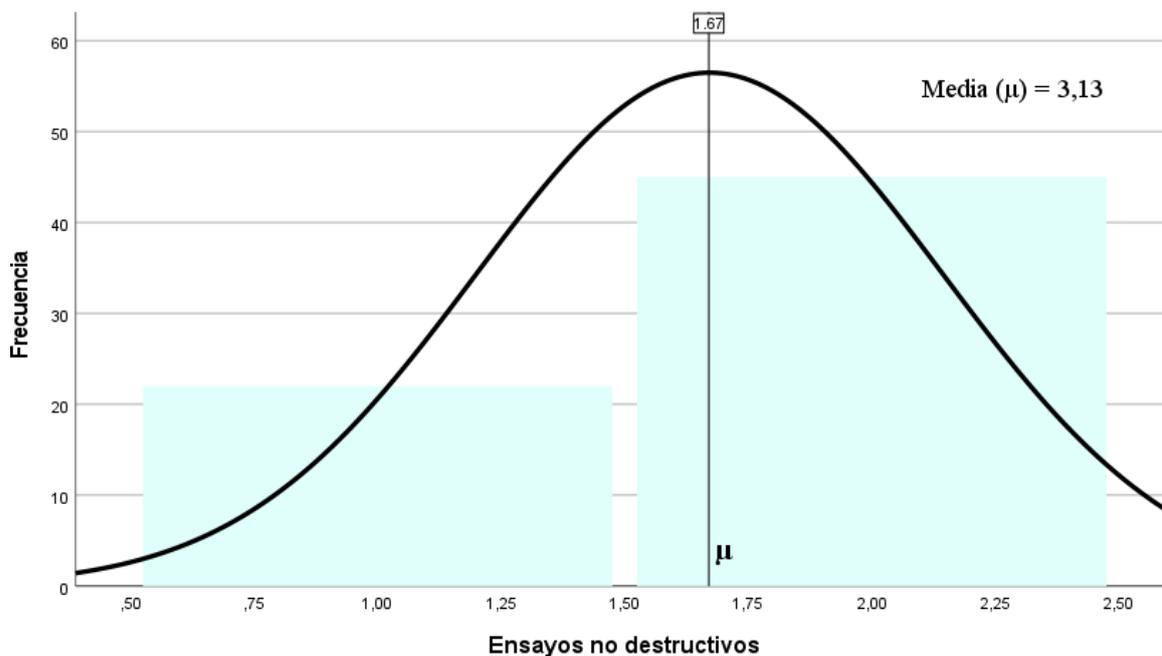


Figura 10: Región de significancia de la hipótesis I (campana de Gauss)

Hipótesis específica 2:

H₁: La evaluación del dossier de calidad favorece significativamente el diagnóstico operativo de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022

H₀: La evaluación del dossier de calidad no favorece significativamente en el diagnóstico operativo de equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022

Al igual que la hipótesis anterior se empleó la Prueba de Hipótesis Z, donde los valores de la media (μ) = 1,49 y $Z = 0,343 \leq Z_{(\alpha/2)}$, por lo que se acepta la hipótesis propuesta y se afirma la significancia del dossier de calidad en el diagnóstico operativo, a través de la documentación técnica que establecen los criterios descriptivos para el diagnóstico.

En la siguiente figura se ubica la zona de aceptación de la hipótesis mediante la campana de Gauss, considerando un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$) con un $Z_{(\alpha/2)} = \pm 1.96$ (bilateral) y un p -valor = $0.001 \leq 0.05$.

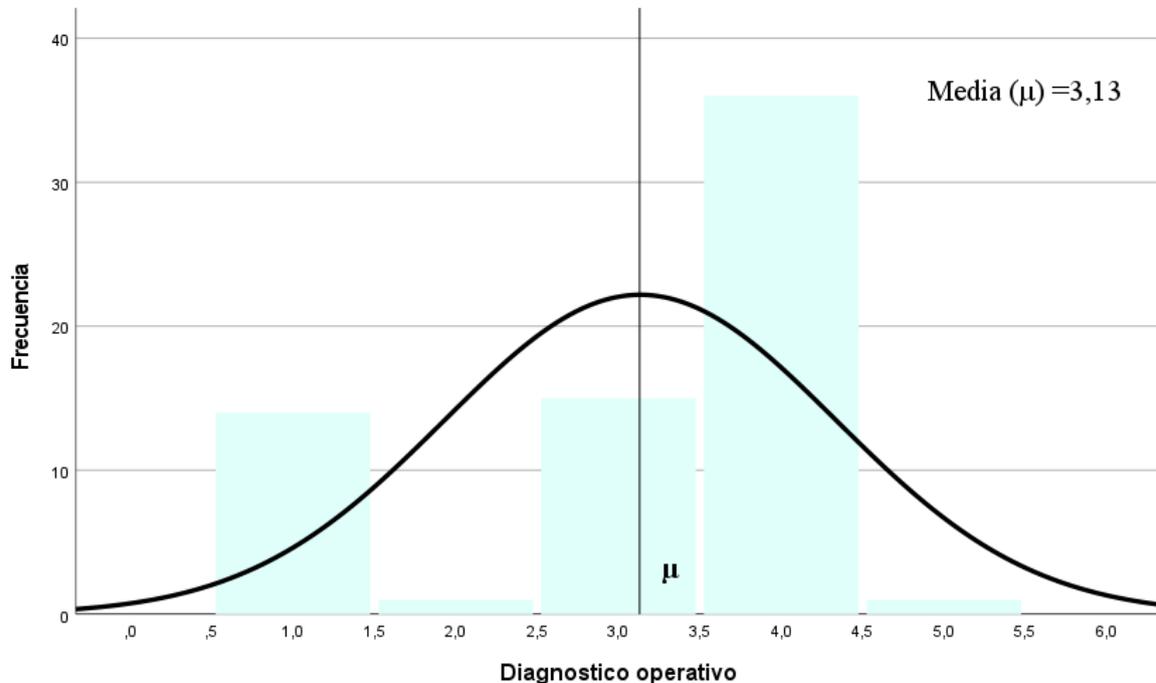


Figura 11: Región de significancia de la hipótesis 2 (campana de Gauss)

Hipótesis específica 3:

H_{iii} : La evaluación del dossier de calidad favorece significativamente las zonas de inspección en equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022

H_0 : La evaluación del dossier de calidad no favorece significativamente en las zonas de inspección en equipos de chancado y molienda en la minera Chinalco S.A., 2022

Los resultados de la Prueba de Hipótesis Z, fueron valores de la media (μ) = 1,67 y $Z = 0,428 \leq Z_{(\alpha/2)}$, por lo que se acepta la hipótesis propuesta y se afirma la significancia del dossier de calidad en las zonas de inspección, a través de la documentación técnica se establece los procedimientos aplicables para las inspecciones y su frecuencia en las áreas donde se encuentran los equipos a evaluar, permitiendo establecer una programación anual de los END y otros procedimientos.

En la siguiente figura se ubica la zona de aceptación de la hipótesis mediante la campana de Gauss, considerando un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$) con un $Z_{(\alpha/2)} = \pm 1.96$ (bilateral) y un p -valor = $0.001 \leq 0.05$.

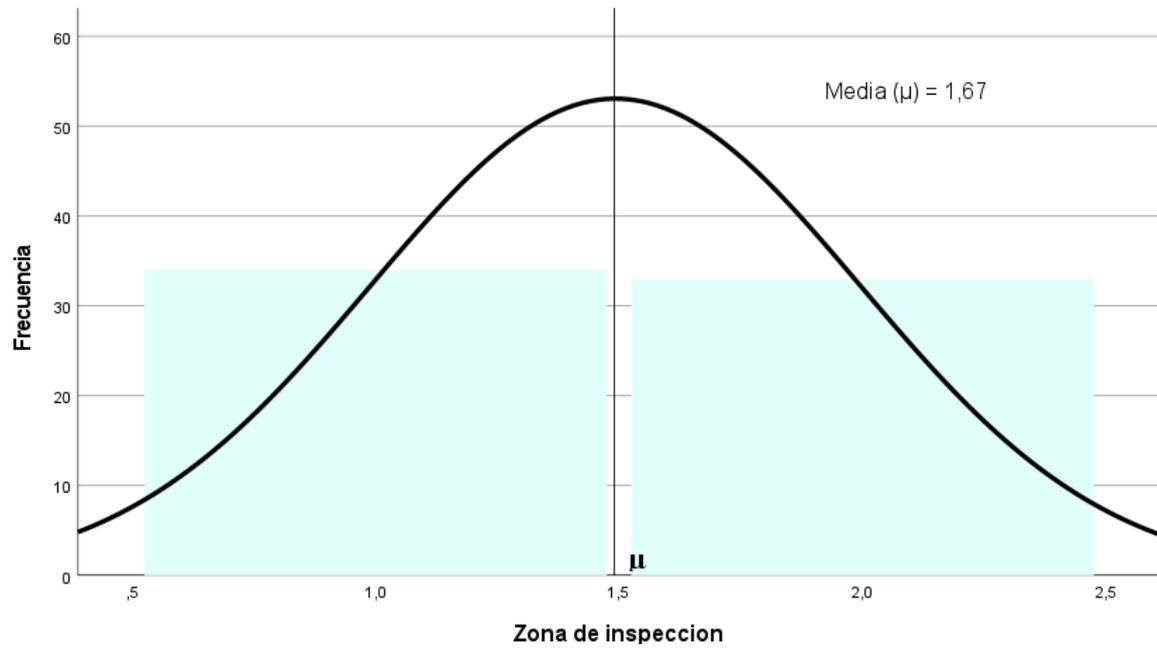


Figura 12: Región de significancia de la hipótesis 3 (campana de Gauss)

Capítulo V

Discusión

5.1. Discusión de Resultados.

De acuerdo con los resultados obtenidos donde se establece que el dossier de calidad favorece en procedimiento de la inspección visual y por ultrasonido en los equipos de chancado y molienda de la minera Chinalco, se puede citar a López (2016) que señala el dossier es una herramienta imprescindible para empresas que pretenden sistematizar eficientemente la calidad de sus productos o servicios, y evitar posibles riesgos, anomalías o minimizar el impacto del mismo.

Ebensperger y Donos (2021), afirma que mediante un diagnóstico de estructuras complementarias a la inspección visual se puede lograr herramientas relevantes para el responsable de la operación y “Life Service” de la estructura, ya que permite tener documentado la experiencia local, parámetros iniciales de diagnóstico e incorporarlos a los END. Lo mencionado anteriormente comprende la importancia de la documentación técnica y administrativa en los END, y como puede mejorar y acortar procesos y/o resultados. De mismo modo Panagiotis (2021), señala que las pruebas por ultrasonido son rápidas y eficaces para no intervenir en los procesos operativos de los equipos a inspeccionar, y recomienda firmar y dar detalles de las observaciones detectadas por el ensayo.

Canga y Beltrán (2019) y García y Huamán (2021), afirman la importancia y trascendencia de la calidad en mejoramiento de control de procedimientos como parte de las políticas y objetivos de calidad de las empresas, parte de ellos es cumplir con la documentación técnica y administrativa, así como la ejecución eficiente en el campo de los servicios requeridos. De este modo se concuerda que los lineamientos documentarios bien estructurados favorecen en servicios de inspección de calidad por END, del cual también son participe los autores mencionados anteriormente.

Capítulo VI

Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones.

La investigación busco determinar de qué manera el dossier de calidad puede favorecer las inspecciones por ultrasonido y visual, mediante la prueba de Normalidad K-S, se concluyó que la hipótesis general es significativa ya que el $p\text{-valor} = 0,001 \leq 0.05$, se puede afirmar que el dossier de calidad favorece en procedimiento de la inspección visual y por ultrasonido en los equipos de la minera Chinalco, en este caso los ubicados en la zona de chancado y molienda, el mismo que tuvo una muestra de 67, los cuales fueron procesados a través del data estadístico. De este modo, se puede atribuir que un protocolo de calidad bien estructurado y ejecutado puede dar resultados favorables en los procedimientos técnicos que se den en el área de trabajo, los resultados son parte de la documentación técnica y administrativa que respalda la presente investigación acreditados entre los años 2018 y 2021.

Por otro lado, se obtuvieron resultados favorables para las hipótesis específicas planteadas para el estudio, las cuales consideraron las dimensiones de la variable “Y”: los ensayos no destructivos, el diagnóstico operativo y la zona de inspección; los resultados de las tres hipótesis concluyen en significancia del planteamiento ($p\text{-valor} = 0.001 \leq 0.05$), que atribuye factores favorables en el uso del dossier de calidad ofrecido por la empresa en los trabajos de inspecciones de ensayos no destructivos; a continuación tenemos los valores significativos estadísticos para cada una de ellas.

La hipótesis 1 involucra al dossier de calidad con los ensayos no destructivos, donde establecer protocolos de calidad de alto nivel y la documentación técnica y administrativa permite su verificación y control a corto y largo plazo, para poder tomar las medidas correctivas de acuerdo a los resultados de los END.

La hipótesis 2 implica al dossier de calidad con el diagnóstico operativo de los equipos de chancado y molienda, a través de la documentación técnica (informe de inspección) que establecen los criterios descriptivos de los resultados previniendo eventos no deseados en los equipos diagnosticados.

La hipótesis 3 involucra al dossier de calidad con las zonas de inspección, la cual fue chancado y molienda, a través de la documentación técnica se establece los procedimientos aplicables para las inspecciones y su frecuencia en las áreas donde se encuentran los equipos a diagnosticar, permitiendo establecer una programación anual de los END y otros procedimientos según la zona de inspección.

Se puede concluir que contar con un dossier de calidad acorde a los procedimientos que requieren solicitante del servicio puede favorecer los resultados que se buscan, es decir un trabajo eficiente y ordenado, que pueda prevenir eventos no deseados para el contratista, así como dar soluciones inmediatas.

6.2.Recomendaciones.

- Se recomienda actualizar de forma constante (anual) el dossier de calidad de la empresa de servicios, en este caso para los procesos de inspección por END.
- Los protocolos de calidad deben de promocionarse dentro de los colaboradores de forma clara y precisa, para trabajar en un solo eje.
- La documentación técnica debe estar acompañada de una capacitación previa del personal que va hacer uso de ella para evitar tener informes incompletos al finalizar los servicios.
- Se debe cumplir con la entrega dentro de los tiempos establecidos de los documentos administrativos requerido para los trabajos de campo.
- Los END se deben realizar siempre se forma programada para evitar contratiempos.

- El formato del diagnóstico operativo no debe espacios vacíos o sin llenar, ya que genera inconsistencias.
- En las zonas de inspección se debe procurar el orden y limpieza de los trabajos a realizar para evitar accidentes.

Capítulo VII

Fuentes de información

7.1.Fuentes Bibliográficas.

Almeida, F., Barata, J., & Barros, P. (1992). Ensaio Nao Destrutivos. *Instituto de Soldadura*.

AWS. (1972). Structural Welding Code. American Welding Society. *American Welding Society*.

Barnes, R. (1964). Thermography. *Annals of the New York Academy of Sciences*.

Brasche, L., Lopez, R., & Larson, B. (2003). A Study of Drying and Cleaning Methods used in Preparation for Fluorescent Penetrant Inspection. *AIP Conference Proceedings*.

Canga, A., & Beltrán, C. (2019). Control de calidad en la soldadura de la estructura metálica del terminal de transporte terrestre del Cantón Gualaceo de la Provincia de Azuay. *Tesis de titulo*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17276>

Carasco, J. (2014). Implementación y monitoreo de un sistema de inspección no destructivo a de soldadura en tuberías y estructuras en el proyecto las bambas. *Ingeniero Químico*. Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, Ayacucho. Obtenido de http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1033/Tesis%20Q473_Car.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carrasco, S. (2005). *Metodologia de la investigación científica*. Lima: San marcos.

Chapman, B., Eriksson, A., & Seldis, T. (2008). *European methodology for qualification of non-destructive testing third issue*. doi:10.2790/14360

Davis, R., & Stafford, R. (2016). 46. *Design drawings and technical specifications*. Obtenido de https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/research-and-development/program-areas/feeding-finishing-and-nutrition/feedlot-design-manual/046-design-drawings-and-technical-specifications-2016_04_01.pdf

- Devera, F., & Ortiz, D. (2019). *Guía para el control de calidad en la construcción de estructuras metálicas*. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/18447/2019OrtizDenise.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Durand, A. (2019). Aseguramiento de la calidad en el armado de prefabricado y montaje de tuberías en las unidades HTN-RCA, HTD, FCK Y TGLRG2 para el proyecto de modernización refinería Talara. *Tesis para título profesional*. Universidad Nacional de Piura, Piura. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1809/MIN-DUR-EST-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernandez, C. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: Mc Gram Hill .
- Garcia , G., & Huaman, N. (2021). Implementación de un sistema de Gestión de calidad, basado la Norma ISO 9001:2015, para mejorar el control de los procesos en una empresa de ensayos no destructivos en el año 2019. *Tesis para título profesional*. Universidad Privada del Norte, Lima. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28169/Garc%C3%ADa%20Trasmonte%2C%20Grecia%20Gianina%20-%20Huam%C3%A1n%20Huallpa%2C%20Nicasia%20Soledad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico D.C.: McGRAW-HILL.
- Krautkraemer, J., & Krautkraemer, H. (1986). *Werkstoffpruefung mit Ultraschall*. New York: Springer, Berlin, Heidelberg. doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-662-10909-0>
- López, J. (2016). *Dossier de calidad en mantenimiento mecanico de una parada en una instrua petroquímica*. Universidad Politécnica de Cartagena. Obtenido de

<https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/7084/pfc-lop-dos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Morán, J. (2017). Gestión de aseguramiento de la calidad en la construcción de un tanque barren de una planta de columnas de carbón (CIC) en una mina de oro, La Libertad – Perú. *Para obtener titulo profesional*. Universidad Inca Garcilazo de la Vega, Lima. Obtenido de

[http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/1804/TRAB.SUF.PROF.JOS%
c3%89%20MANUEL%20MOR%c3%81N%20PADILLA.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/1804/TRAB.SUF.PROF.JOS%c3%89%20MANUEL%20MOR%c3%81N%20PADILLA.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Nilsson, M., & Carlén, T. (2019). Quality Assessment of Thin Polymer Components using NonDestructive Testing. *Master of Science in Mechanical Engineering*. Blekinge Institute of Technology - Faculty of Engineering. Obtenido de <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1334337/FULLTEXT01.pdf>

Noriega , W. (2019). *Diseño de un Sistema de Aseguramiento y Control de Calidad en la fabricación de tanques de almacenamiento para optimizar el abastecimiento de combustible*. Universidad César Vallejo, Trujillo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43503>

Palacios Rojas, R. P. (2019). *Aplicación del control de calidad en el proceso de fabricación de estructuras metálicas en Castro Contratistas Ingenieros S.A.C. –Lima - 2018*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco –. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1774/1/T026_46295705_T.pdf

Panagiotis, K. (2021). Control de calidad en sistemas de ultrasonografía. *Tesis de Maestría*. University of Patras. Obtenido de <https://nemertes.library.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/14744/1/Quality%20Control%20in%20Ultrasonography%20Systems.pdf>

Peter, J. (2001). *Nondestructive Evaluation Theory, Techniques, and Applications*.

Stößel, R. (2003). *Air-Coupled Ultrasound Inspection as a New Non-Destructive Testing Tool for Quality Assurance*. Universität Stuttgart, Stuttgart. Obtenido de https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/1642/1/Diss_Stoessel.pdf

Zolin, I. (2011). *Curso técnico em automação industrial : ensaios mecânicos e análises de falhas*. Colégio Técnico Industrial de Santa Maria.

5.1.Fuentes Documentales.

Abendi. (2019). *O Guia Abendi de END & Inspeção*. Obtenido de http://www.abendi.org.br/abendi/Upload/file/GUIA_ABENDI_2019.pdf

American Bureau of Shipping. (2016). *The Development of Procedures and Technical Manuals*. ABS Plaza. Obtenido de https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/other/226_procedurestechmanuals/Procedures_and_Tech_Manuals_GN_e.pdf

API 650. (2012). *API 650: Welded Tanks for Oil Storage*. Obtenido de <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf>

Barradas, J. (2018). *Non-Destructive Testing of large metal parts produced by Wire Arc Additive Manufacturing*. Tecnico Lisboa, Lisboa. Obtenido de <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1407770020546376/Joao%20Bento%20-%2073165%20-%20Dissertacao.pdf>

IAEA. (1999). *Non-destructive Testing: A Guidebook for Industrial Management and Quality Control Personnel*. International Atomic Energy Agency.

IAEA. (1999). *Non-destructive Testing: A Guidebook for Industrial Management and Personnel*. International Atomic Energy Agency.

- IAEA. (2001). *Guidebook for the Fabrication of Non-Destructive Testing (NDT) Test Specimens*. Austria: IAEA-TECDOC-TCS-13. Obtenido de <https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TCS-13.pdf>
- IAEA. (2012). *Training Guidelines in Non-destructive Testing Techniques: Leak Testing at Level 2*. Vienna: International Atomic Energy Agency. Obtenido de https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TCS-52_web.pdf
- Innovaris Consultores. (2018). Programas de Puntos de Inspección (PPI). *Sistemas de gestión*. Obtenido de <https://grupoinnovaris.com/servicios/sistemas-de-gestion/programas-de-puntos-de-inspeccion-ppi/>
- Rolls Royce. (2015). *Non-Destructive Testing (NDT) – Guidance Document: An Introduction to NDT Common Methods*. Obtenido de <https://www.bindt.org/admin/Downloads/Apprenticeship-Guidance-Document.pdf>
- Sanders, W., & Muns, W. (1966). *Study of Inspection Methods and Quality Control for Welded Highway Structures*. Obtenido de <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/hrr/1966/110/110-004.pdf>
- Stöbel, R. (2003). *Air-Coupled Ultrasound Inspection as a New Non-Destructive Testing Tool for Quality Assurance*. Universität Stuttgart, Stuttgart. Obtenido de https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/1642/1/Diss_Stoessel.pdf
- The Plastics Pipe Institute. (2013). *Guidance for Field Hydrostatic Testing Of High Density Polyethylene Pressure Pipelines: Owner's Considerations, Planning, Procedures, and Checklists*. Obtenido de https://hdpesupply.com/content/PPI_Hydrostatic_Pressure_Testing_Manual_for_HDP_E_Pipe.pdf
- Vermont Agency of Transportation . (2020). *Quality Assurance Manual for Metal Fabrication*. Obtenido de

<https://vtrans.vermont.gov/sites/aot/files/highway/documents/structures/QA%20Manual%20-%202011-16-2020.pdf>

Working, J. (2013). *EA Guidelines on the Use of EN 45 011 and ISO/IEC 17021 for Certification to EN ISO 3834*. Obtenido de <https://european-accreditation.org/wp-content/uploads/2018/10/ea-6-02-m-rev02-june-2013-rev.pdf>

5.2.Fuentes Hemerográficas.

Algernon, D., Walther, A., Denzel, W., Ebsen, B., Feistkorn, s., Friese, M., . . . Wolf, J. (2018).

Aseguramiento de la calidad y validación de la aplicación de ensayos no destructivos de componentes de hormigón armado en la construcción. *DGZfP-Jahrestagung*. Obtenido de <https://www.ndt.net/article/dgzfp2018/papers/Mo.3.A.2.pdf>

Bentoumi, M., Aknin, P., & Bloch, G. (2003). "On-line rail defect diagnosis with differential eddy current probes and specific detection processing. *The European Physical Journal Applied Physics*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/231792764_On-line_rail_defect_diagnosis_with_differential_eddy_current_probes_and_specific_detection_processing

Bhosale, R., Mahajan, K., Yachkal, A., & Katarkar, A. (2017). Study on Leak Testing Methods. *International Journal for Scientific Research & Development*/. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/323219717_Study_on_Leak_Testing_Methods

Clark, M., McCanann, D., & Forde , M. (2003). Application of infrared thermography to the non-destructive testing of concrete and masonry bridges. *Ndt & E International*.

Ebensperger, L., & Donoso, J. (2021). Nueva metodología de diagnóstico de estructuras de hormigón armado con técnicas no-destructivas. *Revista Ingeniería de Construcción*,

- 36(2), 233-250. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v36n2/0718-5073-ric-36-02-233.pdf>
- Gaureanu, A., Weinschrott, H., Dumitrescu, A., & Jitare, A. (2016). Quality Management and Occupational safety and health effects on organization`s Sustainable Development. *Joint International Conference Technology, Innovation and Industrial Management* (págs. 529 - 537). Make Learn TIIM. Obtenido de <http://www.toknowpress.net/ISBN/978-961-6914-16-1/papers/ML16-102.pdf>
- Georgiou, G. (2011). Non-destructive testing and evaluation of metals. *Materials Science and Engineering*. Obtenido de <https://www.desware.net/sample-chapters/D07/E6-36-04-02.pdf>
- Gholizadeh, S. (2016). A review of non-destructive testing methods of composite materials. *ScienceDirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452321616000093>
- Hamstad, M. (1986). . A review: acoustic emission, a tool for composite-materials studies. *Exp Mech*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02319949>
- Kröger, T., & Paaso, N. (2006). *Method Development of Gas Analysis with Mass Spectrometer*. Obtenido de Working Report 2006-41: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/43/061/43061183.pdf
- Kumar, S., Vishwakarma, M., & Akhilesh, S. (2017). Advances and Researches on Non Destructive Testing: A Review. *ScienceDirect*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/323989118_Advances_and_Researches_on_Non_Destructive_Testing_A_Review
- Nurkhoeriyati, et al. (2022). Non-Destructive In-Process Quality Evaluation Of Plant-Sourced Food During Drying. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/995/1/012025/pdf>

- Papaelias, M., Roberts, C., & Davis, C. (2008). A review on non-destructive evaluation of rails: state-of-the-art and future development. *Journal of Rail and Rapid Transit*. doi:<https://doi.org/10.1243/09544097JRRT209>
- Pohl, R., Erhard, A., Montag, J., Thomas, H., & Wüstenberg, H. (2004). NDT techniques for railroad wheel and gauge corner inspection. *NDT & E International*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963869503000999>
- Schubach, H., & Ettemeyer, A. (1997). Investigations on Aluminum Alloys with a 3D-ESPI-System. *Dr. Ettemeyer Application Report*.
- Scruby, C., & Colbrook, R. (1992). Novel application of NDT to the monitoring of manufacturing process. *British Journal of NDT*. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/novel-applications-of-ndt-to-the-monitoring-of-manufacturing-processes-condition.html>
- Sherwin, A. (1990). Still a Good Rule: Visible Penetrant Inspection not to Precede Fluorescen. *Materials Evaluation*, 48.
- Splitz, G., & Drury, C. (1978). Inspection of Sheet Materials: Test of Model Predictions. *Human Factors*.
- Stenberg, T., Barsoum, Z., Åstrand, E., Öberg, A. ..., & C. Schneider, J. H. (2017). Quality control and assurance in fabrication of welded structures subjected to fatigue loading. *Springer*, 10(61). Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s40194-017-0490-5>
- Švanter, M., & Veslý, Z. (2014). Active Thermography for materials Non-Destructive Testing. *Metal* 2014. Obtenido de <http://metal2013.tanger.cz/files/proceedings/17/reports/2664.pdf>

Vivanco, M. (2017). Los Manuales de procedimiento como herramienta de control interno de una organización. *Scielo*, 9(2), 247-252. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n3/rus38317.pdf>

Wolter, B., Gabi, Y., & Conrad, C. (2019). Nondestructive Testing with 3MA—An Overview of Principles and Applications. *Applied Sciences*, 9(1068), 1-29. doi: doi:10.3390/app9061068

5.3. Fuentes Electrónicas.

American Society of Mechanical Engineers. (2011). *1995 ASME Boiler & Pressure Vessel Code*. Universidad de Californi. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=HyllAQAAIAAJ&q=asme&dq=asme&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjThLqshf3yAhVGRjABHadWDVsQ6AF6BAgCEAI>

ASME. (2021). *History of ASME Standards*. Obtenido de ASME Setting the Standard: <https://www.asme.org/codes-standards/about-standards/history-of-asme-standards>

Creath, K. (1985). *Digital Speckle-Patterm Interferometry*. University of Arizona, Tucson. Obtenido de <https://www.osapublishing.org/ao/fulltext.cfm?uri=ao-24-18-3053&id=28707>

Innovaris Consultores. (2018). Programas de Puntos de Inspección (PPI). *Sistemas de gestión*. Obtenido de <https://grupoinnovaris.com/servicios/sistemas-de-gestion/programas-de-puntos-de-inspeccion-ppi/>

Anexos

Anexo 2: Formato de recolección de datos

ITEM	TAG EQUIPO PRINCIPAL	TAG COMPONENTE	CARTILLA	DESCRIPCION	TECNICA	RECOMENDACIÓN
220-FO-001-DBNDT-220-180d-01						
220-FO-007-DBNDT-220-180d-01						
220-FO-008-DBNDT-220-180d-01						
220-FO-014-DBNDT-220-180d-01						
220-FO-015-DBNDT-220-180d-01						
220-FO-021-DBNDT-220-180d-01						
220-FO-022-DBNDT-220-180d-01						
220-FO-028-DBNDT-220-180d-01						
220-FO-001-STANDT-220-180d-09						
220-FO-001-RTRNDT-220-180d-09						
220-FO-001-DIFNDT-220-180d-09						
220-FO-001-SINNDT-220-180d-09						
220-FO-001-SEXNDT-220-365d-01						
220-FO-001-OFLNDT-220-300d-01						
220-FO-002-STANDT-220-180d-09						
220-FO-002-RTRNDT-220-180d-09						
220-FO-002-DIFNDT-220-180d-09						

Anexo 3: Formato de reporte de equipo

		REPORTE DEL EQUIPO																				
CÓDIGO DE REPORTE		19000100-260TK040-GRINDING AREA FUEL OIL DAY TANK--ISP-1902-0143															CONDICIÓN					
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO																						
AREA EQUIPO DESCRIPCIÓN INFORME FRECUENCIA INSPECCION MATERIAL OT DE INSPECCIÓN TÉCNICAS EMPLEADAS		260 260-TK-040 GRINDING AREA FUEL OIL DAY TANK ISP-1902-0143 NDT-210-180d-1 ACERO 10229879 INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO - UT INSPECCIÓN VISUAL - VT										INSPECTORES NDT: SUPERWSOR Miguel Rojas										
		FECHA INSPECCION FECHA DE REPORTE FECHA DE MONTAJE																				
DIAGNÓSTICO																						
RECOMENDACIONES																						
DATOS POR ULTRASONIDO DE ESPESORES (mm)																						
ZONA	NOMINAL	NOMINAL	INSPECCION	INSPECCION															Espesor Mínimo de Retiro (mm)	Rate de desgaste (mm/mes)	Tiempo de vida Útil (Años)	Fecha de Cambio
	1/01/2014	24/03/2017	16/02/2018	13/02/2019																		
ANILLO 01																						
ANILLO 02																						
TECHO																						
ANEXOS																						
TENDENCIA DE DESGASTE																	CONDICIÓN		NORMAL			
PUNTOS DE MEDICION																						
INSPECCION POR ULTRASONIDO (UT)																	CONDICIÓN		NORMAL			
N° DE	ZONA	PUNTO	V. Nominal	A	B	C	D	E	F	G	H	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	máximo	Ratio	Tiempo de	Fecha			
CUERPO	ANILLO 1	1																				
		2																				
		3																				
		4																				
		5																				
		6																				
TECHO	PL-1	7																				
		1																				
		2																				
	PL-2	3																				
		4																				
		5																				
6																						
INSPECCION VISUAL (VT)																	CONDICIÓN		TOLERABLE			
COMPONENTE																						
DESCRIPCIÓN																						
TOLERABLE															TOLERABLE							

Anexo 4: Diagnostico operativo de acuerdo a condición y equipo.

Descripción	N.º de Diagnostico
Abolladuras	8
Carro Enlainador - Molino SAG	1
Carro Enlainador - Molinos Bolas	1
Carro Enlainador - Molinos Bolas 1 y 2	6
Alto Desgaste	4
Chute Descarga Molino Bolas 01	1
Manto y Bowl de Chancadora Pebbles	1
Molino de bolas A	1
Tolva de bolas molino SAG	1
Desgaste	3
Chancadora Pebbles - Bocina de Mantle	1
Chute de Alimentación A -Molino de Bolas	1
Chute de Descarga A - Chancadora Pebbles 02	1
Desgaste critico	3
Canaleta de descarga del molino de bolas 1	1
Canaleta de descarga del molino de bolas 2	1
Trunnion magnetico de molino de bolas 01	1
Desgaste leve	7
Chute de descarga A - chancadora pebbles 01	2
Chute de descarga A - chancadora pebbles 02	2
Chute descarga molino bolas 02	1
Molino de bolas 01	2
Desgaste Moderado	8
Chute alimentador de bolas a molino SAG	1
Chute conexión A - chancadora pebbles 01	1
Chute conexión A - chancadora pebbles 02	1
Chute de descarga A - chancadora pebbles 02	1
Chute descarga de chancadora pebbles 02	1
Chute descarga de chancadora pebbles 03	1
Tolva de bolas molino SAG	1
Tromel molino SAG	1
Desprendimiento moderado	2
Bocina Chancado Primario	1
Estructuras Planta Chancado	1
Fisuras	10
Carro enlainador - molino SAG	2
Chancadora pebbles - bocina de mantle	1
Chancadora Pebbles - Mantle	1
Chute de alimentación A - molino de bolas	1
Estructura externa de molino SAG	1
Head de chancadora pebbles (reparado)	1
Molino de bolas 01	1
Trunnion magnético de molino de bolas 01	2
No presenta	20
Chute conexión A - chancadora pebbles 01	4
Chute conexión A - chancadora pebbles 02	3
Chute de descarga A - chancadora pebbles 01	3
Chute descarga de chancadora pebbles 02	4
Chute descarga de chancadora pebbles 03	2
Chute descarga molino bolas 01	1
Molino de bolas 01	2
Tromel de molino SAG	1
No presenta discontinuidades relevantes	2
Orejas para Izaje de Chancadora Pebbles	1
Reductor de bomba	1
Total	67